



PENYELIDIKAN DAN INOVASI HIJAU



MPCCSustAWARD21

MALAYSIAN POLYTECHNIC & COMMUNITY COLLEGE SUSTAINABILITY AWARD 2021





PENYELIDIKAN DAN INOVASI
HIJAU
MPCCSustAWARD21

PENERBIT



POLITEKNIK
MALAYSIA
SULTAN IDRIS SHAH

**POLITEKNIK SULTAN IDRIS SHAH
KEMENTERIAN PENGAJIAN TINGGI**

**HAKCIPTA TERPELIHARA
Terbitan 2021**

Hakcipta Terpelihara. Tiada mana-mana bahagian daripada buku ini yang boleh disiarkan-terbitkan semula dalam sebarang bentuk dan dengan apa cara sekalipun termasuklah elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman dan sebagainya tanpa mendapat izin bertulis daripada Penulis dan Penerbit Politeknik Sultan Idris Shah

eISBN 9789672860013

**Perpustakaan Negara Malaysia
Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan**

PENYELIDIKAN DAN INOVASI HIJAU MPCCSustAWARD21

Mode of access: Internet

eISBN 978-967-2860-01-3

- 1.Green Technology--Research--Malaysia
 - 2.Sustainable engineering--Research Malaysia--
 - 3.Environmental engineering--Research--Malaysia
 - 4.Goverment Publications--Malaysia
 - 5.Electronics books
- 628.0720595

Diterbitkan oleh
Politeknik Sultan Idris Shah
Sg. Lang, 45100 Sg Air Tawar
Selangor

No. Tel : 03 3280 6200

No. Fax : 03 3280 6400

Laman web : <http://www.psis.edu.my>

ISI

Kandungan

JAWATANKUASA INDUK
MPCCSustAWARD 2021 1

JAWATANKUASA PENERBITAN
MPCCSustAWARD 2021 2

KATA ALUAN 3 - 6

Ketua Pengarah JPPKK
Pengarah Bahagian Kurikulum, JPPKK
Pengarah Politeknik Sultan Idris Shah
Pengarah Program MPCCSustAWARD 2021

KERTAS PENYELIDIKAN TERBAIK 7

SENARAI KERTAS PENYELIDIKAN 8 - 12



BIDANG 1 Pengurusan Pendidikan & Penyelidikan	13 - 261
BIDANG 2 Pengurusan Tenaga & Perubahan Iklim	262 - 387
BIDANG 3 Pengurusan Alam Sekitar & Landskap	388 - 436
BIDANG 4 Pengurusan Sisa	437 - 585
BIDANG 5 Pengurusan Air	586 - 642
BIDANG 6 Pengangkutan	643 - 679
BIDANG 7 Perolehan Hijau	680 - 724



JAWATANKUASA INDUK

MPCCSustAWARD21

MALAYSIAN POLYTECHNIC & COMMUNITY COLLEGE SUSTAINABILITY AWARD 2021

PENAUNG

Ts. Zainab binti Ahmad
Ketua Pengarah
Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK)

PENASIHAT

Dr. Hjh. Norhayati binti Zakaria
Pengarah
Bahagian Kurikulum, JPPKK

Ishanuddin bin Hussin

Pengarah
Politeknik Sultan Idris Shah

PENGERUSI

Dr. Mazura binti Mansor
Timb. Pengarah Akademik
Politeknik Sultan Idris Shah

TIMB PENERGUSI

Rohaniah binti Mohd Nor
Bahagian Kurikulum, JPPKK

TIMB PENERGUSI (KEWANGAN)

Zulkifli bin Mat Nasir
Timb. Pengarah Sokongan Akademik
Politeknik Sultan Idris Shah

TIMB PENERGUSI (OPERASI)

Chia Soi Lee
Politeknik Sultan Idris Shah

PENGARAH PROGRAM

Dr. Azrul bin Mahfurdz
Politeknik Sultan Idris Shah

TIMB. PENGARAH (PENGURUSAN)

Zulhairie Adni bin Abdul Halim
Bahagian Kurikulum, JPPKK

TIMB. PENGARAH (OPERASI)

Hafizulhadi bin Rahim
Politeknik Sultan Idris Shah

SETIAUSAHA 1

Asma binti Ibrahim
Politeknik Sultan Idris Shah

SETIAUSAHA 2

Amalina Kamilah binti Ibrahim
Bahagian Kurikulum, JPPKK

PEN. SETIAUSAHA

Uzairah binti Mohd Ali
Politeknik Sultan Idris Shah

BENDAHARI 1

Zainora binti Kamal Ludin
Politeknik Sultan Idris Shah

BENDAHARI 2

Nurfadzlina binti Jamaluddin
Bahagian Kurikulum, JPPKK

JAWATANKUASA PEMBANGUNAN PORTAL PERTANDINGAN

Nursyima Nadiyah binti Abu Bakar
Siti Nurul Hana binti Ramli
Syarifah Anis Aqila Syed binti Syed Nasir

JAWATANKUASA PERTANDINGAN & PENILAIAN Anugerah Smart Green PolyCC 2021

Ts. Anuar bin Abdul Wahab
Mohd Izuddin bin Mahmood
Ibrahim bin Mohd Zulkifli

Pertandingan Penjimatan Tenaga Elektrik PolyCC 2021

Ts. Zuraida binti Kamaruddin
Sal Sabilah binti Mohamad Tahir
Nurmaghfirah binti Nordin
Zubaidah binti Md Saleh
Nur Sakinah binti Mohamad Saiful Bahri

Anugerah iKON Hijau PolyCC 2021

Mohd Zamri bin Jamaludin
Nur Shuhada binti Arbaan
Shawalrina binti Zainal Abidin
Azzah Syahmina binti Azman

JAWATANKUASA WEBINAR

Mohamad Azrin Bin Ramli
Naeemah binti Yusof
Nur Yasmin binti Yaaman
Ts. Nur Azemah binti Aminludin
Shahril Khairi bin Abd Shukur
Nurul Dafiqa binti Kamarulzaman

MODERATOR WEBINAR

LAr. Zanariah binti Kasim
Dr. Azrul bin Mahfurdz
Dr. Rosmanizah binti Derahman
Dr. Mazlina binti Jamaludin
Ts. Nur Azemah binti Aminludin
Ramu a/l Velusamy
Rozilaili binti Mustapa
Chia Soi Lee
Naeemah binti Yusof

JAWATANKUASA PENYERTAAN

Nurul Ain binti Amir Adli
Wan Nur Hidayah binti Ibrahim

JAWATANKUASA PROMOSI

Khiron Bin Md Shah
Mohd Azmin bin Mh Busra
Mohd Hafiz bin Zulkifli
Masliza binti Mohamed Yusoff
Muhamad Azhari bin Januri

JAWATANKUASA PENSIJILAN DAN HADIAH

Wan Norhayati binti Wan Tahir
Wan Aishah binti Yusoff
Noor Aishah binti Muslim
Murnie Shakilla binti Shidan

JAWATANKUASA MULTIMEDIA DAN TEKNIKAL

Rajipah binti Ibrahim
Mohamad Faiz bin Jamaludin
Muhammad Syafiq bin Abdul Ghafar
Mohd Faizal bin Yahaya
Adilla binti Abd Hassan
Azim bin Shahbudin
Muhd Roszaidi bin Othman
Raynold Joseph
Mohd Yusuf bin Ahmad

JAWATANKUASA KEBERKESANAN PROGRAM

Nor Suhaili Binti Mohamad Zin
Nur Amisha binti Danian
Wan Nurhazirah binti Kamaruzaman

JAWATANKUASA PENGACARA MAJLIS DAN TEKS UCAPAN

Abd Rashid bin Mohd Ali
Norhayati binti Othman
Sharida Zaina binti Shafie
Nor Suhaira binti Jamil
Khairun Nisa binti Azmi
Mastura binti Mohamad

Mohd Rizal bin Abd Rahim
Tobroni bin Mohd Shahtan
Mohamad Sufian bin Hussin
Nor Suhaira binti Jamil

JAWATANKUASA BUKU PROGRAM

Sarimah binti Aman Shah
Azhiah binti Thalaha
Siti Norhayati binti Shamsul Azam
Ilyana binti Idrus
Nurul Asyikin binti Azemey



JAWATANKUASA

Penerbitan

PENYELIDIKAN DAN INOVASI

HIJAU



MPCCSustAWARD21



KETUA PENERBIT

Noor Azira Abdull Razak

PENOLONG KETUA PENERBIT

Mohammed Ilias Harun Habib Amad Patel

SETIAUSAHA

Siti Suhana Wahab

KETUA PANEL

Prof. Madya Ts. Dr. Che Zulzikrami Azner Abidin

PANEL

LAr. Dr. Zanariah Kasim
Dr. Zamsalwani Zamri
Ts. Dr. Rufaizat Che Mamat
Ts. Chai Teck Jung
Ts. Shahrizan Mohd Razali

Muhammad Daniel Derome
Naeemah Yusof
Ramu Velusamy
Hafizulhadi Rahim
Fauziah Aziz
Mohd Azizy Adnan
Uzana Ismail

Wan Nur Hidayah Ibrahim
Wan Nurhazirah Kamaruzaman
Wan Izma Izniza Mohamed Roseli
Seti Suhadaini Mohammed
Azzah Syahmina Azman
Nur Shuhada Hanapi
Siti Arinah Sanat

KETUA EDITOR

Ts. Fatin Shafinas Rokman

EDITOR

Mohd Haziq Abqari Mohd Hedzir
Sharizan Mat Saat
Zaifah Che Wil
Sharida Zaina Shafie
Saiful Azhar Mahat @ Kassim

GRAFIK & MULTIMEDIA

Mohamad Faiz b Jamaludin
Raynold Joseph
Adilla Abd Hassan



Kata Auan



KETUA PENGARAH

Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti
Kementerian Pengajian Tinggi

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh & Salam Sejahtera

Terlebih dahulu syukur ke hadrat Allah s.w.t kerana dengan limpah kurnia serta izinNya, kita dapat bersama-sama menjayakan Malaysian Polytechnic & Community College Sustainability Award 2021 (MPCCSustAWARD21). Di sini, saya ingin mengucapkan syabas dan tahniah kepada Unit Teknologi Pertanian, Bahagian Kurikulum, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) dan Politeknik Sultan Idris Shah selaku tuan rumah kerana telah berjaya menganjurkan MPCCSustAWARD21 buat kali yang kedua sejak tahun 2020.

MPCCSustAWARD21 merupakan salah satu inisiatif yang dilaksanakan sebagai mendukung Blueprint SmartGreen PolyCC 2021-2026 (BSGPC). BSGPC telah dibangunkan dalam memastikan Agenda Matlamat Pembangunan Mampan 2030 tercapai berpandukan tujuh (7) bidang tumpuan selaras dengan visi JPPKK untuk menjadi peneraju institusi TVET yang unggul. Bidang tumpuan tersebut ialah Pengurusan Pendidikan dan Penyelidikan, Pengurusan Tenaga dan Perubahan Iklim, Pengurusan Alam Sekitar dan Landskap, Pengurusan Sisa, Pengurusan Air, Pengangkutan dan Perolehan Hijau.

Penganjuran MPCCSustAWARD21 ini dilihat mampu memberi impak yang besar kepada pembangunan pendidikan TVET yang lebih mampan berteraskan Pelan Strategik Politeknik dan Kolej Komuniti 2018-2025. Besarlah harapan saya agar usaha positif ini dapat membuka mata industri kepada kepakaran dan kebolehan yang ditonjolkan oleh pensyarah serta para pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti sebagai sumber tenaga kerja berkemahiran tinggi dalam era globalisasi.

Setinggi-tinggi syabas dan tahniah diucapkan kepada semua yang terlibat dalam penganjuran program ini, terutamanya jawatankuasa yang telah berjaya mengelolakan program ini secara maya sepenuhnya. Syabas juga diucapkan kepada semua penerima anugerah dan peserta yang telah memanfaatkan MPCCSustAWARD21 sebagai satu platform perkongsian hasil penyelidikan dan inovasi hijau. Semoga penganjuran program ini dapat memperkasakan lagi budaya hijau dan terus melestarikan Politeknik dan Kolej Komuniti di Seluruh Malaysia.

Sekian, terima kasih.

Ts. ZAINAB BINTI AHMAD

Ketua Pengarah
Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti
Kementerian Pengajian Tinggi



Kata Auan



PENGARAH BAHAGIAN KURIKULUM

Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti
Kementerian Pengajian Tinggi

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh & Salam Sejahtera

Terlebih dahulu syukur ke hadrat Allah s.w.t kerana dengan limpah kurnia serta izin-Nya, Malaysian Polytechnic & Community College Sustainability Award 2021 (MPCCSustAWARD21) dapat dilaksanakan di bawah anjuran Politeknik Sultan Idris Shah dengan kerjasama Jabatan Pendidikan Politeknik & Kolej Komuniti (JPPKK). Saya ingin menzahirkan ucapan penghargaan dan tahniah kepada Politeknik Sultan Idris Shah kerana telah berjaya merealisasikan penganjuran MPCCSustAWARD21 pada tahun ini.

Blueprint SmartGreen PolyCC (BSGPC) adalah merupakan dokumen rujukan kepada semua aktiviti dan program mampan di setiap Politeknik dan Kolej Komuniti di Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia dan secara tidak langsung kepada semua institusi pendidikan yang lain. Bagi mengukur dan mengiktiraf keberhasilan pelaksanaan BSGPC, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) telah merancang pelbagai aktiviti dan salah satu program yang dirancang adalah penganjuran program MPCCSustAWARD21 ini.

Penganjuran pada tahun ini berbeza sekali kerana dianjurkan sepenuhnya secara atas talian dan menyaksikan beberapa aktiviti telah dapat dilaksanakan iaitu Anugerah Smartgreen PolyCC 2021, Pertandingan Penjimatan Tenaga Elektrik PolyCC 2021, Anugerah IKON Hijau PolyCC 2021 dan Siri Webinar Hijau. Selain itu, dalam penganjuran kali ini, kita juga telah berjaya menerbitkan Buku Penyelidikan dan Inovasi Hijau di mana penyertaan yang diterima adalah amat menggalakkan dari warga Politeknik dan Kolej Komuniti seluruh Malaysia. Syabas dan tahniah saya ucapkan kepada semua penyumbang artikel penulisan ini.

Akhirnya, saya sekali lagi ingin merakamkan ucapan syabas dan setinggi-tinggi penghargaan kepada seluruh warga kerja Politeknik Sultan Idris Shah dan Unit Teknologi Pertanian, Bahagian Kurikulum JPPKK serta semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menjayakan MPCCSustAWARD21 pada kali ini. Komitmen serta sokongan padu semua pihak yang terlibat amatlah dihargai. Diharapkan hasil penganjuran program kali ini bakal mencorak aliran pendidikan yang lebih berkualiti di masa akan datang.

Sekian, terima kasih.

Dr. NORHAYATI BINTI ZAKARIA

Pengarah
Bahagian Kurikulum
Jabatan Pendidikan Politeknik & Kolej Komuniti
Kementerian Pengajian Tinggi



Kata Auan

PENGARAH POLITEKNIK SULTAN IDRIS SHAH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh & Salam Sejahtera

Bismillahirrahmanirrahim

Syukur Alhamdulillah penganjuran Malaysian Polytechnic & Community College Sustainability Award 2021 (MPCCSustAWARD21) telah berjaya dilaksanakan dengan kerjasama Bahagian Kurikulum Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) dan Politeknik Sultan Idris Shah (PSIS). Saya amat berbesar hati kerana PSIS telah diberi kepercayaan untuk menjadi tuan rumah untuk edisi tahun ini.



Semua sudah sedia maklum bahawa ketika ini seluruh dunia sedang berada dalam Pandemik COVID-19. Norma baru yang sedang kita hadapi ketika ini telah banyak merubah kehidupan dan amalan seharian kita. Perubahan ini, turut memberi impak dalam pelaksanaan program MPCCSustAWARD21 pada kali ini. Jawatankuasa penganjur telah mengambil langkah proaktif untuk memastikan program ini tetap berlangsung dan pelaksanaannya telah berjaya dijalankan secara atas talian sepenuhnya.

Sesungguhnya PSIS sentiasa menyokong segala usaha untuk melonjakkan institusi kampus TVET mampan di Malaysia. Program ini juga merupakan pengiktirafan kepada usaha yang dilakukan oleh institusi dan individu dalam memperkasakan amalan hijau di Politeknik dan Kolej Komuniti di Malaysia. Saya bagi pihak penganjur mengharapkan institusi yang menyertai program pada tahun ini mendapat pendedahan dan perkongsian maklumat berguna berkaitan dengan Amalan Hijau. Penganjuran MPCCSustAWARD21 pada kali ini juga telah berjaya menerbitkan Buku Penyelidikan dan Inovasi Hijau. Semoga hasil penyelidikan dan inovasi ini dapat memberikan manfaat berterusan kepada seluruh Institusi TVET khususnya.

Syabas diucapkan kepada pihak jawatankuasa dan semua yang telah bertungkus lumus sama ada secara langsung atau tidak langsung sehingga program ini berjaya dilaksanakan. Terima kasih juga diucapkan kepada semua institusi dan individu yang telah menyertai dan menjayakan penganjuran MPCCSustAWARD21 pada tahun ini.

Sekian, terima kasih.

ISHANUDDIN BIN HUSSIN

Pengarah

Politeknik Sultan Idris Shah



Kata Auan

PENGARAH PROGRAM MPCCSUSTAWARD21

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh & Salam Sejahtera

Alhamdulillah syukur ke hadrat Allah s.w.t kerana dengan izin dan rahmat-Nya Malaysian Polytechnic & Community College Sustainability Award 2021 (MPCCSustAWARD21) telah dilaksanakan dengan jayanya. Program ini merupakan penganjuran kali kedua di mana pada kali ini ia dianjurkan oleh Politeknik Sultan Idris Shah dengan kerjasama Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK).



Suasana dunia yang sedang menghadapi pandemik Covid 19 kini menyaksikan bahawa penganjuran kali ini terpaksa dilaksanakan secara maya sepenuhnya. Namun begitu keadaan ini bukanlah boleh dijadikan alasan dan kekangan bagi menjayakan program ini. Bagi pihak seluruh jawatankuasa pelaksana, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Pendidikan Politeknik & Kolej Komuniti khususnya Unit Teknologi Pertanian yang sentiasa memberikan sokongan dalam menjayakan program ini. Jutaan terima kasih juga dizahirkan buat Politeknik dan Kolej Komuniti serta semua individu yang telah mengambil bahagian dalam aktiviti yang telah dijalankan sepanjang program ini berlangsung.

Sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih diucapkan kepada seluruh jawatankuasa pelaksana atas segala komitmen yang diberikan bagi memastikan program ini berjalan dengan lancar dan cemerlang. Alhamdulillah, penganjuran pada kali ini, kita juga telah berjaya menaskhahkan kertas penyelidikan hijau dalam sebuah penerbitan berdaftar iaitu Buku Penyelidikan dan Inovasi Hijau MPCCSustAWARD21. Adalah diharapkan, usaha bagi menerbitkan penulisan penyelidikan dapat diteruskan dari masa ke semasa dan dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh Warga Politeknik dan Kolej Komuniti khasnya.

Akhir kata, terima kasih sekali lagi buat semua yang terlibat dalam penganjuran MPCCSustAWARD pada kali ini. Semoga program ini dapat memberikan manfaat kepada semua warga Politeknik dan Kolej Komuniti serta menjadi pemangkin kepada seluruh warga dalam meningkatkan aktiviti dan membudayakan amalan hijau di institusi masing-masing.

Sekian, terima kasih.

Dr. AZRUL BIN MAHFURDZ

Pengarah Program

Malaysian Polytechnic & Community College Sustainability Award 2021
(MPCCSustAWARD21)



Anugerah KERTAS PENYELIDIKAN Terbaik

MPCCSustAWARD21



Carbonization Of Palm Kernel Shell As Potential Coal Blending Combustion Material For Energy Generation

Chm. Muhammad 'Azim bin Jamaluddin
Syahirah binti Yahya
Siti Nor Silmi binti Nordin
Muhammad Izwan bin Norman
Mohd Adil Hakam bin Osman

Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN)



Sustainable Development in Entrepreneurship Education: Consulting-based Learning Approach

Dr Mazura binti Mansor

Politeknik Sultan Idris Shah (PSIS)



Kelestarian Bangunan Tipikal Kepada Bangunan Rendah Karbon Melalui Perolehan Hijau Dalam Meningkatkan Kecekapan Penggunaan Tenaga

Ts. Zainolrin bin Saari
Siti Farah binti Hussin
Ts. Suhana binti Ismail
Abdul Azizi bin Jamaludin

Politeknik Mersing Johor (PMJ)



Dual-Axis Solar Tracker Prototype

Mohd Naim bin Marzuki
Muhammad Firdaus bin Mohd Azly Lee

Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah (POLISAS)



Keberkesanan Penjimatan Tenaga Melalui Penyaman Udara Plat Termal Elektrik (PUPTE)

Ts. Sharul Nizam bin Yaakop
Ts. Muhamad Asrul Affendi bin Mat Nor

Kolej Komuniti Kota Marudu
Kolej Komuniti Pasir Salak

Senarai

KERTAS PENYELIDIKAN HIJAU



BIDANG 1

PENGURUSAN PENDIDIKAN & PENYELIDIKAN



- | | | |
|----|---|---------|
| 1 |  Sustainable Development In Entrepreneurship Education: Consulting-Based Learning Approach | 13-21 |
| 2 | A Report Of New Invasive Pest, Fall Armyworm, Spodoptera Frugiperda (J.E. Smith) On Corn In Rembau Community College, Negeri Sembilan, Malaysia | 22-30 |
| 3 | A Study Of Recycle Jute Fibre As Additive Material In Lightweight Concrete | 31-38 |
| 4 | Easy Learning Basic Arduino And Sensors For Beginner Using Thinkercad | 39-46 |
| 5 | Elemen Hijau Dalam Pembangunan Kurikulum Bidang Hospitaliti Di Kolej Komuniti Malaysia | 47-54 |
| 6 | Faktor Yang Mempengaruhi Kepenggunaan Hijau Dalam Kalangan Masyarakat: Penelitian Literatur | 55-61 |
| 7 | Immunonutrition For Preventive Fish Health Towards Sustainable Aquaculture | 62-69 |
| 8 | Kajian Keberkesanan Program Geolocation Online Games Anjuran Kelab Geomatik, Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kulim Kedah | 70-78 |
| 9 | Kajian Penentuan Tahap Penerimaan Pengguna Terhadap Produk Serunding Cendawan | 79-87 |
| 10 | Kajian Pengetahuan, Sikap Dan Amalan Teknologi Hijau Dalam Kalangan Warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah | 88-98 |
| 11 | Kajian Perhubungan Kesedaran Alam Sekitar Dengan Tingkah Laku Mesra Alam Sekitar Di Kalangan Pelajar Diploma Pengurusan Pelancongan, Politeknik Sultan Idris Shah | 99-106 |
| 12 | Kemahiran Hijau Untuk Kurikulum Kejuruteraan Mekanikal, Awam Dan Elektrik Di Politeknik Malaysia | 107-116 |
| 13 | Keusahawanan Hijau Di Malaysia: Konsep Dan Halatuju | 117-124 |
| 14 | Measuring Sustainable Learning And Sustainability Consciousness In TVET Education During Covid 19 Pandemic | 125-130 |
| 15 | Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Kampung Sungai Tengah Selatan, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan | 131-138 |
| 16 | Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Rumah Melayu Tradisional Kampung Banting, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan | 139-146 |



17	Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Rumah Melayu Tradisional Kampung Batu 39 Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan	147-154
18	Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Kampung Sungai Tengar, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan	155-162
19	Natural Coagulant And Activated Carbon From Carica Papaya Seed And Palm Kernel Shell	163-172
20	Need And Challenges On Urban Agriculture Among Local Community Gardening In Malaysia	173-181
21	Penjagaan Alam Sekitar Menurut Perspektif Islam	182-189
22	Refleksi Pelajar Terhadap Aktiviti Lestari Di Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan, Chendor, Pahang	190-198
23	Solar Power And Uninterruptible Power Supply (UPS)	199-202
24	Study Of Bio-Plastic From Lemon Peels, Coffee And Dates Seed	203-211
25	Synthesis Of Natural Coagulant From Petai Belalang Peel	212-217
26	Tahap Kesedaran Amalan Hijau Dalam Kalangan Pelajar Di Kolej Komuniti Hulu Selangor	218-225
27	Tahap Pengetahuan, Kesedaran Dan Amalan Terhadap Program Mampan Dalam Kalangan Kakitangan Di Politeknik Mersing	226-234
28	The Impact Of The Aquaculture Sector On The Environment –A Perspective Review	235-243
29	The Indicators That Influence Employers In Hiring Person With Disabilities	244-253
30	The Study Of Sugarcane Bagasse As A Biosorbent For Zinc Ion Removals	254-261

BIDANG 2

PENGURUSAN TENAGA & PERUBAHAN IKLIM

31	 Dual-Axis Solar Tracker Prototype	262-269
32	 Keberkesanan Penjimatan Tenaga Melalui Penyaman Udara Plat Termal Elektrik (PUPE)	270-278
33	Analisa Penggunaan Elektrik Tahun 2019 dan 2020 Di Politeknik Port Dickson	279-286
34	An Overview on Sustainability Development by Waste to Energy Concept in Malaysia	287-293
35	Design and Fabrication of Solar Powered Tricycle Prototype for Green Transportation Application	294-303
36	Kajian Teknologi Hijau Pemulihan Automatik Bahan Pendingin Dalam Penyaman Udara Domestik	304-310
37	Kecekapan Tenaga (<i>Coefficient of Performance (COP)</i>) Antara Penyaman Udara Konvensional Dengan Penyaman Udara Teknologi Inverter	311-319
38	Kesan Sudut Pencahayaan Pada Panel Solar Photovoltaic Untuk Unit Penyaman Udara	320-325



39	Penilaian Tahap Keselesaan Pengudaraan Di Wad Intensif Bayi (Neonatal Intensive Care Unit-NICU) Di Bangunan Hospital Dalam Konteks Pengurusan Fasiliti.	326-334
40	Penyejuk Rumah Automatik	335-340
41	Potensi Dan Status Pembangunan Tenaga Solar Di Malaysia	341-349
42	Power Generating Tiles	350-356
43	Reka Bentuk Persekitaran Landskap Pejalan Kaki Mampu Mengubah Kesan Perubahan Iklim di Kawasan Tropika	357-365
44	Techno-Economic Grid-Connected Solar Photovoltaic Potential Assessment based on Net Energy Metering (NEM) GoMEs Scheme at Kuantan Community College	366-378
45	Self-Looped Electrical Power Generator For Basic Home Application	379-387


BIDANG 3

PENGURUSAN ALAM SEKITAR & LANDSKAP

46	Aplikasi Teknologi IoT dan GIS dalam Pemetaan Tahap Pencemaran dan Indeks Kualiti Udara Ke Arah Bandar Mampan dan Pintar	388-397
47	Kemampuan, Pelancongan dan Pengurusan Alam Sekitar: Soroton Literatur	398-401
48	Mesin Pemampat Abu Al-Quran	402-405
49	Penggunaan Ruang Hijau Bandar Ketika Pendemik COVID-19	406-414
50	Sistem Saliran Air Mesra Alam	415-419
51	The Effect on Environment from Aquaculture, Livestock and Agriculture Sector in Malaysia	420-427
52	Tiga Aspek Penting Yang Dipelajari Daripada Alam Sekitar Semasa Pandemik COVID-19	428-436

BIDANG 4

PENGURUSAN SISA

53	 Carbonization of Palm Kernel Shell as Potential Coal Blending Combustion Material for Energy Generation	437-448
54	Adaptasi Amalan Sisa Sifar di Kalangan Komuniti Sekitar Bandar Raya Kuantan Pahang ke Arah Penggunaan Lestari	449-456
55	Biobin for Kitchen Waste	457-462
56	Biobin Waste Management System	463-470
57	Carbon Dioxide Production from Fermentation of Crop Residue and Animal Manure	471-476
58	Combination Of Coconut Mesocarp Powder and Coconut Water In Production Of Bio-Ethanol	477-483
59	IoT Based Recycle Bin System at Polytechnic Seberang Perai	484-492
60	Kajian Terhadap Kesedaran Pengurusan Sisa Pepejal di Kalangan Kakitangan Kolej Komuniti Arau, Perlis	493-499
61	Kesan Larutan Baja Organik Daripada Sisa Air Ikan Ternakan Terhadap Pertumbuhan Sawi	500-507
62	Kesedaran dan Amalan Pengurusan E-Sisa dalam Kalangan Pelajar Diploma Pengurusan Logistik dan Rantaian Bekalan Politeknik Seberang Perai	508-518



63	Management of Materials In Material Recovery Facility	519-526
64	Managing, Reusing, and Recycling Used Cooking Oil	527-533
65	Market Waste Assessment at Medan Niaga Satok, Kuching	534-538
66	Mesin Sander dari Cakera Keras Terbuang	539-545
67	Pembudayaan Reverse Logistics Bagi Pengurusan Sisa Organik di Kalangan Pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti	546-550
68	Penghasilan Gula Penurun daripada Pelbagai Jenis Sisa Kertas Menggunakan Proses Hidrolisis Enzim	551-560
69	Renewable Utilization of Polyethylene Terephthalate (Pet) Waste for Preparation of Carbonaceous Adsorbent	561-566
70	Study The Effect Density, Water Absorption, Moisture Content and Bending Strength of Fiber Cement Board using Fly Ash and Coir Fiber	567-576
71	3r Smart Trash Bin (3rstb)	577-585

BIDANG 5

PENGURUSAN AIR

72	Aluminum Staging Water Filter: An Alternative Source of Water	586-593
73	Eutrofikasi dalam Ekosistem Akuatik – Sumber dan Cara Kawalan	594-599
74	IoT Water Usage Management Module by using Water Flow Sensor “MyWaterMtr”	600-608
75	Kajian Kadar Kecekapan Pengaliran Air Menggunakan Sistem Ternakan G3 Hybrid RAS	609-618
76	Kawalan Sekuriti Pengurusan Air	619-625
77	Relationship between Knowledge, Values, Skills, Attitudes, and Sustainable Practices Towards the Practice of Water Conservation During Ablution	626-634
78	Telaga Tiub dan Penapis Air Lima Lapis	635-642




BIDANG 6

PENGANGKUTAN

79	Electric, Green & Smart Vehicles and Its Sustainable of Technology in Automotive Industry	643-651
80	Kesan Enjin Sangkut Dua Lejang Kepada Alam Sekitar	652-660
81	Study of Recycled High Density Polyethylene Plastic as Binder Material in Asphalt	661-669
82	Tinjauan Literatur: Berjalan Kaki dan Berbasikal Sebagai Kaedah Pengangkutan Lestari	670-679

BIDANG 7

PEROLEHAN HIJAU

83	 Kelestarian Bangunan Tipikal Kepada Bangunan Rendah Karbon Melalui Perolehan Hijau Dalam Meningkatkan Kecekapan Penggunaan Tenaga	680-689
84	Innovation Lightweight Concrete Using LECA for Sustainable IBS	690-695
85	Green Entrepreneurship Intention in TVET Institution; Turning Job Seeker into Job Creator	696-703
86	Pendekatan Strategik Dalam Membina Kelestarian Alam Serta Budaya Teknologi Hijau Di Institusi Pendidikan TVET	704-711
87	Penghasilan Racun Organik Pirolegneus	712-718
88	Sistem Penapisan Hijau	719-724





Bidang 1

PENGURUSAN PENDIDIKAN & PENYELIDIKAN

Pelaksanaan Kurikulum Hijau, Penyelidikan & Penerbitan Lestari, Pengurusan Laporan & Laman Sesawang Kelestarian, Pelaksanaan Program Kesedaran & Penerapan Budaya Hijau Serta Latihan, Perkongsian Kepakaran Dan Pengalaman Bagi Pelajar & Kakitangan

Sustainable Development in Entrepreneurship Education: Consulting-based Learning Approach

Mazura Mansor

Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

mazura@psis.edu.my

ABSTRACT

Entrepreneurship education plays an important role in preserving entrepreneurial sustainability among Polytechnic students and graduates. Effective learning methods have a strong impact on students' entrepreneurial intention until they continue their careers as entrepreneurs and then become successful entrepreneurs in the future. This study examined the effectiveness of Consulting-based Learning (CBL) on the entrepreneurial intention of Polytechnic students. The conceptual framework of the study was built with a combination of several learning theories and the Theory of Planned Behavior (TPB). Affective factors consisting of attitudes towards entrepreneurship, subjective norms and perceived behavioural control. To gain an effect in real situation, this study used an unequal group pre-test and post-test quasi-experimental design. A comparison between the affective factors' min scores for both groups after the experiment found the mean score for the CBL group was higher than traditional learning (TL) group. The inferential analysis also showed that the application of CBL strategies in entrepreneurship courses to Polytechnic students has succeeded in improving the perceived behavioural control and entrepreneurship efficacy. Along with that, the development of entrepreneurial sustainability can also be achieved by improving the students' attitude towards entrepreneurship and also their entrepreneurial efficacy. This shows that the CBL strategy should be applied in Polytechnics entrepreneurship education in order to help in improving the entrepreneurial intention who can further develop the entrepreneurship sustainability.

Keywords: Sustainable development, entrepreneurship education, consulting-based learning (CBL), entrepreneurial intention

1. INTRODUCTION

Sustainability generally carries the intention of retaining a thing or condition. This means that sustainability has to do with preserving and maintaining authenticity. Sustainability is defined as unchanged, lasting and permanent. However, sustainability in a broader context should include not only retaining but improving existing conditions. This sustainability is often associated with the natural field of the environment through the concept of sustainable development. In the context of entrepreneurship, sustainability refers to the resilience of entrepreneurs in continuing their business legacy and developing innovations based on future market needs.

In realizing the goal of entrepreneurship sustainability, education plays a very important role. Entrepreneurship sustainability can be developed with the mental and physical strength of an entrepreneur. Mental strength refers to the efficacy of entrepreneurial self-prudence which can affect an individual's entrepreneurial intention. Thus, a method of learning could be applied and is expected to have an impact in developing the sustainability of entrepreneurship. The intended learning method is "Consulting Based Learning (CBL)". The purpose of this study is to examine the differences in entrepreneurship efficacy between consulting-based learning (CBL) and traditional learning (TL) groups, and the effect of CBL on the entrepreneurship

efficacy among polytechnic students. This study used an unequal group pre-test and post-test quasi-experimental design.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Sustainable development in entrepreneurship education

Sustainability is becoming increasingly important for society, and the creation of business ventures is one area where sustainability is critical. Tur-Porcar A, Roig-Tierno N, Llorca Mestre (2018) in their study examined the factors affecting actions that are designed to foster business sustainability. These factors are related to the environment, behavior, human relations, and business activity. The results indicate that the most important drivers of sustainable entrepreneurship are behavioral factors and business factors. Ethical principles and values, together with competitive intelligence, are crucial for undertaking actions that lead to sustainability. Sustainable entrepreneurship consists of entrepreneurial actions to improve the environment and advance social wellbeing, but also generate profits.

Despite the fact that green entrepreneurship practices are less embraced by the SMEs entrepreneurs as compared to the large multinational companies; it is hardly to be ignored that the business activities among the SMEs entrepreneurs have somehow create impact towards the environmental. This is due to the reduction of environmental impact by the economic activities. Furthermore, it has been acknowledged by government and society everywhere throughout the world that entrepreneurship is a significant for a better sustainable society (Rafidah & Ramraini, 2019).

2.2 Consulting-based learning

Consulting-based learning is basically involved the consultancy-like assistance provided by the students and experts from the higher education institutions (HEI) for local SMEs, which would benefit the students and also SMEs. Business consultancy requires specific skills and an appropriate level of knowledge if consultants are to help clients identify and solve their management problems. Berry and Oakley (1993) in Mian M. Ajmal et al. (2009) agreed that business consultancy is essentially about acquiring and sharing knowledge. Various methods are used to evaluate a business consultancy. Measurement can be in monetary terms and/or non-monetary terms.

Entrepreneurship education is a platform to encourage entrepreneurial motivation among students and at the same time increase the potential of developing more Small and Medium-sized Enterprises (SMEs). There are several issues that are often discussed off in entrepreneurship education. Among other things, the lack of practical disclosure among students, the SME requires consulting services but lacks the ability to pay a fairly high consultation fee, in addition to the issue of no interaction or relationship established between higher education institutions (HEI) and universities as a center of excellence with local SME (Tih Siohong et al., 2007). These issues have been reviewed and tried to be addressed through the establishment and implementation of several models and learning methods that can be applied and benefit various parties, especially to students and SME (entrepreneurs). One of the methods introduced is CoBLAS or "Consulting- based Learning for ASEAN SMEs".

This consulting-based learning model is explained by the triangle that links three different parties. As illustrated in Figure 1, the triangulation approach refers to close training-practical relationship between (1) academics (HEIs), (2) the SME owners, and (3) students as the consulting apprentice. The model emphasizes the important role played by the university as the

center of excellence and work as a platform for the human resources development for local business promotion. The linkages between these three parties are important in helping the students to understand the necessary skills required both for working in small firms and encouraging them to start their own enterprises on leaving full-time education. This activity is seen as a significant approach in providing graduates with the crucial experience in real business activities. Simultaneously, the SMEs involved in the program would benefit from consultancy-like assistance provided by the students and experts from university. The program conducted in a few ASEAN countries has proved to be successful.

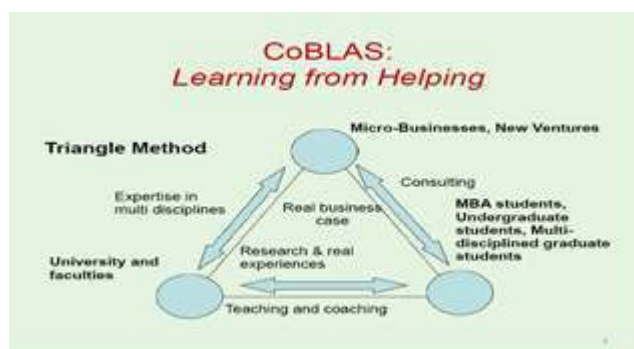


Figure 1. Triangulation approach in CoBLAS

This CoBLAS model emphasizes the important role played by universities or higher education institutions (HEIs) as a centre of excellence and serves as a platform to develop human resources in developing local businesses. The relationship between the three parties, HEIs-students-SMEs, is seen to help students understanding certain skills required as employees in addition to encouraging them to start their own business after completing their studies later. In addition, students can also experience bittersweet experiences in real business activities. At the same time, SME involved in this program also obtained benefits in the form of advice and product development through consultation offered by students and expertise from the HEI itself.

3. METHODOLOGY

The design of this study is in the form of quasi-test experiments and non-equivalent pre-test and post-test control group design (Wiersma, 1991; Campbell & Stanley, 1963) This quasi-experimental study design was used because the subjects were selected intact group (Campbell & Stanley, 1963). This means that the study subjects were not randomly selected (Johnson & Christensen, 2000). Experimental method is a study that is carried out to determine the effect of an intervention process. The experiment began with both groups being given pre-tests. Pre-tests are used to ascertain whether there are similarities between groups and also aim to statistically control the group.

Both groups of students will learn to use the same entrepreneurship course syllabus during the fifteen weeks of lectures. Data is collected through a questionnaire, interviews and observations. The researcher made a comparison and assessment of whether the Consultation-based Learning strategy (CBL) introduced had an impact on the affective factors of student entrepreneurship intention between the treatment group and the control group. In addition, the study seeks to identify the association between the elements of assistance consisting of elements of business consulting, marketing strategy, accounting system, human resource management, e-commerce and the preparation of business plans against attitude factors

towards entrepreneurship, subjective norms and perceived behavioural control and also the entrepreneurial intention of treatment and control groups.

4. FINDINGS AND DISCUSSION

4.1 Profile of Respondents

A total of 90 students have been selected as the subjects of this study. 46 students were in the treatment group, referred to as the CBL group, while another 44 were in the control group referred to as the TL group. CBL group consisted of 65.2% female students compared to 34.8% of male students. For the TL group, 84.1% were female students and 15.9% were male students. Overall, the students involved in this study consisted of 90 students, 23 people (25.6%) male and 67 people (74.4%) female.

Student profiles based on the results of the Malaysian Certificate of Education (SPM) for Commerce and Entrepreneurship subjects are assumed to provide an overview on the level of existing knowledge of students about entrepreneurship. 38 people (42.2%) of the overall subjects of this study took Commerce subjects, on the contrary only 3 students (3.3%) who take entrepreneurship subjects. For the CBL group, a total of 26 students (56.5%) did not take Commerce subjects, while for the TL group, there were also 26 people (59.1%) did not take these subjects. For Entrepreneurship subjects, it was found that the majority of students for both CBL and TL groups did not take these subjects in SPM.

4.2 Differences in entrepreneurship efficacy between CBL and TL groups

To identify the difference in entrepreneurship efficacy and the value-added score of entrepreneurial efficacy for both control and treatment groups, the Test-t independent samples is used. This test can determine whether there is a statistically significant difference between the two data sets. Table 1 shows the results of independent sample t-test conducted against the entrepreneurship efficacy of CBL and TL groups in post test mean scores and value-added scores.

Table 1. t-Test result for the difference between the entrepreneurship efficacy post test score mean between groups

Entrepreneurship efficacy	n=90	mean	sd	df	t	Sig (p)
Post test mean scores	CBL	3.683	.379	88	2.662	.009
	TL	3.478	.353			
Value added scores	CBL	.374	.504	88	2.881	.005
	TL	.078	.468			

Table 1 shows there is a significant difference in the post test mean scores of students' entrepreneurship efficacy factors between CBL and TL group ($t= 2,662$, $p=.009$). This can be seen from the effect size of CBL learning method on student entrepreneurship efficacy in mean post test scores. The calculation of the size of the effect was made based on the 'eta squared' formula and found that the eta squared for the mean post test score was 0.0745 or 7.45% where the size of the CBL's effect on student entrepreneurship efficacy was moderate. The effect size for the value-added score of entrepreneurial efficacy also based on the eta squared formula is

0.0862 or 8.62% which is the effect of CBL on the value added score of entrepreneurial efficacy is also moderate after the experiment.

In terms of entrepreneurial efficacy, there is a significant difference between control and treatment groups due to the elements of assistance applied in the process of implementing CBL among treated group has had a positive effect on the entrepreneurship efficacy. Treatment group students were found to have more confidence than control group students in terms of knowledge, skills, experience, motivation and ability to run their own business. In addition, they are also more able and confident to carry out marketing tasks, management, make decisions, manage business costs and expenses, make plans, develop business ideas, communicate, prepare and execute their own business plans. According to Zaidatol & Hisyamuddin (2009), although graduates are found to have an interest in entrepreneurial careers, they were not having enough knowledge to become entrepreneurs.

Basic entrepreneurship skills such as financial management and accounting, marketing and how skills and interests can create a business should be taught from the school and higher education level. They also need to learn the value of entrepreneurship such as how to manage risk, be a leader and be resilient. This is supported by positive comments from students of the treatment group who follow the CBL regarding the advantages and improvements that can be suggested for the implementation of CBL. It showed that 45.7% from the students stated they gained many advantages after joining the consultation program especially in terms of knowledge about entrepreneurship that has been able to increase their confidence to improve their entrepreneurship career in the future. Although they have difficulty in carrying out this consulting assignment, most students support that CBL should continue to be implemented in entrepreneurship courses because the benefits and advantages of having the opportunity to help entrepreneurs in real situations are very meaningful to them.

4.3 The effect of CBL on the efficacy of entrepreneurship

The contribution of each dimension to affective factors towards entrepreneurial intention is also tested to identify the main contributing factors to intention. To identify the dimensions of affective factors that are a major contributor to student entrepreneurship intention, stepwise regression tests have been used. Each affective factor of entrepreneurial intention is represented by predetermined dimensions. The change of attitude is represented by three dimensions which are attitudes towards change, attitudes towards autonomy and attitudes towards achievement. Whereas the acquisition of change in the efficacy of entrepreneurship and subjective norms act as a variables without being represented by dimensions

The results of the data analysis showed that significantly only three forecasters variables, namely the efficacy of entrepreneurship ($B=.374$, $p<.05$), attitudes towards achievement ($B=.323$, $p<.05$) and subjective norms ($B=.196$, $p<.05$) were contributing factors to student entrepreneurship intention (refer Table 3). This means that other factors consisting of attitudes towards change, attitudes towards autonomy are not factors that contribute to entrepreneurial intention. Overall, these three forecasters factors changes accounted for 55.1 percent ($r=.551$) of variance changes in student entrepreneurship intention [$F(3.86) = 35,198$, $p<.05$].

Table 2. Variance Analysis (ANOVA)

Model		Sum of square	df	Mean square	F	Sig.
3	Regression	9.771	3	3.257	35.198	.000
	Residual	7.958	86	.093		
	Total	17.729	89			

Significance at 0.05

Table 3. The contribution of behavior, subjective norms and entrepreneurship efficacy towards entrepreneurial intentions

Intercept	B	Error df	Beta (β)	t	Sig.
Entrepreneurship efficacy	.409	.098	.374	4.180	.000
Attitude towards achievement	.397	.111	.323	3.577	.001
Subjective norms	.187	.088	.196	2.113	.038

Based on Table 2, the highest contributing factors for entrepreneurial intention were the efficacy of entrepreneurship (B=.409, t=4,180, and $p<.05$) which accounted for 41.0 percent. This shows that for each unit of entrepreneurship efficacy score increase, the student's entrepreneurship intention score increases by .410. This clearly shows that increased entrepreneurial efficacy among students is a major factor contributing 41.0 percent to the increase in student entrepreneurial intention.

The contribution of antecedents of intention and its dimensions plays an important role in assessing the extent to which antecedents and dimensions can be a clairvoyant to entrepreneurial intention. Through this study, efforts need to be taken to increase the contribution of other antecedents and dimensions of entrepreneurial intention so that the model of intention becomes stronger and can be used as a real measure to assess the intention of student entrepreneurship. Because attitudes towards entrepreneurship are the weakest forecasters in this study, steps must be taken to encourage and influence student attitudes in order to be positive and interested in entrepreneurial careers. In addition, subjective norms are also seen as unable to contribute greatly to intention as almost some (47.8%) students do not have a close family member who runs their own business or becomes an entrepreneur.

This study is in contrast to the study by Nurul Indarti, 2004 reporting that the efficacy of entrepreneurship affects entrepreneurial intention (B=0.219, $p<0.05$) among students at Adger University College, Norway (n=121). Another study by Nurul Indarti & Kristiansen (2003) of students at Gadjah Mada University found that entrepreneurial efficacy contributed to entrepreneurial intention by 23.6%. Segal, Borgia and Schoenfeld (2002) supported the study of 115 business students at the American Assembly of Collegiate Schools of Business. The

results of his study found that entrepreneurial efficacy has a positive relationship with entrepreneurial intention and entrepreneurial efficacy also has significant forecasting power over entrepreneurial intention. This shows that the higher the efficacy of entrepreneurship, the higher one's intention to become an entrepreneur ($t(7.793)$, $p < 0.001$). This is because the entrepreneurship efficacy, which refers to the belief to perform various tasks and roles as an entrepreneur, can stimulate entrepreneurial intention. This can also be supported by Solesvik et al. (2012) which stated that the self-efficacy contributes more than the entrepreneurial orientation in the entrepreneurial intention of agricultural students in Iran ($B = .40$, $p < 0.001$).

However, it is quite contentious with previous studies stating that attitudes towards entrepreneurship are the biggest contributor to student entrepreneurship intention. The study by Norasmah & Mazura (2012) shows that attitudes towards entrepreneurship ($\beta = 0.344$, $p < 0.01$) are the largest contributors to entrepreneurial intention, followed by subjective norms and perceived behavioural control. Luthje & Frankie (2003) reporting a positive attitude towards entrepreneurship contributed to a positive effect on entrepreneurship intention ($B = 0.508$, $p < 0.05$). They formulated that if an institution wanted to produce graduates who wanted to become entrepreneurs, the formation of attitudes towards entrepreneurship should be improved. The study by Mumtaz Begam et al. (2011) on MARA Professional College students also showed attitude factors contributed as much as 32.1% to the entrepreneurial intention of its students. The results of the study by Fini et al. (2009) found attitudes towards entrepreneurship ($B = .42$, $p < 0.001$) and the behavior of the captured control ($B = .25$, $p < 0.05$) are forecasters to entrepreneurial intention, otherwise subjective norms fail to be good forecasters ($B = -.03$, insignificant). The study concluded that attitudes towards entrepreneurship are the strongest forecasting factors for entrepreneurial intention.

The contribution of antecedents of intention and its dimensions plays an important role in assessing the extent to which antecedents and dimensions can be a clairvoyant to entrepreneurial intention. Through this study, efforts need to be taken to increase the contribution of other antecedents and dimensions of entrepreneurial intention so that the model of intention becomes stronger and can be used as a real measure to assess the intention of student entrepreneurship. As attitudes towards entrepreneurship are the weakest variables in this study, steps must be taken to encourage and influence student attitudes in order to be positive and interested in entrepreneurial careers. In addition, subjective norms are unable to contribute greatly to intention as almost some (47.8%) students do not have a close family member who runs their own business or becomes an entrepreneur.

5. CONCLUSION

It can be concluded that Consulting-based Learning (CBL) has succeeded in improving the efficacy of entrepreneurship among students which directly affects their entrepreneurial intention. This is the effect of the consultation program that students participate in the learning process has given them many advantages through their involvement in providing consultations in the form of management, marketing, e-commerce, financial management and the preparation of business plans to the micro-entrepreneurs involved. The students' entrepreneurship efficacy improvement is expected to develop the sustainability of entrepreneurship in Malaysia.

In an effort to increase the percentage of Polytechnic graduates who involved in the field of entrepreneurship, the entrepreneurial intention need to be improved and applied through the teaching and learning process of the entrepreneurship itself. Therefore, CBL strategy has been proven to improve the efficacy of entrepreneurship in improving student's achievement in

entrepreneurial knowledge, especially business plans. Almost all students who participate in this CBL group affirming that CBL methods or programs should be continued and applied to the students of the Entrepreneurship course because it gives a great impact to the entrepreneurship efficacy and student skills in the business plan development. In addition, the increased interest and ability of students in the field of entrepreneurship is also due to gaining 'hands-on' experience from the micro-entrepreneurs involved

In general, the effort to cultivate entrepreneurship through entrepreneurship courses as a core course in the structure of polytechnic student courses is not enough to increase efficacy and interest in entrepreneurial careers and subsequently trigger their intention to start their own business. The teaching and learning approach and the course needs to be re-examined in order to have considerable implications for students, not only to Commerce Department students but also to students not in the Department of Commerce so that the application of entrepreneurial culture can be obtained together. Thus, this CBL approach is one of the most effective strategies to increase students' confidence to succeed in entrepreneurial careers. In addition, it can also increase the intention of student entrepreneurs who will provide a solid foundation for starting their own business. Finally, this study has implications for the development of entrepreneurship sustainability, student-centered learning and entrepreneurial learning

REFERENCES

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behaviour, *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman & Co.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching*. In N. L. Gage (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 171–246). Chicago, IL: Rand McNally.
- Chen, C., R. Green, and A. Crick. (1998). The self-efficacy expectations and occupational preferences of females and males. *Journal of Business Venturing*, 13(4), 295-316
- DeNoble, A.F., Jung, D. & Ehrlich, S.B. (1999). Entrepreneurial self-efficacy: The development of a measure and its relation to entrepreneurial action. In D. Reynolds, et al. (*Frontiers of Entrepreneurship Research* (pp. 73-78). Babson College: Wellesley, MA.
- Johnson, B & Christensen L.B. (2000). *Educational Research: Quantitative and Qualitative Approaches*. 2nd Ed. Allyn and Bacon.
- Krueger, N. F., Reilly, M. D., & Casrud, A. L. (2000). Competing Models of Entrepreneurial Intentions. *Journal of Business Venturing* , 15:pp. 411-432.
- Luthje, C. & Franke, N. (2003). The 'making' of an entrepreneur: testing a model of entrepreneurial intent among engineering students at MIT. *R&D Management*, 33(2), 135–147.

- Mazura, M. & Norasmah, O. (2011). CoBLAS: Inculcating Entrepreneurial Culture among Higher Education Institutions' Students. *International Journal of Social Science and Humanity*, 1(1), 86-91
- Mumtaz Begam, A.K., Munirah, S. & Halimahton, K. (2011). Factors affecting Entrepreneurial Intentions among MARA Profesional College Students. *Edujurnal MARA*. Jilid 3, Bil.1 Jun 2011.
- Norasmah, O. & Mazura, M. (2012). Entrepreneurial Intentions among Polytechnics Students in Malaysia. *International Business Management*, 6(4): 517-526.
- Nurul Indarti. (2004). Factors affecting entrepreneurial intentions among Indonesian students. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*, 19(1), 57-70.
- Rafidah Nordin and Ramraini Ali Hassan. (2019). The Role of Opportunities for Green Entrepreneurship Towards Investigating the Practice of Green Entrepreneurship among SMEs in Malaysia. *Review of Integrative Business and Economics Research*, Vol. 8, Supplementary Issue 1
- Solesvik, M., Westhead, P., Kolvereid, L. and Matlay, H. (2012). Student intentions to become selfemployed: the Ukrainian context. *Journal of Small Business and Enterprise development*. 19(3): 441–460.
- Tih Siohong, Mohd. Radzuan, R., Mohd. Fauzi, M. J., & Takeru Ohe. (2007). Consulting-based Learning for ASEAN SMEs and Entrepreneurship Education. In M. J. Mohd. Fauzi, I. Yahaya, Tih Siohong, & J. M.L.Poon, *Entrepreneurship & Business Competitiveness* (pp. 39-55). Bangi: Fakulti Ekonomi dan Perniagaan.
- Tih, S., & Ohe, T. (2009). Consulting-based Entrepreneurship Education: *Regional Cases. The Roundtable on Entrepreneurship Education*. Hong Kong.
- Tur-Porcar A, Roig-Tierno N, Llorca Mestre A. (2018). Factors Affecting Entrepreneurship and Business Sustainability. *Sustainability*. 10(2):452.
<https://doi.org/10.3390/su10020452>
- Wiersma, W. (1991). *Research methods in education: An introduction*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Zaidatol Akmaliah, L. P. & Hisyamuddin, H. (2009). Choice of self-employment intentions among secondary school students. *The Journal of International Social Research*, 2/9: pp. 539-549.

A Report of New Invasive Pest, Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on Corn in Rembau Community College, Negeri Sembilan, Malaysia

Ahmad Firdaus Masazhar^{1&3}, Zulfadzly Ameer Abdul Halim², Mohd Adzim Ikram Abdul Malek² & Anis Syahirah Mokhtar^{3*}

¹Kolej Komuniti Tambunan, Tambunan, Sabah

²Kolej Komuniti Rembau, Pedas, Negeri Sembilan

³Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, UPM, Selangor

anissyahirah@upm.edu.my

ABSTRACT

Fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* is a major pest in corn and the first outbreak of FAW was reported in the African country in 2016 (Goergen et al., 2016). Later in 2019, it has spread to the South East Asian country. The first case of FAW in Malaysia was reported in Chuping Valley, Perlis (IPPC, 2019) and the main impact is on corn crops but overall, FAW has been reported attacking 80 different plant species such as groundnuts, soybean and sugarcane (FAO and PPD, 2020) as they are polyphagous insects and highly destructive to crops (FAO, 2020). Integrated Pest Management (IPM) practices helps to reduce FAW infestation in farm. Thus, the aim of this study is to monitor the infestation of FAW in corn farm at Rembau Community College (KKRB). Corn planting season started from 28th March until 1st June 2021. Scouting was done in three different growth stages of the corn from 22nd April to 28th May 2021. “W” and “Ladder” scouting pattern (FAO and PPD, 2020) were used with each pattern consists of 5 different stations covering the majority area of the farm and 20 plants was observed randomly on each station. Pesticide (Lamda-cyhalothrin) and fertilizer application were done according to planting schedule to monitor their effectiveness. It is confirmed that the infestation level of FAW in the farm is high.

Keywords: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, infestation, chemical pesticide, Rembau Community College.

1. INTRODUCTION

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) has become major invasive pest in agricultural commodities and food crops. Originally, it is a major pest of corn in the Americas. First outbreak of FAW was detected in African continent in 2016 (Goergen et al., 2016). A survey conducted in September 2017 shows 28 countries from a total of 54 countries in african region have confirmed the pest in their territory and the number (Day et al., 2017). The infestation of FAW in South East Asian countries was first recorded in Thailand in 2018 and followed by Myanmar and Indonesia in 2019 (IPPC, 2020). First FAW infestation case in Malaysia was recorded in Chuping Valley, Perlis in 2019 (IPPC, 2019).

FAW is a polyphagous species and attacks wide range of food crops. The most affected crop is corn but FAW has been reported attacking 80 different plant species including major crop such as cotton, groundnuts, sorghum, wheat, potatoes, soybean and sugarcane (FAO and PPD, 2020). According to Montezano (2018), FAW was reported attacks over 350 commercial and non-commercial host across 76 plant families. In a choice test, the larvae showed high

preference for corn (Raffa, 1987). Without proper control, FAW infestation on farm can cause corn yield losses from 8.3 to 20.6 million tonnes per year in African continent (Day et al., 2017).

KKRB has planted corn in the farm every semester for educational purpose. The first infestation of FAW in the farm was detected in early 2021. However, the level of infestation in the farm is still unclear. Current control practice of FAW in Malaysia involves single method only; the use of pesticides. However IPM practices may help to reduce pest population in the farm and cost effective at the same time. Lamda-cyhalothrin was recommended to be used during planting and the effectiveness of the pesticide was analysed and assessed with the infestation level in the farm.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Corn

Corn, *Zea mays* is a monoecious plant from family poaceae and originated from Mexico. Corn is a C₄ plant with high rate of photosynthetic activity and also high potential for carbohydrate production per unit area per day (García-Lara & Serna-Saldivar, 2019b). There are two types of corn planted in Malaysia which are grain and sweet corn. Sweet corn is mainly planted for human consumption while grain corn is for livestock and poultry food production, industrial product and also biogas. Statistically, Malaysia has imported 4 million tons of grain corn in 2020 and 93% of the grain corn worldwide was imported from Argentina and Brazil (Nazmi et al., 2020).

2.2 Growth stage

Corn growth is divided into 3 stages which are vegetative (V), tasseling and silking (T) and reproductive (R). During V stage, corn growth is defined as V(n) where n is the number of fully developed corn leaf displaying leaf collar. The growth stages can be divided into three main groups where VE to V6 stages “early whorl”, V7 to VT stages “late whorl” and R1 to R3 stages “tasseling and silking” (FAO and PPD, 2020). In general it takes 65 days to pass from silking to physiological maturity for grain corn (García-Lara & Serna-Saldivar, 2019a) and average physiological maturity for sweet corn takes 44 days to complete from tasseling and silking (FAO & CABI, 2019).

2.3 Fall armyworm

Fall armyworms undergo complete metamorphosis starting with an egg, larvae, pupae and finally an adult. The life cycle of FAW takes about 30 days during summer and can go up to 60 days in spring and autumn and the longest is during winter where they spend 80 to 90 days to complete their life cycle (Capinera, 2018). FAW has no ability to diapause throughout their life (Prasanna et al., 2018).

2.3.1 Egg

Female FAW can produce approximately 100 to 200 eggs per mass with total egg production per female can go up to 1,500 to 2,000 eggs (Capinera, 2018). According to Luginbil (1928), female FAW can produce about 8 to 13 egg masses per day. It takes about 2 to 3 days for the eggs to hatch into larvae approximately.

2.3.2 Larva

Key identification to determine the larvae of FAW is inverted “Y” mark (Figure 1) on their head and the set of four dots forming a square on the upper surface at the end of their body

(FAO and PPD, 2020). FAW undergo six instar stages during larval growth stage. The first instar consume food and leaving “windowpane” damage on the leaf as soon as they hatched. On average, the larval period takes 12.8 days to complete (Luginbill, 1928).



Figure 1 : Inverter “Y” mark on the head of FAW (Capinera, 2018)

2.3.3 Pupa

Pupation takes place in soil and sometimes pupae can be found inside the corn cob (FAO and CABI, 2019). The pupae (Figure 2) has reddish and brown color and oval shape. Average length of pupae is 20 mm to 30 mm. The duration of pupal stage takes about 8 to 9 days to be completed.



Figure 2 : Fall armyworm pupae (Ahmad Firdaus, 2021)

2.3.4 Adult

Wingspan of adult measures about 32 to 42 mm. Male moth (Figure 3A) has darker color and its forewing generally is shade gray and brown, with a white spots at the tip of the wing whereas the female (Figure 3B) is dull and less distinctly marked (Capinera, 2018). The hind wings of both sexes are iridescent silver-white with narrow dark border. Adults are nocturnal and most active during evening. The female starts to lay eggs at the age of three to four days until become 3 weeks old (Luginbill, 1928). The adults can travel up to 500 km in single season to find oviposition sites (FAO & CABI, 2019)



Figure 3 : (A) Male FAW; (B) Female FAW (Capinera, 2018)

2.4 Damage and economic impact

Larva of FAW causes damage by eating leaf, tassel, and corn cob. The first instar larva will consume leaf tissue as soon as they hatch leaving “windowpane” damage to the leaf. The second instar will eat and leaving holes on the leaves. Older larvae may consume the foliage leaving only ribs and stalks (Sarkowi & Mokhtar, 2021). As the larvae grow, the damages from eating become serious as they caused ragged whorl leaves and produce sawdust-like larval droppings. Damage to cobs may lead to fungal infection and reducing the yield and corn quality. Larvae will move to ear zone to find food as well as seeking protection from natural enemies after tassel emergence. FAW economic impacts on global agricultural commodities can be classified into 4 four categories; direct and indirect yield loss, quality loss, cost of management and impacts on trade arising from phytosanitary measures required by importing countries (Day et al., 2017).

2.5 Action thresholds

Correct timing of pesticide application in the farm is important to increase the effectiveness of the pest control in IPM practices. Optimum pesticide application helps to reduce the pesticide pollution to the environment and lower the risk of pesticide effects to beneficial insects in the farm. Besides concerning on the cost, proper planning also helps to reduce the risk of pesticides exposure to workers in the farm. Table 1 shows the action thresholds to control FAW infestation in the farm.

Table 1 : Summary of FAW action thresholds

Stage	Action threshold for small holders (%)	Action threshold for key farmers (%)
Early whorl	20	20
Late Whorl	40	40
Tasseling/Silking	No pesticide application	20

Manual pesticide application for small holders during tasseling/silking is dangerous to the farmers health because the sprayer tend to raise the nozzle above waist. The used of advance technology like drone will increase the cost of farm production for small holders. Different situation can be observed for key farmer, drone application can helps to sustain their production level and at the same time reduce the time taken to control the pest because of the larger farm size compare to small holders. Therefore, it is suggested for small farmer to do frequent scouting during early whorl and late whorl to determine the correct time for pesticide application.

2.6 Scouting

The term scouting is referred as rapidly and systematically determining overall crop health and estimating presence of certain organisms causing damage and potentially yield reduction. Scouting is necessary for successful implementation of an effective IPM. Quick detection of the presence of FAW can help to reduced yield loss in the farm while preserving natural ecosystem services and minimizing harm to the environment. Early detection of FAW infestation through regular scouting helps farmer’s decision in managing the pest. Chemical pesticides should be used carefully to avoid excessive used of chemical in the farm which later can potentially lead to pesticide leaching causing water contamination (Zaki et al., 1982).

3. METHODOLOGY

One acre farm planted with sweet corn (Leckat 592) was set in KKRB. The planting distance was 1 ft between plant on the bed and distance between bed is 1 m. There were about 1400 plants in the farm. All farm activities including fertilizer and pesticide application were done at regular basis. Scouting was done in all three stages of corn growth (early whorl, late whorl, tasseling and silking). Scouting activities were done using “W” (Figure 4A) and “Ladder” (Figure 4B) scouting pattern depending on the growth stage of the corn (FAO and PPD, 2020) and repeated 5 times throughout the season from 22nd April to 28th May 2021. Each scouting activity consist of 5 stops or station covering the majority area of the field with 20 plants observed randomly. Lambda-cyhalothrin was used in pest management activity during early and late whorl stage. Pesticide application using lamda-cyhalothrin was done before scouting. Infestation data and planting schedule were used as reference to apply pesticide control in the farm. Scouting was done before and after pesticide application to monitor the effectiveness of pest control activity. One seasonal infestation data as well as rainfall and windspeed were collected during the project. Percentage of infestation level was calculated as follows:

$$\text{Infestation level (\%)} = (\text{Number of infested plant} / \text{Total plant observed}) \times 100$$

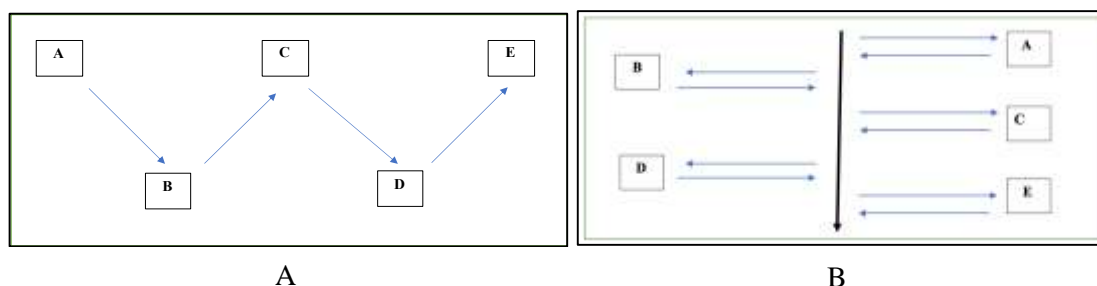


Figure 4 : (A) “W” pattern; (B) “Ladder” pattern

4. RESULTS AND DISCUSSION

Results for the percentage of infestation level shown in Table 2. From the table, high FAW infestation level was observed during early whorl stage. Larvae feeding activity on leaf is destructive and spread rapidly from one tree to another. Scouting data in both early and late whorl stage showed that more than 50% plants in total have been attacked by FAW. Younger larvae prefers to eat younger and softer leaves compared to other plant parts during both stages. At tasseling and silking stage, infestation level is low. Majority of the damage recorded during tasseling and silking can be seen at corn cob and on the corn stem where late instar larvae were found near the damage area. No leaves damage and younger instar recorded during this stage. Average rainfall recorded during the project is 219.4 mm in April and 292.3 mm in May. Rainfall in May was the highest since January 2021. Average windspeed in April is 5.2 km/h with maximum speed of 7.9 km/h while in May average windspeed is 4.1 km/h with maximum speed of 6.5 km/h.

Table 2 : FAW infestation level (%) in KKRB

No.	Growth Stage	Date	Infestation Level (%)
1	Early whorl	22 April 2021	42
2		28 April 2021	29
3	Late whorl	4 May 2021	36
4		18 May 2021	18
5	Tasseling and silking	28 May 2021	13

Damage by FAW can be seen on almost every part of the plant. Feeding activities on the leaves by first and later instars leave “windowpanes” and holes (Figure 5A). On the late whorl stage there are less number of fresh and soft leaves which later push the larvae of FAW to consume the tassel and ear (Figure 5B). later instars larvae can be seen bore into the ear and stem to feed as the corn grows older (Figure 5C and D). During scouting activity the highest number larva presence on the tree was 2 during early whorl stage while only one larve per plant is recorded during late whorl and tasseling stage. Figure 9 shows adult male of FAW in the farm. The infestation on corn was only recorded from the larvae as their adults did not consume on plant tissue to survive. There is no fungal infection recorded from the damage cause by FAW larvae. No presence of other common corn pest at the damage spot in presence of FAW.

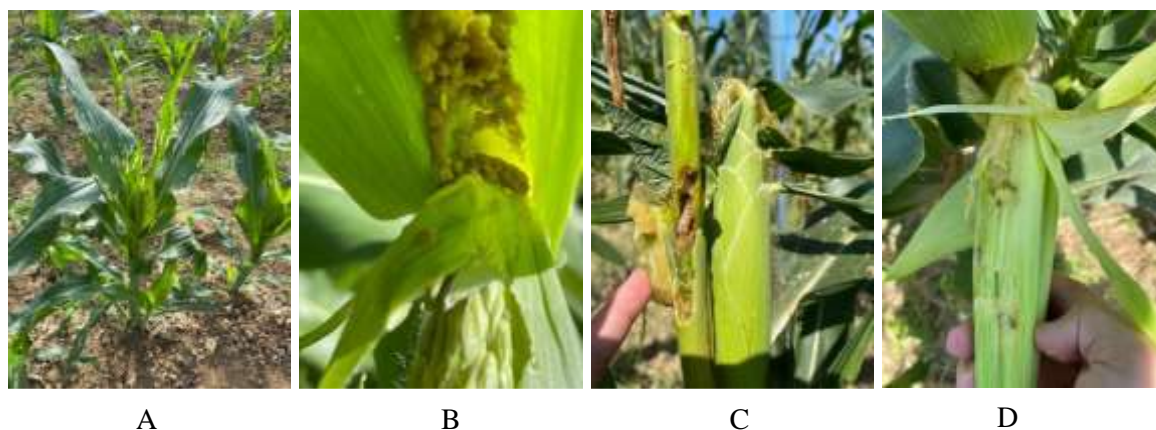


Figure 5 : Shows (A) “windowpanes” and holes on leaves cause by larvae feeding activity; (B) Damage on the tassel; (C) FAW larvae bore into core stem and (D) Holes on corn cob caused by larvae (Ahmad Firdaus,2021)

Base on the infestation data, FAW feeds on various plant parts from early whorl to tasseling and silking. Continous damage from FAW can defoliate and even kill young plants (Lamsal et al., 2020). Younger instar involve in feeding leaves and late instar burrows in maize tassel and ears (FAO & CABI, 2019). Although pesticide application during early and late whorl stage manage to slightly lower the infestation level, the percentage was still high, triggering action treshold. The impact of pesticide control was not significant. A study conducted in Changlun shows that various pesticide application according to reccomendation was not effective as damage incidence were still noticeable (Zaimi et al., 2021). The absence of early instar larvae as well as leaves damage during tasseling and silking might be the result from heavy rainfall and high windspeed during second sampling on late whorl as well as tasseling and silking stage. Heavy rainfall might washed early instar larvae and windspeed may aid the dispersal of moths (FAO and PPD, 2020). In addition, heavy rain showers can kill the 1st, 2nd, and 3rd instar larvae eventhough the damage is present in the field, many larvae may have died (Prasanna et al., 2018). High larvae count per plant might be the factor influencing high infestation level during early whorl stage while environmental factors (rainfall and windspeed) as well as continous pesticide application might contribute to lower infestation level in late whorl and tasseling and silking stage at the moment.

However, a survey conducted by Zaimi (2021) shows that high dependency on chemical pesticides cannot suppress FAW infestation in the farm. Too dependant on chemical pesticide might caused pest resistance. Besides aiding to pest resistance, pesticides also can cause pollution to the environment as well as affecting human health. Various IPM approach need to be studied to increase the success in controlling FAW. Biological control using insect species

such as *Trichogramma sp.* and *Telenomus sp.* are the best example. Inunaditive realese of egg parasitoid species can help to control FAW eggs (FAO and PPD, 2020). Botanical pesticides such as neem oil, *Azadirachta indica* has promising result in controlling FAW population. Besides cost effective, application of neem oil extract in the farm could provide safer, environmentally friendly and sustainable management of FAW in the farm(Aniwanou et al., 2021). Application of combine bio-control IPM stratergy using controlled released FAW pheromone trap, *Trichogramma pretiosum*, neem oil, *Bacillus thuringiensis* and *Metarizum anisopliae* result in 71.64% to 76% egg mass and 74.4% to 80% larval population reduction at 60 days after treatment (Varshney et al., 2021). Besides environmentally friendly, cost effective bio-control IPM stratergy also helps small farmer to reduce their expenditure in pest management and maximizing their profit. Cultural intercropping farming practice between insect repellent plant with main crop has been proved to reduced insect pest population compared to monocropping. Push-pull companion cropping using *Desmodium* significantly reduced FAW infestations under all seasons and the system can reduce mean corn damage score of FAW by 168% (Yeboah et al., 2021).

As an educational institution, Rembau Community College should implement various IPM technique in controlling FAW infestation so that the knowledge can be shared with students and local community. Knowledge create awareness and awareness to practice environmentally friendly agriculture can lead to green and sustainable agricultural industry in the future. Movement Control Order (MCO) implmented by the Malaysian Government has restricted the project schedule. Frequent scouting would help in early detection of FAW infestation in the farm (FAO and PPD, 2020).

5. CONCLUSION

FAW infestation in KKRB is high eventhough pesticide was applied to control the pest population. High dependency on pesticide only seems not the best solution to control the infestation. Other control measures such as the use of pest resistant corn variety, cultural practices and biological control can be implemented in the farm to act as first line of defense as they have less harmful effects to human health, animals and the environment. Factors such as cropping pattern and farm condtions should be taken into account for successful implementation of IPM. More studies and frequent scouting on FAW infestation and relevant IPM approach need to be conducted to get a proper view on the infestation level and the impact to corn growth and yield in the farm as well as helping tu suppress the pest population in the farm. Pesticides should be used with precaution when the pest population exceeds the infestation treshold to avoid excessive use.

REFERENCES

- Aniwanou, C. T. S., Sinzogan, A. A. C., Deguenon, J. M., Sikirou, R., Stewart, D. A., & Ahanchede, A. (2021). Bio-efficacy of diatomaceous earth, household soaps, and neem oil against spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in benin. *Insects*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/insects12010018>
- Capinera, J. L. (2018). *Fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)*. 1–6. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm

- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J., Gomez, J., Moreno, P. G., Murphy, S. T., Oppong-Mensah, B., Phiri, N., Pratt, C., Silvestri, S., & Witt, A. (2017). Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201. https://doi.org/10.1564/v28_oct_02
- FAO. (2020). The Global Action for Fall Armyworm Control: Action framework 2020–2022. In *The Global Action for Fall Armyworm Control: Action framework 2020–2022*. <https://doi.org/10.4060/ca9252en>
- FAO and CABI. (2019). *Community-Based Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda) Monitoring, Early warning and Management, Training of Trainers Manual, First Edition*.
- FAO and PPD. (2020). *Manual on integrated fall armyworm management*. <https://doi.org/10.4060/ca9688en>
- FAO, & CABI. (2019). Fall Armyworm : Life cycle and damage to maize. *United States Agency International Development*, 1.
- García-Lara, S., & Serna-Saldivar, S. O. (2019a). Corn history and culture. *Corn: Chemistry and Technology, 3rd Edition*, 1–18. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>
- García-Lara, S., & Serna-Saldivar, S. O. (2019b). *Corn History and Culture PRODUCTION AND IMPORTANCE*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, M. (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*, 11(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>
- IPPC. (2019). *REPORT ON NEW PEST: Fall Armyworm in Malaysia*. 8(5), 55.
- IPPC. (2020). *Latest Pest Reports - International Plant Protection Convention*. <https://www.ippc.int/en/countries/australia/pestreports/2020/03/detections-of-spodoptera-frugiperda-fall-armyworm-on-mainland-australia/>
- Lamsal, S., Sibi, S., & Yadav, S. (2020). Fall Armyworm in South Asia: Threats and Management. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, June, 21–34. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2020/v13i330106>
- Luginbill, P. (1928). *The Fall Armyworm*. 34.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. (2018). Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286–300. <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>

- Nazmi, M. S., Rahimah, N., Omar, N., Zairy, A., Abidin, Z., & Hifzan, M. (2020). *Potensi industri jagung bijian di Malaysia*. 18, 83–90.
- Prasanna, B., Huesing, J. E., Eddy, R., & Peschke, V. M. (2018). Fall Armyworm in Africa: a Guide for Integrated Pest Management. *Mexico, CDMX: CIMMYT., First Edit*, 45–62. www.maize.org.
- Raffa, K. F. (1987). Effect of Host Plant on Cannibalism Rates by Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. *Environmental Entomology*, 16(3), 672–675. <https://doi.org/10.1093/EE/16.3.672>
- Sarkowi, F. N., & Mokhtar, A. S. (2021). The fall armyworm (Faw) spodoptera frugiperda: A review on biology, life history, invasion, dispersion and control. *Outlooks on Pest Management*, 32(1), 27–32. https://doi.org/10.1564/v32_feb_07
- Varshney, R., Poornesha, B., Raghavendra, A., Lalitha, Y., Apoorva, V., Ramanujam, B., Rangeshwaran, R., Subaharan, K., Shylesha, A. N., Bakthavatsalam, N., Chaudhary, M., & Pandit, V. (2021). Biocontrol-based management of fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on Indian Maize. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(1), 87–95. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00357-3>
- Yeboah, S., Ennin, S. A., Ibrahim, A., Oteng-Darko, P., Mutyambai, D., Khan, Z. R., Mochiah, M. B., Ekesi, S., & Niassy, S. (2021). Effect of spatial arrangement of push-pull companion plants on fall armyworm control and agronomic performance of two maize varieties in Ghana. *Crop Protection*, 145(November 2020), 105612. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105612>
- Zaimi, S., Saranum, M., Hudin, L., & Ali, W. (2021). First incidence of the invasive fall armyworm, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) attacking maize in Malaysia. *BioInvasions Records*, 10(1), 81–90. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.1.10>
- Zaki, M. H., Moran, D., & Harris, D. (1982). Pesticides in groundwater: the aldicarb story in Suffolk County, NY. *American Journal of Public Health*, 72(12), 1391–1395. <https://doi.org/10.2105/AJPH.72.12.1391>

A Study of Recycle Jute Fibre As Additive Material In Lightweight Concrete

Tuan Noor Rafidah Tuan Hassan, Shawalrina Zainal Abidin & Norasyikin Yaakub

Civil Engineering Department, Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Air Tawar, Selangor

tnrafidah@psis.edu.my

ABSTRACT

Concrete is a major material used in the construction of buildings and structures not only in Malaysia but in entire world. The major ingredients of lightweight concrete are cement and sand but both of the ingredients are non-renewable natural materials. Therefore, the utilisation of recycle fibre jute is proposed to reduce the usage of sand as natural sources as well as to preserve the environment from the pollution. Jute fibre is produced from plants in the genus *Corchorus*, family Malvaceae and it is usually used in fabrics for packaging a wide range of agricultural and industrial commodities that require bags, sacks, packs, and wrappings. Lightweight concrete is prepared with the design mix ratio 1:2. The percentage of jute fibre that has been used are 5%, 10% and 15%. The total sample of lightweight concrete that has been produced are 48 samples for a use of compressive strength test and water absorption test. The objective of this research are to produce a lightweight concrete by using a recycle jute fibres as additional material and determine the physical properties of lightweight concrete in term of compressive strength and water absorption. As a result, the best performance between 5%, 10% and 15% jute fibre added in lightweight concrete in terms of compressive strength and water absorption is 10% jute fibre. It is because, the properties of ordinary jute fibre structures are very high tensile strength and low delays. Therefore, this product can be applied in a closed area and not exposed to any weather.

Keywords: lightweight concrete, recycle jute fibre.

1. INTRODUCTION

Lightweight concrete structures are defined as having a dry oven density. The aggregate used may be a composite fraction of both coarse and fine soft material or lightly coarse material with appropriate fine aggregates. However, the general term lightweight concrete refers to any concrete produced for dry oven densities less than 2000 kg / m³. This can be achieved by most natural aggregates if concrete is made so that excess air is included as an example, since there is no fine or foaming concrete (P. L. Owens, 2005).

According to Khaw Yong Hui (2010), the way to control the density of lightweight-foamed concrete is difficult and by using different quantities of foamed agent, it will affect the strength and quality of foam concrete. At present, the problem is the use of river sand in every construction as their main ingredient to construct less sandy building elements in the nature of the green mother.

Nowadays, most countries are facing a coming shortage of traditional aggregate resources, firstly sand and gravel. In addition, aggregates are a major constituent in the construction industry and are by far the most used material worldwide, second only to water. They are used in different applications such as in concrete and mortar, where they account for about 70 % of

the total volume and in road pavements, where they account for over 90 % of the total volume (S. W. Danielsen and E. Kuznetsova, 2014).

Therefore, the utilisation of recycle fiber jute can be used to reduce the usage of sand as natural sources as well as to preserve the environment from the pollution. According to Davananda.N (2018), jute fibres are silky texture, biodegradable and eco-friendly. It is also a common structural properties that is high tensile strength and low extensibility. This fact is also further supported by Palash Paul (2012) stating that Jute fibre is a promising reinforcement for use in composites on account of its low cost, low density, high specific strength and modulus, no health risk, easy availability, renewability and much lower energy requirement for processing.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Lightweight Concrete

According to Nagesh Mustapure (2016), lightweight foamed concrete can be gaseous or foamed concrete that uses specially prepared chemicals; it can be no-fines concrete that uses ordinary gravel or crushed stone as well as a normal-weight aggregate concrete with an excessive amount of entrained air, or a concrete which is made from lightweight aggregates.

In addition, Nagesh Mustapure (2016) also said that the utilization of lightweight foamed concrete offers many benefits and advantageous such as cost saving, fast completion and easy to be used compared to other materials. This statement is further supported by Anik Gupta (2016) who states that there are many advantages of using lightweight concrete in construction including material saving, eco-friendly, fire protection and reduction of dead load. In general, it is known that lightweight foamed concrete can be characterized by its low compressive strength and high insulation against heat and sound. The compressive strength and other functional properties of lightweight foamed concrete are greatly influenced by the quantity of air content introduced by foaming agents. The application of lightweight foamed concrete in engineering works is extremely broad. It is because the lightweight foamed concrete are often utilized in almost every parts of building from the superstructure right down to the substructure including wall panels and roofing. Besides, any conventional panels or masonry units used for load and no-load bearing walls using normal concrete can be replaced directly by foamed concrete panels and units. Nagesh Mustapure (2016) also states that very low density lightweight foamed concrete are often used as thermal and sound insulation panels, filtering media and floating blocks for fishery purposes. Moreover, lightweight foamed concrete are often used not only to cast elements for architectural purposes, pottery, void filling, trench reinstatement and foundation raising but also in highway construction such as soil embankment for sub-base, bridge abutments and bridge embankment. Thus, the utilization of lightweight foamed concrete is popular in many countries such as Europe, Japan and United Kingdom.

2.2 Jute Fibre

According to Palash Paul (2012), jute fibre is a kind of material that is a promising reinforcement that can be used because of its low cost, low density, no health risk, easy availability, high specific strength and modulus, renewability, lower energy requirement for processing, versatile, nonabrasive, porous, hygroscopic, visco-elastic, biodegradable, combustible, reactive as well as eco-friendly product. This statement is further supported by K. Palanikumar (2012) who states that jute fibre also has superior properties such as high tensile strength, low thermal expansion and high strength to weight ratio.

2.3 Compressive strength of jute fibre

According to Davananda.N (2018), when a curing period increases the compressive strength also increases due to the formation of cement gel, which occupies all the voids created around the jute fibres. This situation is clearly shown in figure 1. It is further observed that the compressive strength of the concrete cubes goes on decreasing after a certain rise (0.4 %) in the fiber content. It is the result of the excessive fibre content, which may increase the number of voids or empty spaces within the concrete cube. The increase in the fibre content reduces the level of compaction thereby reducing the compressive strength of concrete. Excessive fibres result in balling of fibres and if these are not separated then they result in the increase of water content required for the mixing of concrete and hence reduce the workability of concrete. These unevenly compacted concrete specimens are weak from inside and tend to fail in their weakest plain when the compressive load is applied. Because of this the maximum compressive strength of the specimen is just a false reading that cannot be considered as the cube compressive strength of the concrete specimen.

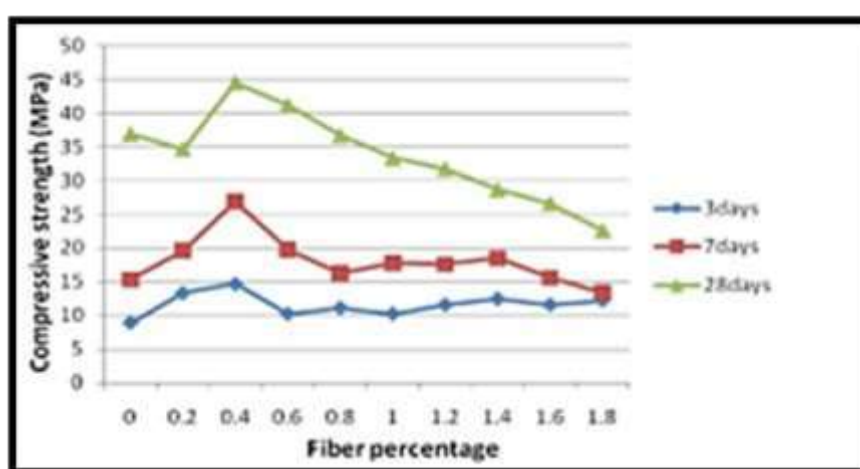


Figure 1: Variation of compressive strength with different fiber content

3. METHODOLOGY

In this research a recycle jute fibre has been used as additive materials in lightweight concrete. After preparing all the raw materials needed such as sand, cement, recycle jute fibres and foam agent, the samples will be produced. The recycle jute fibres that has been used in this research is from recycle gunny. The recycle gunny will be shredded into sheets with a size length of 5 cm.



Figure 2: Shredded jute fibre

3.1 Preparation of concrete mix by ratio

The jute fibres in this research has been used to replace a part of sand. The lightweight concrete is prepared with a design mix of 1:2. There are three different percentage of jute fibres that has been used to produce a sample which is listed as follows:-

- i. 95% (mixed of cement and sand) and 5% jute fibre.
- ii. 90% (mixed of cement and sand) and 10% jute fibre.
- iii. 85% (mixed of cement and sand) and 15% jute fibre.

3.2 Total sampling for test

The percentage of jute fibre that will be used is 5%, 10% and 15%. The total sample of lightweight concrete that has been produced is 48 samples for a testing of compressive strength and water absorption and it is shown obviously in Table 2.

Table 1: Total sample of lightweight concrete

DAY PERCENTAGE	Percentage Additive for Compressive Strength Test				Percentage Additive for Water Absorption Test				Total Sample
	Sample				Sample				
	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%	
7 Days	2	2	2	2	2	2	2	2	16
14 Days	2	2	2	2	2	2	2	2	16
28 Days	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Total									48

3.3 Compressive Strength Test

According to A.Arivumangai (2015) stating that the compressive tests on concrete were carried out on a compression testing machine (CTM) of capacity 3000 KN. The compressive strength test with a loading rate of 2.5 KN/s was applied as per IS: 516-1959 [4]. The specimen used was 150 mm cube. The test was performed at 28 days. The specimens were tested immediately after taking the cubes from curing tank in surface dry condition.

3.4 Water Absorption Test

According to Anik Gupta (2016) stating that the test specimens shall be completely immersed in water at room temperature for 24 hours. The specimens shall then be weighed, while suspended by a metal wire and completely submerged in water. They shall be removed from the water and allowed to drain for 1 minute by placing them on a 10mm or coarser wire mesh, visible surface water being removed with a damp cloth and immediately weighed. All specimens shall be dried in a ventilated oven at 100°C to 115°C for not less than 24 hours and until two successive weighing at intervals of 2 hours show an increment of loss not greater than 0.2 percent of the last previously determined mass of the specimen.

4. RESULTS AND DISCUSSION

All data has been obtained from compressive strength test and water absorption test. The data has been analyzed and interpret in a form of a graph.

4.1 Result of Compressive Strength Test

The compressive strength can be defined as the maximum resistance measured from concrete specimens to axial loads. It is obtained by measuring the highest compression pressure that will support the test cubes. The result of compressive strength test is shown in the graph as follow:

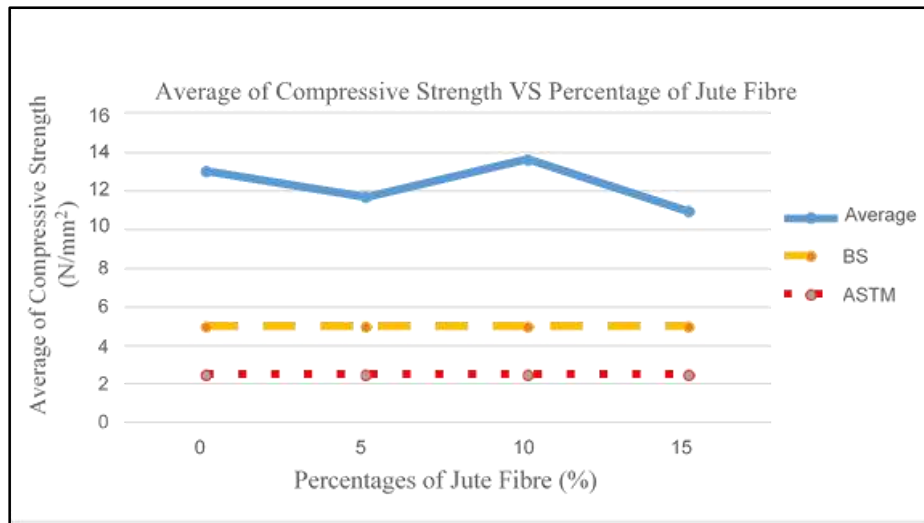


Figure 3: Graph between average value of compressive strength and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 7 days

Based on Figure 3, the graph shows that the highest averages of compressive strength is 13.6 N/mm² at 10% of Jute Fibre. Furthermore, the lowest average of compressive strength is 10.9 N/mm² at 15% of Jute Fibre.

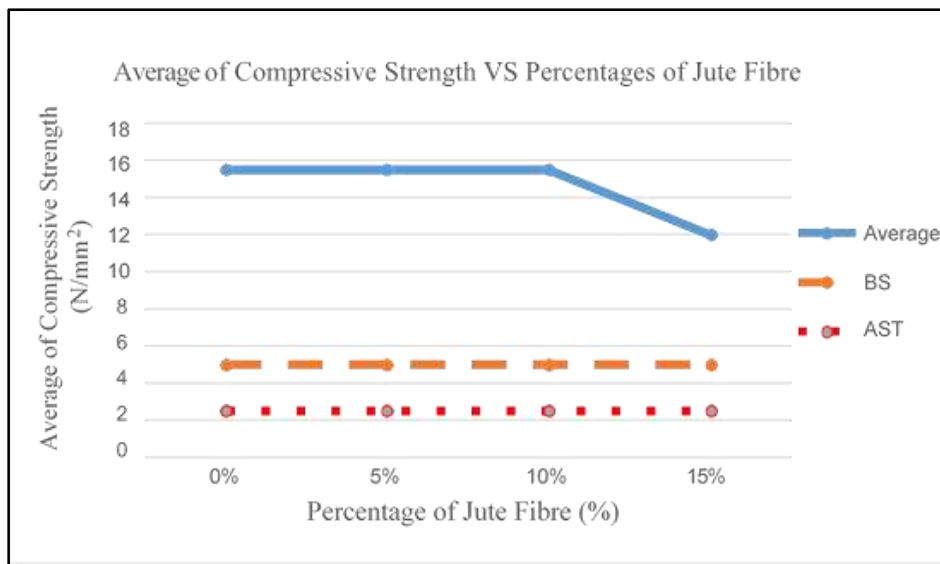


Figure 4: Graph between average value of compressive strength and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 14 days

The graph in Figure 4 shows the average value of compressive strength and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 14 days. According to the graph, the highest averages of compressive strength is 15.5 N/mm² at 0%, 5% and 10% of Jute Fibre. However, the lowest average of compressive strength is 12 N/mm² at 15% of Jute Fibre.

Besides, according to Figure 5, it shows the relationship between average of compressive strength and percentage of jute fibre for 28 days. The result shows the highest average value of compressive strength of lightweight concrete block is 12.1 N/mm² at 10% of jute fibre and the lowest average of compressive strength is 7.65 N/mm² for 0% of jute fibre.

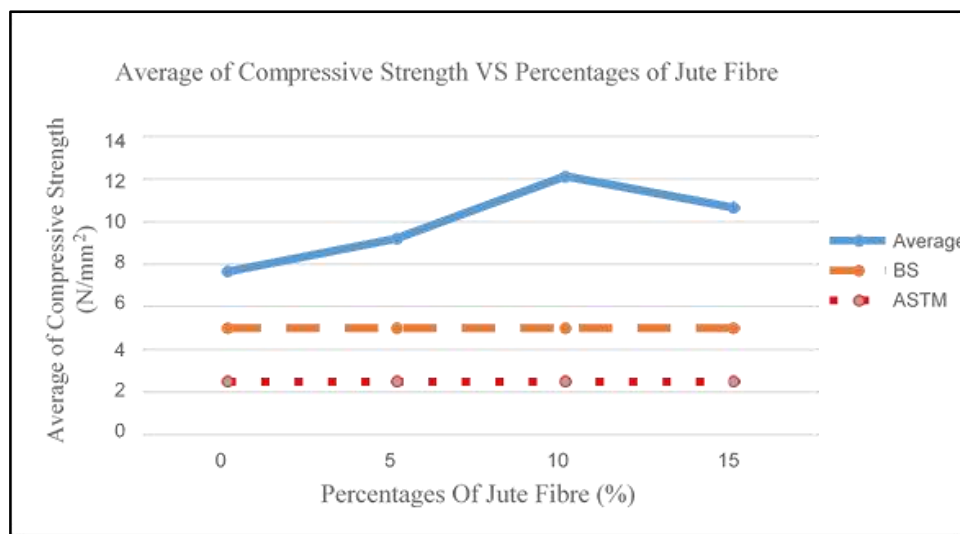


Figure 5: Graph between average value of compressive strength and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 28 days

The results also shows that the minimum requirement was achieved for compression strength of 7, 14 and 28 days according to British Standard (BS 3921: 1985) which is 5 N/mm² and based on ASTM C129 which is 2.5 N/mm². Therefore, it is obviously shows that the compressive strength has reached the minimum requirements for British standards as well as for the ASTM Standard. It is because the jute fibres have very high strength and it is best suited for producing light concrete blocks.

Besides that, the compressive strength of lightweight concrete block mixed with 0% jute fibres up to 5%, 10% and 15% of jute fibre by weight will have the ability to get maximum strength. Therefore, if the jute fibres are put with a maximum rate in a lightweight concrete block, the ability of compressive strength will be increase accordingly. It shows that the compressive strength of lightweight concrete block using jute fibres is higher than the standard. In addition, the results provided that it is suitable to design the lightweight concrete block by using jute fibres as a partial replacement for sand.

4.2 Result of Water Absorption Test

Absorption capacity is the size of jute porosity used as a correlation factor in determining free moisture by oven drying method. The absorption capacity is determined by finding the weight of the dry surface sample after it is immersed for 24 hours and once again finds that the weight after the sample has been dried in the oven weight difference, expressed as percentage of dry sample weight, is the absorption capacity.

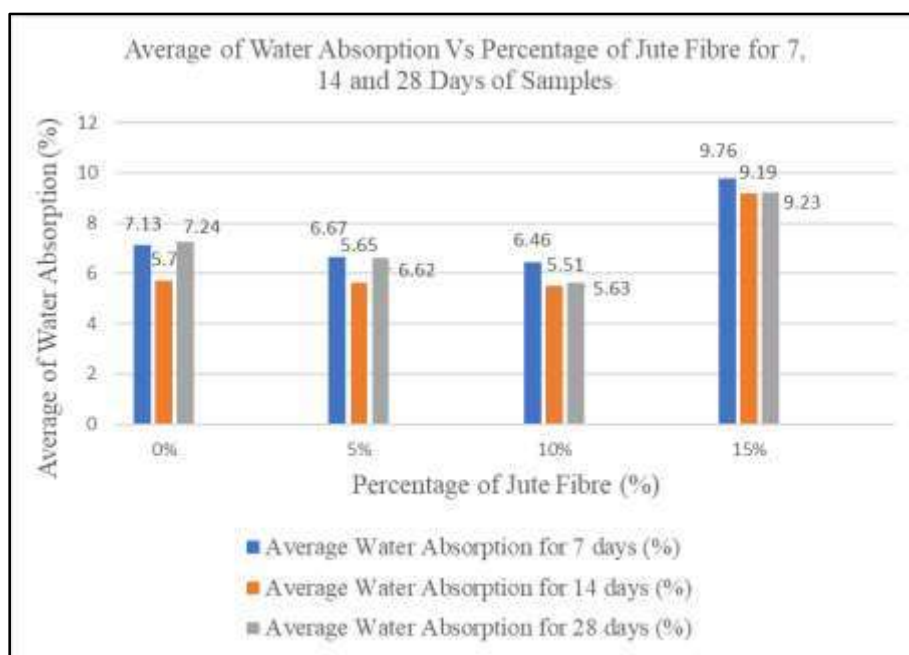


Figure 6: Graph between average value of water absorption test and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 7, 14 and 28 days

Based on Figure 6, the graph shows an average value of water absorption test and percentages of jute fibre of lightweight concrete block for 7, 14 and 28 days. According to the ASTM C62 Standard for water absorption the maximum requirement is 8% while British Standard (BS 3921:1985) is 7%. Therefore, the graph shows that the water absorption for 5% and 10% of jute fibre in lightweight concrete block is achievable except for 15% of jute fibre that exceeded the maximum requirement for both standard. This result also shows that jute fibre is the type of material that can absorb the highest amount of water because jute fibre did not content water and constitute dry materials. In general, the result indicate that water absorption will increase if percentage of jute fibre increase.

5. CONCLUSION

Based on data analysis and discussion of this research, the jute fiber as a mixture into lightweight concrete was successful. Additionally, based on the data and analysis results for the tests that have been conducted, the objectives have been achieved. The best performance between 5%, 10% and 15% jute fiber added in lightweight concrete in terms of compressive strength and water absorption is 10% jute fiber. Based on data, British Standard of compression strength is 5 N/mm and the water absorption is 8.07%. It is because, the properties of ordinary jute fiber structures are very high tensile strength and low delays.

According to compressive strength result, the lightweight concrete with jute fiber gives good action. Lightweight concrete with less jute fibers cracking better than ordinary lightweight concrete. It is because the fibers have been tied to sand, resulting in the light concrete structure becoming stronger and slowing concrete from breaking against ordinary lightweight concrete.

REFERENCES

- Abdullahi (2009). Sciencedirect, Journal of *Hazardous Materials*, Published by Elsevier B.V.
- Adilson Schackow (2014). Sciencedirect, Journal of *Construction and Building Materials*, Published by Elsevier Ltd.
- Anik Gupta (2016). Journal of *Comparative Study and Performance of Cellular Light Weight Concrete*, Published by International Interdisciplinary Conference on Engineering Science & Management.
- Bekir Aktas (2013). Sciencedirect, Journal of *Construction and Building Materials*, Published by Elsevier Ltd.
- K. Palanikumar (2013). Sciencedirect, Journal of *Composites Part B: Engineering*, Published by Elsevier Ltd.
- Khaw Yong Hui (2010). Journal of *Performance Of Lightweight Foamed Concrete Using Laterite As Sand Replacement*, Published by Faculty of Civil Engineering & Earth Resources Universiti Malaysia Pahang.
- Muhammad Hafiz bin Ahmad (2015). Journal of *Properties of Lightweight Foam Concrete with The Inclusion of Fibres*, Published by Master of Science.
- P. L. Owens (2005). Sciencedirect, Journal of *Ambulatory Pediatric Association*, Published by Elsevier Science Inc.
- Palash Paul (2012). Researchgate, Journal of *Jute Composites as Wood*, Published by Panipat Institute of Engineering, Technology.
- Shahbaz Ahamad (2018). Journal of *Engineering and Technology (IRJET)*, Published by IRJET.
- S. W. Danielsen and E. Kuznetsova (2014). *Environmental Impact and Sustainability in Aggregate Production and Use*. Springer International Publishing Switzerland 2015. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09048-1_7.
- Turan Ozturan (2010). Sciencedirect, Journal of *Hazardous Materials*, Published by Elsevier B.V.
- Turan Ozturan (2011). Sciencedirect, Journal of *Materials & Design*, Published by Elsevier Ltd.

Easy Learning Basic Arduino And Sensors For Beginner Using Thinkercad

Nor Faizah Zailani @ Hj Ahmad^{1*}, Aizura Abu Bakar², Nor Hanida Ahmad³ & Nurulhuda Hanzah⁴

¹ Department of Information and Communication Technology, Politeknik Mersing, Johor

² Department of Mechanical Engineering, Politeknik Merlimau, Melaka

³Department of Electrical Engineering, Politeknik Seberang Perai, Pulau Pinang

⁴Department of Electrical Engineering, Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin, Perlis

norfaizah_zailani@pmj.edu.my, aizura@pmm.edu.my, hanida@psp.edu.my, huda@ptss.edu.my

ABSTRACT

Basic knowledge of Arduino, the open source electronic platform and electronic components is essential in learning the Embedded Internet of Things (DFN40242) Course. Thus, the course lecturers have implemented simulation activities using Thinkercad to facilitate students during virtual practical sessions. Students were exposed to breadboard connection, basic electronic component, input output pins of Arduino UNO board and the basics programming of simple project. The purpose of this research was to examine the effectiveness of using Thinkercad for beginner learning basic Arduino and sensors. Respondents consisted of (N = 19) Diploma in Digital Technology students who take DFN40242 course from Politeknik Mersing. The questionnaire is used as research instruments and all responses are statistically investigated using the XLMiner Analysis ToolPak. From the research finding showed a high composite mean of students' perceptions towards Thinkercad obtained a composite mean ($\bar{x}=4.41$). While students' understanding of basic learning of Arduino and sensor obtained a composite mean ($\bar{x}=4.08$). Therefore, the use of Thinkercad greatly helps both lecturers and students solve problems either on circuits or source code in real time. Students are able to implement this software tool as an experimental basis before performing the actual circuit assembly. This indirectly avoids damage to electronic components and circuits as well as programming can be tested first for their functionality.

Keywords: arduino uno, internet of thing, thinkercad

1. INTRODUCTION

During the Covid-19 pandemic period especially when the Movement Control Order was implemented, the online learning approach was applied for all levels of education including Polytechnic Mersing. Students will go through the online learning process completely. The course lecturers for the Embedded internet of Thing (IoT) Course implemented this course learning activities by introducing the basics of electronic components, sensors and component connections on the breadboard as well as an introduction to Arduino as the platform and programming language used. Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to use hardware and software (Rajan et al., 2015). It is intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments. Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors and other actuators.

Every year the use of Arduino increases exponentially due to its readability and easiness. However, the point to think is the difficulty of teaching students because they do not have the

electronic basics and kits to start the learning session. To ensure the process of teaching and learning session functioning well, the implementation of simulation software is a must before the students need to use the kit recommended by the course lecturer. Therefore, this research was conducted at Polytechnic Mersing focusing on semester 4 students who registered Embedded Internet of Thing (DFN40242) course in December 2020 session. The paper also discuss the activity given to students during the implementation of practical session using Thinkercad as a simulation tool for helping them start learning this course.

2. LITERATURE REVIEW

Arduino boards can be programmed according to design needs using an arduino programming language in Arduino IDE platform. Arduino Uno board has 14 digital I/O pins, six of fourteen which can produce pulse-width modulated signals, and six analog inputs, this can also be used as six digital I/O pins(Rajan et al., 2015). Fundamental knowledge of Arduino I/O pin is important to be learned before students can make connections with input and output components such as Light Emitting Diodes (LED), buzzers, sensors and others. In this study reseacher used Thinkercad software to introduce students of basic electronic components, input output pins of Arduino board and the basics of programming used. In Tinkercad, as per user needs, students able to use different sensors, pushbuttons, motors and all required devices through the library that capable to build the real time connection. Particularly using Tinkercad web based tool, students easily able to interact with all project components such as reactions of sounds light can be generated, data can be imported with different sensors like humidity, smoke, distance and others (Mohapatra et al., 2020).

Before proceed to hardware, the preliminary study and simulation help to get the desired output and the level of significance increase by obtaining different possibilities. The coding can be easily embedded with Arduino and this simulation environment is used for more flexible nature and safety work environment and its performance can be easily analyzed(Mohapatra et al., 2020). It gives all the basic ideas as well as saved the time and no need to worry while performing in real hardware connection. Arduino board can easily read the sensor inputs and gives the output in terms of buzzer, LED and LCD display. The use of Thinkercad in teaching and learning Arduino has been applied by many, including Amalia et al., from Polytechnic Palembang. This study proves there are no significant problems in the implementation of online practicum for microcontroller learning with 92.9% of participants stating that it is very possible for this online training to be held again (Amalia et al., 2020). Using the Tinkercad simulation tool, one can perform tasks easily at any time at no cost. The simulation response is obtained by applying the exact values to the software. Any connection of real components such as sensors and Arduino boards onto a breadboard can also be done in the Thinkercad platform (Mohapatra et al., 2020).

In the practical task, students are introduced to several types of sensors including ultrasonic sensor (HC-SR04). The HC-SR04 uses sonar (Sound Navigation and Variable) to calculate the distance to the object. Using sonar, the distance between sensor and obstacle are measured within a wide range of 2 cm to 400 cm (Ismail et al., 2016). Ultrasonic sensors commonly used to avoid and detect obstacles with robots like biped robot, obstacle avoider robot, path finding robot etc. Yilmaz & Özyer, (2019) design obstacle avoidance robot using ultrasonic sensors. By means of the ultrasonic sensor, the obstacles are detected by robot at 25 cm away. When the robot detects the obstacle, the robot stops itself and goes back 2 cm. Figure 1 shows the ultrasonic working principle that students need to understand before the application of this sensor is used. If the object is 20 cm away from the sensor, and the speed of the sound

is 0.034 cm/ μ s, the sound wave will need to travel about 588 microseconds. The Echo pin will be double the number because the sound wave needs to travel forward and bounce backward. So in order to get the distance in cm we need to multiply the received travel time value from the echo pin by 0.034 and divide it by 2 (Zhmud et al., 2018).

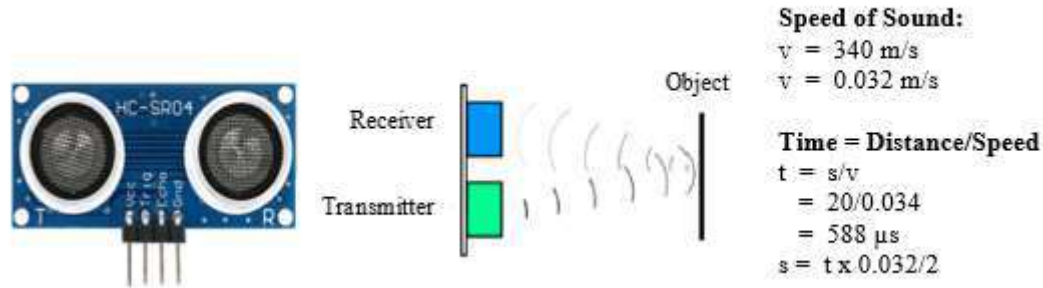


Figure 1: Ultrasonic Sensor HC-SR04 working principle

3. METHODOLOGY

This study has been conducted by distributing a questionnaire to each 19 students of DDT4 program who took Embedded Internet of Thing course in December 2020 session. The questionnaire was developed using Likert Scale 5. The item contains in questionnaire as shown as in Table 2 and Table 3. Students were exposed to use Thinkercad to facilitate the description of input and output connections on the Arduino UNO board since the respondent was a beginner and had no electronic basics.

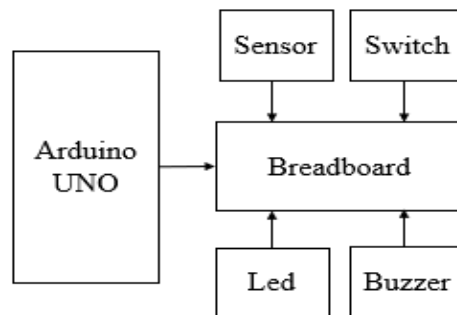


Figure 2 : Practical activities block diagram

Based on the block diagram in Figure 2, the author representing task activities consists of LED blinking, controlling LED using switch and measuring distance using ultrasonic sensor. For the first activity respondent are exposed to learn about the breadboard connection and basic electronic component such as LED, resistor, buzzer, button and sensors. Respondents were taught to determine the correct connection method for each component to avoid wrong polarity. Polarity is a very important concept especially when connecting circuits physically. Whether for plugging parts into a breadboard, soldering them to a PCB, or sewing them into an e-textile project, it's critical to be able to identify polarized components and to connect them in the correct direction. Figure 3 shown LED blinking circuit connection and source code. Other than drawing the circuit, Thikercad also has the ability to write source codes in Arduino language. Block source code also helps respondents to quickly understand the method of writing source code or sketch in Arduino. Thinkercad can automatically show the connection on the

breadboard. Various wire of colours can also be use to make the connections between the components to the Arduino board.

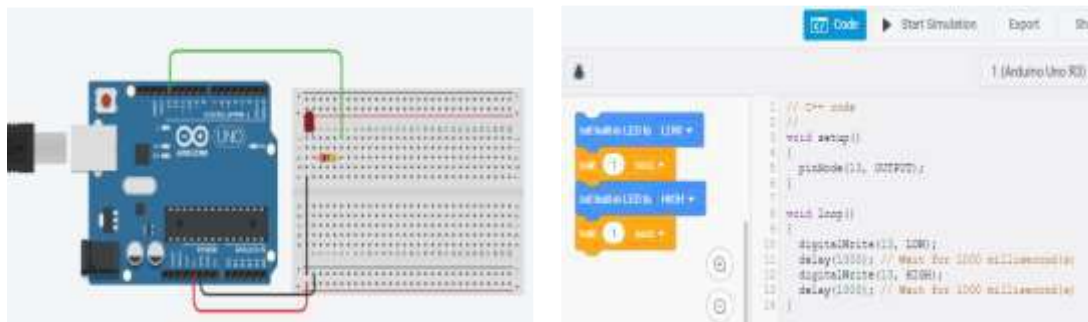


Figure 3: LED Blinking source code and block code

After the respondent was given exposure in task 1, the implementation of the next task was easier because the students understood the basics of Arduino coding and circuit connection.

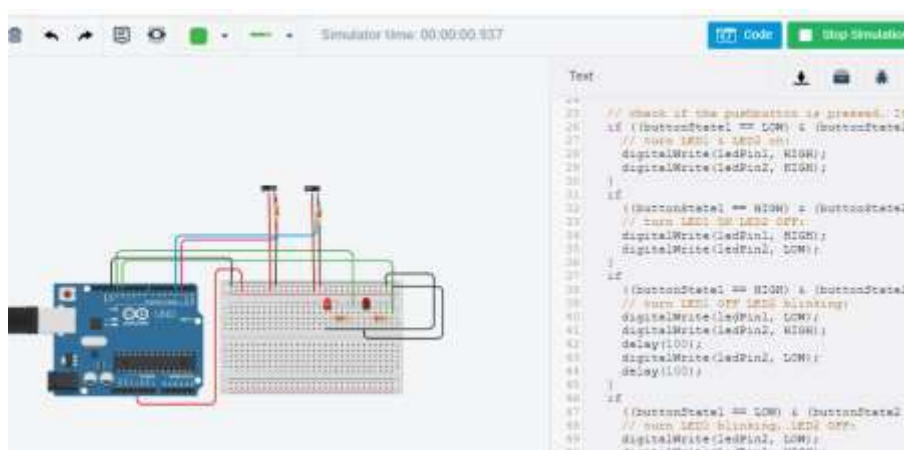


Figure 4 : Controlling LED Using Switch

Through Task 2 as shown in Figure 4, the respondent can find out the connection of the switch as an input component in a circuit. Respondents can also use various types of programming condition statements such as if, if else and switch case. The ability to control the flow of program, letting it make decisions on what code to execute, is valuable to the programmer.

In Task 3 activity, respondents were exposure to measured the distance by using the ultrasonic sensor and all the output will be displayed in the Serial monitor. A serial monitor is a monitor provided by Thinkercad just like in the Arduino IDE platform where we can see all the outputs provided by the sensor and also we can operate the device with user specified commands from the serial monitor. In this task, respondent are given 2 LEDs and 1 buzzer in addition to the activity measure distance using ultrasonic sensor. The respondent is required to install the circuit as shown in Figure 5 and provide source code according to the function algorithm given by the researcher. The HC-SR04 Ultrasonic Module has 4 pins which are Ground, VCC, Trig and Echo. The Ground and VCC pins will connect to the Ground and the 5V pins on Arduino Board respectively. While trig and echo pins to any digital I/O pin on Arduino Board. The output is shown as Figure 5 and 6 if the source code produced by the student complies with the algorithm function given by the researcher. By pressing the ping button on the ultrasonic distance sensor, the respondent will be able to see the cursor distance as shown in the serial monitor. The cursor is a representation of a detectable object in front of the sensor. When

moving the cursor at a distance <50cm, the respondent will be able to see the red LEDs will light up and the buzzer will trigger a sound. The sensitivity range of this sensor can be changed in the source code to be programmed onto the Arduino board.

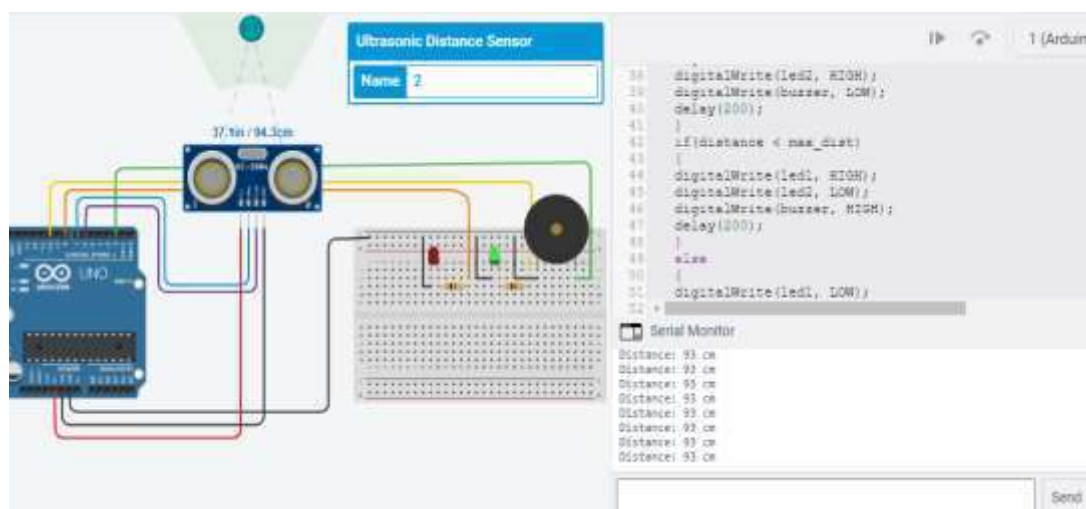


Figure 5: Green LED will light up when the detectable object distance >50cm

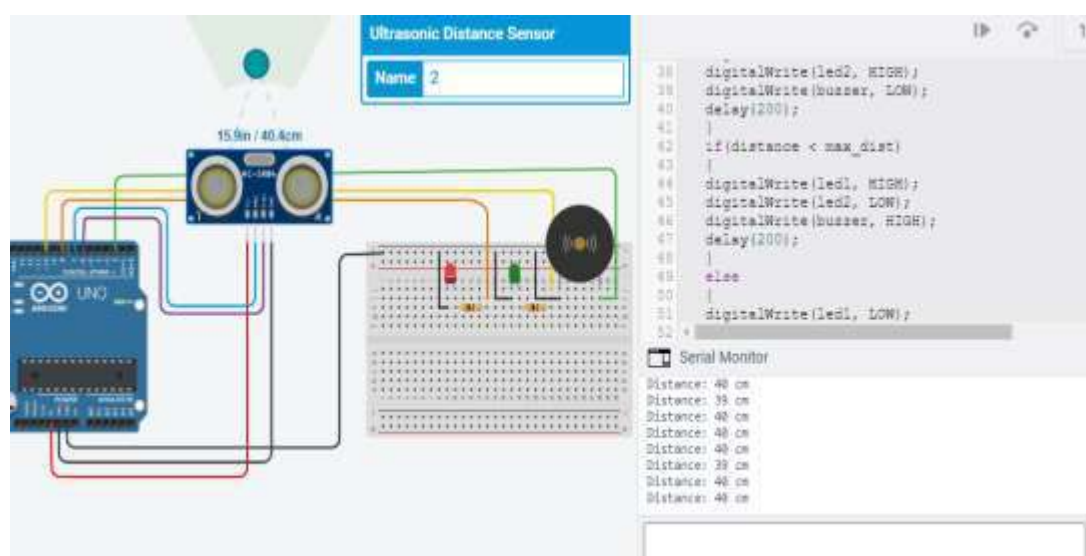


Figure 6: Red LED will light up and buzzer alarm will trigger sound when the detectable object distance <50cm

4. RESULTS AND DISCUSSION

The respondent was given a set of questionnaire after completed all the task. The questionnaire aim is to study the respondents' perception on the use of Thinkercad as a simulation tool for learning basic Arduino and sensor during online practical session. Data collected from the questionnaire were analysed using XLMiner Analysis ToolPak. To measure the reliability of the data, Cronbach's α (alpha) was conducted. The items on the questionnaire consistently measured the constructs with an overall reliability score of 0.970 as shown in Table 1. This score is acceptable as values in the magnitude of 0.9 to 0.99 are generally considered strong reliable (A. Field,2005).

Table 1: Cronbach's Alpha Value

Cronbach's Alpha	N of Items
0.970	10

Referring to Table 2, students' perceptions towards Thinkercad obtained a composite mean 4.41, which is verbally interpreted as "Agree". This agreement includes enhance students' knowledge in Arduino UNO input and output pin ($x=4.58$) got the highest rank and followed by facilitate student in learning Arduino during online practical session ($x= 4.42$). Item 3 and 4 which are facilitate students to understand the concept of connection on a breadboard and enhance knowledge in circuit connection got mean $x=4.37$ and $x=4.26$. The standard deviation distribution for all items ranged from 0.45 to 0.51. This shows the mean value of data samples tend to approach the average value.

Table 2: Finding of student's' perception of using Thinkercad as simulation tool for learning Arduino basic during online practical session.

Item	Weighted Mean, x	Standard Deviation, σ	Verbal Interpretation
1. Enhance my knowledge in Arduino UNO input and output pin.	4.58	0.51	Agree
2. Facilitate student in learning Arduino during online practical session.	4.42	0.51	Agree
3. Facilitate students to understand the concept of connection on a breadboard.	4.37	0.50	Agree
4. Enhance my knowledge in circuit connection.	4.26	0.45	Agree

Based on result shown in Table 3, students' understanding of basic learning of Arduino and sensor obtained a composite mean of 4.08 which is verbally interpreted as "Agree". This agreement shown item 1, 2 and 3 got the highest rank of mean ($x=4.16$) and followed by item 5, 6 and 7 got mean ($x=4.11$). Item 3 which is students' ability to understand the functions of sensors such as ultrasonic sensors got the lowest rank of mean ($x=3.93$). The standard deviation distribution for all items are below 0.5 except item 3 ($\sigma =0.71$). The mean distribution in item 3 is quite high because the respondent has no electronic basis and needs time to understand it well.

Table 3: Finding of student understanding of basic learning of Arduino and sensor.

Item	Weighted Mean, \bar{x}	Standard Deviation, σ	Verbal Interpretation
1. Able to understand component connections on a breadboard	4.16	0.37	Agree
2. Able to install components on the breadboard properly.	4.16	0.37	Agree
3. Able to understand the functions of sensors such as ultrasonic sensors.	3.79	0.71	Agree
4. Able to understand the connection pins found in the Arduino UNO board.	4.16	0.50	Agree
5. Able to built programs according to the correct algorithm function.	4.11	0.46	Agree
6. Able to troubleshoot incorrect source code.	4.11	0.46	Agree
7. Able to troubleshoot errors in circuit connections.	4.11	0.46	Agree

5. CONCLUSION

Based on the research findings, students able to understand the basic concepts of programming very clearly and able to improve the learning ability using Thinkercad simulation. After assembling the circuit by using simulation, students able to figure out the right circuit connection and try out various electronic components such as sensors. The research findings are greatly help students understand how each sensor works and able to get the exact reading as desired. Students also able to simulate and optimize cloud -based project work because Thinkercad is a part of Autodesk. Thus, lecturers and students can communicate through cloud tools while conducting the practical task. This also makes it easier for lecturers to check students' circuits or source code in real time.

6. ACKNOWLEDGMENT

The author would like to take this opportunity to express deepest appreciation to all, especially the research team and all participants who provided cooperation and information towards the successful completion of the paper.

REFERENCES

- A. Field (2005), *Discovering Statistics Using SPSS*, 2nd ed., Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- .Amalia, D., IGAAMoka, Igaamo., Septiani, V., & Fazal, M. R. (2020). Designing of Mikrokontroler E-Learning Course: Using Arduino and TinkerCad. *Journal of Airport Engineering Technology (JAET)*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/10.52989/jaet.v1i1.2>
- Ismail, R., Omar, Z., & Suaibun, S. (2016). Obstacle-avoiding robot with IR and PIR motion sensors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 152(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/152/1/012064>

- Mohapatra, B. N., Mohapatra, R. K., Joshi, J., & Zagade, S. (2020). Easy Performance Based Learning of Arduino and Sensors Through Tinkercad. *International Journal of Open Information Technologies*, 8(10), 73–76.
- Rajan, C., Megala, B., Nandhini, A., & Priya, C. R. (2015). A Review : Comparative Analysis of Arduino Micro Controllers in Robotic Car. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*.
- Zhmud, V. A., Kondratiev, N. O., Kuznetsov, K. A., Trubin, V. G., & Dimitrov, L. V. (2018). Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1015(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1015/3/032189>

Elemen Hijau Dalam Pembangunan Kurikulum Bidang Hospitaliti Di Kolej Komuniti Malaysia

Mohd Hyrul Abu Karim , Zurizawati Naim & Nurul Azhan Shukran Jamil

Kolej Komuniti Selayang, Gombak, Selangor

hyrul@kkselayang.edu.my

ABSTRAK

Perancangan kurikulum dan juga pelaksanaan elemen hijau dalam silibus pendidikan adalah merupakan satu ganjakan penting untuk menjaga kelestarian dan persekitaran alam sekitar di Malaysia. Terdapat tiga kursus dalam bidang hospitaliti di Kolej Komuniti Malaysia iaitu Sijil Kulinari, Sijil Operasi Perhotelan dan Sijil Pastro. Namun, elemen hijau tidak dititikberatkan oleh pembangun kurikulum bidang hospitaliti sehingga semakan kurikulum tahun 2018. Justeru itu, kajian ini memfokuskan kepada penerangan dan perincian elemen hijau dalam kurikulum bidang hospitaliti Kolej Komuniti Malaysia Versi Disember 2020. Analisis naratif dilakukan terhadap kurikulum baru yang dibangunkan oleh Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti Malaysia versi 1 Disember 2020. Beberapa aspek yang diperbincangkan dalam kertas kajian ini untuk menghuraikan konsep dan amalan hijau dalam pembangunan kurikulum di Kolej Komuniti. Hasil kajian diperolehi menunjukkan terdapatnya tiga pendekatan utama dalam elemen hijau yang ditekankan dalam tujuh silibus bidang hospitaliti yang memfokuskan kepada penggunaan tenaga, pengurusan bangunan dan juga pengurusan air dan sisa. Kertas kajian ini memberi bukti kepada kepekaan dan aktiviti pembangunan kurikulum yang lebih mampan serta membantu mewujudkan kesan positif kepada tenaga pengajar dan pelajar khususnya untuk melaksanakan elemen hijau di sektor pendidikan tinggi. Bagi penambahbaikan kurikulum, pengkaji mencadangkan penggunaan elemen hijau ini diterapkan ke dalam semua subjek teori dan amali di Kolej Komuniti Malaysia secara menyeluruh menepati perancangan *Blueprint SmartGreen Polytechnic Community College 2021-2026*.

Kata kunci: bidang hospitaliti, elemen hijau, kajian naratif, pembangunan kurikulum.

1. PENGENALAN

Teknologi hijau bukanlah satu pendekatan baru dalam semua industri di dunia. Ianya memberi kesedaran dan pendidikan secara langsung dan tak langsung mengenai penjagaan alam sekitar oleh manusia dimuka bumi ini. Kemajuan teknologi di negara ini tidak dapat dinafikan lagi tetapi kesedaran dalam penjagaan alam sekitar masih berada di paras sederhana yang mungkin memberi impak yang negatif untuk jangka masa panjang. Allah SWT berfirman dalam Surah Al-Baqarah ayat 11 hingga 12 yang membawa maksud:

‘Dan apabila dikatakan kepada mereka: "Janganlah kamu membuat bencana dan kerosakan di muka bumi", mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang hanya membuat kebaikan". Ketahuilah! Bahawa sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang sebenar-benarnya membuat bencana dan kerosakan, tetapi mereka tidak menyedarinya.’

Merujuk kepada Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan oleh Kementerian Tenaga Teknologi Hijau dan Air (2009), teknologi hijau menjurus kepada pembangunan dan aplikasi produk, peralatan serta sistem untuk memelihara alam sekitar dan alam semulajadi dan meminimumkan atau mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia. Kenyataan itu turut disokong oleh Kamarudin, Mohd Fazli, Md Nor Hayati, Ismi Rajiani dan Norhana (2011) yang menyatakan

teknologi hijau adalah satu langkah yang mencantumkan pelbagai kaedah dan peralatan mesra alam untuk menjaga persekitaran. Selain itu, Farahwahida, Arieff Salleh, Salwa, Siti Hajar dan Teh Ubaidah (2013) dan ce (2020) menekankan teknologi hijau adalah sebagai gabungan sains alam sekitar dan teknologi dijadikan komponen utama untuk diaplikasikan kepada penghasilan produk dan sistem yang bertujuan untuk mengurangkan kesan negatif kepada alam sekitar akibat daripada aktiviti manusia serta lebih mesra alam berbanding dengan teknologi sedia ada.

Pelbagai inisiatif dijalankan diseluruh dunia untuk memastikan teknologi hijau ini diserapkan ke dalam semua industri yang ada. Pihak kerajaan Malaysia sendiri telah mencadang dan menjalankan pelbagai usaha untuk memurnikan teknologi ini. Antara usaha yang dilaksanakan oleh kerajaan adalah seperti membudayakan Skim Pembiayaan Teknologi Hijau, pemberian Elaun Cukai Pelaburan, penubuhan Yayasan Hijau serta memperkenalkan *National Water Blueprint* untuk pemantauan bekalan air. Usaha murni turut dipanjangkan kepada penggunaan solar fotovolta melalui Skim Pemeteran Tenaga Bersih. Pelbagai usaha digembelngkan untuk meningkatkan kesedaran dan pelaksanaan dari pelbagai peringkat institusi dan masyarakat umum.

Pelaksanaan bangunan hijau sangat dititikberatkan oleh Kementerian Alam Sekitar dan Air. Menurut Azmi dan Radzuan (2021) terdapat lima elemen bangunan hijau yang telah digaris pandu iaitu reka bentuk bangunan hijau, kualiti, pemuliharaan dan kecekapan air, Kecekapan tenaga dan tenaga boleh diperbaharui, pemulihan bahan dan sumber semulajadi dan juga kualiti persekitaran dalaman dan kesihatan. Walau bagaimanapun, Malaysia masih tidak dapat bersaing dengan pembangunan global kerana pembangunan di Malaysia masih kurang kesedaran untuk menerapkan konsep pembangunan hijau secara holistik. Persepsi masyarakat Malaysia terhadap pembangunan hijau masih kurang terutama dalam kalangan generasi muda. Justeru itu pendekatan oleh sektor pengajian tinggi memasukkan elemen teknologi hijau di dalam kurikulum dilihat amat penting untuk memberi kesedaran dan memupuk para pelajar untuk mencintai alam sekitar. Jabatan Pendidikan Politeknik telah memulakan usaha murni ini pada tahun 2015 dengan adanya inisiatif gerakan *BluePrint PolyGreen*, namun keciciran Kolej Komuniti Malaysia dimasukkan dalam gerakan tersebut memberi impak kepada pembangunan kurikulum Kolej Komuniti Malaysia terutamanya dari sudut pelaksanaan elemen hijau dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Melihat kepada situasi tersebut, pihak Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti telah menghasilkan satu hala tuju baru iaitu *Blueprint SmartGreen Polytechnic Community College 2021-2026 (BSGPC)* yang mana melibatkan keseluruhan institusi Politeknik dan Kolej Komuniti seluruh Malaysia.

2. SOROTAN LITERATUR

Teknologi mesra alam atau dipanggil sebagai teknologi hijau adalah merupakan perancangan yang mesra persekitaran dan menjaga biodiversiti semulajadi. Teknologi ini kini semakin mendapat perhatian di bangunan-bangunan pejabat kerajaan mahupun pejabat swasta. Impak kepada pembangunan elemen dan teknologi hijau ini agak perlahan kerana perbelanjaannya agak tinggi dan tahap kesedaran yang masih rendah di kalangan rakyat Malaysia (Bushra, 2020; Azmi et al., 2021). Disebalik itu Azmi et al. (2021) menyatakan konsep ini sebenarnya mengamalkan pengurangan pembaziran dari segi kos dan kebanyakan elemen menggunakan alam semulajadi. Hasil kajian mendapati kesedaran pelajar-pelajar institut pengajian tinggi agak sederhana iaitu 76% dan kebanyakan memberi maklumbalas yg rendah (56%) tentang Indeks Bangunan Hijau.

2.1 Pembangunan Elemen Hijau dalam Konteks TVET

Elemen hijau dalam pembangunan latihan teknikal dan vokasional (*TVET*) perlu dibangunkan secara holistik supaya ianya dapat mewujudkan masyarakat hijau dan ekonomi hijau. Pelaksanaan elemen hijau dalam konteks *TVET* tidak boleh dijalankan secara mengejut atau tidak teratur, ianya perlu melalui satu proses yang sistematik supaya memberi impak yang lebih besar dan dapat melestarikan penjagaan alam sekitar. Majumbar (2011) menekankan 5 dimensi elemen hijau di dalam *TVET* di dalam industri latihan teknikal dan vokasional iaitu Kampus Hijau (*Green Campus*), Program Teknologi Hijau (*Green Technology Programme*), Komuniti Hijau (*Green Community*), Penyelidikan Hijau (*Green Research*) dan Budaya Hijau (*Green Culture*). Di dalam Blueprint POLYGreen (2015) ada menyatakan usaha-usaha UNESCO-UNEVOC mengadakan program-program bagi meningkatkan keupayaan *TVET* dan *Education for Sustainable Development (ESD)* di negara-negara Komanwel, termasuk membantu usaha untuk melestarikan pasaran buruh melalui *TVET*, meningkatkan kefahaman ESD dan penglibatan pemegang taruh *TVET* dan menyelaraskan pengintegrasian ESD dalam *TVET* melalui jaringan mereka sendiri. UNESCO-UNEVOC adalah Pusat khas UNESCO untuk pendidikan *TVET* bagi membantu 195 negara anggota UNESCO memperkukuh dan meningkatkan sistem *TVET* di institusi.

2.2 Pembangunan Elemen Hijau dalam Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti

Pada tahun 2015 Pihak Jabatan Pendidikan Politeknik telah mempergiat usaha untuk mewujudkan pembangunan elemen hijau di institusi dengan mewujudkan *Blueprint POLYGreen* iaitu satu dokumen rangka tindakan pembangunan mampan Politeknik Malaysia menuju ke arah institusi hijau (Jabatan Pendidikan Politeknik, 2015). Sebagai pemegang taruh *TVET* di Malaysia, politeknik adalah institusi yang terlibat secara langsung untuk mempelopori serta melaksanakan inisiatif *TVET-ESD* yang juga seiring dengan aspirasi negara. Usaha bagi mempergiat pembangunan elemen hijau di Politeknik telah diperluas dari tahun ke tahun. Pada 2020 sekali lagi pihak Politeknik Malaysia bergabung bersama Kolej Komuniti Malaysia melancarkan *Blueprint SmartGreen Polytechnic Community College 2021-2026 (BSGPC)*. Rasional pembangunan *BSGPC* adalah menjadi dokumen rujukan kepada semua Politeknik dan Kolej komuniti dalam pengurusan elemen hijau, menambahbaik sasaran projek elemen hijau ke arah mencapai pengiktirafan ‘Kampus Mampan’, meningkatkan keupayaan inovasi dan kreativiti dalam memberi impak ekonomi, sosial dan persekitaran yang lebih baik serta memperkukuh jalinan kolaborasi antara Politeknik dan Kolej Komuniti dengan pihak-pihak berkepentingan, masyarakat, industri dan juga golongan kurang upaya. Usaha Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti ketika itu dianggap sebagai satu inisiatif positif dalam membentuk pembangunan negara yang mampan. *BSGPC* mempunyai tujuh bidang tumpuan iaitu pengurusan pendidikan dan penyelidikan, pengurusan tenaga dan perubahan iklim, pengurusan alam sekitar dan landskap, pengurusan sisa, pengurusan air, pengangkutan dan juga tumpuan yang ketujuh iaitu perolehan hijau.

2.3 Pembangunan Elemen Hijau dalam bidang hospitaliti di Kolej Komuniti Malaysia

Dalam sektor pendidikan, kurikulum program pengajian adalah dokumen rujukan yang mengandungi segala ilmu pengetahuan dan kemahiran, nilai dan norma untuk menghasilkan modal insan yg ingin dibentuk. Di institusi Politeknik dan Kolej Komuniti Malaysia kurikulum telah melalui proses penambahbaikan berterusan (CQI) dari masa ke semasa. Terdapat 4 sektor utama dalam pembangunan teknologi hijau iaitu tenaga, bangunan, air dan pengurusan sisa dan pengangkutan (Norizan Hassan, 2017). Namun, bagi bidang hospitaliti di Kolej Komuniti Malaysia tidak semua sektor itu dijadikan elemen dalam proses pengajaran dan pembelajaran

kerana tidak semua sektor itu mempunyai hubungkait yang kuat dalam pelaksanaan aktiviti di institusi (Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti, 2020).

Pelaksanaan kurikulum hijau iaitu dengan memastikan 100% elemen hijau diterapkan ke dalam kurikulum dan proses pengajaran dan pembelajaran telah diperhalusi dalam *BSGPC 2021-2026*. Ke arah itu, pada tahun 2019 pihak Bahagian Kurikulum telah merancang untuk menambahbaik kurikulum dengan memasukkan elemen-elemen hijau di dalam silibus yang dihasilkan oleh pembangun silibus bidang hospitaliti Kolej Komuniti Malaysia. Hasil daripada usaha itu maka telah wujud satu dokumen kualiti pengajaran dan pembelajaran baru dipanggil ‘Dokumen Kurikulum Sijil Kolej Komuniti Semakan Disember 2020’ (Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti, 2020). Selaras dengan pelaksanaan kurikulum baru ini, beberapa subjek dilihat mempunyai elemen-elemen hijau dalam proses pengajaran dan pembelajaran di Kolej Komuniti.

3. METODOLOGI

Kertas kajian ini menggunakan kaedah analisis naratif atau analisis kandungan yang mana hasil kajian adalah dari sumber dokumen rasmi, artikel jurnal dan juga artikel persidangan penyelidikan. Sebanyak 11 dokumen kualiti Politeknik dan Kolej Komuniti dan artikel jurnal dianalisis dalam penghasilan kertas kajian ini. Penggunaan dokumen rasmi kualiti Politeknik dan Kolej Komuniti, Kementerian Pengajian Tinggi dalam pembangunan kajian ini telah mendapat kebenaran daripada ketua jabatan institusi.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Menurut Soetopo dan Sumanto (1991), ada beberapa faktor yang mendorong berlakunya perubahan kurikulum dari pelbagai negara pada masa kini. Perubahan kurikulum dibuat berdasarkan kesedaran negara-negara tersebut bahawa kurikulum yang sedia ada dalam sistem pendidikan mereka adalah tidak lagi relevan dengan hala tuju nasional mereka. Untuk itu, banyak negara mula merancang mengadakan perubahan yang sangat penting di dalam kurikulum dan sistem pendidikan yang sedia ada. Ini juga selaras dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat. Perkembangan dalam pelbagai industri dan ilmu pengetahuan yang diajar di institusi pendidikan tinggi menghasilkan pertembungan teori-teori yang lama dan baru seterusnya mencetuskan revolusi pendidikan di dalam ilmu pengetahuan psikologi, komunikasi dan pedagogi yang baru dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Kedua-kedua faktor di atas secara tidak langsung mendorong timbulnya perubahan dalam sukatan kurikulum mahupun strategi pelaksanaan kurikulum tersebut samada di peringkat sekolah atau Institusi tinggi dan Kolej Komuniti khususnya.

Bahagian Pembangunan Kurikulum, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti pada tahun 2019 telah merangka satu kurikulum baru khas untuk menambah baik kandungan dan keperluan semasa. Dokumen Kurikulum Sijil Kolej Komuniti Semakan Disember 2020 menerapkan elemen hijau dan ini merupakan satu pendekatan murni oleh sektor pendidikan tinggi untuk menerapkan secara langsung dan tidak langsung aktiviti-aktiviti pembelajaran pelajar amnya seterusnya dalam kehidupan harian pelajar khususnya.

4.1 Sijil Operasi Perhotelan

Melihat kepada perubahan kurikulum di dalam Program Sijil Operasi Perhotelan (SOP), terdapat empat kursus yang telah ditambah baik dengan memasukkan elemen-elemen hijau di dalam sub topik yang akan dipelajari oleh pelajar SOP. Kursus-kursus tersebut adalah SOP

10132 *Fundamental of Tourism and Hospitality*, SOP 20073 *Housekeeping Operation*, SOP 20173 *Food & Beverage Service* dan SOP 30193 *MICE for Hotel*. SOP 10132 *Fundamental of Tourism and Hospitality* ini mendedahkan pelajar kepada asas dalam sektor hospitaliti dan pelancongan termasuk kepentingan pelancongan kepada negara dan komuniti global. Di dalam kursus ini, elemen hijau terkandung di dalam topik pengenalan di mana ia menekankan kepada impak positif dan negatif kepada alam sekitar dan cara mengekalkan kelestarian alam yang diimplementasikan dalam *Green hotel*. Manakala untuk kursus SOP 20073 *Housekeeping Operation*, merangkumi semua aspek bagi operasi Jabatan Pengemasan termasuk struktur Jabatan Pengemasan, pengurusan inventori dan peralatan, bekalan bagi Jabatan Pengemasan, *guestroom* dan pembersihan *Public Area*. Kursus ini menerapkan elemen hijau di dalam topik Pengenalan di mana terdapat perbincangan bagaimana menangani amalan kelestarian alam yang dilaksanakan di *Green Hotel*. Di samping itu, pelajar didedahkan dengan kaedah yang tepat untuk penjimatan tenaga dan pengurangan karbon dalam pengoperasian *Housekeeping*. Melengkapkan lagi kursus tersebut dengan elemen hijau, beberapa kaedah rawatan air dan sisa buangan terutamanya yang melibatkan bahan-bahan kimia dari penggunaan cecair kimia untuk pencucian juga disentuh untuk pemahaman yang lebih mendalam. Rekaan dalaman sesebuah bilik tamu juga memainkan peranan yang penting dalam penjimatan tenaga dan ini juga dibincangkan dalam topik tersebut.

Di dalam sesebuah organisasi hotel, perkhidmatan dalam penyediaan makanan adalah merupakan jabatan yang sangat penting dan salah satu aspek yang sangat kritikal, terutamanya dari segi kesan yang disumbangkan dari aktiviti-aktiviti dalam jabatan tersebut. Di dalam kursus SOP 20173 *Food & Beverage Service*, pelajar didedahkan dengan lebih mendalam tentang perkhidmatan makanan dan minuman yang elegan. Di bawah subtopik *Buffet Service* dan *Dome Service*, beberapa elemen hijau diterapkan dengan menekankan kaedah-kaedah yang betul dalam pengurusan sisa, penjimatan tenaga dan tanggungjawab terhadap bahan buangan dan bahan pencuci. Topik yang ke empat yang diterapkan elemen hijau adalah SOP 30193 *MICE for Hotel*. *MICE* adalah *Meetings, Incentives, Conventions, Exhibitions* dan topik ini mendedahkan pelajar kepada pengetahuan tentang asas pengurusan *MICE* dalam industri perhotelan. Di dalam kursus ini, pelajar akan memperolehi pengetahuan dan kemahiran di dalam melaksanakan *meetings, incentives, conventions* dan *exhibitions*. Amalan hijau yang dijadikan topik utama dalam kursus ini membincangkan aktiviti-aktiviti amalan hijau dalam pelaksanaan *MICE* dengan membentangkan inisiatif kemampunan sumber, penggunaan bahan promosi yang boleh dikitar semula, pengurangan penggunaan kertas (*paperless*), penggunaan kenderaan hibrid, penjimatan penggunaan tenaga, menawarkan makanan berasaskan organik, menggunakan bekas makanan biodegradasi dan kaedah yang digunakan untuk menyumbangkan lebihan makanan.

4.2 Sijil Kulinari

Bagi program Sijil Kulinari (SKU), elemen hijau telah diperkenalkan melalui 3 kursus iaitu SKU 10142 *Food Safety and Sanitation*, SKU 20073 *Cold Food Preparation* dan SKU 20113 *Hawkers and Street Food*. Kursus SKU 10142 *Food Safety and Sanitation* memperkenalkan prinsip kebersihan, sanitasi, kualiti, dan amalan keselamatan di dalam industri perkhidmatan makanan. Elemen hijau diperkenalkan di dalam topik kelima iaitu Sistem Kawalan Mutu dan Keselamatan Makanan. Perancangan ini bertujuan untuk memupuk kesedaran pelajar tentang penggunaan pembungkusan mesra alam serta pengurusan sisa yang betul di dalam operasi dapur. Penerapan elemen hijau di dalam kursus ini amat sesuai kerana pelajar SKU bukan sahaja mempelajari kemahiran dan teknik memasak, mereka juga harus mahir dalam menghias dan membungkus produk makanan yang dihasilkan. Selain itu, pelajar juga perlu menguruskan sisa makanan ketika kelas amali dilaksanakan mengikut amalan hijau yang lestari. Pendedahan

di dalam kursus bersifat teori di awal semester satu ini berupaya untuk menjadikan para pelajar lebih yakin dan bersedia untuk mematuhi langkah yang betul dalam mengelak pencemaran serta pembaziran di dalam operasi perkhidmatan makanan.

Dapur Sejuk (*Cold Kitchen*) adalah satu unit dapur yang menyediakan hidangan makanan seperti salad, potongan buah-buahan segar serta produk bufet yang kebanyakannya dihidang mentah atau separa mentah. Di dalam kursus SKU 20073 *Cold Food Preparation*, elemen hijau diterapkan dalam pengajaran dan pembelajaran pelajar pada sub topik keempat yang memerlukan pelajar untuk mempamerkan etika kerja yang betul di dalam penghasilan *hot and cold hors d'oeuvres*. Seperti yang dinyatakan sebelum ini, unit Dapur Sejuk bertanggungjawab terhadap pelbagai produk makanan yang dihidang mentah atau separa mentah. Produk makanan seperti ini berisiko tinggi untuk terdedah dengan pencemaran silang (*cross-contamination*) serta pencemaran biologi (*biological hazard*) jika tidak dikendalikan dengan menggunakan peralatan, perkakas, persekitaran, dan suhu yang betul. Oleh yang demikian, penggunaan pembungkusan yang mesra alam dan sesuai amat penting dalam mengekalkan kesegaran dan keselamatan makanan sebelum dihidangkan pada pelanggan. Selain itu, dengan menekankan tentang pengurusan sisa makanan yang betul mengikut amalan hijau, pelajar berupaya untuk mengurangkan isu sosiosaintifik dalam pengurusan sisa dengan mengamalkan pencegahan pembaziran makanan (*Food Waste Prevention*) dan pengasingan dan kitar semula sisa. Kursus ketiga iaitu kursus SKU 20113 *Hawkers and Street Food* mendedahkan pelajar kepada pengetahuan dan kemahiran menghasilkan hidangan berdasarkan pelbagai bahan utama, teknik penyediaan dan kaedah memasak. Umum mengetahui kesedaran masyarakat tempatan tentang kepentingan penggunaan pembungkusan makanan mesra alam dan pengurusan sisa makanan yang betul masih rendah (Zurina & Er, 2017). Ini dapat dilihat dengan ketara di gerai-gerai, warung, serta pasar malam di seluruh negara. Penggunaan plastik tidak mudah terurai (*single-use plastic*), sisa sampah yang dibuang tidak diasingkan serta pembuangan sampah tidak pada tempat yang sepatutnya sudah menjadi amalan biasa. Pengetahuan tentang elemen hijau di dalam kursus ini sangat diperlukan bagi mempersiapkan para pelajar menjadi pengusaha makanan yang mempunyai kesedaran dan rasa bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

4.3 Sijil Pastrri

Program hospitaliti ketiga yang turut ditawarkan di Kolej Komuniti Selayang adalah program Sijil Pastrri (SPT). Dapur pastrri merupakan dapur yang bertanggungjawab terhadap penyediaan hidangan pencuci mulut seperti kek, biskut, serta roti. Elemen hijau boleh ditemui di dalam kursus SPT 20173 *Theory of Pastry Kitchen Operation* yang ditawarkan pada semester ke 2. Bagi menunjukkan kepentingan elemen hijau di dalam pengurusan dapur pastrri, pengurusan dapur dan pengurusan sisa telah diperkenalkan pada topik yang pertama iaitu Pengenalan Kepada Asas Operasi dan Perancangan Dapur. Para pelajar diberi kefahaman secara terperinci tentang cara untuk mengenalpasti sisa cecair dan makanan di dalam dapur pastrri. Selain daripada itu mereka juga akan didedahkan dengan tatacara proses pengurusan sisa makanan, bermula daripada proses pengasingan sisa buangan cecair dan makanan, pengumpulan sisa buangan cecair dan makanan, dan yang terakhir proses pelupusan atau guna semula.

4.4 Tindakan Pengurusan Sumber Manusia dan Ilmu Hijau

Hasrat Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti dalam menyebarkan konsep pendidikan yang ditambah dengan elemen hijau amat dihargai kerana manfaatnya bukan sahaja dapat dirasakan oleh pelajar, pensyarah dan warga kolej komuniti secara khususnya bahkan kepada komuniti setempat serta alam sekitar secara umumnya. Namun dalam merealisasikan tujuan ini, beberapa perkara perlu diberi perhatian dan tindakan. Pertama adalah dari segi

pendedahan dan latihan berkenaan elemen hijau kepada para pensyarah Kolej Komuniti Malaysia. Kewujudan *Blueprint SmartGreen Polytechnic Community College 2021-2026* tidak memberi impak yang besar pada masa ini kerana tiada pendedahan dengan cukup meluas kepada warga Kolej Komuniti khususnya para pensyarah yang mengajar kursus-kursus yang mempunyai elemen hijau dalam kurikulum mereka. Kursus-kursus yang dibincangkan di atas telah mula digunapakai mulai bulan februari 2021. Pendedahan, perkongsian dan latihan berkenaan *Blueprint POLYGreen* perlu dilaksanakan dengan kadar segera kerana akan menimbulkan masalah dan keraguan jika para pensyarah yang mengajar tidak memahami objektif, visi dan misi program ini dengan tepat. Kesannya akan dapat dilihat di akhir pembelajaran pelajar, mereka mungkin tidak dapat menggarap konsep elemen hijau ini dengan baik dan betul. Tidak dapat dinafikan kos permulaan bagi melaksanakan jerayawara dan latihan tentunya memakan kos yang tinggi. Namun kesannya untuk jangka masa panjang akan dirasai bukan sahaja pada warga Kolej Komuniti bahkan komuniti setempat dan alam sekitar secara keseluruhannya.

Perkara kedua adalah berkaitan dengan fasiliti di Kolej Komuniti. Kemudahan pengurusan sisa makanan yang lebih sistematik dan teratur amatlah diperlukan bagi menyokong visi dan misi *BSGPC 2021-2026*. Buat masa ini, tong kitar semula masih belum dapat dilihat di kebanyakan ruang institusi Kolej Komuniti. Ini akan menjadi punca masalah apabila penerapan elemen hijau telah diperkenalkan kepada para pelajar melalui kursus-kursus yang dibincangkan sebentar tadi. Selain daripada itu, pelaksanaan kampus bebas dari penggunaan bekas makanan serta plastik pembungkusan makanan yang tidak terurai (*single-use plastic*) juga perlu diberi penekanan dan perhatian. Menurut Zurina dan Er (2017), Malaysia sedang menghadapi cabaran yang besar dalam memastikan pembangunan yang lestari dan mampan. Kita sedaya upaya berusaha untuk melindungi dan menerapkan kelestarian dalam pembangunan alam sekitar di negara kita (Bernama, 2020). Penerapan elemen hijau ini adalah satu inisiatif yang tepat dalam menangani isu pemanasan global dan perubahan iklim yang ketara pada dunia masa kini bermula dari pelajar dan diselia oleh tenaga pengajar bidang hospitaliti.

5. KESIMPULAN

Penerapan elemen hijau dalam kurikulum bidang hospitaliti ini dilihat penting untuk melahirkan graduan yang mempunyai pengetahuan terhadap Matlamat Pembangunan Mampan (SDGs- *Sustainable Development Goals*) yang merangkumi sosio, ekonomi dan alam sekitar. Ianya juga memupuk graduan supaya mempunyai pengetahuan terhadap keperluan semasa dan bertanggungjawab terhadap penggunaan bahan mentah, tenaga, air, dan alam sekitar agar tidak menjejaskan keperluan generasi masa depan. Namun, jika dilihat kepada hasil dapatan kajian ini, penerapan elemen hijau adalah pada kadar peratus yang sangat rendah dalam silibus bidang hospitaliti. Pengkaji mencadangkan pembangunan kurikulum khususnya silibus subjek perlu mengikut pelan *BSGPC 2021-2026* dengan meletakkan elemen hijau pada kesemua silibus subjek teori dan juga amali supaya perlaksanaan elemen hijau dapat dilestarikan dan menjadi amalan baik untuk semua subjek yang diajar di Kolej Komuniti Malaysia. Bagi kajian seterusnya pengkaji mencadangkan kajian dibuat dalam bentuk ruang lingkup yang lebih besar iaitu kluster hospitaliti yang mana melibatkan program bidang pelancongan dan juga pengurusan acara.

RUJUKAN

- Azmi, M. N. F., & Radzuan, I. S. M. (2021). *Persepsi Pelajar Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) Terhadap Kepentingan Pembangunan Hijau di Malaysia*. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 1459-1472.
- Bernamea. (2020). 'Menangani Isu Perubahan Iklim Melalui Gaya Hidup Lestari: Keratan Akhbar Online: <https://www.bernama.com/bm/tintaminda/news.php?id=1858901>
- Farahwahida, M. Y., Arieff Salleh, R., Salwa, M., Siti Hajar, M. S., dan Teh Ubaidah, N. (2013). *Green Technology Management in the Muslim World*. *Jurnal Teknologi*, 65 (1), 107-115.
- Bushra, L. I. (2020). *Teknologi Hijau dalam Arus Pembangunan Negara dan Amalan Masyarakat*. *Jurnal Refleksi Kepemimpinan*, Jilid III, Nov. 2020. ISSN 2636-9885.
- Jabatan Pendidikan Politeknik. 2015. *Malaysian Polytechnic Polygreen Blueprint 2015*. Putrajaya, Malaysia: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. 2020. *Blueprint SmartGreen PolyCC 2021-2026*. Putrajaya, Malaysia: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti. (2020). *Dokumen Kurikulum Sijil Kolej Komuniti Semakan Disember 2020*. Putrajaya, Malaysia: Bahagian Kurikulum Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti.
- Kamarudin, A. B., Mohd Fazli, M. S., Md Nor Hayati, T., Ismi Rajiani, dan Norhana, M. (2011). *Green Technology Compliance in Malaysia for Sustainable Business Development*. *Journal of Global Management*, 2 (1), 55-65.
- Norizan H., Hussin S. and Hasimah A. R. (2017). *Strategi Penerapan Elemen Islam Dalam Pembangunan Teknologi Hijau*. *e-Jurnal Penyelidikan & Inovasi*. Vol 4 (2) September 2017 pp 250-266
- Soetopo, H., & Sumanto, W. (1991). *Pembinaan dan Pengembangan Kurikulum: Sebagai substansi problem administrasi pendidikan*. PT. Bumi Aksara.
- Zurina A. S. & Er A. C. (2017). *Penggunaan bekas makanan mesra alam di Malaysia: Kajian awal pengetahuan dan kesanggupan pelajar Universiti Kebangsaan Malaysia*. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 12(10). Issue 10, pp 113 - 126

Faktor Yang Mempengaruhi Kepenggunaan Hijau Dalam Kalangan Masyarakat: Penelitian Literatur

Ahmad Al-Munzir Ridzuan

Kolej Komuniti Lahad Datu, Sabah

munzir5059@gmail.com

ABSTRAK

Kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat adalah sangat penting untuk mengurangkan isu berkaitan pencemaran alam sekitar. Walau bagaimanapun, kefahaman akan kepentingan kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat masih diperingkat awal. Justeru, makalah ini akan meneliti faktor-faktor kecenderungan terhadap kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Ia menggunakan kaedah penelitian literatur iaitu melalui penelitian terhadap beberapa sumber yang berkaitan dengan tajuk. Secara makronya, penelitian ini akan memperkembangkan lagi bidang kepenggunaan amnya dan kepenggunaan hijau khususnya. Secara mikronya pula, penelitian ini membawa kepada pembentukan satu kerangka konsep kecenderungan terhadap kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Hasil penelitian mendapati bahawa terdapat tujuh faktor kecenderungan terhadap kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat iaitu (1) demografi, (2) norma sosial, (3) pengaruh ekologi, (4) pembungkusan, labuh dan ramuan, (5) literasi ekologi, (6) sikap terhadap alam sekitar dan (7) keprihatinan terhadap alam sekitar. Walau bagaimanapun, penelitian mendapati bahawa faktor norma sosial merupakan faktor utama kepada kecenderungan terhadap kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat.

Kata Kunci: Kepenggunaan hijau, masyarakat, penelitian literatur.

1. PENGENALAN

Alam ini merupakan anugerah dan amanah Allah s.w.t kepada manusia. Tidak terhenti sekadar itu sahaja, Allah s.w.t turut mengurniakan pelbagai lagi nikmat didalamnya. Justeru, ia perlu dijaga dengan sebaiknya kerana kebergantungan manusia kepada alam adalah sangat tinggi. Keindahan alam kurniaan-Nya ini juga telah dijelaskan dalam al-Quran dalam surah Taha ayat 53 hingga 54 yang bermaksud:

“(Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bumi bagi kamu sebagai hamparan, dan ia telah mengadakan bagi kamu padanya jalan-jalan lalu-lalang; dan ia juga telah menurunkan hujan dari langit. Maka Kami keluarkan dengannya berjenis-jenis tanaman dan buah-buahan yang berlainan keadaannya. Makanlah kamu daripadanya dan berilah makan binatang-binatang ternak kamu; sesungguhnya semuanya itu mengandungi tanda-tanda yang membuktikan kemurahan Allah, bagi orang-orang yang berakal fikiran.

Realitinya, pembangunan negara yang semakin pesat dini hari merupakan faktor penyebab kepada kemerosotan kualiti alam sekitar. Hal ini seiring dengan peningkatan pembelian dan penggunaan produk kesan daripada peningkatan pendapatan, kemajuan teknologi dan pertambahan penduduk (Adnan & Hamdan, 2018). Padahal, isu alam sekitar kini bukan melibatkan kerosakan pada flora dan fauna semata-mata bahkan turut memberi kesan kepada masalah kesihatan, sosial dan ekonomi negara. Oleh itu, adalah sangat penting untuk mempertingkatkan pengetahuan masyarakat tentang peri pentingnya menjaga alam sekitar. Allah s.w.t telah menjelaskan dalam surah al-Rum ayat 41 yang bermaksud:

“Telah timbul berbagai kerosakan dan bala bencana di darat dan di laut dengan sebab apa yang telah dilakukan oleh tangan manusia; (timbulnya yang demikian) kerana Allah hendak merasakan mereka sebahagian dari balasan atas perbuatan-perbuatan buruk yang mereka telah lakukan, supaya mereka kembali (insaf dan bertaubat)”.

Lazimnya, kepenggunaan hijau lebih dikaitkan dengan masyarakat di negara maju (Adnan & Hamdan, 2018). Namun begitu, kebanyakan masyarakat selain daripada negara maju pada hari ini juga mula menyedari bahawa tingkah laku pembelian mereka sebenarnya telah memberi kesan yang besar terhadap kelestarian alam sekitar. Hal ini berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Biloslavo dan Trnavcevic (2009) yang mendapati bahawa 50 peratus masyarakat global yang ditemu ramah memilih untuk membeli produk dari pengedar yang mempunyai reputasi penjagaan persekitaran yang baik. Terdapat juga juga penelitian lain yang mendapati bahawa kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat adalah masih diperingkat awal (Goh & Wahid, 2014). Walau apa jua situasinya, penawaran dan pembelian produk yang mesra alam harus menjadi amalan oleh masyarakat di dunia ini bagi memastikan alam ini terus terpelihara.

Secara asasnya, kepenggunaan hijau merujuk dalam konteks ini merujuk kepada kesediaan dan pertimbangan seseorang untuk memilih produk yang mempunyai ciri-ciri mesra alam berbanding produk konvensional yang lain dalam proses pembelian (Rashid, 2009). Justeru, makalah ini akan meneliti faktor yang mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat.

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan kaedah penelitian literatur dengan penelitian terhadap beberapa sumber yang berkaitan dengan tajuk. Ia diharapkan berupaya untuk dimanfaatkan dalam proses menelusuri data yang berkaitan untuk dibahas dalam makalah ini. Proses pengumpulan data dilakukan melalui prosedur carian sistematik. Ia merangkumi pencarian kata kunci seperti “pembelian hijau” dan penggunaan hijau”. Berdasarkan data yang telah diperolehi, ia akan dikonseptualkan melalui penganalisan secara kandungan ketara (*manifest content*) dan kandungan tidak ketara (*latent content*).

3. KEPUTUSAN

Secara amnya, dapatan penelitian mendapati bahawa terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Hal ini disebabkan oleh setiap pengkaji mempunyai pandangan yang berbeza tentang faktor yang mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Ia berkemungkinan disebabkan faktor situasi dan sudut pandang yang berbeza. Justeru, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap kajian-kajian lepas, faktor yang mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat boleh dikategorikan kepada tujuh.

3.1 Faktor Demografi

Secara amnya, dapatan penelitian Straughan dan Roberts (1999) menunjukkan bahawa faktor demografi seperti umur, jantina dan tahap pendidikan merupakan antara faktor yang mempengaruhi kecenderungan masyarakat terhadap kepenggunaan hijau. Berdasarkan kriteria faktor demografi tersebut, Lee (2008) serta Pickett-Baker dan Ozaki (2008) berpandangan bahawa faktor jantina merupakan faktor yang sesuai untuk diteliti bagi melihat kecenderungan masyarakat terhadap kepenggunaan hijau.

Hal ini berbeza dengan Paco dan Raposo (2009) yang berpandangan bahawa penelitian terhadap faktor jantina semata-mata bukanlah faktor demografi yang baik dalam segmentasi sesebuah penyelidikan. Justeru itu, mereka berpandangan bahawa faktor tersebut wajar disesuaikan dengan faktor usia, tahap pendidikan dan jumlah pendapatan.

3.2 Faktor Norma Sosial

Menurut Kalafatis, Pollard, East dan Tsogas (1999), norma sosial merujuk kepada tindakan yang harus dilakukan atau tidak harus dilakukan oleh seseorang individu. Dalam konteks ini, dapatan penelitian Lee (2008) menunjukkan bahawa pengaruh norma sosial merupakan faktor utama dalam mempengaruhi kecenderungan masyarakat di Hong Kong dalam melakukan pembelian. Hakikatnya, dapatan ini adalah selari dengan dapatan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kalafatis, Pollard, East dan Tsogas (1999) yang menunjukkan bahawa norma sosial sangat mempengaruhi kecenderungan masyarakat di United Kingdom untuk membeli dan mengguna produk yang mesra alam. Berdasarkan daripada kedua-dua penelitian ini, norma sosial memberikan kesan yang sangat signifikan terhadap kecenderungan masyarakat dalam kepenggunaan hijau (Lee & Green, 1991).

3.3 Faktor Pengaruh Ekologi

Menurut Kamus Dewan (2005), ekologi merupakan hubungan antara makhluk hidup dengan persekitarannya. Dalam konteks ini, Chan dan Lau (2000) menyatakan bahawa pengaruh ekologi merujuk kepada tahap emosi atau sensitiviti individu terhadap isu-isu persekitarannya. Menurut penelitian mereka lagi, pengaruh ekologi merupakan antara faktor yang mempengaruhi masyarakat di negara China untuk membeli dan menggunakan produk mesra alam. Penelitian ini diperkukuhkan lagi dengan dapatan penelitian Ip (2003) yang menunjukkan bahawa masyarakat di negara China lebih cenderung untuk membeli produk racun serangga mesra alam berbanding produk racun serangga konvensional disebabkan oleh kekuatan faktor ekologinya.

Kajian Lee (2008) serta Pickett-Baker dan Ozaki (2008) juga turut mendapati dalam penelitian mereka bahawa faktor ekologi turut membantu dalam membentuk sikap masyarakat dalam membuat keputusan berbanding pemikiran rasional mereka. Oleh itu, Hartmann dan Apaolaza (2006) mencadangkan agar pengeluar dan pengedar produk mesra alam menambah nilai emosional dalam produk dan jenama mereka untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manfaat pembelian dan penggunaan produk tersebut.

3.4 Faktor Pembungkusan, Label dan Ramuan

Menurut Rashid (2009), faktor pembungkusan, label dan ramuan merupakan faktor yang mempengaruhi kecenderungan masyarakat yang cakna terhadap keperluan menjaga alam sekitar. Walau bagaimanapun, dapatan penelitian oleh D'Souza, Taghian, Lamb dan Peretiakos (2006) adalah berbeza. Keputusan penelitian mereka mendapati bahawa faktor kecenderungan masyarakat terhadap kepenggunaan hijau kurang dipengaruhi oleh faktor pembungkusan, label dan ramuan produk. Namun begitu, mereka juga tidak menafikan faktor pembungkusan, label dan ramuan mesra alam menjadi faktor pemilihan produk dalam kalangan masyarakat yang berpengetahuan atau berpengalaman dalam menggunakan produknya.

Menariknya, dapatan penelitian empirikal disanggah oleh dapatan penelitian oleh sebahagian daripada mereka dalam kajian yang lain. Dapatan ini pula menunjukkan bahawa faktor pembungkusan, label dan ramuan mesra alam turut mempengaruhi kecenderungan masyarakat terhadap pembelian dan penggunaan produk mesra alam (D'Souza, Taghian & Lamb, 2006). Walau bagaimanapun, aspek kualiti dan harga produk mesra alam turut menjadi pertimbangan

dalam kalangan masyarakat. Oleh itu, D'Souza, Taghian dan Lamb (2006) diakhir penelitiannya merumuskan bahawa masyarakat sukar berkompromi dengan dua aspek tersebut. Justeru, pengeluar dan pengedar perlu mengambilkira kedua-dua aspek tersebut dalam penghasilan dan pedaran produk mesra alam mereka.

3.5 Faktor Literasi Ekologi

Literasi ekologi dalam konteks ini merujuk kepada pengetahuan tentang persekitaran dalam kalangan masyarakat (Getzner & Grabner-Krauter, 2004). Dapatan penelitian oleh Chan dan Lau (2000) mendapati bahawa literasi ekologi dalam kalangan masyarakat di negara China menyebabkan kecenderungan terhadap kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat adalah tinggi. Dalam penelitian yang lain pula oleh Laroche, Bergeron dan Barbaro-Forleo (2001) mendapati bahawa faktor literasi ekologi menyebabkan masyarakat bersedia untuk membayar lebih tinggi bagi mendapatkan produk mesra alam.

3.6 Faktor Sikap Terhadap Alam Sekitar

Menurut Lee (2008) serta Steg dan Vlek (2009), sikap terhadap alam sekitar merujuk kepada penilaian individu terhadap keperluan dalam melindungi dan melestarikan alam sekitar dalam lingkungannya. Walau bagaimanapun, faktor ini bukanlah faktor yang kuat dalam mempengaruhi kepenggunaan masyarakat. Hal ini berdasarkan penelitian empirikal yang dilakukan oleh Lee (2008) terhadap masyarakat Hong Kong yang menunjukkan bahawa faktor ini menduduki tangga kedua terendah berbanding faktor-faktor lain.

Walaupun bagaimanapun, dapatan penelitian oleh Schuhwerk dan Lefkoff-Hagius (1995) berlaku sebaliknya. Menurut mereka, faktor sikap terhadap alam sekitar merupakan antara faktor utama dalam mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat yang tinggal khususnya dalam kawasan hijau (*green area*).

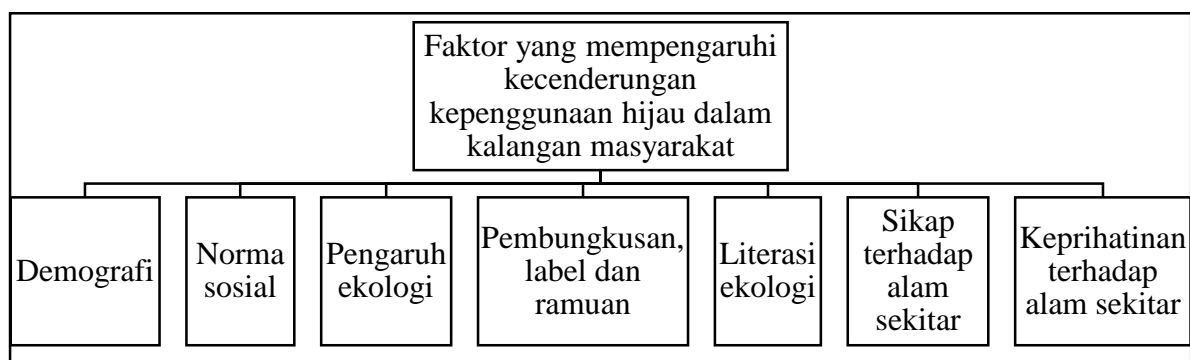
3.7 Faktor Keprihatinan Terhadap Alam Sekitar

Menurut Lee (2008) serta Said, Ahmadun, Paim dan Masud (2003), keprihatinan masyarakat terhadap alam sekitar atau ekosistem juga merupakan faktor yang boleh mempengaruhi masyarakat dalam membuat pembelian produk mesra alam. Paco dan Raposo (2009) berpandangan bahawa keprihatinan masyarakat terhadap alam sekitar terbentuk melalui pengetahuan dan emosi dalam isu alam sekitar. Walau bagaimanapun, keprihatinan terhadap alam sekitar kadang-kala juga tidak akan mengubah kecenderungan masyarakat memilih produk mesra alam. Hal ini sebagaimana dapatan penelitiannya terhadap masyarakat Hong Kong khususnya dalam kalangan remaja (Paco & Raposo, 2009).

4. PERBINCANGAN

Pembangunan industri dan pertambahan penduduk merupakan penyumbang utama kepada permasalahan alam sekitar kini (Al'Azmi, 2018). Sehingga tahun 2020, Malaysia menduduki tangga ke-75 berbanding 180 buah negara dalam indeks prestasi alam sekitar (*Indeks Prestasi Alam Sekitar, Malaysia Di Kedudukan Ke-75, 2020*). Faktor penyumbang kepada kedudukan ini adalah berpunca dari kepenggunaan yang tidak sihat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, faktor ini menyumbang kepada 30 peratus hingga 40 peratus terhadap pencemaran alam sekitar (Chekima, Wafa, Lgau & Chekima, 2015).

Oleh itu, kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat merupakan solusi bagi mengurangkan isu alam sekitar seterusnya berupaya menambahbaik kedudukan Malaysia dalam indeks prestasi alam sekitar. Dalam hal ini, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat seperti berikut:



Rajah 1: Ringkasan faktor yang mempengaruhi kecenderungan hijau dalam kalangan masyarakat

Berdasarkan penelitian oleh Kalafatis, Pollard, East dan Tsogas (1999), faktor norma sosial merupakan faktor yang paling utama kecenderungan kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Hal ini seiring dengan dapatan penelitian terdahulu oleh Lee dan Green (1991) yang menyatakan bahawa faktor norma sosial mempunyai hubungan yang signifikan dalam membentuk kecenderungan masyarakat. Menurut Pickett-Baker dan Ozaki (2008), faktor norma sosial adalah penting untuk membentuk sikap kebertanggungjawaban ekologi.

Tuntasnya, semua faktor yang telah dinyatakan memberi kesan terhadap kecenderungan masyarakat terhadap pekggunaan hijau. Walau bagaimanapun, faktor norma sosial adalah faktor yang paling dominan terhadap kecenderungan kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat.

5. KESIMPULAN

Makalah ini merupakan satu penelitian literatur terhadap faktor kecenderungan masyarakat terhadap kepenggunaan hijau. Justeru, penemuan dalam makalah ini berupaya menyumbang kepada kepada pertambahan dan pengembangan pengetahuan dalam bidang kepenggunaan amnya dan kepenggunaan hijau khususnya. Di Malaysia, pembudayaan kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat masih diperingkat awal (Goh & Wahid, 2014). Justeru, pelbagai pihak perlu berganding bahu dalam memperkasa kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat. Tindakan kerajaan persekutuan menetapkan hari Sabtu dan Ahad mewajibkan semua pasaraya tidak memberikan beg plastik kepada pengguna merupakan suatu usaha permulaan ke arah membudayakan kepenggunaan hijau yang baik. Justeru, pelbagai lagi usaha perlu dilakukan bagi meningkatkan lagi kepenggunaan hijau dalam kalangan masyarakat.

RUJUKAN

- Adnan, M. H. & Hamdan, D. D. (2018). Kefahaman dan amalam kepenggunaan hijau dalam kalangan pengguna Sabah dan peranan komunikasi. *Jurnal Komunikasi Borneo* 6, 65– 92.
- Al'Azmi, M. A. (2018). Faktor yang mempengaruhi niat pembelian produk hijau dalam kalangan pengguna di Lembah Klang, Malaysia. Universiti Putra Malaysia.
- Biloslavo, R. & Trnavcevic, A. (2009). Web sites as tools of communication of a “green” company. *Management Decision*, 47(7), 1158–1173.

- Chan, R. & Lau, L. B.Y. (2000). Antecedents of green purchases: a survey in China. *Journal of Consumer Marketing*, 17(4), 338–357.
- Chekima, B., Wafa, S. A. W. S. K., Lgau, O. A. & Chekima, S. (2015). Determinant factors of consumers' green purchase intention: The moderating role of environmental advertising. *Asian Social Science Journal*, 11(10), 318–329.
- D'Souza, C., Taghian, M. & Lamb, P. (2006). An empirical study on the influence of environmental labels on consumers. *Corporate Communications: An International Journal*, 11(2), 162–173.
- D'Souza, C., Taghian, M., Lamb, P. & Peretiatkos, R. (2006). Green products and corporate strategy: An empirical investigation. *Society and Business Review*, 1(2), 144–157.
- Getzner, M. & Grabner-Krauter, S. (2004). Consumer preferences and marketing strategies for “green shares”: Specifics of the Austrian market. *The International Journal of Bank Marketing*, 22(4), 260–278.
- Goh, Y. N. & Wahid, N. A. (2014). A review on green purchase behaviour trend of Malaysian consumers. *Asian Social Science*, 11(2), 103–110.
- Hartmann, P. & Apaolaza, V. (2006). Green value added. *Marketing Intelligence & Planning*, 24(7), 673–680.
- Indeks prestasi alam sekitar, Malaysia di kedudukan ke-75. (2020, September 6). Berita RTM. <https://berita.rtm.gov.my/index.php/nasional/21497-indeks-prestasi-alam-sekitar-malaysia-di-kedudukan-75>
- Ip, Y. K. (2003). The marketability of eco-products in China's affluent cities: a case study related to the use of insecticide. *Management of Environment Quality an International Journal*, 14(5), 577–589.
- Kalafatis, S. P., Pollard, M., East, R. & Tsogas, M. H. (1999). Green marketing and Ajzen's theory of planned behaviour: a cross-market examination. *Journal of Consumer Marketing*, 16(5), 441–460.
- Kamus Dewan (4th ed.). (2005). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Laroche, M., Bergeron, J. & Barbaro-Forleo, G. (2001). Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products. *Journal of Consumer Marketing*, 18(6), 503–520.
- Lee, C., & Green, R. T. (1991). Cross-cultural examination of the fishbein behavioural intentions model. *Journal of International Business Studies*, 22(2), 289–305.
- Lee, K. (2008). Opportunities for green marketing: young consumers. *Marketing Intelligence & Planning*, 26(6), 573–586.
- Paco, A. D. & Raposo, M. “Green” segmentation: an application to the Portuguese consumer market. *Marketing Intelligence & Planning*, 27(3), 364–379.

- Pickett-Baker, J. & Ozaki, R. (2008). Pro-environmental products: marketing influence on consumer purchase decision. *Journal of Consumer Marketing*, 25(5), 281–293.
- Said, A. M., Ahmadun, F., Paim, L. & Masud, J. (2003). Environmental concerns, knowledge and practices gap among Malaysian teachers. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(4), 305–313.
- Schuhwerk, M. E. & Lefkoff-Hagius, R. (1995). Green or not-green? Does type of appeal matter when advertising a green product? *Journal of Advertising*, 24(2), 45–55.
- Steg, L. & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309–317.
- Straughan, R. D. & Roberts, J. A. (1999). Environmental segmentation alternatives: a look at green consumer behavior in the new millennium. *Journal of Consumer Marketing*, 16(6), 558–575.
- Rashid, N. R. N. A. (2009). Awareness of eco-label in Malaysia's green marketing initiative. *International Journal of Business and Management*, 4(8), 132–141.

Immunonutrition For Preventive Fish Health Towards Sustainable Aquaculture

Mohamad Azri Mohammad & Siti Norisikin Binti Abas

Aquaculture Unit, Jerantut Community College, Pahang

cikguae@gmail.com

ABSTRACT

Rapid advances in aquaculture necessitate the use of enormous quantities of formulated feeds which have provided adequate nutrition to farm animals. Appropriate nutrition is required to maintain excellent growth and health in aquaculture animals but also to avoid sickness. The concept of emphasizing perfect nutrition in fish as a disease prevention measure to reduce the use of substances to treat fish diseases with the tagline 'prevention is better than cure'. Ingredients, additive, and technology in fish feed have brought vast positive value towards improving aquaculture culture species as immunonutrition for preventive health. Preventive health decreases the need of disease treatments such as antimicrobial medicines and therapeutants, which endangers both the environment and human health. Nevertheless, little knowledge regarding the immune system in fish occurred with the wide variety of fish and demanded further exploration to fully implement immunonutrition towards sustainable aquaculture.

Keywords: immunoresponse, fish nutrition, preventive health

1.0. INTRODUCTION

Rapid advances in aquaculture necessitate the use of enormous quantities of formulated feeds today. Aquaculture farmers choose formula feeds such as fish pellets, which have provided adequate nutrition to farm animals. Manufacturers of fish pellets are competing to offer products that are supposed to be healthy for each fish development stage and are reasonably priced. The challenge for producers is to provide feed that stimulates the growth of aquatic animals and has the potential to improve health. Fish nutrition is critical in succeeding in a livestock culture, particularly for aquatic animals (Oliva-Teles, 2012). Appropriate nutrition is required to maintain excellent growth and health in aquaculture animals but also to avoid sickness. This is one of the preventions of disease outbreaks from farm aquaculture animals, leading to economic losses due to mass mortality in a short period. The concept of emphasizing perfect nutrition in fish as a disease prevention measure has been expressed in previous studies (Kiron, 2012; Oliva-Teles, 2012 & Pohlenz & Gatlin, 2014; Vallejos-Vidal et al. 2016). This concept is practiced to reduce the use of substances to treat fish diseases with the tagline 'prevention is better than cure'. Treatments for diseases such as antibiotics and chemotherapeutants bring side effects to humans and the environment (Kiron, 2012). This is to ensure that aquaculture remains sustainable in contributing to human needs and caring for the environment. Knowledge of the appropriate nutrition for aquaculture livestock is just as necessary as making food formulations using suitable ingredients (Pohlenz & Gatlin, 2014). However, nutrient requirements, food ingredients, and food formulations vary and depend on the livestock species, such as dietary habits and morphology. The present review covers the current status of applying functional feed ingredients and technology towards improving the immunocompetence of culture species in aquaculture. The objective of study is to determine the fish ingredients, feed additive and technology in fish nutrition that act as immunonutrition for preventive health towards sustainable aquaculture.

2.0. LITERATURE REVIEW

2.1. Fish Immunoresponse

To understand how the immunoresponse mechanisms in fish, we need to know the nature of the fish itself. Fish are poikilotherm animals whose body temperature is influenced mainly by the environment and needs to adapt to survive. Therefore, the fish's immune responses are the combination of innate and adaptive responses, and constant exposure to the environment facilitates the transmission of disease (Kiron, 2012). According to Vallejos-Vidal et al. (2016), innate is the first line of fish immune defense and is critical in disease resistance and adaptive function as delayed but long-lasting immunity and is a significant element of inadequate immunization. The defense starts at physical barriers (mucosae) to prevent pathogens from entering fish. When the pathogen successfully evades the barrier, innate immune will elicit an immediate response but is non-specific. The last layer of defense, adaptive, provide specific full coverage of immunoresponse with the help of T cells and B cells of lymphocytes. Rauta et al. (2012) mentioned that the immune system identifies antigens (typically proteins) on the surface of microorganisms, including bacteria or viruses, and assaults and destroys them during an immunological response. Meanwhile, immunocompetence is the body's capacity to create a proper immunological response after being exposed to an antigen (Oliva-Teles, 2012).

2.2. Immunonutrition

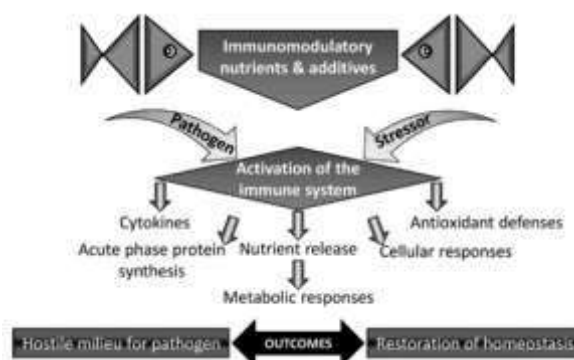


Figure 1 : The concept of immunonutrition in preventive health. Source (Kiron, 2012).

Among the things necessary to optimize fish health, aquaculture farmers need to emphasize appropriate feed and feeding regimes. At the larval and juvenile stages, nutritional imbalances occur, resulting in growth inhibition, lack of disease resistance, and low survival rates (Kiron, 2012). According to Oliva-Teles (2012), nutrient digestion in diverse feedstuffs, metabolic utilization, nutrient interactions may differ between species and connect to the species' fundamental feeding habits. All these factors studied are essential to ensure the success of the concept of immunonutrition in aquaculture. The idea of immunonutrition in preventive health by Kiron (2012) is stated in Figure 2. Manipulation of nutrients (essential & non-essential) and additive will supply animals with additional ingredients in boosting immunity to disease attacks. When pathogens and stressors attack fish, the immune system will be activated where cytokines, antioxidant defenses, acute phase proteins, and cellular responses perform a protection mechanism. The outcome is a hostile milieu for pathogen and restoration of homeostasis. Oliva-Teles (2012) suggested that proper nutritive/additive/technology can provide improvement of pathogen discovery and identification, pathogen eradication, and immunological memory growth and formation in the fish immune system.

3.0. METHODOLOGY

This study was performed in June 2021. All of the data originates from secondary sources, such as prior studies that are available online. The study reviewed connected subjects on fish immunocompetence and regarding fish ingredients, feed additive and technology in fish nutrition.

4.0. RESULT AND DISCUSSION

4.1. Fish ingredients in fish nutrition for improve immunoresponse

SPECIES	COUNTRY	TIME ADMINISTRATION	INCLUSION LEVEL	EFFECT	SOURCE
<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (Giant freshwater prawn)	India	90 days	50% <i>Spirulina platensis</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> and <i>Azolla pinnata</i> (replacement of fish meal)	Decreased level of enzymatic antioxidants activities and improve health of postlarvae	(Radhakrishnan et al., 2014)
<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Yellow catfish)	China	65 days	25% black soldier fly larvae (BSFL) - (replacement of fish meal)	Improve growth performances and enhance the immunocompetence of the fish	(Xiao et al., 2018)
<i>Cyprinus carpio</i> (Common carp)	Vietnam	9 weeks	0.25 g/kg diet of linseed oil and sunflower oil (replacement of fish oil)	Conversion of β -glucan for sustaining a good immunocompetence status of fingerlings.	(Nguyen et al., 2019)
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nile tilapia)	Egypt	10 weeks	66% methylated soy protein isolates (replacement of fish meal)	Good immune-modulating substance and improved gut health of fingerlings.	(Amer et al., 2020)
Hybrid groupers	China	8 weeks	50 % peptides from swine blood (replacement of fish meal)	Significantly influences the microbial profile and nutritional status of juveniles.	(He et al., 2021)
<i>Cyprinus carpio</i> (Common carp)	China	16 weeks	5% ultra-micro ground mixed plant proteins	Impairs gut and liver health and negatively affects intestinal microbiota.	(Xie et al., 2021)

			(replacement of fish meal)		
--	--	--	----------------------------	--	--

4.2. Addictive in fish nutrition for improve immunoresponse

SPECIES	COUNTRY	TIME ADMINISTRATION	INCLUSION LEVEL	EFFECT	SOURCE
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nile tilapia)	Thailand	8 weeks	5 g kg ⁻¹ of <i>Elephantopus scaber</i> extract	Enhanced the humoral and mucosal immunity, promoted growth performance, and improved disease resistance of fingerlings.	(Doan et al., 2019)
<i>Channa argus</i> (Northern snakehead)	China	56 days	40 mg/kg flavonoids from <i>Allium mongolicum</i> Regel	Enhanced growth, antioxidant and immune response and regulated immune-related genes expression and increased disease resistance against <i>Aeromonas hydrophila</i> of fingerlings.	(Li et al., 2019)
<i>Micropterus salmoides</i> (Largemouth bass)	China	60 days	125–150 mg/kg Vitamin C	Enhance antioxidant and immune capacity without negative effects on the growth and feed utilization efficient of juvenile.	(Yusuf et al., 2020)
<i>Procambarus clarkia</i> (Red swamp crayfish)	China	8 weeks	0.15%–0.2% of <i>Codonopsis pilosula</i> polysaccharide	Improved the growth and immunity capacities	(Liu et al., 2020)
<i>Lates calcarifer</i> (Asian seabass)	Malaysia	90 days	150 mg kg ⁻¹ diet of astaxanthin	Improvements of hemato-biochemistry, non-specific immunity, and disease tolerance of Asian seabass against <i>Vibrio alginolyticus</i>	(Lim et al., 2021)

<i>Paralichthys olivaceus</i> (Japanese flounder)	Japan	7 days	2,000 mg/kg of ascorbic acid	Activating innate immune defense system in skin mucosal tissue of fish.	(Mori et al., 2021)
--	-------	--------	------------------------------	---	---------------------

4.3. Technology in fish nutrition for improve immunoresponse

SPECIES	COUNTRY	TIME ADMINISTRATION	TECHNOLOGY	EFFECT	SOURCE
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nile tilapia)	Egypt	60 days	Fermentation Technology - 100% fermented chicken manure	Bacteriologically safe fish pond fertilizer and fish feed of fingerlings	(Elsaidy et al., 2015)
<i>Totoaba macdonaldi</i> (Totoaba)	Mexico	17 days	Extrusion process in aquafeed	Improve the intestinal microbiome and enhances the performance of fish diets of fingerlings	(Barreto-Curiel et al., 2018)
<i>Nile tilapia, Oreochromis niloticus</i>	Egypt	10 weeks	Feeding regime - fish fasted and re-fed once or twice every other day and those that fasted and re-fed twice every third day.	Improve the growth performance, antioxidant activity, and health of fingerlings	(El-Araby et al., 2020)

Result showed that fish ingredients, additive and technology in fish nutrition could improve fish immunoresponse. Most of the fish ingredient used to replace fish meal in fish feed pellet. The main ingredient in fish feed is fish meal, which has seen a major price increase since 2006 (Das et al., 2018). The demand for fishmeal increasing over the year led to a shortage of supply. However, recent research has revealed that fish meal is the primary source of persistent organic pollutants (POPs), which can be harmful to human health when consumed. (Amer et al., 2020; He et al., 2021; Xie et al., 2021). Although used in small quantities, additive in fish feeding showed substantial results in improved fish health. Micronutrient such as Vitamin C and astaxanthin can improve fish immunity against certain fish disease (Yusuf et al., 2020; Lim et al., 2021). Manipulation of adequate inclusion amount and duration must be investigated further for different species and fish life cycle. Technology in fish nutrition such fermentation process, extrusion process in aqua feed and feeding regime may have effect on fish immunity system. Simple method such as fish fasted can be used to improve growth and health of fish as experimented recently by El-Araby et al. (2020).

5.0. CONCLUSION

Feed ingredients, additive, and technology have brought vast positive value towards improving aquaculture culture species as preventive health. Preventive health decreases the need of disease treatments such as antimicrobial medicines and therapeutants, which endangers both the environment and human health. Nevertheless, little knowledge regarding the immune system in fish occurred with the wide variety of fish and demanded further exploration to fully implement immunonutrition. Factors such as inclusion level, dosing period, and feeding regime need to be re-tuned so immunonutrition can support immunoresponse providing immunocompetence for sustainable aquaculture industry.

REFERENCES

- Amer, S. A., Ahmed, S. A. A., Ibrahim, R. E., Al-Gabri, N. A., Osman, A., & Sitohy, M. (2020). Impact of partial substitution of fish meal by methylated soy protein isolates on the nutritional, immunological, and health aspects of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Aquaculture*, 518(December 2019), 734871. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734871>
- Barreto-Curiel, F., Ramirez-Puebla, S. T., Ringø, E., Escobar-Zepeda, A., Godoy-Lozano, E., Vazquez-Duhalt, R., Sanchez-Flores, A., & Viana, M. T. (2018). Effects of extruded aquafeed on growth performance and gut microbiome of juvenile *Totoaba macdonaldi*. *Animal Feed Science and Technology*, 245(September), 91–103. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.09.002>
- Das, M., Rahim, F. I., & Hossain, M. A. (2018). Evaluation of fresh *azolla pinnata* as a low-cost supplemental feed for thai silver barb *barbonymus gonionotus*. *Fishes*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.3390/fishes3010015>
- Doan, H. Van, Hoseinifar, S. H., Sringarm, K., Jaturasitha, S., Khamlor, T., Dawood, M. A. O., Esteban, M. Á., Soltani, M., & Musthafa, M. S. (2019). Effects of elephant's foot (*Elephantopus scaber*) extract on growth performance, immune response, and disease resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology*, 93(June), 328–335. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.07.061>
- El-Araby, D. A., Amer, S. A., & Khalil, A. A. (2020). Effect of different feeding regimes on the growth performance, antioxidant activity, and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 528(March), 735572. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735572>
- Elsaidy, N., Abouelenien, F., & Kirrella, G. A. K. (2015). Impact of using raw or fermented manure as fish feed on microbial quality of water and fish. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 41(1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2015.01.002>
- He, Y., Guo, X., Tan, B., Dong, X., Yang, Q., Liu, H., Zhang, S., & Chi, S. (2021). Partial fishmeal protein replacement with peptides from swine blood modulates the nutritional status, immune response, and intestinal microbiota of hybrid groupers (female *Epinephelus fuscoguttatus* × male *E. lanceolatus*). *Aquaculture*, 533(November 2020), 736154. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736154>

- Kiron, V. (2012). Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Animal Feed Science and Technology*, 173(1–2), 111–133. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.015>
- Li, M., Zhu, X., Tian, J., Liu, M., & Wang, G. (2019). Dietary flavonoids from *Allium mongolicum* Regel promotes growth, improves immune, antioxidant status, immune-related signaling molecules and disease resistance in juvenile northern snakehead fish (*Channa argus*). *Aquaculture*, 501(December 2018), 473–481. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.011>
- Lim, K. C., Yusoff, F. M., Shariff, M., & Kamarudin, M. S. (2021). Dietary astaxanthin augments disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch, 1790), against *Vibrio alginolyticus* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 114(October 2020), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.03.025>
- Liu, F., Geng, C., Qu, Y. K., Cheng, B. X., Zhang, Y., Wang, A. M., Zhang, J. H., Liu, B., Tian, H. Y., Yang, W. P., Yu, Y. B., & Chen, Z. B. (2020). The feeding of dietary *Codonopsis pilosula* polysaccharide enhances the immune responses, the expression of immune-related genes and the growth performance of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Fish and Shellfish Immunology*, 103(January), 321–331. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.05.034>
- Mori, M., Ito, T., Washio, R., Shibasaki, Y., Namba, A., Yabu, T., Iwazaki, D., Wada, N., Anzai, H., Shiba, H., Nakanishi, T., & Mano, N. (2021). Enhancement of immune proteins expression in skin mucus of Japanese flounder *paralichthys olivaceus* upon feeding a diet supplemented with high concentration of ascorbic acid. *Fish and Shellfish Immunology*, 114(April), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.04.009>
- Nguyen, T. M., Mandiki, S. N. M., Tran, T. N. T., Larondelle, Y., Mellery, J., Mignolet, E., Cornet, V., Flamion, E., & Kestemont, P. (2019). Growth performance and immune status in common carp *Cyprinus carpio* as affected by plant oil-based diets complemented with β -glucan. *Fish and Shellfish Immunology*, 92(June), 288–299. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.06.011>
- Oliva-Teles, A. (2012). Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, 35(2), 83–108. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2011.01333.x>
- Pohlenz, C., & Gatlin, D. M. (2014). Interrelationships between fish nutrition and health. *Aquaculture*, 431, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.02.008>
- Radhakrishnan, S., Saravana Bhavan, P., Seenivasan, C., Shanthi, R., & Muralisankar, T. (2014). Replacement of fishmeal with *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Azolla pinnata* on non-enzymatic and enzymatic antioxidant activities of *Macrobrachium rosenbergii*. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 67(2), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.jobaz.2013.12.003>
- Rauta, P. R., Nayak, B., & Das, S. (2012). Immune system and immune responses in fish and their role in comparative immunity study: A model for higher organisms. *Immunology Letters*, 148(1), 23–33. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2012.08.003>

- Vallejos-Vidal, E., Reyes-López, F., Teles, M., & MacKenzie, S. (2016). The response of fish to immunostimulant diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 56, 34–69. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.06.028>
- Xiao, X., Jin, P., Zheng, L., Cai, M., Yu, Z., Yu, J., & Zhang, J. (2018). Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal protein as a fishmeal replacement on the growth and immune index of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture Research*, 49(4), 1569–1577. <https://doi.org/10.1111/are.13611>
- Xie, M., Xie, Y., Li, Y., Zhou, W., Zhang, Z., Yang, Y., Olsen, R. E., Ran, C., & Zhou, Z. (2021). The effects of fish meal replacement with ultra-micro ground mixed plant proteins (uPP) in practical diet on growth, gut and liver health of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Reports*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100558>
- Yusuf, A., Huang, X., Chen, N., Apraku, A., Wang, W., Cornel, A., & Rahman, M. M. (2020). Impact of dietary vitamin c on plasma metabolites, antioxidant capacity and innate immunocompetence in juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture Reports*, 17(June), 100383. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100383>

Kajian Keberkesanan Program *Geolocation Online Games* Anjuran Kelab Geomatik, Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kulim Kedah.

Azilawati Harun

Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kulim, Kedah

ABSTRAK

Permainan atas talian atau *online games* merupakan permainan yang perlu kepada kepakaran teknologi dan multimedia yang boleh dilaksanakan secara individu atau kumpulan yang kecil. Penggunaan permainan ini meningkat sejak akhir-akhir ini semenjak negara dilanda dengan wabak pandemik yang menghadkan kepada aktiviti di luar rumah, menjarak dengan individu lain sebanyak 1 meter dan aktiviti-aktiviti yang melibatkan ahli yang ramai. Oleh yang demikian, tujuan kajian ini ialah untuk mengkaji keberkesanan Program *Geolocation Online Games* anjuran Kelab Geomatik yang menggunakan aplikasi *appsheet* dan *google sheet* bagi membangunkan aplikasi permainan secara atas talian manakala data soalan soal selidik diproses menggunakan Microsoft excel 2020. Kaedah penggunaan aplikasi ini dapat mewujudkan aktiviti yang bermanfaat kepada pelajar supaya pelajar dapat mengikuti aktiviti dan membantu meningkatkan kemahiran insaniah pelajar walaupun terikat dengan prosedur operasi standard (SOP) yang ditetapkan oleh pihak berkuasa. Pembangunan aplikasi menggunakan kaedah ini mudah, tidak memerlukan kepada koding dan bahasa pemrogram membolehkan para penyarah membangunkan sendiri aplikasi mengikut program yang diperlukan serta mengurangkan penggunaan kertas di jabatan. Hasil daripada peratusan soalan selidik menunjukkan lebih 50 peratus menjawab pada skala 3 dan 4 sahaja. Ini menunjukkan program ini sangat berkesan dan bermanfaat kepada pelajar.

Kata Kunci: online games, geolocation, koding.

1. PENGENALAN

Aktiviti kelab di institusi pengajian tinggi (IPT) merupakan salah satu medium bagi meningkatkan kemahiran insaniah pelajar. Melalui aktiviti ini para pelajar dapat meningkatkan kemahiran berkomunikasi, kepimpinan, pembentukan jati diri pelajar, pembentukan emosi, jasmani rohani selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan (Malaysia, K. P., 2021). Pelbagai aktiviti dilakukan samaada di peringkat jabatan, institusi ataupun di peringkat kebangsaan atau di peringkat antarabangsa. Namun pada tahun 2020, seluruh dunia dilanda dengan Pandemik Covid 19 dan pada 24 Januari 2020 merupakan kes pertama Covid 19 berlaku di Malaysia yang melibatkan perlancongan dari cina di Johor (Mohamed, 2020). Sejak daripada ini sehingga kini semua aktiviti di semua institusi dilakukan secara atas talian bagi mengekang penyebaran virus Covid 19.

Pada Sesi Disember 2020, Kelab Geomatik Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah telah melaksanakan Program *Geolocation Online Games (GOG)* yang disertai oleh semua pelajar semester 1 dan pelajar semester 2 Program Diploma Geomatik (DGU). Taklimat untuk program ini disampaikan melalui Microsoft Teams oleh Pengarah Program. Setiap kumpulan peserta dibekalkan dengan arah panduan lokasi dan pautan aplikasi *GOG* yang dibangunkan dengan platform *Appsheets* dan *Google Sheet* melalui group Whatsapp. Masa yang diperuntukan untuk setiap kumpulan selama dua jam dimana para pelajar dikehendaki bergerak ke sesuatu lokasi berdasarkan arahan yang terdapat di aplikasi tersebut. Para pelajar dikehendaki memasang perisian *Global Position System (GPS)* di telefon bimbit sebelum menandakan lokasi yang dituju dan menjawab soalan dengan mengimbas *barcode*

yang dilekatkan di kawasan kemudahan PTSB tersebut . Semua pergerakan pelajar dan soalan yang dijawab oleh peserta dipantau oleh Ahli Jawatan Kuasa GOG di Jabatan.

Hasil daripada program ini, keputusan pelajar seperti ketepatan lokasi, penggunaan masa dan jumlah jawapan yang betul dijawab oleh peserta GOG diambil kira sebagai pemenang. Melalui program GOG ini para pelajar dapat mengetahui kemudahan-kemudahan yang terdapat di PTSB terutamanya pelajar baru dan secara tidak langsung dapat mengerat hubungan silaturrahim diantara pelajar senior dengan pelajar junior DGU. Oleh yang demikian objektif kajian ini bertujuan untuk melihat tahap keberkesanan program dari segi pengetahuan ilmu geomatik,.

2. ULASAN LITERATUR

Geolocation merupakan satu proses untuk mengenalpasti kedudukan sesuatu data spatial di atas permukaan bumi. Data spatial merupakan maklumat yang berkaitan dengan sesuatu lokasi seperti butiran geogarfi, nama tempat, data ketinggian, litupan tanah, hidrografi dan sempadan pentadbiran (Jamil, 2009). Dengan perkembangan teknologi satelit, lokasi data spatial mudah diperolehi dengan maklumat yang terkini dengan kewujudan sistem Global Positioning System (GPS) (Hua, 2015). Sistem GPS merupakan sistem navigasi penentuan posisi menggunakan satelit yang dikelola oleh Jabatan pertahanan Amerika Syarikat dan boleh diperolehi melalui penggunaan peralatan GPS atau melalui telefon mudah alih (Adikara, 2013). Penentuan lokasi ini boleh ditentukan samaada menggunakan koordinat mutlak atau koornat relative. Koordinat mutlak ialah kedudukan sesuatu objek ditentukan oleh koordinat latitude dan longitude manakala kedudukan relative ialah objek ditentukan oleh titik objek lain sebagai rujukan.

Dengan perkembangan sistem operasi berasaskan android di telefon pintar menyebabkan ramai pengguna menggunakannya untuk membangunkan pelbagai aplikasi samaada secara berbayar atau percuma secara atas talian (Rubin, 2021). Aplikasi merupakan satu bentuk teknologi atau satu produk yang dibangunkan oleh teknologi manakala atas talian merupakan sesuatu aktiviti yang melibatkan penyambungan kepada sistem internet bagi alatan teknologi tertentu (Ahmad Zaki et al., 2014). Contoh-contoh aplikasi yang dibangunkan dengan berasaskan android seperti Aplikasi Mudah Alih (Mobile apps) bagi Kursus Sains, Teknologi dan Kejuruteraan dalam Islam (M-istech) di Politeknik Malaysia yang dibangunkan oleh (Ahmad Fkrudin Mohamed Yusoff & Ammar Badruddin Romli, 2018) . Aplikasi ini dibangunkan dengan menggunakan alat pengarang Adobe Flash CS6 Platform Android dengan hasil dapatkan kajian menunjukkan para pensyarah dan para pelajar sangat berpuas hati (Fkrudin & Badruddin, 2018) . Namun untuk membangunkan aplikasi ini memerlukan kepada penelitian dan kepakaran di dalam pembangunan aplikasi mudha alih.

Selain itu, aplikasi yang dibangunkan oleh Mohd Suzeren Md Jamil, Roslee Rajikan, Noor Alaudin Abdul Wahab, Shahrul Nazmi Sannusi & Muhammad Hamiduddin Saat (2018) bertajuk MESRA@UKM' dalam Minggu Mesra Mahasiswa (MMM) 2018. Aplikasi ini dibangunkan dengan menggunakan alat pengarang Framework react native language javascript untuk pelantar Android dan iOS (Suzeren et. al., 2019). Keputusan kajian ini juga menunjukkan para pelajar pelajar berpuas hati dengan aplikasi ini. Aplikasi ini memerlukan kepada kemahiran menggunakan Bahasa pemrogram dan mahir di dalam pembangunan aplikasi mudah alih.

Terdapat juga kajian luar negara yang membangunkan aplikasi penentuan atau geolocation yang bertajuk Pemantauan Kegiatan Praktek Pengenalan Lapangan (Ppl) Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Dan Sistem Informasi Uin Alauddin Makassar Memanfaatkan Teknologi Web Service Geolocation. Aplikasi ini dibangunkan oleh A.Muhammad Syafar1 & Reza Maulana (2020) dengan bertujuan untuk membantu mahasiswa Jurusan Teknik Informatika dan Sistem Informasi bagi memantau kegiatan PPL di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Indonesia. Aplikasi ini melibatkan penggunaan Sistem Operasi Windows 7 Ultimate 64-bit, Google Chrome sebagai aplikasi browser, MySQL, PHP, XAMPP, Notepad++, Desain Grafis : Photoshop CS4, Microsoft Office and Microsoft Office Visio 2007 (A.Muhammad Syafar & Reza Maulana, 2020). Hasil daripada kajian ini, aplikasi ini dapat membantu para pembimbing untuk memantau peserta PPL secara real-time berdasarkan nilai koordinat dan menu chat bagi membolehkan para pembimbing untuk berinteraksi dengan peserta. Kaedah ini juga dilihat agak sukar dan memerlukan kepada kepakaran dalam bidang pembangunan aplikasi mudah alih dan juga bahasa pemrogram yang tinggi.

Dengan keadaan pandemik Covid 19 di negara ini yang masih membimbangkan, menghadkan kepada aktiviti secara beramai-ramai dan ditambah dengan keadaan aktiviti yang perlu kepada SOP menyebabkan banyak aktiviti pelajar terutamanya yang melibatkan aktiviti kelab dan ko-kurikulum tidak dapat dilaksanakan. Kedua-dua aktiviti ini amat diperlukan untuk melahirkan pelajar yang bersahsiah tinggi, berfikir, berkeyakinan, berkepimpinan dan berdisiplin. Kemahiran insaniah merupakan aspek penting kepada pelajar sebelum pelajar tamat pengajian supaya mereka mampu bersaing di pasaran kerja (Mohamed, 2014). Kemahiran ini termasuklah kemahiran menyelesaikan masalah, kemahiran menggunakan teknologi, kemahiran kerja berpasukan, kemahiran moral dan etika, kemahiran mengurus aktiviti dan kemahiran berkomunikasi (Ibrahim, 2012). Namun, disebabkan oleh pandemik melanda di negara ini, pelbagai persoalan yang timbul dikalangan pensyarah, pengajar ataupun fasilitator samaada aktiviti ini ditangguhkan atau ditukar dengan aktiviti lain yang boleh dilaksanakan dan memberi manfaat untuk bekalan mahasiswa (Rusuli, 2021).

Justeru, Memandangkan keadaan pandemic yang masih belum berakhir dengan kehidupan pelajar perlu diteruskan serta kemahiran insaniah perlu diterapkan kepada pelajar sebelum mereka tamat pengajian. Selain itu, *Key Performance Indicator* (KPI) jabatan dan politeknik perlu dicapai pada setiap tahun. Oleh kerana itu setiap pensyarah politeknik boleh mencuba dan menyesuaikan platform Google Sheet dan Appsheet di institusi masing-masing demi mencapai objektif dan kehendak pengguna. Google Sheet ialah produk tambahan yang disediakan kepada pengguna yang mempunyai akaun google bagi menghasilkan pangkalan data secara atas talian dengan percuma (Mohd Fariz et al., 2020). Appsheet pula ialah platform untuk membangunkan aplikasi mudah alih daripada sumber seperti sumber data seperti Google Drive, DropBox, Office 365, dan platform spreadsheet dan pangkalan data atas talian yang lain tanpa memerlukan sebarang koding. Aplikasi ini boleh dilakukan secara terus di Google Spreadsheet (Appsheet, 2021). Bagi Kelab Geomatik, Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah telah mengaplikasikan platform ini dengan membangunkan program GOG bagi memenuhkan aktiviti kelab dan KPI di Jabatan dan seterusnya Politeknik. Program ini mampu dilaksanakan dengan mematuhi SOP yang ditetapkan dimana semua aktiviti dilakukan secara atas talian dan pergerakan ahli kumpulan dilakukan secara berasingan dalam bilangan yang kecil di lokasi yang berlainan.

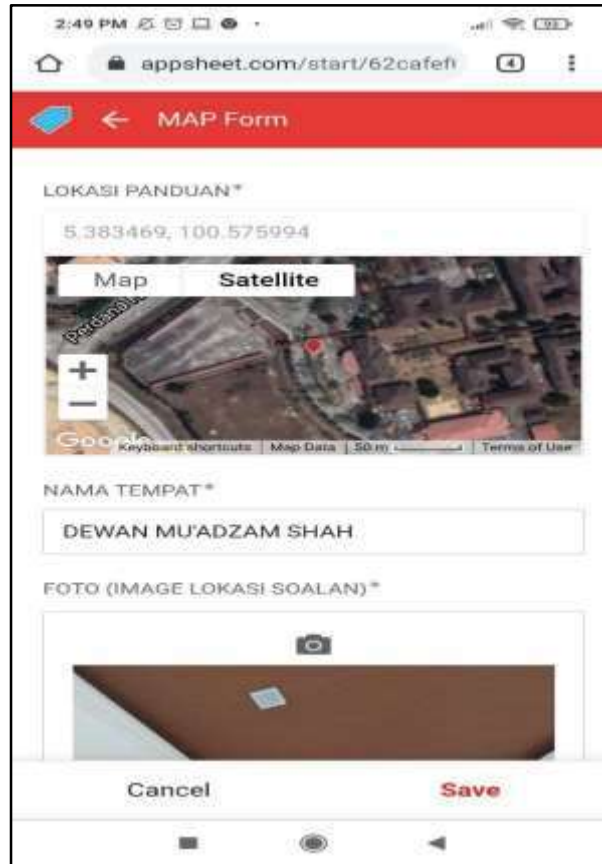
3. METODOLOGI

Kajian ini melibatkan seramai 30 orang pelajar semester 1 dan pelajar semester 2 DGU yang mengikuti program ini. Aplikasi *GOG* seperti di Rajah 1, Rajah 2 dan Rajah 3 disediakan bagi setiap kumpulan dengan menggunakan *link* yang dikongsi melalui aplikasi *Whatsaap*. Terdapat 10 kumpulan yang menyertai program ini yang terdiri daripada pelajar semester 1 dan semester 2 program DGU.

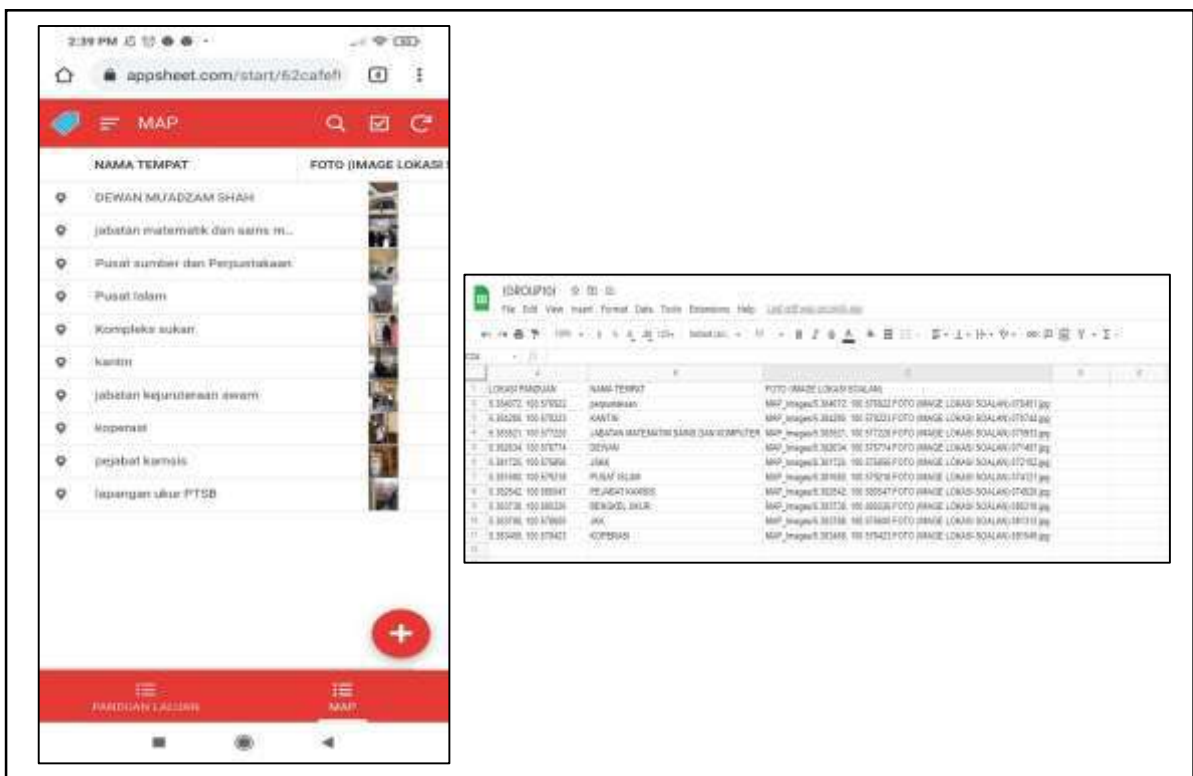


Rajah 1 : Menu pertama dan Menu Panduan Laluan

Rajah 1 menunjukkan Menu Utama dan dan Menu Panduan Laluan yang dibangunkan melalui platform *Appsheet*. Terdapat 10 lokasi dan panduan arah yang memerlukan setiap kumpulan bergerak ke lokasi mengikut panduan laluan kumpulan masing-masing. Setiap kumpulan menuju kearah yang berlainan dan tidak bertembung dengan kumpulan yang lain. Apabila peserta sampai ke lokasi berdasarkan panduan arah di aplikasi *GOG*, ketua kumpulan perlu *geocode* kedudukan yang secara *real time* dengan mengaktifkan aplikasi GPS di telefon pintar bagi merekod kedudukan kemudahan PTSB di google map dengan dibuktikan dengan gambar lokasi tersebut seperti paparan di Rajah 2. Apabila sampai ke lokasi para peserta dikehendaki mencari soalan yang disediakan di dalam bentuk sistem *barcode* yang ditampal di setiap lokasi laluan . Soalan yang disediakan berkenaan pengenalan dan pengiraan berkaitan dengan Program Geomatik sebelum meneruskan perjalanan ke laluan yang seterusnya.



Rajah 2 : Menu Geolocation Map



Rajah 3 : Paparan Hasil Geolocation

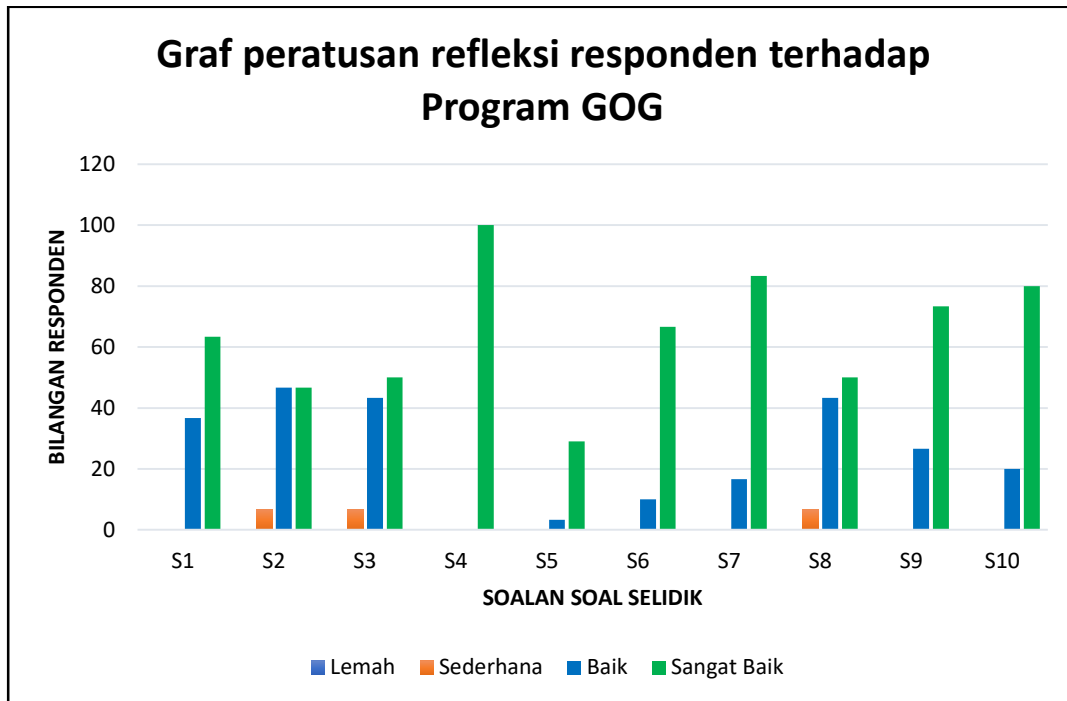
Rajah 3 menunjukkan hasil *geolocation* pelajar dimana kedudukan lokasi yang telah di *geocode* oleh pelajar ditunjukkan di *appsheet* dan di *googlesheet*. Koordinat bagi setiap lokasi dalam bentuk *latitud* dan *longitud* , nama tempat lokasi dan juga gambar dalam format JPEG juga direkodkan. Semua maklumat yang direkod ini boleh digunakan untuk berkongsi dengan pelajar lain yang tidak menyertai program ini melalui pautan yang dikongsi dengan peserta ini. Oleh yang demikian, program ini tidak hanya terhad kepada program ini sahaja bahkan boleh digunakan untuk program-program lain.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil daripada program ini, soalan soal selidik seperti di Rajah 4 diedarkan kepada peserta-peserta yang menyertai *GOG* ini untuk menilai tahap keberkesanan program *GOG*. . Seramai 30 orang responden yang terdiri daripada 18 orang pelajar perempuan dan 12 orang pelajar lelaki yang menyertai secara langsung program ini. Hasil daripada soalan soal selidik ini dianalisis mengikut peratusan untuk kemahiran penggunaan teknologi, kemahiran berkomunikasi, pengurusan masa dan kemahiran kepimpinan ditunjukkan di Rajah 5. Soalan ini disediakan dalam bentuk skala 1 hingga skala 4, dimana skala 1 menunjukkan lemah dan skala 4 menunjukkan sangat baik

BIL	SOALAN	1	2	3	4
S1	Saya berkemahiran menggunakan peralatan (Tools)			37	63
S2	Saya boleh berkomunikasi dengan pelajar lain		7	47	47
S3	Saya boleh bekerjasama dalam kumpulan		7	43	50
S4	Saya berupaya mengurus masa dengan baik		7	43	50
S5	Arahan yang diberikan mudah difahami			17	83
S6	Saya dapat mengenali rakan-rakan saya dengan lebih mendalam				100
S7	Saya suka kepada aktiviti yang berbentuk permainan			3	97
S8	Saya dapat mengikut arahan yang diberikan oleh AJK melalui aplikasi <i>GOG</i>			33	67
S9	Saya berpendapat program <i>GOG</i> sesuai dengan program saya			27	73
S10	Saya mengesyorkan organisasi ini sesuai untuk pelajar datang pada masa akan datang.			20	80

Rajah 4 : Soalan Soal Selidik dan bilangan responden mengikut skala



Rajah 5 : Hasil keputusan soalan soal selidik

Rajah 4 menunjukkan hasil keputusan soalan soal selidik yang terdiri daripada 10 soalan. S1 menunjukkan soalan yang berkaitan dengan saya berkemahiran menggunakan peralatan (Tools). Hasil daripada menunjukkan 63 peratus (19 orang) menjawab sangat baik dan 37 peratus(11 orang) menjawab pada skala baik. S2 menunjukkan soalan berkenaan dengan Saya boleh berkomunikasi dengan pelajar lain. Hasil responden menunjukkan 47 peratus (14 orang) menjawab soalan skala sangat baik, 47 peratus (14 orang) pada skala baik dan 7 peratus (2 orang) pada skala sederhana. Manakala S3 pula berkaitan dengan saya boleh bekerjasama dalam kumpulan. Hasil responden menunjukkan 50peratus (15 orang) menjawab sangat setuju, 43 peratus (13 orang) menjawab skala baik dan 7 peratus (2 orang) menjawab peringkat skala sederhana. Aspek pengurusan masa di nilai pada soalan S4 iaitu saya berupaya mengurus masa dengan baik. Hasil responden menunjukkan 50 peratus (15 orang) menjawab sangat baik, 43 peratus (13 orang) menjawab baik dan 7 peratus (2 orang) pada skala sederhana. Manakala S5 berkaitan dengan arahan yang diberikan mudah difahami. Hasil responden menunjukkan 83 peratus sangat baik dan 17 peratus (5 orang) menjawab pada skala baik.

Manakala soalan berkaitan dengan aspek peribada iaitu soalan S6 hingga S10. Soalan S6, berkaitan dengan Saya dapat mengenali rakan-rakan saya dengan lebih mendalam. Hasil jawapan responden menunjukkan keseluruhan responden menjawab pada skala 4. Ini menunjukkan melalui program GOG membantu para pelajar berinteraksi dengan pelajar lain samaada secara bersemuka atau secara atas talian. Soalan S7 berkaitan dengan saya suka kepada aktiviti yang berbentuk permainan .Hasil analisisi responden menunjukkan 97 peratus menjawab sangat baik dan seorang pelajar menjawab pada skala 3 iaitu baik. Ini sekaligus menunjukkan program yang berbentuk permainan sangat diminati oleh para pelajar pada hari ini. Bagi menilai tahap penyampaian maklumat yang disampaikan oleh AJK pelajar dan melalui program GOG, sebanyak 67 peratus menjawab sangat baik dan 33 peratus menjawab pada skala baik terhadap soalan S8 yang berkaitan dengan Saya dapat mengikut arahan yang diberikan oleh AJK melalui aplikasi GOG. Bagi memanfaatkan aktiviti dengan program

pengajian soalan yang berkaitan dengan 'Saya berpendapat program GOG sesuai dengan program saya' diajukan kepada responden dimana seramai 73 peratus menjawab sangat baik dan 27 peratus menjawab baik untuk soalan S9 ini. Soalan S10 berkaitan dengan pandangan responden terhadap cadangan program GOG untuk pelajar semester hadapan. Seramai 80 (24 orang) peratus menjawab sangat baik dan 20 peratus (6 orang) menjawab pada skala 3 iaitu baik.

Kesimpulannya secara keseluruhan hasil responden menunjukkan pencapaian pada tahap sangat baik dan baik dimana lebih 50 peratus responden menjawab setiap soalan yang diuji pada skala ini. Ini menunjukkan program GOG ini membantu pelajar untuk mendapatkan kemahiran dan nilai-nilai insaniah yang boleh diterapkan di dalam diri setiap pelajar selain dapat mengenali rakan-rakan lain di program yang sama. Walaupun negara masih belum pulih daripada pandemic, aktiviti kelab yang perlu untuk pelajar dapat dilaksanakan di dalam keadaan yang berbeza daripada semester sebelum ini dengan kualiti pencapaian yang sama.

5. KESIMPULAN

Kajian ini memberikan satu kaedah untuk melaksanakan program semasa perintah kawalan pergerakan (PKP) bagi melahirkan pelajar yang cemerlang bukan sahaja akademik malah kemahiran insaniah pelajar. Melalui program ini para pelajar dapat menimba banyak ilmu bagi menerapkan nilai-nilai kepimpinan, kemahiran, berkomunikasi dan pengurusan masa sebelum para pelajar tamat pengajian. Aktiviti atau program ini banyak dilaksanakan oleh unit ko-kurikulum dan kelab namun disebabkan oleh pematuhan kepada SOP pandemik menyebabkan banyak aktiviti tidak dapat dilaksanakan.

Program ini juga boleh ditambaikbaik dengan mengemaskini program aplikasi *GOG* dan diteruskan lagi untuk masa depan kerana memandangkan keadaan pandemik di Malaysia masih tinggi, perjalanan kehidupan pelajar seperti biasa maka bagi mengelakkan daripada kekurangan kemahiran ini inisiatif program lain perlu dilakukan untuk para pelajar. Aktiviti ini sesuai kerana ianya melibatkan kumpulan yang kecil iaitu 3 atau 4 orang untuk satu kumpulan dan pergerakan di lakukan di kawasan yang terbuka. Selain itu para pelajar tidak berjumpa dengan kumpulan lain kerana laluan yang diberikan berbeza dan penggunaan gadget secara individu. Selain itu sasaran Key Performance Indicator (KPI) untuk kelab, jabatan dan politeknik dapat dilaksanakan sepertimana yang ditetapkan. Penghargaan kepada AJK Kelab Geomatik kerana berjaya melaksanakan program ini dan sekaligus ianya sangat bermakna kerana ianya peluang untuk pelajar mengasah bakat kepimpinan, mengurus, penggunaan teknologi dan lain-lain kemahiran yang sangat diperlukan untuk melahirkan insan yang berketerampilan, berkeyakinan, mampu berkomunikasi dan mampu bersaing di peringkat alam kerjaya kelak.

RUJUKAN

Malaysia, K. P. (2021, Jun 11). *Kementerian Pendidikan Malaysia*. Retrieved from <https://www.moe.gov.my/index.php/dasarmenu/falsafah-pendidikan-kebangsaan>

Mohamed, S. S. (2020). *My Health*. Putrajaya: Kementerian Kesihatan Malaysia.

Jamil, H. B. (2009). Aktiviti Standardisasi Maklumat Geografi di Malaysia. In J. P. Negara, *Buletin GIS* (pp. 1-14). Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia.

- Hua, A. K. (2015). Sistem Informasi Geografi (GIS): Pengenalan kepada perspektif. *GEOGRAFIA Online™ Malaysian Journal of Society and Space 11 issue 1*, 24 - 31.
- Adikara, F. (2013). Analisis Dan Perancangan Sistem Absensi Berbasis Global Positioning System (Gps) Pada Android 4.x. *Seminar Nasional Teknologi Informasi 2013*, 1-6.
- Rubin, A. (2021, Jun 18). *Getittogetherbook.Com*. Retrieved from <https://getittogetherbook.com/4300-history-of-the-development-of-android-smartphone-version>
- Ahmad Zaki bin Amiruddin, Ahmed Thalal bin Hassan, Ahmad bin Abdul Rahman, Nor binti Abdul Rahman, Mohd Shahrizan bin Abu Bakar. (2014). Penggunaan Aplikasi Atas Talian Dalam Proses Pengajaran Dan Pembelajaran Bahasa Ketiga: Pengenalan Kepada Quizlet.Com. *Prosiding Seminar Antarabangsa Kelestarian Insan 2014 (INSAN2014)*, 1-17.
- Ahmad Fkrudin Mohamed Yusoff & Ammar Badruddin Romli . (2018). Kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih (Mobile Apps) Bagi Kursus Sains, Teknologi Dan Kejuruteraan Dalam Islam (M-Istech) Di Politeknik Malaysia. *Malaysian Online Journal of Education. Vol. 2, No. 1* , 18-28.
- Mohd Suzeren, Roslee, Alaudin, Nazmi, & Hamiduddin. (2019). Kebolegunaan dan Kesan Aplikasi Mudah Alih (Mobile apps). *Jurnal Personalia Pelajar*, 22(1), 93-101
- A.Muhammad Syafar, Reza Maulana. (2020). Aplikasi Pemantauan Kegiatan Praktek Pengenalan Lapangan (Ppl) Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Dan Sistem Informasi Uin Alauddin Makassar Memanfaatkan Teknologi Web Service Geolocation. *Instek Infomatika Sains dan Teknologi*, 159-167.
- Mohamed, M. F. (2014). Penerapan Kemahiran Insaniah Dalam Konteks Membina Insan Berkepimpinan Di Kalangan Pelajar Melalui Aktiviti Kokurikulum Di Universiti.
- Ibrahim, M. Z. (2012). *Tahap Penguasaan Kemahiran Insaniah Dalam Kalangan Pelajar Tahun Akhir Di Kolej Antarabangsa Ikip*. Fakulti Pendidikan Teknik Dan Vokasional Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Rusuli, M. S. (2021, Januari 8). *Mendepani cabaran aktiviti kokurikulum alaf 21*. Retrieved from <https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2021/01/773765/mendepani-cabaran-aktiviti-kokurikulum-alaf-21>
- Mohd Fariz Bin Abdul Azziz, Mohd Khairulazman Bin Hj Abu Bakar & Mohd Faizol bin Che Mat. (2020). Penggunaan Google Sheet Dan Appsheet Dalam Proses Membangunkan App Pengiraan Markah Penilaian Kerja Kursus. *e-Proceedings of the Green Technology & Engineering 2020 Virtual Conference*, 88-97.
- Appsheet*. (2021, April 22). Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/AppSheet>

Kajian Penentuan Tahap Penerimaan Pengguna Terhadap Produk Serunding Cendawan

Azwa Abdul Halim, Nurhidayati Mad Noh dan Mohd Firdaus Mohd Zaitun

Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti, Kolej Komuniti Selandar, Melaka

ABSTRAK

Cendawan tiram kelabu adalah yang paling popular ditanam dan dibiak dalam kalangan pengusaha di negara ini. Cendawan tiram telah digunakan bagi menghasilkan produk serunding yang kini boleh menjadi alternatif kepada serunding berasaskan daging haiwan seperti ayam, lembu dan ikan. Kajian ini dijalankan bagi mendapat maklum balas pengguna terhadap produk inovasi yang dihasilkan iaitu Serunding Cendawan. Maklum balas yang diperlukan adalah bertujuan untuk mengetahui tahap penerimaan pengguna terhadap produk inovasi yang telah dihasilkan dari pelbagai aspek. Penyelidikan kuantitatif digunakan di mana usahawan diminta untuk menjawab soal selidik tinjauan. Semua data yang diperolehi melalui *Google Forms* telah dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package For Social Science* (SPSS) dan diinterpretasi dalam dapatan frekuensi, peratusan dan min skor. Hasil kajian menunjukkan tahap pengetahuan pengguna terhadap produk Serunding Cendawan adalah sederhana tinggi dengan nilai min skor 3.766. Kajian ini juga telah mendapati tahap persepsi pengguna terhadap kualiti produk adalah sangat baik iaitu pada tahap tinggi dengan hasil nilai min skor 4.211. Hasil kajian mendapati tahap penerimaan pengguna terhadap kaedah pembungkusan produk Serunding Cendawan sederhana tinggi dengan nilai min skor 3.978. Secara keseluruhannya, tahap penerimaan pengguna terhadap produk inovasi Serunding Cendawan adalah tinggi dengan hasil dapat min skor 4.036 bagi kesemua 13 item di dalam soal selidik. Kesimpulan, produk Serunding Cendawan ini berpotensi untuk dipasarkan secara meluas. Namun begitu masih terdapat ruang-ruang penambahbaikan yang boleh meningkatkan nilai produk jualan Serunding Cendawan terutama dalam aspek pembungkusan.

Kata kunci : cendawan, serunding, pembelajaran sepanjang hayat, persepsi

1. PENGENALAN

Cendawan tiram merupakan tanaman cepat rosak iaitu hanya dalam beberapa jam bergantung kepada keadaan penyimpanan. Cendawan yang berkualiti rendah selalunya sukar untuk dijual di pasaran dan pada kebiasaannya akan dibuang tanpa diproses semula. Kursus tanaman dan pengurusan cendawan tiram merupakan salah satu kursus yang sering dianjurkan oleh Unit PSH, Kolej Komuniti Selandar kerana terdapat permintaan yang tinggi dari komuniti sekitar negeri Melaka. Dalam tempoh 5 bulan, Unit PSH telah melaksanakan kursus berasaskan penanaman cendawan tiram sebanyak 4 kursus dengan penyertaan seramai 58 orang peserta (Sistem e-PSH Kolej Komuniti Selandar, 2019). Ini menunjukkan penanaman cendawan tiram adalah suatu kemahiran yang boleh digunakan oleh peserta dalam menghasilkan produk komersil bagi pasaran tempatan.

Hasil tinjauan dan temubual bersama pengusaha cendawan tiram, didapati cendawan yang berkualiti rendah selalunya sukar untuk dijual di pasaran dan pada kebiasaannya akan dibuang tanpa diproses semula. Kajian ini dijalankan bagi mendapat maklum balas pengguna terhadap produk inovasi yang dihasilkan iaitu Serunding Cendawan. Maklum balas yang diperlukan adalah bertujuan untuk mengetahui tahap penerimaan pengguna terhadap produk inovasi yang telah dihasilkan dari pelbagai aspek. Hasil dapatan maklum balas ini penting bagi memastikan mutu produk adalah pada tahap yang baik serta dapat membantu innovator untuk menambahbaik produk Serunding Cendawan.

Selari dengan keperluan dan tren masa kini, ramai pengguna lebih memilih produk sedia dimakan (ready-to-eat) yang lebih mudah disediakan dan disimpan. Disebabkan tren baharu ini, innovator telah mengambil inisiatif untuk mengadakan kajian bagi memastikan produk inovasi Serunding Cendawan dapat memenuhi kehendak dan keperluan para pengguna. Kajian ini akan tertumpu kepada beberapa aspek utama iaitu pengetahuan pengguna terhadap produk, kualiti, pembungkusan dan pemasaran produk Serunding Cendawan. Hasil dapatan kajian ini akan memberi input-input yang perlu ditambahbaik dari aspek pembangunan, penyediaan dan jualan produk.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Industri Cendawan

Di Malaysia, industri agromakanan sedang berkembang pesat dan industri tanaman cendawan adalah salah satu dari penyumbang utama industri negara ini namun masih kecil. Jabatan Pertanian Malaysia menjangkakan penggunaan per kapita cendawan akan meningkat daripada 1.0 kilogram pada tahun 2008 kepada 2.4 kilogram pada tahun 2020. Di dalam kajian Zainol, R. et. al., (2018) menyatakan Industri cendawan merupakan sebuah industri pertanian yang mesra terhadap alam sekitar. Industri ini mengoptimumkan penggunaan hasil sampingan pertanian lain sebagai substrat tanaman cendawan.

2.2 Khasiat Cendawan

Sifat cendawan yang semulajadi amat sesuai digunakan sebagai salah satu sumber pemakanan sihat selari dengan perubahan gaya hidup masyarakat yang kini lebih peka terhadap gaya hidup sihat (Rosmiza dan Juliana, 2017). Maklumat kesihatan turut disampaikan dengan berkesan melalui media massa termasuklah laman sosial (Nasnan, 2015). Kelebihan cendawan segar dan produk berasaskan cendawan yang dipromosikan melalui media-media ini telah berupaya mendorong masyarakat untuk menikmati cendawan (Rosmiza dan Rosniza Aznie, 2017).

2.3 Cendawan Tiram

Jangka hayat cendawan tiram yang berkualiti hanyalah satu hingga dua hari sahaja bergantung kepada suhu keadaan sekeliling disebabkan oleh cirinya yang mempunyai kandungan air tinggi, tekstur halus dan keunikan fisiologinya (Saxena dan Rai, 1990). Ciri-ciri semulajadi cendawan tiram telah membuatkan tanaman yang telah dituai ini tidak dapat disimpan lama dan keadaan ini menjadi cabaran kepada agropreneur untuk menjualnya dalam jangka waktu yang singkat. Cendawan tiram kini semakin menjadi pilihan di pasaran dunia kerana kandungan nutrisinya yang tinggi berbanding cendawan lain (Mohd Tarmizi et. al, 2013).

2.4 Serunding

Serunding merupakan salah satu makanan tradisi masyarakat Melayu di Malaysia. Bahan yang biasanya digunakan untuk menghasilkan serunding adalah ayam, daging dan ikan. Proses masakan serunding mengambil masa yang lama sehingga bahan-bahan kering untuk mendapatkan rasa serunding yang sedap dan tahan lama (Fachruddin, 1997). Hasil kajian yang dilaksanakan oleh N. Huda et. al (2012) terhadap produk serunding yang dikomersilkan telah mendapati komposisi kimia, warna dan tekstur produk serunding yang merupakan asas kepada kualiti produk serunding adalah bergantung kepada bahan mentah, formulasi resepi dan teknik penyediaan.

2.5 Kualiti Produk

Menurut Asghar et al., (2011) turut menyatakan bahawa kualiti makanan memainkan peranan penting dalam memenuhi keperluan pelanggan dan menentukan kejayaan industri restoran. Mereka juga menyimpulkan bahawa kualiti makanan mempunyai hubungan positif dengan kepuasan pelanggan. Ia telah dibuktikan melalui hasil penyelidikan baru-baru ini oleh Azzamurni Mohtar and Suhaini Hj Mat Daud (2020). Hasil kajian Draper dan Smith (2004) juga telah membuktikan terdapat kaitan positif kualiti makanan kepada kepuasan pelanggan kerana menu yang sihat dan kurang kolesterol. Kualiti makanan, kebersihan dan menu mempunyai pengaruh yang signifikan dan positif terhadap kepuasan pelanggan. Kualiti makanan terdiri daripada rasa, kesegaran makanan dan jumlah makanan, kebersihan termasuk faktor kebersihan kawasan makan bersih dan kakitangan bersih), dan menu (paparan, pelbagai dan pengetahuan item) (Almohaimmeed, 2017).

2.6 Pembungkusan Produk

Pembungkusan dapat diuraikan sebagai satu bekas yang mempunyai hubungan langsung dengan produk itu sendiri, ianya memegang, melindungi, menyimpan dan memudahkan proses pengurusan dan mengkomersialkan produk (Vidales Giovannetti, 1995). Pembungkusan makanan boleh melambatkan kemerosotan produk, mengekalkan kesan-kesan berfaedah pemprosesan, melanjutkan rak-hidup, dan mengekalkan atau meningkatkan kualiti dan keselamatan makanan (Zurina dan Er A.C, 2016). Kajian lepas membuktikan pengguna memberikan reaksi positif dalam membeli sesuatu produk disebabkan oleh pembungkusan yang memberikan keselesaan penggunaan dan ketahanan (Wyrwa dan Barska 2017) berbanding apabila ia dibungkus dalam pembungkusan konvensional. Hal ini menggambarkan penambahbaikan yang dibuat pada pek pembungkusan dapat menarik perhatian pengguna untuk membeli seterusnya kekal relevan dalam pasaran kompetitif (Kotler & Armstrong 2012).

2.7 Harga Produk

Menurut Oliver (1997) pengguna biasanya cenderung menggunakan faktor harga dalam membuat penilaian terhadap tahap kualiti sesuatu barangan atau perkhidmatan dan juga tahap kepuasan. Menurut Cheng et. al., (2008), terdapat dua kaedah di mana persepsi terhadap harga boleh diperolehi iaitu kewajaran harga apabila membuat perbandingan dengan produk pesaing dan nilai wang yang melibatkan perbandingan terhadap perkhidmatan pesaing. Terdapat banyak kajian yang menyokong pernyataan kepuasan pelanggan diperangaruhi oleh persepsi harga (Peng & Wang, 2006 dan Kimetal, 2008).

3. METODOLOGI

Borang soal selidik merupakan instrumen yang digunakan bagi kajian ini iaitu menggunakan kaedah kuantitatif. Empat (4) elemen penting yang dikaji adalah merangkumi aspek demografik, tahap pengetahuan pengguna, persepsi terhadap kualiti produk dan tahap penerimaan terhadap kaedah pembungkusan produk. Borang soal selidik yang dibangunkan adalah mengikut kepada keperluan persoalan kajian. Kajian ini sepenuhnya tertumpu kepada pengguna produk Serunding Cendawan yang dihasilkan di Kolej Komuniti Selandar. Semua borang soal selidik diberikan kepada pengguna setelah membeli produk Serunding Cendawan dan diedarkan melalui media komunikasi iaitu Whatsapp dan Telegram. Ringkasan rekabentuk kajian adalah seperti di dalam Rajah 1.



Rajah 1 : Rekabentuk Kajian

Seramai 57 orang pengguna produk Serunding Cendawan telah diambil sebagai responden utama. Sample ini merupakan 89% populasi keseluruhan bagi pengguna produk yang menjadi pelanggan. Responden adalah meliputi tiga (3) kali siri produksi produk yang dilaksanakan pada tahun 2020 iaitu Mac, Julai dan Oktober.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Data bagi kajian ini diperolehi sepenuhnya secara dalam talian. Platform Google Forms digunakan untuk menyalurkan borang soal selidik kepada semua pelanggan yang telah membeli dan menggunakan produk Serunding Cendawan. Data yang dikumpul telah dianalisis mengikut keperluan objektif kajian yang dikehendaki. Jenis data yang diperolehi dalam kajian ini adalah secara kuantitatif. Hasil dapatan dilaporkan secara jadual dan carta yang dirumuskan pada bahagian penerangan di bawah.

4.1 Demografi Responden

Profil responden yang telah menjawab soal selidik adalah terdiri dari pelanggan yang telah membeli produk Serunding Cendawan yang dihasilkan. Hasil analisis bahagian demografi mendapati 54.4% daripada responden merupakan pensyarah kolej, 22.8% terdiri daripada pelajar, 12.3% merupakan kakitangan sokongan dan 10.5% adalah terdiri dari katogori lain-lain. Kategori lain-lain ini adalah dari pengusaha cendawan dan komuniti setempat. Kajian ini telah melibatkan responden yang berumur antara 17 tahun ke atas. Didapati lebih ramai responden adalah terdiri daripada perempuan dan majoriti berumur 35 tahun sehingga 42 tahun yang berbangsa Melayu. Jalan 1 menunjukkan demografi bagi responden yang terlibat di dalam kajian.

Jadual 1: Demografi Responden Kajian

Kategori	Bilangan	Peratus
Pelajar	13	22.8 %
Pensyarah	31	54.4 %
Staf Sokongan	7	12.3 %
Lain-lain	6	10.5 %
Jumlah	57	100 %

4.2 Pengetahuan Tentang Produk Cendawan

Hasil dapatan menunjukkan 100% responden mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap khasiat dan produk-produk cendawan di dalam pasaran semasa. Min skor pagi tahap pengetahuan ini adalah sebanyak 4.0877. Berdasarkan kajian yang dilaksanakan oleh Rosmiza et al. (2018), didapati pemilihan makanan lebih fokus ke arah gizi seimbang, nutrisi tinggi serta mempunyai nilai perubatan. Ini kerana masyarakat telah mempunyai kesedaran tinggi terhadap penjagaan diet dalam pengambilan cendawan sebagai makanan seharian untuk meningkatkan dan mengekalkan tahap kesihatan diri serta keluarga.

89.5% responden mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap produk-produk cendawan di pasaran dengan min skor 4.0877. Cendawan biasanya dijual secara mentah di pasaran dan mempunyai pelbagai jenis serta rasa. Selain itu, terdapat pelbagai produk segera berasaskan cendawan di dalam pasaran tempatan seperti sup cendawan segera, kerepek cendawan dan sos cendawan berkrim. Dapatan ini selari dengan hasil kajian Ummu Humaira (2017) yang telah mendapati permintaan terhadap produk berasaskan sumber tumbuhan dan herba semulajadi telah meningkat kesan dari pelbagai produk kesihatan dan amalan sihat yang dipromosikan secara meluas dalam pasaran tempatan. Selain itu Alexander (2013) dan Bashir et al. (2014) menegaskan cendawan juga bersifat vegetarian yang tinggi kandungan protein boleh menjadi sumber pengganti kepada sumber protein daging.

Walau bagaimanapun hasil analisis menunjukkan hanya 36.9% daripada responden mempunyai pengetahuan terhadap produk Serunding Cendawan. Produk Serunding Cendawan telah pun berada di pasaran namun masih ramai yang belum mengetahui tentang produk ini kerana tidak dikomersil secara besar-besaran seperti Serunding Ayam dan Daging. Pengetahuan pada tahap sederhana tinggi dengan min skor keseluruhan 3.766 juga dilihat sebagai salah satu perkembangan yang positif di mana produk Serunding Cendawan ini telah mendapat perhatian sejak dipromosikan secara dalaman di Kolej Komuniti Selandar dan komuniti setempat. Tafsiran min skor bagi pengetahuan responden terhadap produk cendawan diringkaskan di dalam Jadual 2.

Jadual 2: Tahap Pengetahuan Terhadap Produk Cendawan

Item	Min Skor	Sisihan Piawai	Tahap
Pengetahuan terhadap khasiat cendawan	4.0877	.28540	Tinggi
Pengetahuan terhadap produk cendawan di pasaran masa kini	4.0877	.54382	Tinggi
Pengetahuan terhadap produk Serunding Cendawan	3.1228	.82527	Sederhana Tinggi
Keseluruhan	3.766		Sederhana Tinggi

4.3 Persepsi Terhadap Kualiti Produk Serunding Cendawan

Rasa serunding cendawan yang dihasilkan telah menepati citarasa 75.4% responden dan mempunyai tekstur seakan-akan serunding daging. Tekstur seperti ini membolehkan Serunding Cendawan sesuai dimakan bersama pelbagai menu seperti pulut, ketupat, bubur dan nasi. Aromanya turut dapat membuka selera pengguna serta mempunyai warna yang menarik. Tahap kepedasan resepi Serunding Cendawan ini adalah sesuai dan digemari oleh 72% pengguna yang telah mencuba produk ini. Hasil ini bertepatan dengan kajian oleh Rosmiza et al. (2016) dan Nasnan (2015) yang menyatakan bahawa rasa yang enak dan keupayaan cendawan yang boleh diolah dalam pelbagai menu lazat mengundang minat masyarakat memilih cendawan sebagai menu harian masakan.

73.7% responden mengesorkan produk Serunding Cendawan ini kepada keluarga dan rakan-rakan. Hal ini turut diakui oleh Mohd Zaffrie dan Rawaida (2015) yang menyatakan komunikasi sesama rakan dapat meningkatkan keyakinan seseorang untuk mencuba sesuatu makanan. Ia turut bertepatan dengan kajian Sarah (2012) iaitu kehadiran rakan semasa membeli barang keperluan seperti sayuran mampu mencipta suasana penilaian dan keyakinan untuk membeli sesuatu barangan kesihatan bagimencapai tahap kesihatan yang baik. Secara keseluruhannya kualiti produk Serunding Cendawan yang dihasilkan telah mendapat persepsi yang tinggi sekaligus menunjukkan produk ini diterima sebagai produk makanan sedia

untuk dimakan oleh komuniti setempat sekitar Kolej Komuniti Selandar. Hasil analisis bagi item Bahagian C diringkaskan di dalam jadual 3 seperti di berikut.

Jadual 3: Tahap Persepsi Terhadap Kualiti Produk Serunding Cendawan

Item	Min Skor	Sisihan Piawai	Tahap
Rasa Serunding Cendawan menepati citarasa	4.2807	.94026	Tinggi
Tekstur Serunding Cendawan menepati citarasa	4.3509	.81265	Tinggi
Aroma Serunding Cendawan membuka selera	4.2281	.75634	Tinggi
Warna Serunding Cendawan menarik	4.1404	.63916	Tinggi
Tahap kepedasan Serunding Cendawan digemari	4.0351	.77839	Tinggi
Syorkan kepada keluarga dan rakan-rakan	4.2281	.84552	Tinggi
Keseluruhan	4.211		Tinggi

4.4 Penerimaan Pembungkusan Produk Serunding Cendawan

Hasil analisis mendapati 72.5% responden bersetuju dengan isi kandungan pembungkusan bagi produk jualan iaitu 10 gram setiap pek. Produk Serunding Cendawan menggunakan pembungkusan primer iaitu bekas plastik lutsinar. Bekas plastik ini dipilih kerana ia berpenutup dan sesuai bagi penggunaan produk berasaskan makanan. Kelebihan menggunakan bekas ini adalah kedap udara dan boleh dipanaskan di dalam ketuhar micro. Pilihan pembungkusan ini telah mendapat peratus yang tinggi iaitu 84.2% dari responden mendapati jenis pembungkusan yang digunakan adalah sesuai untuk produk Serunding Cendawan.

Pilihan pembungkusan yang tepat bagi memudahkan penyimpanan bagi penggunaan secara ulang merupakan antara ciri-ciri yang menjadi nilai tambah kepada produk Serunding Cendawan. 84.2% responden bersetuju jenis pembungkusan bagi produk Serunding Cendawan memudahkan penyimpanan. Ciri-ciri pembungkusan produk ini adalah berpenutup kedap udara, lutsinar dan mempunyai permukaan tapak yang leper. Min skor bagi item ini adalah 4.0351 iaitu pada tahap tinggi. Pembungkusan produk merupakan elemen yang penting dalam jualan sesuatu produk. Pernyataan ini disokong oleh hasil kajian oleh Norfadila Huda Binti Yusof (2013) yang menegaskan pembungkusan sememangnya mempunyai hubungan terhadap peningkatan jualan produk dalam pasaran dan mampu meningkatkan kuantiti jualan produk dalam pasaran.

Harga jualan bagi 10 gram produk Serunding Cendawan adalah RM 10 dan hasil analisis mendapati penepatan harga ini adalah sesuai mengikut isi kandungan produk. Seramai 44 daripada 57 responden telah bersetuju dengan harga jualan produk iaitu 77.2%. Meski pun harga cendawan semakin meningkat namun ia masih berpatutan dipasaran berikutan permintaan yang tinggi dan terdapat kepelbagaian produk berasaskan cendawan seperti cendawan goreng dan kerepek cendawan (Rosmiza et. al.,2018). Hasil analisis bagi Bahagian D ini diringkaskan di dalam Jadual 4.

Jadual 4: Tahap Penerimaan Terhadap Pembungkusan Produk Serunding Cendawan

Item	Min Skor	Sisihan Piawai	Tahap
Kandungan 10 gram produk adalah sesuai	3.9825	.58221	Sdr.Tinggi
Jenis pembungkusan adalah sesuai	3.9298	.49496	Sdr.Tinggi
Jenis pembungkusan memudahkan penyimpanan	4.0351	.59656	Tinggi
Harga Serunding Cendawan adalah sesuai	3.9649	.65370	Sdr.Tinggi
Keseluruhan	3.978		Sederhana Tinggi

5. KESIMPULAN

Hasil kajian mendapati tahap pengetahuan pengguna berkenaan produk cendawan masih pada tahap sederhana. Serunding Cendawan masih lagi belum popular dalam kalangan komuniti setempat sekitar Kolej Komuniti Selandar. Ini menjadi peluang kepada perkembangan Serunding Cendawan sebagai produk untuk jualan tempatan. Secara keseluruhannya pengguna mempunyai persepsi yang baik terhadap kualiti produk Serunding Cendawan yang dihasilkan. Serunding Cendawan yang dihasilkan mampu bersaing dengan produk serunding yang lain seperti serunding ayam, serunding daging dan serunding ikan. Ini memandangkan hasil kajian mendapati produk Serunding Cendawan telah dapat menepati citarasa, tekstur, aroma, warna dan kepedasan pengguna.

Terdapat penambahbaikan dari aspek pembungkusan yang boleh ditingkatkan oleh innovator dalam menghasilkan produk akhir yang lebih baik. Pembungkusan produk sedia ada mendapat tahap penerimaan sederhana tinggi yang menunjukkan masih terdapat ruang untuk ditambahbaik. Aspek ini boleh menjadi satu nilai tambah kepada produk jualan untuk menjamin kepuasan pelanggan yang sesuai dengan nilai harga yang ditawarkan. Pembungkusan produk Serunding Cendawan boleh diperbaharui dengan label yang jelas bersama informasi kandungan bahan serta khasiat makanan.

Dengan terhasilnya produk Serunding Cendawan ini, telah membuka ruang baharu bagi kursus-kursus anjuran Unit Pembelajaran Sepanjang Hayat, Kolej Komuniti Selandar (Unit PSH). Unit PSH berpotensi untuk menganjurkan kursus-kursus yang berasaskan cendawan tiram seperti penghasilan sos cendawan, kerepek cendawan dan pelbagai lagi yang boleh dikomersilkan. Disamping itu, produk Serunding Cendawan yang dihasilkan telah menyumbang kepada penggunaan sumber yang optimum disamping dapat mengurangkan pembaziran bahan-bahan tanaman di premis kolej serta dapat membantu pengusaha cendawan tempatan.

Tahap penerimaan pengguna terhadap produk inovasi Serunding Cendawan adalah tinggi dengan hasil dapat min skor 4.036 bagi kesemua 13 item di dalam soal selidik. Kesimpulan, produk Serunding Cendawan ini berpotensi untuk dipasarkan secara meluas. Namun begitu masih terdapat ruang-ruang penambahbaikan yang boleh meningkatkan nilai produk jualan Serunding Cendawan terutama dalam aspek pembungkusan.

RUJUKAN

- Almohaimmeed Bader M. A. (2017). International Review of Management and Marketing ISSN: 2146-4405 available at <http://www.econjournals.com> International Review of Management and Marketing, 2017, 7(3), 42-49.
- Asghar Afshar Jahanshahi, Mohammad Ali and Khaled Nawaser (2011). Study the Effect of customer service and product quality on customer satisfaction and loyalty. Paripex - Indian Journal of Research, 3(8), pp.191-194.
- Azzamurni Mohtar and Suhaini Hj Mat Daud (2020). Kesan Harga dan Kualiti Makanan Terhadap Tahap Kepuasan Pengguna Trak Makanan (Food Truck). Journal on Technical and Vocational Education (JTVE), Vol 5 No 1 (September 2020) eISSN: 0128-0821 <http://upikpolimas.edu.my/ojs/>

- Bashir, A., Vaida, N., & Ahmad Dar, M. (2014). Medicinal importance of mushrooms: A review. *International Journal of Advanced Research*, 2, 1-4.
- Cheng, T. C., Lai, L. C., & Yeung, A. C. (2008). The Driving Forces of Customer Loyalty: A Study of Internet Service Providers in Hong Kong. *International Journal of E-Business Research*, 26-42
- Fachruddin, L., 1997. *Teknologi tepat guna: Membuat aneka abon*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Kotler, P. & Armstrong, G. (2012). *Principles of Marketing*. Edisi ke-14. United States of America: Pearson Prentice Hall.
- Norfadila Huda Binti Yusof, (2013). *Universiti Malaysia Kelantan (UMK). Keberkesanan rekabentuk pada pembungkusan serunding dalam pasaran kepada pengguna*. <http://umkeprints.umk.edu.my/id/eprint/10146>
- Mohd Tarmizi, H., Hairazi, R., & Rozhan, A. D. (2013). Understanding the mushroom industry and its marketing strategies for fresh produce in Malaysia. *Economic and Technology Management Review*, 8, 27-37.
- Mohd Zaffrie, M. A., & Rawaida, R. (2015). *Laporan kajian sosioekonomi 2015*. Dlm. Rozhan Abu Dardak, Chubashini Suntharalingam, Shahrin Suhaimi, Nik Rozana Nik Mohd Masdek, Fadhilah Annaim Huda Hashim (pnyt.). Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Nasnan, J. (2015). *Tanaman cendawan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- N. Huda, Y. Fatma, A. Fazillah and F. Adzitey (2012). Chemical Composition, Colour and Sensory Characteristics of Commercial Serunding (Shredded Meat) in Malaysia. *Pakistan Journal of Nutrition* 11 (1): 1-4, 2012. ISSN 1680-5194 in <https://www.researchgate.net/publication/268435621>
- Saxena, S, dan R.D. Rai. 1990. *Post Harvest Technology Mushrooms*. Technical Bulletin No.2, NRCM, Solan, India.
- Sarah, J. (2012). *How your friends influence your food choices*. Diperoleh daripada <http://www.lifeandhealth.org>.
- Ummu Humaira, Hassan (2017) *Evaluation of antioxidant and fibrinolytic activities of hot aqueous extracts of Pleurotus pulmonarius (FRIES) quélet hybrids*. Masters thesis, University of Malaya.
- Wyrwa, J. & Barska, A. (2017). Packaging as a source of information about food products. *Procedia Engineering* 182: 770–779.

Zainol, R., Mohd Tamami, M., Che Rose, R., Mapjabil, J., & Marzuki, M. (2018). Kaedah Pengurusan Sisa Substrat Cendawan Dalam Kalangan Agropreneur Muda Cendawan. *GEOGRAFI*, 6 (3), 67 - 75. Retrieved from <https://ejournal.upsi.edu.my/index.php/GEOG/article/view/2102>

Zurina Ahmad Saidi dan Er Ah Choy (2016). Penggunaan bekas makanan mesra alam di Malaysia: Kajian awal pengetahuan dan kesanggupan pelajar Universiti Kebangsaan Malaysia *GEOGRAFIA OnlineTM Malaysian Journal of Society and Space* 12 issue 10(113-126) 113; 2016, ISSN2180-2491.

Kajian Pengetahuan, Sikap dan Amalan Teknologi Hijau dalam Kalangan Warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah

**Noor Azalina Khalil, Mohamad Norizham Hamzah, Mohd Zamree Ab Rahman, Azira Abd
Wahab & Nurrabiatul Radiah Roslan**

Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kulim, Kedah

ABSTRAK

Kesedaran terhadap teknologi hijau di Malaysia terutamanya dalam kalangan generasi muda khususnya warga institusi pendidikan tinggi masih lagi rendah. Oleh itu, satu pendekatan harus diambil untuk menerapkan kesedaran pembudayaan teknologi hijau dalam usaha mengurangkan pencemaran alam sekitar. Justeru itu, kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti tahap pengetahuan, sikap dan amalan hijau dalam kalangan warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah (PTSB). Instrument kajian ini adalah menggunakan *google form* yang diedarkan kepada setiap responden. Kesemua soal selidik menggunakan skala likert untuk mengukur respon dari responden. Semua data yang dikumpul, direkod dan dianalisis menggunakan *Statistical Package for Social Science (SPSS)* versi 22. Kajian deskriptif kuantitatif berbentuk kajian kes dijalankan ke atas 351 orang warga PTSB yang terdiri dari kelompok tenaga pengajar, pelajar dan staf sokongan. Kajian dijalankan untuk melihat peratusan tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau dari segi faktor pengetahuan, faktor sikap dan faktor amalan. Analisis data pada peringkat deskriptif menggunakan peratus dan min, manakala analisis inferensi menguji hipotesis menggunakan analisis regresi. Dapatan kajian ini menunjukkan faktor sikap warga PTSB terhadap teknologi hijau adalah tinggi berbanding faktor yang lain dengan nilai purata skor min ialah 3.50. Gabungan ketiga-tiga faktor ini menunjukkan tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau adalah tinggi iaitu dengan nilai 3.53. Oleh itu, diharapkan melalui kajian yang dijalankan ianya dapat memberi panduan kepada pihak terbabit untuk mengadakan program mahupun aktiviti dalam kalangan warga PTSB dan dapat meningkatkan kesedaran dan keprihatinan masyarakat terutamanya warga PTSB dari semasa ke semasa.

Kata Kunci: Teknologi hijau, pengetahuan, sikap dan amalan hijau, kesedaran.

1. PENGENALAN

1.1 Pendidikan Alam Sekitar

Alam sekitar dikaitkan dengan disiplin ilmu ekologi iaitu satu disiplin ilmu yang mengkaji mengenai hubung kait antara spesis dengan spesis yang lain, antara haiwan dan tumbuhan, antara suatu kehidupan dengan alam persekitarannya, antara ekosistem dengan ekosistem yang lain tidak terkecuali manusia sebagai makhluk yang juga berada dalam sistem ekologi itu sendiri. Aktiviti manusia sememangnya diakui sebagai penyumbang utama terhadap kemerosotan kualiti alam sekitar. Pembangunan dan penerokaan alam sekitar yang tidak seimbang akan menimbulkan banyak konflik antara alam sekitar dan manusia sendiri sebagai agen pembangunan (Arifin, 2015).

Pembangunan yang berkembang pesat telah memberi implikasi yang besar kepada perubahan landskap negara. Namun, pembangunan tersebut dan sikap masyarakat yang kurang prihatin telah membawa kepada kesan yang buruk terhadap alam sekitar dan kualiti kehidupan. Walaupun aspek penekanan atau garis panduan telah diberikan dalam setiap aktiviti pembangunan namun masih terdapat pihak yang tidak mengendahkan alam sekitar.

Justeru, pendidikan dilihat sebagai cara yang terbaik untuk membentuk generasi yang mempunyai pengetahuan dan kesedaran yang tinggi terhadap alam sekitar (Ahmad, et al 2011). Melalui pendidikan, pelbagai maklumat boleh disampaikan, matlamat pendidikan alam sekitar untuk membentuk masyarakat yang peka dan prihatin terhadap isu alam sekitar dapat dicapai. Untuk melaksanakan pembaharuan, pendidikan adalah salah satu saluran yang paling berkesan. Pendapat ini disokong oleh Liew Abdullah et al (2012) menyatakan bahawa pendidikan merupakan agen perubahan yang paling berpengaruh kerana mampu membawa perubahan dalam sesebuah masyarakat.

Teknologi hijau diyakini boleh mengatasi masalah kemusnahan alam sekitar dan sumber asli. Ia dapat meningkatkan tahap kesihatan dan kehidupan manusia di samping memelihara ekosistem serta mengurangkan bebanan kos kepada kerajaan dalam usaha menangani kesan negatif daripada pembangunan dan berperanan sebagai alternatif dalam usaha meningkatkan ekonomi negara tanpa menjejaskan alam sekitar. Oleh yang demikian, setiap warga PTSB perlu mempunyai kesedaran mengenai teknologi hijau selaras dengan matlamat dan hala tuju kerajaan. Justeru itu, kajian ini dilakukan untuk menilai sejauh mana tahap pengetahuan dan amalan hijau dalam kalangan warga PTSB.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Teknologi Hijau

Teknologi hijau menggambarkan kelestarian teknologi menjana tenaga seperti kuasa angin, hidroelektrik, tenaga solar, kenderaan berkuasa elektrik dan sebagainya (Johar, 2013). Pada dasarnya, untuk meningkatkan tahap kesedaran masyarakat dunia, khususnya rakyat Malaysia adalah sukar (Johar, 2013). Menurut Portal 1 Klik, secara purata hanya 3 daripada 10 orang rakyat Malaysia yang prihatin tentang isu-isu alam sekitar. Oleh itu, apabila tiada kesedaran yang diterapkan dalam diri pengguna, tahap pencemaran di negara ini akan meningkat dan menyebabkan lebih banyak kejadian yang tidak diinginkan berlaku seperti bencana alam, kerosakan harta benda, masalah kesihatan dan kehilangan nyawa. Kejadian seperti bencana alam adalah pengajaran yang terbaik untuk mendidik manusia supaya lebih bertanggungjawab dalam memelihara alam sekitar (Johar, 2013).

2.2 Faktor Pengetahuan Terhadap Teknologi Hijau

Dalam mengejar arus pembangunan moden, masyarakat dalam sesebuah negara seharusnya mengetahui apa maksud teknologi hijau. Ini kerana tanpa teknologi hijau, mungkin suatu hari nanti keindahan alam akan terhapus dan tidak dapat dinikmati oleh generasi akan datang. Pengetahuan teknologi hijau ini tidak hanya terhad untuk warga tua sahaja, malah generasi muda juga harus juga mengambil tahu kerana mereka adalah bakal pemimpin dan pewaris alam sekitar ini.

Kehidupan manusia kini amat mudah, cepat dan pantas dengan adanya hasil ciptaan teknologi yang cepat dan canggih. Namun, penggunaan teknologi ini membuatkan masyarakat semakin kurang 'human touch', iaitu mereka kurang peka dengan persekitaran dan terperangkap dalam alam teknologi itu sendiri. Mereka tidak lagi mengambil tahu berkaitan cara memelihara dan memulihara alam sekitar. Maka, atas faktor ini semakin kurang tahap pengetahuan mereka berkaitan dengan teknologi hijau. Dalam kajian yang dijalankan oleh San et.al (2014), yang mengkaji hubungan antara komitmen terhadap alam sekitar dengan tingkah laku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti, mendapati amalan teknologi hijau kurang

dititikberatkan dalam kehidupan mahasiswa. Seterusnya, masih ramai yang tidak mengetahui istilah dan tidak mencapai tahap kesedaran masyarakat terhadap teknologi hijau.

Teknologi hijau adalah langkah terbaik untuk menangani masalah fenomena pemanasan global, perubahan iklim, kesan rumah hijau serta dapat mendidik rakyat Malaysia tentang alam sekitar dapat meningkatkan kesedaran bahawa teknologi hijau dan amalannya boleh menyelamatkan bumi (Johar, 2013). Kelebihan teknologi hijau ialah dapat menjamin kualiti alam sekitar yang mapan dan kesan negatif terhadap alam sekitar adalah minimum (KETTHA, 2011). Kesedaran ini harus datang secara dalaman tanpa perlu dipaksa kerana ianya akan menentukan sejauh manakah kelestarian alam sekitar dapat dikekalkan. Pendidikan merupakan agen perubahan yang paling berpengaruh kerana mampu membawa perubahan dalam sesebuah masyarakat (Nurul Hidayah Liew, A. 2012). Mendidik bukan sahaja untuk memberikan mereka kesedaran tentang kepentingan menjaga alam sekitar tetapi juga sebagai langkah berjaga-jaga untuk bertindak secara tepat dan betul sekiranya berlaku sesuatu yang tidak diingini.

2.3 Faktor Sikap Terhadap Teknologi Hijau

Faktor sikap juga memainkan peranan yang penting dalam meningkatkan tahap kesedaran teknologi hijau di kalangan masyarakat. Lian, (2010), mengatakan sehingga kini didapati bahawa tahap kesedaran masyarakat terhadap teknologi hijau masih belum mencapai tahap yang memuaskan. Ini adalah kerana sikap kurang mengambil berat masyarakat awam di Malaysia terhadap amalan teknologi hijau. Seterusnya, sikap segelintir masyarakat yang tidak mengambil kira terhadap penggunaan teknologi hijau yang sedia ada tidak dapat menjamin pembangunan lestari dan menyelamatkan dunia daripada kerosakan akibat kegilaan industri.

Bakar, et al (2007), menyatakan dalam kajiannya bahawa sikap dalam kalangan pelajar adalah fokus utama yang paling penting untuk dititikberatkan kerana mereka adalah generasi masa depan negara dan ditentukan oleh generasi masa kini. Jika pelajar sedar akan masalah global berkenaan alam sekitar, maka mudahnya untuk memelihara alam sekitar dengan baik dan berkesan. Dengan kesedaran yang terbentuk sekarang akan mewariskan khazanah alam ke generasi yang akan datang.

2.4 Faktor Amalan Terhadap Teknologi Hijau

Tahap kesedaran teknologi hijau di kalangan masyarakat perlu dipertingkatkan menerusi faktor amalan untuk mengelakkan pencemaran alam sekitar dan boleh menyelamatkan flora dan fauna. Oleh itu, amalan 3R (*Reuse, Reduce and Recycle*) ini perlu diamalkan oleh masyarakat bagi menanam semangat cintakan alam sekitar. Kitar semula merupakan satu aktiviti daripada pelbagai aktiviti pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar yang banyak memfokuskan kepada keharmonian dalam hidup manusia sejagat dan alam sekitar (Ali, et al, 2017). Sekiranya produk mesra alam ini digunakan secara efektif, masyarakat dapat merasai suasana yang selesa dan dapat mengurangkan wabak penyakit. Amalan ini dapat menerapkan nilai-nilai murni dan kebolehpayaan produk untuk dikitar semula.

3. METODOLOGI

Dalam kajian ini, tiga jenis populasi telah dipilih iaitu tenaga pengajar, kakitangan sokongan dan pelajar PTSB. Setiap populasi yang dipilih, mempunyai peranan dan amalan yang sama terhadap teknologi hijau.

Kajian ini memfokuskan kepada tiga elemen iaitu faktor pengetahuan, sikap dan amalan terhadap teknologi hijau. Ketiga-tiga faktor ini diklasifikasikan sebagai tahap kesedaran dalam teknologi hijau.

Teknik pengumpulan data yang terlibat dalam kajian ini ialah teknik pengumpulan data primer iaitu data yang diperolehi dari warga PTSB. Manakala data sekunder pula adalah dari sumber yang diperolehi dari jurnal, buku, majalah, laporan, dokumen dan internet.

Semua data yang dikumpul, direkodkan dan seterusnya dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package for Social Science (SPSS)* versi 22. Proses penganalisan data bagi kajian ini melibatkan kaedah analisis deksriptif. Dengan menggunakan kaedah ini data dapat disimpulkan dengan tepat dan mudah.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Tiga elemen iaitu faktor pengetahuan, sikap dan amalan terhadap teknologi hijau telah diajukan dalam soal selidik yang dikemukakan kepada responden. Soalan-soalan ini dikumpul dan dikelaskan mengikut perincian utama yang dinyatakan. Perincian utama yang dikelaskan ini bagi mendapat dan membuat kesimpulan untuk menjawab tajuk kajian yang dinyatakan. Dalam bahagian ini, analisis pencapaian min berdasarkan skala Likert. Perincian skala Likert tersebut adalah seperti jadual 1 yang berikut:-

Jadual 1: Jadual skala Likert

Skala	Tafsiran
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Memuaskan
4	Setuju
5	Amat Setuju

Manakala skala pengukuran skor min pula dirujuk berdasarkan interpretasi skor min bagi skala Likert seperti jadual 2 berikut.

Jadual 2: Sumber : Penilaian skor min

Skor Min	Tahap Kecenderungan
3.50 – 5.00	Tinggi
2.50 – 3.49	Sederhana
0.00 – 2.49	Rendah

(Sumber :Fadilah Mat Noor, 2014)

4.1 Bahagian A : Profil Responden

Taburan jantina kajian ini adalah terdiri daripada 43% lelaki dan 57% adalah perempuan. Manakala dari segi peratusan umur pula, 65% responden berumur antara 18 tahun sehingga 20 tahun, 5% berumur 21 tahun sehingga 25 tahun, 10% berumur antara 26 tahun sehingga 30 tahun dan 20% terdiri dari responden berumur 31 tahun keatas. Peratusan pekerjaan responden pula menunjukkan sebanyak 70% adalah pelajar, 25% adalah dalam kalangan tenaga pengajar manakala 5% adalah kakitangan sokongan PTSB.

4.2 Bahagian B : Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Tahap Kesedaran Warga PTSB.

4.2.1 Faktor Pengetahuan Warga PTSB Terhadap Teknologi Hijau

Sebanyak lima soalan yang dipilih bagi mewakili tahap faktor pengetahuan terhadap teknologi hijau. Jadual 3 menunjukkan nilai peratusan dan skor min bagi setiap soalan.

Jadual 3 : Peratusan dan skor min soalan tahap pengetahuan terhadap teknologi hijau.

Soalan	Peratusan (%)					Min	
	1	2	3	4	5	Skor	Tahap
1.Saya mempunyai tahap pengetahuan teknologi yang luas.	2.3	17.1	31.6	26.8	22.2	3.5	Tinggi
2. Saya mendapat ilmu pengetahuan tentang teknologi hijau dari institusi-institusi pendidikan.	1.7	23.65	29.34	22.22	23.09	3.41	Sederhana
3. Saya mengetahui tentang teknologi hijau dari kempen atau program yang telah diadakan.	4.6	24.5	22.5	30.5	17.9	3.33	Sederhana
4. Saya menerapkan ilmu pengetahuan teknologi hijau ketika sesi pengajaran pembelajaran.	4.0	21.65	24.79	24.50	25.06	3.45	Sederhana
5. Saya mengetahui maksud setiap warna bagi tong kitar semula iaitu biru, coklat dan jingga.	5.4	15.1	29.9	28.49	21.11	3.45	Sederhana
Min purata						3.43	Sederhana

Dapatan soal selidik menunjukkan bahawa skor min bagi faktor pengetahuan yang paling tinggi pada soalan yang pertama iaitu mempunyai tahap pengetahuan teknologi yang luas iaitu sebanyak 3.5. Sementara itu, skor min yang paling rendah adalah pada soalan ketiga iaitu mengetahui tentang teknologi hijau dari kempen atau program yang telah diadakan sebanyak 3.33. Seramai 17.9 % responden sangat bersetuju, 30.5% responden setuju, 22.5% responden tidak pasti, dengan faktor tersebut manakala seramai 24.5% tidak bersetuju dan 4.6% sangat tidak bersetuju. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa tahap kesedaran masyarakat terhadap teknologi hijau masih belum mencapai tahap yang memuaskan. Hal ini disebabkan ramai yang masih tidak mengetahui dan membiasakan diri tentang istilah teknologi hijau. Malah, masih ramai yang tidak memahami tentang apa yang dimaksudkan dengan teknologi hijau.

Mendidik rakyat Malaysia tentang alam sekitar dapat memberi kesedaran bahawa teknologi hijau dan amalannya boleh menyelamatkan bumi (Johar, 2013). Melalui pendidikan penerapan sikap prihatin terhadap alam sekitar dapat dilakukan dengan berkesan dan ia sejajar dengan dapatan kajian mengenai Keberkesanan Kurikulum Kejuruteraan Awam Berkaitan Alam Sekitar : Kajian Kes Di Politeknik Ungku Omar, mendapati kesedaran pelajar yang mengambil matapelajaran berkaitan alam sekitar berada pada tahap sederhana dimana pelajar menunjukkan sikap ingin berubah serta mempunyai kehendak memperbaiki masalah yang melibatkan alam sekitar (Jufri, 2004). Oleh itu, kerajaan dan agensi terbabit perlu mempergiatkan pelbagai cara dan usaha dalam memberi pendidikan berkaitan dengan alam sekitar di samping mendidik mengenai pentingnya teknologi hijau.

4.2.2 Faktor Sikap Warga PTSB Terhadap Teknologi Hijau.

Faktor sikap yang telah dipilih oleh pengkaji kerana pengkaji ingin melihat sama ada faktor ini mempengaruhi tahap kesedaran warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah. Hasil kajian di Jadual 4 adalah seperti berikut :

Jadual 4 : Peratusan dan skor min faktor sikap warga PTSB terhadap teknologi hijau

Soalan	Peratusan (%)					Min	
	1	2	3	4	5	Skor	Tahap
1. Saya sayang alam sekitar	1.14	18.52	29.34	27.92	23.08	3.53	Tinggi
2. Saya menyokong kempen alam sekitar.	9.0	20.5	26.5	24.2	27.9	3.58	Tinggi
3. Saya sanggup membayar lebih bagi membeli produk yang mesra alam	4.0	25.6	19.9	31.3	19.1	3.36	Sederhana
4. Saya akan memaklumkan kepada organisasi alam sekitar atau agensi kerajaan yang terdekat sekiranya berlaku masalah alam sekitar	4.27	20.8	25.36	24.79	24.78	3.45	Sederhana
5. Saya menggunakan sumber tenaga (air, elektrik, sisa pepejal) dengan cermat dalam kehidupan harian	5.13	16.24	30.2	29.9	18.53	3.41	Sederhana
Min purata						3.50	Tinggi

Hasil kajian menunjukkan bahawa purata skor min pada faktor sikap yang paling tinggi iaitu sebanyak 3.58 pada soalan kedua iaitu menyokong kempen alam sekitar. Seramai 27.9% responden sangat bersetuju dengan faktor sikap, 24.2% responden setuju, seramai 26.5% tidak pasti, manakala seramai 20.5% responden tidak bersetuju dan responden sangat tidak bersetuju terhadap faktor tersebut seramai 9%. Selain itu, hasil min skor yang paling rendah adalah soalan ketiga iaitu saya sanggup membayar lebih bagi membeli produk-produk yang mesra alam seperti pembungkus makanan (paperbag) sebanyak 3.36. Dalam kategori ini, 19.1% sangat bersetuju, 31.3% setuju, 19.9% tidak pasti, 25.6 % tidak bersetuju dan 4.0 % sangat tidak bersetuju. Berdasarkan dapatan kajian ini, faktor sikap mempengaruhi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau adalah tinggi. Kajian ini selari dengan kajian yang dijalankan oleh Arifin (2015), di mana sikap guru-guru Teknologi Kejuruteraan Zon Utara berada pada tahap yang positif dan tinggi berbanding tahap sederhana bagi faktor pengetahuan dan amalan hijau.

4.2.3 Faktor Amalan Warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah Terhadap Teknologi Hijau

Faktor amalan yang telah dipilih oleh pengkaji kerana pengkaji ingin melihat sama ada faktor ini mempengaruhi tahap kesedaran warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah. Hasil kajian di Jadual 5 adalah seperti berikut :

Jadual 5 : Peratusan dan skor min faktor amalan warga PTSB terhadap teknologi hijau

Soalan	Peratusan (%)					Min	
	1	2	3	4	5	Skor	Tahap
1. Saya menggunakan semula bahagian kertas yang tidak bercetak untuk kegunaan lain	2.56	15.38	35.61	25.36	21.09	3.47	Sederhana
2. Saya membawa botol air yang boleh digunakan semula	2.3	24.79	30.73	21.09	21.09	3.34	Sederhana
3. Saya membawa bekas sendiri apabila membeli makanan	6.0	25.1	24.8	29.9	14.2	3.21	Sederhana
4. Saya memilih barang keperluan harian yang memberi kebaikan kepada alam sekitar	3.1	19.9	25.4	24.8	26.8	3.52	Tinggi
5. Saya menerapkan konsep 3R (reduce, reuse, recycle) dalam aktiviti seharian.	5.41	13.68	33.62	26.5	20.7	3.44	Sederhana
Min purata						3.40	Sederhana

Hasil kajian menunjukkan bahawa purata skor min pada faktor amalan untuk tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau adalah paling tinggi iaitu sebanyak 3.52 pada soalan keempat iaitu saya memilih barang keperluan harian yang memberi kebaikan kepada alam sekitar. Seramai 26.8% responden sangat bersetuju, 24.8% setuju, 25.4% tidak pasti, 19.9% tidak bersetuju dan sangat tidak bersetuju sebanyak 3.1%. Faktor amalan yang mempengaruhi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau menunjukkan hasil skor min yang paling rendah adalah pada soalan ketiga iaitu saya membawa bekas sendiri apabila membeli makanan sebanyak 3.21, dengan 14.2% sangat bersetuju, 29.9 % setuju, 24.8% tidak pasti, 25.1% tidak bersetuju dan 6% sangat tidak bersetuju.

Jadual 5 menunjukkan tahap kesedaran masyarakat terhadap amalan 3R masih rendah. Oleh itu, warga PTSB seharusnya bersama-sama menyokong hasrat dan usaha kerajaan dalam menanggapi isu pencemaran alam sekitar dengan mengamalkan amalan kitar semula. Kitar semula merupakan satu aktiviti daripada pelbagai aktiviti pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar yang lebih memfokuskan kepada keharmonian dalam hidup manusia dan alam sekitar (Ali et al, 2017). Mohamad Fazli, et al (2006) menyatakan pihak kerajaan juga boleh menganjurkan kempen-kempen lain yang memberi tumpuan kepada amalan mengurangkan penggunaan (reduce) dan guna semula (reuse) serta pengetahuan tentang produk mesra alam. Kempen sedemikian harus dipergiatkan di seluruh negara supaya para pengguna sedar bahawa tabiat pembelian dan amalan kepenggunaan mereka akan membawa impak yang besar kepada alam sekitar.

4.3 Tahap Kesedaran warga PTSB Terhadap Teknologi Hijau.

Pengkaji telah memilih tiga soalan dari setiap faktor yang menyumbang kepada tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau yang boleh dijadikan sebagai rujukan kepada pembolehubah bersandar dan telah dijawab oleh 351 responden. Jadual 6 menunjukkan nilai skor min bagi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau.

Jadual 6 : Tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau

Soalan	Peratusan (%)					Min	
	1	2	3	4	5	Skor	Tahap
1. Saya menyokong kempen alam Sekitar	0.9	20.5	26.5	24.2	27.9	3.58	Tinggi
2. Saya memilih barang keperluan harian yang memberi kebaikan kepada alam sekitar	3.1	19.9	25.4	24.8	26.8	3.52	Tinggi
3. Saya mempunyai tahap pengetahuan teknologi hijau yang luas	2.3	17.1	31.6	26.8	22.2	3.50	Tinggi
Min purata						3.53	Tinggi

Purata skor min tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau adalah paling tinggi iaitu sebanyak 3.58 pada soalan pertama iaitu saya menyokong kempen alam sekitar. Seramai 27.9% responden sangat bersetuju, 24.2% responden setuju, 26.5 % responden tidak pasti, manakala seramai 20.5% responden tidak bersetuju dan sangat tidak bersetuju seramai 0.9% responden.

Hasil kajian menunjukkan bahawa purata skor min tahap kesedaran kakitangan PTSB terhadap teknologi hijau yang rendah iaitu 3.50 pada soalan ketiga iaitu saya mempunyai tahap pengetahuan teknologi yang luas. Seramai 22.2% responden sangat bersetuju, manakala 26.8% responden setuju. Seterusnya 31.6 % responden tidak pasti, 17.1 % responden tidak bersetuju dan 2.3 % responden sangat tidak setuju.

Nilai purata skor min untuk ketiga-tiga soalan adalah pada tahap tinggi iaitu dengan nilai 3.53. Ini menunjukkan tahap kesedaran berkaitan teknologi hijau dalam kalangan warga PTSB adalah tinggi, ianya harus dikekalkan dan ditingkatkan pada nilai yang lagi tinggi.

4.4 Purata Skor Min Bagi Setiap Faktor Pengetahuan, Sikap, Amalan dan Tahap Kesedaran

Setelah menganalisa data dan melalui hasil kajian untuk menguji faktor yang mempengaruhi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau. Pengkaji telah memperolehi min skor bagi setiap faktor kajian. Min skor setiap faktor kajian boleh dilihat seperti dalam Jadual 7 di bawah.

Jadual 7 : Purata skor min setiap faktor

Faktor	Purata Skor Min	Tahap
Pengetahuan	3.43	Sederhana
Sikap	3.50	Tinggi
Amalan	3.40	Sederhana
Tahap kesedaran	3.53	Tinggi

Berdasarkan Jadual 7 di atas, faktor yang mempunyai skor min paling tinggi adalah faktor sikap dengan nilai min skor sebanyak 3.50. Seterusnya, diikuti dengan faktor pengetahuan dengan nilai purata min skor sebanyak 3.43. Akhir sekali, faktor yang mempunyai min skor yang paling rendah ialah faktor amalan dengan nilai purata min skor sebanyak 3.40. Tahap kesedaran

juga menunjukkan purata min skor yang tinggi iaitu sebanyak 3.53. Ini menunjukkan bahawa warga PTSB mempunyai sikap dan tahap kesedaran mengenai teknologi hijau yang tinggi tetapi perkara tersebut tidak dilakukan atau dipraktikkan dalam kehidupan mereka sehari-hari.

4.5 Analisis Regresi

Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih pemboleh ubah bersandar terhadap pemboleh ubah tidak bersandar secara serentak (Jaafar H.F dan Lehat N.,2014). Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara pemboleh ubah tidak bersandar iaitu pengetahuan, sikap dan amalan secara serentak terhadap tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau (Jaafar H.F dan Lehat N., 2014). Nilai R berkisar antara 0 hingga 1.0, bilamana nilai semakin mendekati 1.0 ia bererti hubungan yang terjadi semakin kuat, sebaliknya bilamana nilai semakin mendekati 0.0 maka hubungan antaranya adalah semakin lemah. Sugiyono (2012) memberikan interpretasi koefisien kolerasi sebagai berikut:

0.00 – 0.199 = sangat rendah
 0.20 – 0.399 = rendah
 0.40 – 0.599 = sedang
 0.60 – 0.799 = kuat
 0.80 – 1.000 = sangat kuat

Dari hasil analisis regresi, lihat pada *output model summary* dan tertera di Jadual 8 seperti di bawah:

Jadual 8 : Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.938 ^a	.879	.516	.31815

Predictors: (Constant), **Pengetahuan, Sikap, Amalan.**

Daripada Jadual 8 menunjukkan nilai R adalah 93.8 %. Ini bermaksud sebanyak 93.8% pemboleh ubah tidak bersandar iaitu pengetahuan, sikap dan amalan mempengaruhi pemboleh ubah bersandar iaitu tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau. Semakin dekat nilai dengan 1.0 bermakna semakin kuat hubungan antara pemboleh ubah tidak bersandar dengan pemboleh ubah bersandar.

Jadual 9 : Koefisien

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-6.520	11.243		-.580	.665
PENGETAHUAN	5.022	6.673	.696	.753	.589
SIKAP	2.313	2.239	.451	1.033	.490
AMALAN	-5.366	3.153	-1.427	-1.702	.338

Daripada Jadual 9, didapati faktor sikap dan faktor amalan secara koefisien mempengaruhi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau. Faktor yang paling mempengaruhi ialah

faktor sikap dan pengetahuan. Secara tidak langsung dua faktor berikut adalah signifikan. Manakala, faktor amalan yang berhubung secara negatif iaitu (5.366) adalah tidak signifikan iaitu tidak wujud hubungan yang signifikan antara pengetahuan dengan kesedaran teknologi hijau.

5. KESIMPULAN

Melalui kajian ini, didapati faktor sikap warga Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah terhadap teknologi hijau pada tahap tinggi dengan purata min skor 3.50. Di samping itu, faktor pengetahuan sangat mempengaruhi tahap kesedaran warga PTSB terhadap teknologi hijau dengan purata min skor 3.43 kerana warga PTSB mempunyai pengetahuan yang sedia ada pada diri mereka.

Walaupun bagaimanapun, faktor amalan merupakan faktor yang paling rendah dengan purata min skor sebanyak 3.40. Ini disebabkan terdapat warga PTSB yang kurang kesedaran melalui amalan tentang teknologi hijau secara menyeluruh. Oleh itu, kefahaman dan penerapan budaya amalan hijau dalam kalangan warga PTSB perlu dipertingkatkan bagi melestarikan PTSB.

Diharap melalui data yang diperolehi dari kajian yang dijalankan ini, ianya dapat memberi nilai atau petunjuk kepada pihak yang terbabit untuk mempergiatkan lagi kempen dan program yang menerapkan kepada peningkatan pengetahuan, sikap dan amalan teknologi hijau dalam kalangan warga PTSB. Oleh itu, dasar teknologi hijau dan hasrat kerajaan untuk melestarikan rakyat akan tercapai.

RUJUKAN

Ahmad, J. H., Mustafa, H., Abd Hamid, H., & Wahab, J. A. (2011). Pengetahuan, sikap dan amalan masyarakat Malaysia terhadap isu alam sekitar (knowledge, attitude and practices of Malaysian society regarding environmental issues). *Akademika*, 81(3).

Ali, H., Dermawan, D., Ali, N., Ibrahim, M., & Yaacob, S. (2017). Masyarakat dan Amalan pengurusan sisa pepejal ke arah kelestarian komuniti: Kes isi rumah wanita di Bandar Baru Bangi, Malaysia (Society and the practise of solid waste management towards sustainable community: The case of female households in Bandar Baru Bangi, Malaysia). *Geografia- Malaysian Journal of Society and Space*, 8(5).

Arifin, M. Z. A. (2015). *Tahap kesedaran teknologi hijau dalam kalangan guru-guru teknologi kejuruteraan zon utara* (Doctoral dissertation, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).

Bakar, H. A., & Idros, S. N. S. (2007). Pemeliharaan alam Tabii bersumberkan pengetahuan Islam. *Pendidikan Sains*, 7(1), 31-44.

Fadilah, M. N., Safura, A. S., Khairuddin K. (2014). Tahap kepuasan pelanggan terhadap kualiti perkhidmatan pengangkutan awam di KUIS, Proceeding of the 1st International Conference on Management and Muamalah 2014 (1st ICoMM). e-ISBN: 978-9670850-01-6. Kolej Universiti Islam Selangor. pp. 337 – 347

- Jaafar H.F dan Lehat N. (2015). Tahap Kesedaran Kakitangan Politeknik Muadzam Shah (PMS) Terhadap Teknologi Hijau. Muat turun dari <http://aplikasi04.polisias.edu.my/:tahap-kesedaran-kakitangan-politeknik-muadzam-shah-pms-terhadap-teknologi-hijau>
- Johar, S. R. (2013). *Kesedaran teknologi hijau dalam kalangan warga Universiti Tun Hussein Onn Malaysia* (Doctoral dissertation, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia).
- Jufri, N. W. (2004). *Keberkesanan kurikulum Kejuruteraan Awam berkaitan alam sekitar dalam pembentukan kesedaran pelajar terhadap alam sekitar: kajian kes di Politeknik Ungku Omar* (Doctoral dissertation, Kolej Univrsiti Teknologi Tun Hussein Onn).
- KeTTHA (Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air). (2011). Tonggak Dasar Teknologi Hijau Negara. Muat turun dari <http://www.kettha.gov.my/content/tonggak-dasar-teknologihijau-negara>
- Kollmuss, A., Agyeman, J. (2002). Mind The Gap: Why Do People Act Environmentally and What Are The Barriers to Pro-Environmental Behaviour?. *Environmental Education Research*. Volume 8, No. (3). 239-260.
- Lian, A. L. K. (2010). Teknologi Hijau: Semua Pihak Perlu Berperanan, *Majalah Sains. Com.*, Jabatan Sains & Teknologi Untuk Masyarakat: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mohamad Fazli, S., & Teoh, Y. Y. (2006). Tahap keprihatinan alam sekitar dan amalan Kepenggunaan hijau pengguna di Petaling Jaya.
- Nurul Hidayah Liew, A. (2012). Pendidikan alam sekitar merentas kurikulum di sekolah rendah: Satu penilaian awal. In *International Environment & Health Conference* (pp. 195-204).
- Portal 1Klik. (2018). Kesan Pemanasan Global di Malaysia, Muat turun dari <http://pmr.penerangan.gov.my/index.php/component/content/article/16isunasional/10042-isu-pemanasan-global>
- San, T. P., & Azman, N. (2011). Hubungan antara komitmen terhadap alam sekitar dengan tingkahlaku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti. *Malaysian Journal on Student Advancement*, (14).
- Sugiyono (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Kajian Perhubungan Kesedaran Alam Sekitar Dengan Tingkah Laku Mesra Alam Sekitar Di Kalangan Pelajar Diploma Pengurusan Pelancongan, Politeknik Sultan Idris Shah

Khiron Md Shah, Mohamad Kazar Razali & Hashim A.Rahim

Jabatan Pelancongan & Hospitaliti, Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Air Tawar, Selangor

khiron@psis.edu.my

ABSTRAK

Kelestarian alam sekitar telah diberi penekanan dalam sistem pembelajaran di politeknik menerusi terhasilnya *Blueprint Polygreen* sejak tahun 2015. Politeknik selaku pemberi pendidikan teknikal dan latihan vokasional (TVET) di Malaysia telah meletakkan pendidikan alam sekitar dalam kurikulum termasuklah program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan. Isu pencemaran alam sekitar telah memberi impak yang negatif kepada Malaysia terutamanya bagi industri pelancongan. Justeru kajian ini mengkaji perhubungan kesedaran dan pembelajaran dengan tingkah laku mesra alam sekitar. Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif dengan menggunakan borang kaji selidik. Kajian ini telah mendapat respons seramai 152 pelajar program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan, Jabatan Pelancongan dan Hospitaliti. Dapatan kajian menunjukkan bahawa terdapat perhubungan antara tahap kesedaran dengan tingkah laku mesra alam sekitar ($r=.529$, $p<0.05$). Kesimpulannya, tahap kesedaran mempunyai hubungan tingkah laku mesra alam sekitar yang sederhana dikalangan pelajar. Tingkah laku mesra alam sekitar bagi pelajar adalah amat penting bagi memastikan pendidikan alam sekitar dapat diaplikasi selepas tamat pengajian.

Kata Kunci: alam sekitar, kesedaran, tingkah laku, pembelajaran, politeknik

1. PENGENALAN

Alam sekitar merupakan elemen yang berkait rapat dan memainkan peranan yang penting secara langsung dalam kehidupan manusia. Alam sekitar merujuk kepada segala komponen hidup seperti haiwan dan tumbuhan dan yang bukan hidup seperti tanah, bentuk muka bumi, cuaca dan faktor kimia. Selaras dengan kemajuan sesebuah negara dan usaha meningkatkan taraf hidup para penduduk, kegiatan ekonomi dan projek-projek pembangunan sesebuah negara tidak dapat dielakkan dan manusia sering mengabaikan masalah-masalah alam sekitar yang timbul akibat pelaksanaan aktiviti ekonomi dan projek pembangunan. Kesemua kesan negatif pembangunan ke atas alam sekitar, setiap aktiviti ekonomi dan pembangunan mestilah diseimbangkan dengan usaha pengurusan dan pemeliharaan alam sekitar secara terancang dan tersusun.

Isu-isu alam sekitar global seperti kehilangan biodiversiti, kemerosotan sumber asli, pemanasan global, penipisan lapisan ozon, penebangan hutan secara berleluasa dan pencemaran alam sekitar merupakan isu yang semakin kerap dibincangkan didalam persidangan, seminar, forum mahupun perbualan biasa masyarakat. Malah isu ini sudah mula diperdebatkan sejak dahulu lagi seperti di Persidangan di Stockholm 1972, Tbilisi 1976, persidangan bumi kemuncak di Rio de Janeiro pada 1992 dan Persidangan Johannesburg, Afrika Selatan 2002 (Noor Azizah, S., & Zanaton, H., 2015; Jahi, J. M. 2001 Ahmad, J. H., Mustafa, H., Abd Hamid, H., & Wahab, J. A., 2011).

Terdapat banyak kajian mengenai kesedaran masyarakat terhadap alam sekitar terutamanya pada pelajar di institusi tinggi. Tahap kesedaran dan pengetahuan terhadap alam sekitar dalam kalangan pelajar adalah baik. Pelajar sedar akan peranannya dalam menjaga alam sekitar. Walaubagaimanapun, tingkah laku yang bertanggungjawab terhadap alam sekitar masih tidak menjadi kebiasaan. Penglibatan pelajar dalam menangani masalah alam sekitar juga masih rendah (Bakar, H. A., Abd Aziz, N., Narwawi, N. A. M., Abd Latif, N., Ijas, N. M., & Sharaai, A. H., 2013). Pendidikan adalah medium terbaik untuk menyebarkan pendidikan alam sekitar serta membawa perubahan tingkah laku.

Pembinaan kerangka konseptual kajian adalah Teori Tindakan Beralasan, Fishbein dan Ajzen (1967). Teori Tindakan Beralasan merupakan penjelasan bahawa melalui proses psikologikal, tingkah laku dipengaruhi oleh sikap (Hale et al. 2002; Jusoh et al. 2018; Mohamed Elias et al. 2016). Justeru kajian ini melihat dua pemboleh ubah iaitu kesedaran alam sekitar dan pembelajaran alam sekitar. Kajian ini dijalankan bertujuan mengenal pasti hubungan antara kesedaran alam sekitar dan pembelajaran alam sekitar dengan tingkah laku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar yang mengikuti program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan, Jabatan Pelancongan dan Hospitaliti, Politeknik Sultan Idris Shah.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Kesedaran alam sekitar

Peningkatan kesedaran alam sekitar merupakan salah satu elemen penting dalam pembinaan kapasiti negara menuju pembangunan lestari. Hasil kajian-kajian sebelum ini menunjukkan bahawa tahap kesedaran alam sekitar dalam kalangan masyarakat Malaysia belum lagi mencapai tahap yang membanggakan jika dibandingkan dengan negara maju seperti Jepun, Denmark dan German (Jabatan Alam Sekitar Malaysia 1997). Masyarakat juga secara umumnya lebih peka kepada isu-isu alam sekitar terutamanya yang hampir kepada mereka namun kesedaran untuk terlibat mengatasi masalah tersebut terlalu minima (Zurina & Norjan 2003).

Selain daripada itu, sasaran utama program kesedaran alam sekitar ini adalah kepada pelajar dan generasi muda yang akan menjadi pelapis dan penggerak pembangunan negara pada masa depan. Di peringkat sekolah, pendidikan alam sekitar sebenarnya telah lama diterapkan dalam beberapa mata pelajaran melalui pendekatan Alam Sekitar merentas kurikulum. Namun, dengan beban mengajar dan pentadbiran yang agak berat ada kalanya guru terpaksa menumpukan kepada tanggungjawab yang lebih mendesak dan meminggirkan program kesedaran alam sekitar. Justeru program ini perlu dipantau dari semasa ke semasa (Zulkifli Yusop 2007).

2.2 Tingkah laku mesra alam sekitar

Peningkatan kesedaran alam sekitar adalah salah satu elemen penting dalam pembinaan kapasiti negara menuju pembangunan lestari (Suhairom et al. 2020). Masyarakat kini hanya mementingkan aspek ekonomi dan pembangunan sahaja sehingga mengabaikan kualiti alam sekitar. Manusia mesti bijak dalam merancang penggunaan alam sekitar agar dapat mengurangkan kerosakan alam kepada tahap yang paling minimum. Namun, tingkah laku manusia semakin rakus dalam mengeksploitasi sumber alam sekitar tanpa memikirkan hak generasi akan datang (Tan & Azman 2011).

Banyak kajian meninjau kesedaran masyarakat terhadap alam sekitar terutamanya pada pelajar di institusi pendidikan. Banyak dapatan kajian lepas menunjukkan bahawa pengetahuan, sikap dan kesedaran terhadap alam sekitar dalam kalangan pelajar di institusi pengajian tinggi di Malaysia berada pada tahap yang baik (Bakar et al. 2013; Damanhuri et al. 2016; Mahat et al. 2017; Norkhaidi et al. 2021). Ini selari dengan pendapat (Iksan & Khalid 2017; Muhamad et al. 2019) yang menyatakan bahawa kebanyakan pelajar sudah mempunyai kesedaran alam sekitar yang tinggi. Namun, apabila dikaji dari aspek tingkah laku dalam menangani masalah alam sekitar, didapati tahap penglibatan para pelajar adalah sederhana dan rendah.

2.3 Adaptasi kurikulum hijau di institusi TVET.

Kurikulum program pengajian adalah dokumen rujukan yang mengandungi segala ilmu pengetahuan, kemahiran, nilai dan norma untuk melahirkan modal insan seperti mana yang diinginkan selari dengan kurikulum yang telah dibangunkan dan diguna pakai bagi program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan yang telah menerapkan Program Kesedaran dan Penerapan Budaya Hijau bagi setiap semester. Melalui penerapan SDGs ke dalam kurikulum pengajaran dan pembelajaran ke arah kemampanan secara tidak langsung akan menjadi penyumbang utama kepada pencapaian matlamat pembangunan mampan sepertimana yang dihasratkan oleh Negara.

Bagi Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti, kewujudan garis panduan *Blueprint Polygreen* sejak tahun 2015 yang merupakan teras perancangan dan pelan tindakan hijau selaku peneraju TVET di Malaysia (JPPKK 2015). Hal ini diteruskan lagi dengan kesinambungan pelan tindakan *Blueprint SmartGreen Polyc 2021-2026* (JPPKK 2021). Elemen kurikulum hijau terutamanya berkaitan dengan alam sekitar telah diterapkan selaras dengan 17 Matlamat Pembangunan Lestari (17SDG) oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu. Keseluruhan, penerapan elemen hijau berkaitan alam sekitar, pengurusan sisa buangan, dan kurikulum hijau telah dirancang oleh JPPKK selaku peneraju institusi TVET di Malaysia.

3.METODOLOGI

3.1 Reka bentuk kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dimana kaedah tinjauan menerusi instrumen borang kaji selidik. Kandungan borang kaji selidik mengandungi empat seksyen yang terdiri Seksyen A - latar belakang responden, Seksyen B - tahap kesedaran alam sekitar, dan Seksyen C - tingkah laku mesra alam sekitar. Pembinaan item soalan adalah berdasarkan kaedah adaptasi dari kajian lepas yang disesuaikan dengan konteks kajian menerusi program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan (DUP) seperti (Azilawanie et al. 2019; Bakar et al. 2013; Tan & Azman 2011). Pada seksyen B dan C memerlukan responden memilih tahap persetujuan menerusi 5 skala likert yang terdiri 1 – Sangat Tidak Setuju, 2 – Tidak Setuju, 3 – Tidak Pasti, 4 – Setuju dan 5 – Sangat Setuju. Kajian ini menggunakan kaedah persampelan mudah rawak di mana populasi kajian terdiri pelajar program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan sebanyak (N) 206 yang terdiri pelajar dari semester 1 hingga semester 6 yang aktif bagi semester Disember 2020. Menerusi jadual persampelan oleh (Krejcie & Morgan 1970) adalah sebanyak (S)=136.

3.2 Analisis data

Kajian ini menggunakan analisis deskriptif iaitu frekuensi, peratusan dan min serta analisis inferensi menerusi ujian kolerasi Spearman bagi mencapai objektif kajian. Bagi taburan penentuan min, sama ada tinggi, sederhana dan rendah menerusi kaedah selang kelas yang

diperkenalkan oleh (Azilawanie et al. 2019; Chua 2014) bagi tujuan tahap persetujuan skala likert yang digunakan dalam kajian ini. Seterusnya bagi interpretasi hubungan kolerasi menggunakan skala (nilai= r) sama ada sangat kuat sehingga lemah yang diperkenalkan oleh (Chong & Sungap 2021; Mahat et al. 2017; Nafiah 2021; Razali & Ali 2016) bagi tujuan mengukur hubungan kolerasi diantara pemboleh ubah kesedaran alam sekitar dan pembelajaran alam sekitar dengan tingkah laku mesra alam sekitar. Analisis kajian dimulakan dengan ujian kebolehpercayaan item menerusi Cronbanc's Alpa. Hasil analisis Ujian Cronbach's Alpha menunjukkan ketiga-ketiga pemboleh ubah iaitu kesedaran alam (0.976), dan tingkahlaku mesra alam sekitar iaitu 0.976. Hal ini memberi nilai kebolehpercayaan bagi setiap pemboleh dalam kajian ini adalah sangat baik kerana melebihi nilai 0.60 seperti yang dinyatakan dalam kajian (Jusoh et al. 2018).

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 1 menunjukkan taburan profil responden. Responden yang terlibat dalam kajian ini adalah mereka yang berumur 18 tahun dan ke atas. Daripada jumlah 152 responden, didapati majoriti 36.2% (55) adalah responden yang berumur 18 hingga 20 tahun. Kajian ini melibatkan responden lelaki sebanyak 27.6% (42) orang manakala perempuan sebanyak 72.4% (110). Responden terdiri daripada umur 18 hingga 20 tahun iaitu sebanyak 36.2% (55), peratusan bagi individu 21 hingga 23 tahun sebanyak 59.9% (91) dan individu yang berumur 24 tahun dan ke atas sebanyak 3.9% (6).

Jadual 1 : Profil Responden

		Frekuensi	Peratusan (%)
KumpUmur	20 tahun dan kebawah	55	36.2
	21 tahun hingga 23 tahun	91	59.9
	24 tahun dan ke atas	6	3.9
Jantina	Lelaki	42	27.6
	Perempuan	110	72.4
Semester Pengajian	Semester 1	27	17.8
	Semester 2	21	13.8
	Semester 3	26	17.1
	Semester 4	11	7.2
	Semester 5	39	25.7
	Semester 6	28	18.4
Jumlah		152	100

Seterusnya, kajian mendapati majoriti daripada jumlah responden menduduki pengajian di semester 5 iaitu sebanyak 25.7% (39) diikuti pelajar semester 6 18.4% (28), seterusnya responden ketiga tertinggi adalah terdiri dari semester 1 17.8% (27), semester 3 adalah sebanyak 17.1% (26) diikuti semester 2 dan semester 4 masing-masing 13.8% (21) dan 7.2% (11).

4.2 Tahap Kesedaran Alam Sekitar

Jadual 2 menunjukkan respons pelajar dalam kajian ini terhadap 10 item mengenai tahap kesedaran alam sekitar. Hasil dapatan menunjukkan min keseluruhan yang dicatatkan ialah 4.61. Nilai min tertinggi yang dicatatkan ialah 4.71 dengan sisihan piawaian .667 iaitu item alam sekitar adalah amat penting bagi responden yang terdiri daripada para pelajar. Ini menunjukkan tahap kesedaran alam sekitar adalah tinggi dikalangan pelajar apabila para pelajar merasakan dan berpendapat alam sekitar adalah amat penting bagi mereka.

Jadual 2 : Skor Tahap Kesedaran Alam Sekitar

Item	Min	Sisihan Piawaian
1. Alam sekitar adalah amat penting bagi saya.	4.71	.667
2.Saya tahu mengenai kepentingan menjaga alam sekitar.	4.59	.695
3.Saya tahu tindakan yang saya lakukan akan meninggalkan kesan kepada alam sekitar.	4.56	.735
4.Saya tahu bahawa perubahan iklim dunia adalah disebabkan tindakan manusia terhadap alam sekitar.	4.59	.722
5.Saya tahu bahawa penurunan tahap kualiti udara akan memberi kesan buruk kepada kesihatan manusia sejagat.	4.65	.693
6.Saya tahu bahawa pada masa akan datang, air minuman bersih akan menjadi satu sumber yang susah didapati.	4.53	.788
7.Saya tahu bahawa pemanasan global akan memberi kesan negatif kepada alam sekitar dan manusia.	4.65	.721
8.Saya tahu bahawa pencairan ais di kutub adalah akibat daripada aktiviti pemanasan global.	4.62	.745
9.Saya juga tahu bahawa ais di kutub akan menyebabkan paras air laut akan meningkat.	4.59	.749
10.Saya tahu bahawa peningkatan jumlah kenderaan bermotor di jalan raya menyumbang kepada pelepasan asap kenderaan dan gas yang membahayakan manusia dan alam sekitar.	4.64	.713
Purata Min Keseluruhan	4.61 (Tinggi)	

Klasifikasi nilai skor min: 1.00-2.33 Rendah, 2.34-3.66 Sederhana, 3.67-5.00 Tinggi

Manakala nilai min terendah ialah 4.53 dengan sisihan piawaian .788 iaitu item responden berpendapat air minuman bersih akan menjadi satu sumber yang susah didapati. Terdapat lima item atau pernyataan yang mempunyai nilai min kurang daripada nilai min keseluruhan. Pada keseluruhannya, klasifikasi nilai skor min setiap item adalah tinggi bagi tahap kesedaran alam sekitar dikalangan pelajar.

4.3 Tahap Tingkahlaku Mesra Alam Sekitar

Jadual 3 menunjukkan respons pelajar dalam kajian ini terhadap 10 item mengenai tingkahlaku mesra alam sekitar. Hasil dapatan menunjukkan min keseluruhan yang dicatatkan ialah 4.11. Nilai min tertinggi yang dicatatkan ialah 4.47 dengan sisihan piawaian .883 iaitu item responden tidak membuang sampah di merata-rata tempat di kalangan para pelajar. Ini menunjukkan tingkahlaku mesra alam sekitar adalah tinggi dikalangan pelajar apabila para pelajar tidak membuang sampah di merata-rata tempat samada berada di rumah kediaman, sekitar kampus atau kolej kediaman mereka.

Jadual 3 : Skor Tingkah laku Mesra Alam Sekitar

Item	Min	Sisihan Piawaian
1.Saya membawa bekas makanan sendiri semasa membeli makanan di luar.	3.79	.904
2.Saya menggunakan pengangkutan awam untuk bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain.	3.86	1.030
3.Saya tidak membazir semasa menggunakan elektrik dan air.	4.13	.882
4.Saya menggosok baju saya dalam kuantiti yang banyak.	3.74	1.183
5.Saya sentiasa mengamalkan kitar semula.	4.03	.861
6.Saya sentiasa membawa beg plastik saya sendiri terutamanya semasa membeli belah.	4.11	1.004
7.Saya menyokong penjualan produk mesra alam sekitar.	4.44	.778
8. Saya tidak mengamalkan pembakaran terbuka.	4.43	.811
9.Saya sanggup membayar lebih untuk produk mesra alam sekitar.	4.09	.935
10.Saya tidak membuang sampah di merata rata tempat.	4.47	.883
Purata Min Keseluruhan	4.11 (tinggi)	

Klasifikasi nilai skor min: 1.00-2.33 Rendah, 2.34-3.66 Sederhana, 3.67-5.00 Tinggi

Manakala nilai min terendah ialah 3.74 dengan sisihan piawaian 1.183 iaitu item responden menggosok baju dalam kuantiti yang banyak. Item ini menunjukkan pernyataan menggosok baju bukanlah aktiviti kegemaran bagi para pelajar kerana para pelajar menggosok baju mengikut keperluan untuk mengikuti sesi pembelajaran dan pengajaran sahaja. Terdapat lima item atau pernyataan yang mempunyai nilai min kurang daripada nilai min keseluruhan. Pada keseluruhannya, klasifikasi nilai skor min setiap item adalah tinggi bagi tahap tingkah laku mesra alam sekitar dikalangan para pelajar.

4.4 Perkaitan di antara tahap kesedaran alam sekitar dan tingkahlaku mesra alam sekitar

Merujuk jadual 6 merupakan dapatan analisis ujian kolerasi Spearman menunjukkan bahawa perhubungan antara tahap kesedaran dengan tingkah laku mesra alam sekitar adalah signifikan. ($r=.529$, $p<0.05$).

Jadual 4 : Ujian korelasi tahap kesedaran dan tingkah laku mesra alam sekitar

		KESEDARAN	TINGKAHLAKU
Spearman's rho	KESEDARAN	1.000	.529**
	Correlation Coefficient	.	.000
	Sig. (2-tailed)	152	152
	TINGKAHLAKU	.529**	1.000
	Correlation Coefficient	.000	.
	Sig. (2-tailed)	152	152
	N	152	152

Dengan keputusan ini, hipotesis nul ditolak dan hipotesis penyelidikan diterima. Akhir sekali, terdapat perhubungan korelasi yang sederhana ($r=.529$) antara tahap kesedaran dengan tingkah laku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar program DUP.

5. KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, para pelajar yang mengikuti program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan, mempunyai tahap kesedaran alam sekitar yang tinggi serta tahap tingkah laku mesra alam sekitar yang tinggi. Ini disebabkan para pelajar didedahkan dan mengikuti pembelajaran alam sekitar secara langsung melalui sesi pembelajaran dan pengajaran didalam beberapa kursus yang diikuti dan diperolehi dalam struktur kurikulum program pengajian Diploma Pengurusan Pelancongan Politeknik. Hasil keputusan ujian kolerasi Spearman juga menunjukkan bahawa perhubungan antara tahap kesedaran, dengan tingkah laku mesra alam sekitar adalah sederhana.

Justeru kajian ini boleh diperluaskan dengan mengkaji persepsi para alumni lepasan Diploma Pengurusan Pelancongan kerana mereka telah lengkap mengikuti pengajian selama tiga tahun. Selain itu, beberapa usaha dan inisiatif kesedaran alam sekitar boleh dilaksanakan dan dijalankan oleh pihak institusi dan badan-badan bukan kerajaan (NGO) seperti kempen kesedaran alam sekitar, pengiklanan, hebahan media sosial, latihan pembudayaan pemeliharaan dan pemuliharaan dan penglibatan aktif dalam program alam sekitar.

RUJUKAN

- Azilawanie, W. N., Akma, N. & Amin, A. 2019. Tingkah laku penduduk dalam aktiviti pemuliharaan ke arah kelestarian sungai di Terengganu, Malaysia. *Asian People Journal* 2(2): 70–80.
- Bakar, H. A., Aziz, N. A., Narwawi, N. A. M., Latif, N. A., Ijas, N. M. & Sharaai, A. H. 2013. Kajian Perhubungan Antara Kesedaran Alam Sekitar Dengan Tingkah Laku Mesra Alam Sekitar Dalam Kalangan Pelajar Universiti; Kajian Kes: Pelajar Tahun Satu Universiti Putra Malaysia (UPM). *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–1699.
- Chong, F. Y. & Sungap, L. 2021. Hubungan dan Pengaruh Kesedaran Metakognitif Terhadap Pencapaian Matematik Pengurusan dalam kalangan Pelajar Diploma Pemasaran Politeknik Malaysia. *Asian Pendidikan* 1: 1–8.
- Chua Yan Piaw. 2014. Kaedah dan Statistik Penyelidikan (Buku 5) Ujian Regresi , Analisis Faktor dan Analisis SEM, hlm. Kedua. Malaysia: McGraw Hill Sdn Bhd.
- Damanhuri, M. I. M., Ehambron, D. & Yusuf, M. 2016. Tahap kesedaran dan amalan pendidikan alam sekitar dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 aliran sains di daerah Hulu Selangor. *Geografi* 4(2): 28–35.
- Hale, J. L., Householder, B. J. & L.Greene, K. 2002. The Theory of Reasoned Action. *The persuasion handbook: Developments in theory and practice*, hlm. Vol. 19, 259–286. doi:10.1177/0959354309336319
- Iksan, Z. H. & Khalid, N. K. 2017. Modul 3R: Penyebaran Kesedaran Alam Sekitar Di Sabah Dan Sarawak. *ASEAN Journal of Teaching & Learning in Higher Education* 9(1): 20–32.

- JPPKK. 2015. BLUEPRINT POLYGreen. Putrajaya: JPPKK. Retrieved from <https://smartgreen.mypolycc.edu.my/v1/index.php/info-korporat/blueprint/blueprint-polygreen-politeknik-malaysia>
- JPPKK. 2021. Blueprint SmartGreen Polycc 2021-2026. JPPKK. <https://smartgreen.mypolycc.edu.my/v1/index.php/info-korporat/blueprint/blueprint-smartgreen-polycc-2021-2026-versi-digital>
- Jusoh, Z. M., Arif, A. M. M., Osman, S., Salleh, R. M. & Kadir, N. A. A. 2018. Factors that influence the behaviour of household solid waste management towards zero waste. *Malaysian Journal of Consumer and Family Economics* 21: 136.
- Krejcie, R. V & Morgan, D. W. 1970. Determining Sample Size for Research Activities Robert. *Educational and Psychological Measurement* 38(1): 607–610. doi:10.1177/001316447003000308
- Mahat, H., Hashim, M., Nayan, N., Saleh, Y. & Haron, S. M. S. 2017. Sustainable Consumption Practices of Students through Practice-Oriented Approach of Education for Sustainable Development. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, hlm. Vol. 7. doi:10.6007/ijarbss/v7-i6/3031
- Mohamed Elias, E., Othman, Z., Mahidin, N., Mohd Nawati, M. N. & S.R Nadarajan, S. 2016. Program Kitar Semula: Persepsi Masyarakat Terhadap ReDMac. *Sains Humanika* 8(4–2): 1–7. doi:10.11113/sh.v8n4-2.1051
- Muhamad, O., Vun, L. W. & Carolyn Melissa, P. 2019. Tahap Celik Alam Sekitar Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Lima di Sabah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MSJSSH)* 4(1): 41–49.
- Nafiah, S. F. A. 2021. Hubungan Strategi Metakognitif Membaca Teks dengan Jantina dan Pencapaian Pelajar dalam Pembelajaran Bahasa Arab. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities* 6(4): 136–148.
- Norkhaidi, S. B., Mahat, H. & Hashim, M. 2021. Environmentally-Literate Citizenry among Malaysian Youth to Produce Responsible Environmental Behaviour. *Akademika* 91(1): 97–107.
- Razali, A. & Ali, A. 2016. Faktor-faktor yang mempengaruhi tahap stres guru pendidikan khas. *Online Journal for TVET Practitioners* 1(1): 1–7.
- Suhairom, N., Said, N. A., Zolkifli, M. & Hamid, A. 2020. Green Practices Among Employees for Environmental Sustainability of the Vehicle Service Industry. *United International Journal for Research & Technology* / 02(02): 26–32.
- Tan, P. S. & Azman, N. 2011. Hubungan antara Komitmen Terhadap Alam Sekitar dengan Tingkah Laku Mesra Alam Sekitar dalam Kalangan Pelajar Universiti. *Jurnal Personalita Pelajar* 14: 11–22.

Kemahiran Hijau Untuk Kurikulum Kejuruteraan Mekanikal, Awam dan Elektrik di Politeknik Malaysia

Mohd Shahril Bin Mohd Hassan @ Abdul Ghani, Ruslina Awang @ Faudzi

Politeknik Muadam Shah, Muadzam Shah, Pahang

shahril@pms.edu.my

ABSTRAK

Kemahiran hijau merupakan kemahiran yang diperlukan di dalam pasaran pekerjaan hijau yang berteraskan perekonomian hijau. Kemahiran hijau masih merupakan perkara baru dan perlu diterokai tentang jenis dan bentuk kemahiran tersebut. Sehubungan dengan itu kajian ini dijalankan untuk menentukan apakah yang boleh diterapkan di dalam kurikulum kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik di Politeknik Malaysia. Kajian ini merupakan kajian tinjauan dengan kaedah kuantitatif yang berfokuskan kepada bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik. Sebelum kajian dimulakan instrumen soal selidik telah dibangunkan yang mengandungi elemen kemahiran hijau yang diperolehi berdasarkan temu bual awalan bersama pakar TVET di Malaysia dan kajian literatur yang mendalam. Setelah kajian rintis dijalankan terdapat 8 elemen kemahiran hijau telah dikeluarkan kerana tidak memenuhi kehendak diagnosis yang dijalankan. Sejumlah 23 elemen kemahiran hijau dikekalkan bagi kajian sebenar. Sampel kajian terdiri daripada 30 orang pekerja daripada industri dan 320 orang pensyarah Politeknik Malaysia daripada semenanjung Malaysia mengikut zon yang terpilih. Dapatan kajian kuantitatif dianalisis menggunakan perisian *Winsteps V3.69.1.11*. Dapatan analisis menunjukkan secara keseluruhan pihak industri menunjukkan persetujuan pada tahap tinggi semua terhadap kepentingan elemen kemahiran hijau (min skor konstruk tempat kerja = 4.47, min skor konstruk akademik = 4.06, min skor konstruk keberkesana personel = 4.35). Pensyarah politeknik juga menunjukkan persetujuan pada tahap yang tinggi terhadap kepentingan elemen kemahiran hijau (min konstruk tempat kerja = 4.46, min konstruk akademik = 4.31, min konstruk keberkesana personel = 4.43).

Kata Kunci: kemahiran hijau, penghijauan TVET.

1. PENGENALAN

Menurut UNESCO (2009) dalam Bab 36 Agenda 21 empat saranan telah dikemukakan untuk memacu pendidikan awam dan latihan berkaitan dengan ESD dan salah satu saranan yang diketengahkan ialah berkaitan dengan pemberian latihan untuk melahirkan pekerja atau tenaga kerja lestari dan ini sangat berkait dengan bidang TVET. Menurut UNESCO (2017) pelaksanaan ESD di dalam TVET (TVET-ESD) adalah berfungsi sebagai suatu pembolehubah transformasi di institusi TVET bagi meningkatkan skop kelestarian dan visi institusi untuk meningkatkan peluang dan membangun keupayaan masyarakat, malahan ESD di dalam TVET juga merupakan satu kaedah yang boleh digunakan untuk mempertingkatkan dan melengkapkan para belia dan orang dewasa dengan kemahiran yang diperlukan dalam perubahan dunia kerja, termasuk keperluan pengetahuan dan kecekapan dalam proses peralihan kepada perekonomian hijau.

1.1 Latar Belakang Masalah dan Ulasan Literatur

Adalah dimaklumi bahawa perekonomian hijau menyediakan ruang pasaran pekerjaan hijau yang menjangkau USD 2740 bilion pada tahun 2020 (CEDEFOP,2009) dan menurut UNEP (2008) pekerjaan hijau merangkumi pelbagai perjawatan di dalam bidang pertanian, pembuatan, pembinaan, pemasangan dan penyelenggaraan, pentadbiran dan perkhidmatan

serta aktiviti saintifik dan teknikal yang menyumbang dengan ketara untuk memelihara atau memulihkan kualiti alam sekitar. Berdasarkan dokumen Green Skills Agreement Implementation Plan 2010- 2011 daripada MCTEE (2010) untuk menghadapi cabaran perubahan kepada perekonomian hijau, pekerja sediaada perlu dipertingkatkan kemahiran yang sediaada atau dibangunkan kemahiran yang baru dan pelajar di dalam TVET dan pengajian tinggi perlu dilengkapi dengan kemahiran untuk kelestarian di mana kemahiran untuk kelestarian ini dikenali sebagai kemahiran hijau yang mana merangkumi kemahiran teknikal, pengetahuan, nilai dan sikap yang diperlukan di tempat kerja untuk membangunkan kelestarian sokongan sosial, ekonomi dan hasil persekitaran di dalam perniagaan, industri dan komuniti

Berdasarkan kajian yang dibuat Research Base (2014) terhadap golongan belia di empat negara di asia Tenggara mendapati bahawa penerapan kemahiran hijau belum lagi dijalankan secara menyeluruh di dalam pendidikan dan latihan dalam melahirkan belia untuk pekerjaan hijau. Berdasarkan laporan persidangan virtual UNESCO-UNEVOC pada tahun 2013 mendapati bahawa golongan belia mempunyai satu kefahaman yang baik di mana mereka melihat bahawa kemahiran hijau perlu diintergrasikan di dalam semua bidang pekerjaan termasuklah ke dalam kurikulum dan latihan di institusi TVET. Hasil perbincangan pakar dalam bidang TVET mereka menekankan supaya kemahiran hijau dan attitud yang berkaitan dengannya perlu menjadi sebahagian daripada kurikulum dan para pengajar perlu untuk mengaplikasikan kemahiran hijau ketika proses pendidikan dan latihan di institusi TVET (UNESCO, 2014).

Namun pada masa ini adalah di dapati bahawa kurikulum di insitusi TVET masih hanya fokus kepada kepada kemahiran teknikal dan vokasional semata-mata dan perlu mengimbangi nilai kelestarian (Le Fay, 2006) dan pandangan ini adalah selari dengan dapatan kajian daripada Karmel (2009) yang mendapati bahawa masih banyak kurikulum di dalam TVET tidak seimbang di antara nilai kelestarian dibanding dengan kemahiran teknikal. Menurut UNESCO (2014) keadaan ini berlaku adalah disebabkan daripada pihak industri kurang berpengetahuan berkait dengan nilai kelestarian yang berkait dengan kemahiran hijau dan menyebabkan mereka tidak menjadikan kemahiran hijau sebagai syarat atau keperluan di dalam mengambil pekerja dan kebanyakan program *employability* untuk golongan belia banyak fokus kepada bagaimana golongan ini boleh di ambil bekerja daripada memberi fokus dan sokongan kepada usaha menghijaukan pekerjaan, industri dan ekonomi.

Dari aspek kurikulum pula kebanyakan IPT menjadikan kehendak industri sebagai penanda aras dan perkara ini mempengaruhi dimensi kurikulum sesuatu IPT. Namun menurut UNESCO (2017), proses mempromosi kemahiran hijau bagi menyediakan tenaga kerja untuk pekerjaan yang wujud sekarang dan bagi masa hadapan adalah satu usaha yang penting dan perlu dibuat, bahkan usaha ini juga adalah untuk memperkukuhkan penghijauan institusi TVET. Menurut Pavlova (2016). pada masa ini kebanyakan negara telah mula memberi perhatian kepada agenda menghijaukan institusi TVET, malahan kerajaan-kerajaan di Asia Pasifik telah menggerakkan inisiatif dengan meminta institusi TVET mengenal pasti bidang yang perlu dimasukkan isu-isu yang berkaitan dengan pembangunan lestari dengan membangunkan kursus dan modul yang fokus kepada kemahiran hijau yang asas dan kemahiran hijau yang spesifik di dalam membangunkan program pengajian.

Satu dokumen contoh daripada Vietnam yang bertajuk *Vietnam National Green Growth Strategy* (VGGs) yang bermula dalam tempoh 2011 hingga 2020 telah dibangunkan untuk mencapai misi 2050 menegaskan bahawa tenaga kerja perlu dilatih dengan kemahiran hijau yang asas secara umum dan kemahiran hijau teknikal yang spesifik mengikut keperluan

sesetengah pekerjaan dan sektor dan menyatakan bahawa penghijauan institusi TVET akan mencipta manfaat dan kebaikan kepada masyarakat, industri, pelajar, pekerja dan institusi TVET itu sendiri (Klaus & Dang, 2016). Sebagai pemegang taruh TVET di Malaysia, Politeknik Malaysia juga bergerak ke arah penghijauan institusi TVET dengan membentuknya satu rangka tindakan yang dikenali sebagai *Blueprint Polygreen* untuk diterapkan di dalam sistem politeknik supaya sistem politeknik Malaysia seiring dengan perkembangan yang berlaku di dalam institusi TVET di luar negara seperti di Korea, China dan Singapura (JPP, 2015).

Berdasarkan dokumen *Blueprint Polygreen* penghijauan institusi TVET memerlukan Politeknik Malaysia melahirkan pelajar yang dilengkapi dengan kemahiran hijau dan di dalam dokumen *Blueprint Polygreen* secara jelas dinyatakan satu pernyataan masalah atau *kes business* pada bidang tumpuan 1 (BT1) pada pelan tindakan 5 (PT 5) bahawa kurangnya elemen kemahiran hijau di dalam kurikulum dan pelajar kurang didedahkan kepada inisiatif hijau dan menyatakan skop projek yang perlu dijalankan iaitu perlu menerapkan amalan hijau ke dalam kurikulum dengan menerapkan elemen kemahiran hijau merentasi kurikulum sehingga 30% dan juga 30% proses pengajaran dan pembelajaran dan projek hijau dihasilkan (JPP, 2015b).

Permasalahan di dalam *Blueprint Polygreen* ini juga adalah selari dengan kajian yang telah dijalankan oleh Pavlova (2016) di mana lima dimensi telah dikenal pasti untuk ditangani pada tahap makro untuk memastikan berlakunya penghijauan TVET. Salah satu daripadanya adalah berkaitan dengan kurikulum, di mana perlunya ada fleksibiliti dalam kerangka kurikulum sekitar 30 % dan perlu fokus kepada kemahiran hijau yang asas dan spesifik serta dimasukkan ke dalam modul atau kursus sediaada atau mewujudkan satu modul baharu untuk mewujudkan kesedaran kepada persekitaran yang baharu.

Seperti mana yang terkandung di dalam *Blueprint Polygreen* (JPP, 2015b) dan dokumen *Green Skills Agreement Implementation Plan 2010-2011* (MCTEE, 2010) kemahiran hijau merupakan keperluan masa kini yang diperlukan oleh industri di dalam proses menyediakan tenaga kerja untuk pekerjaan yang wujud sekarang dan bagi masa hadapan. Melihat kepada perubahan iklim dan ekonomi semasa seperti mana yang telah dibincangkan bahawa penerapan kemahiran hijau ke dalam kurikulum TVET merupakan pendekatan yang diperlukan sebagai penyediaan latihan kepada bakal graduan untuk memasuki pasaran buruh yang bertunjangkan perekonomian hijau.

1.2 Pernyataan Masalah

Dokumen *Blueprint Polygreen* secara jelas menyatakan pernyataan masalah atau *kes business* pada bidang tumpuan 1 (BT1) pada pelan tindakan 5 (PT 5) bahawa kurangnya elemen kemahiran hijau di dalam kurikulum dan pelajar kurang didedahkan kepada inisiatif hijau. Dokumen *Blueprint Polygreen* juga menyatakan skop projek yang perlu dijalankan iaitu perlu menerapkan amalan hijau ke dalam kurikulum dengan menerapkan elemen kemahiran hijau yang merentasi kurikulum sehingga 30% dan juga 30% proses pengajaran dan pembelajaran dan projek hijau dihasilkan (JPP, 2015b). Justeru itu dengan terdapat permasalahan yang dinyatakan maka pengkaji melihat adanya keperluan untuk mengenal pasti apakah elemen kemahiran hijau yang perlu diserapkan ke dalam kurikulum di Politeknik Malaysia

1.3 Objektif Kajian

1.3.1 Menentukan elemen kemahiran hijau diperlukan berdasarkan industri di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik.

1.3.2 Menentukan elemen kemahiran hijau yang diperlukan berdasarkan pensyarah Politeknik Malaysia di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik.

1.4 Persoalan Kajian

1.4.1 Apakah elemen kemahiran hijau yang diperlukan berdasarkan industri di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik

1.4.2 Apakah elemen kemahiran hijau yang diperlukan berdasarkan pensyarah Politeknik Malaysia di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik

1.5 Skop Kajian

Kajian ini adalah satu kajian tinjauan yang dijalankan secara keratan rentas (*crosssectional study*) dan hanya melibatkan pensyarah Politeknik Malaysia dan industri disemenanjung Malaysia yang dipilih mengikut zon utara, selatan, tengah dan timur berdasarkan ketetapan Pusat Penyelidikan dan Inovasi Politeknik. Kesemua pensyarah Politeknik dan industri yang dipilih adalah di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik.

2. METODOLOGI

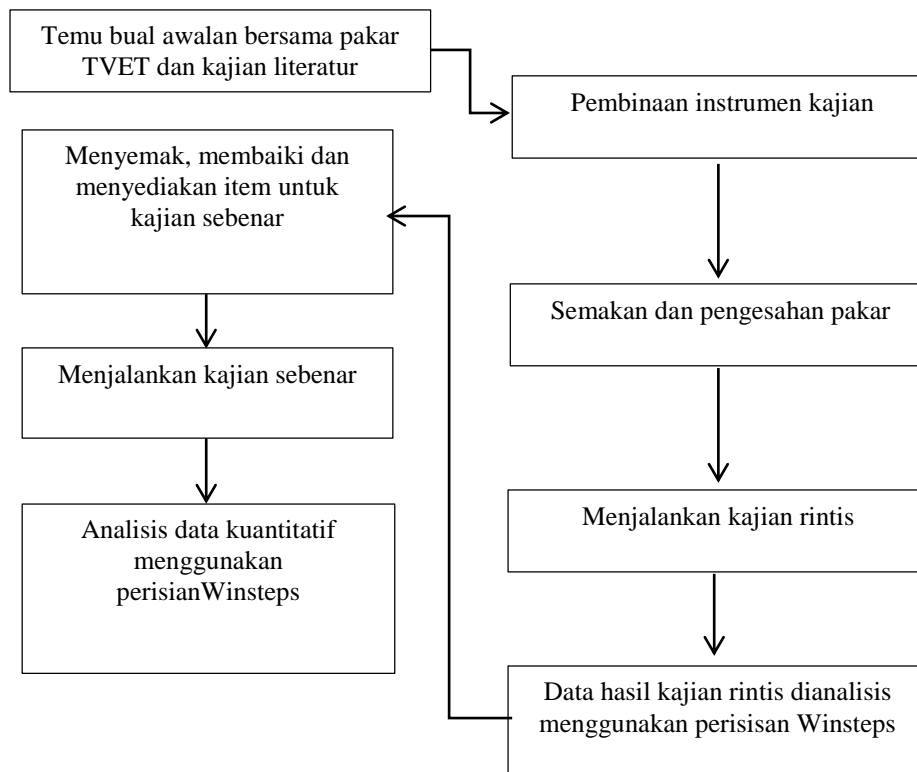
Oleh itu di dalam mencapai matlamat kajian, pengkaji telah memilih kajian tinjauan yang menggunakan kaedah kuantitatif. Proses perjalanan kajian ditunjukkan pada Rajah 1. Kajian ini dimulakan dengan pembangunan instrumen soal selidik yang mengandungi elemen- elemen kemahiran hijau yang telah dihipunkan kedalam tiga konstruk kemahiran hijau iaitu konstruk tempat kerja, akademik dan keberkesanan personel. Kesemua elemen dan konstruk kemahiran hijau ini diperolehi melalui proses temu bual awalan bersama pakar TVET dan kajian literatur yang mendalam. Bagi menentukan kesahan instrumen, borang soal selidik dihantar kepada pakar untuk dibuat pengesahan. Kajian rintis telah dilakukan selepas instrumen kajian disahkan. Setelah itu instrumen telah ditebarkan kepada responden yang terdiri daripada pihak industri dan pensyarah Politeknik Malaysia.

Semua data yang diperolehi di analisa dan segala dapatan dan keputusan kajian dianalisis mengikut persoalan kajian yang telah ditetapkan. Oleh itu pada peringkat ini semua analisa yang dijalankan menggunakan perisian Winstep yang menggunakan model pengukuran Rasch kerana menurut Bond dan Fox (2007) penggunaan model pengukuran Rasch adalah jalan penyelesaian terhadap isu kesahan kerana model pengukuran Rasch menyediakan statistik yang berguna dan menawarkan peluang yang sangat besar untuk siasatan kesahan. Malahan secara keseluruhannya, proses pengukuran berasaskan Rasch mampu mengatasi kelemahan dalam menggunakan skor mentah sebagai keupayaan dan sebagai item kerangka kerja analisa. Selain itu juga, pengaplikasian model pengukuran Rasch dalam sesuatu kajian akan dapat mempermudah dan menghasilkan pengukuran yang lebih cekap, boleh dipercayai dan sah di samping meningkatkan kemudahan dan kesenangan kepada pengguna (Aziz, 2010).

3.1 Populasi Dan Sampel Kajian

Terdapat beberapa kaedah yang dikemukakan oleh pakar kajian kualitatif bagi menentukan saiz sampel. Menurut Linacre(1994) untuk mendapatkan sesuatu anggaran yang lebih stabil dan berguna, 50 saiz sampel yang menjurus kepada kumpulan sasaran adalah yang paling baik

dan jika kajian direkabentuk dengan baik maka 30 saiz sampel adalah memadai. Jadual 1 menunjukkan jumlah pemilihan sampel yang dikemukakan oleh Linacre (1999).



Rajah 1: Proses perjalanan kajian

Jadual 1: Penentuan minimum saiz sampel (Linacre, 1999)

Kolaborasi Item	Keyakinan	Nilai Minimum Saiz Sampel	Saiz Sampel Untuk Kebanyakan tujuan
± 1 logit	95%	16-36	30
± 1 logit	95%	27-61	50
± ½ logit	95%	64-144	100
± ½ logit	95%	108-243	150

Populasi pensyarah adalah terdiri daripada bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik di politeknik semenanjung Malaysia berdasarkan zon utara, selatan, timur dan tengah dan berfokuskan kepada politeknik yang hanya menawarkan ketiga-tiga bidang kejuruteraan tersebut dan dua politeknik dipilih mengikut zon yang telah ditetapkan oleh Bahagian Penyelidikan. Pemilihan industri juga terdiri daripada bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik yang bertapak sekitar politeknik yang telah dipilih mengikut zon yang telah ditetapkan berdasarkan direktori organisasi latihan industri yang dikeluarkan oleh Bahagian Hubungan Industri dan Kebolehpasaran, Jabatan Pendidikan Politeknik. Populasi pensyarah Politeknik Malaysia mengikut skop kajian adalah sebanyak 1847 orang, manakala populasi industri sekitar Politeknik yang bekerjasama mengikut skop kajian sebanyak 96 industri. Jumlah sampel yang diperolehi untuk pensyarah Politeknik Malaysia adalah sebanyak 320 orang dan industri sebanyak 30.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Persoalan Kajian Pertama : Apakah elemen kemahiran hijau yang diperlukan berdasarkan industri di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik.

Untuk memastikan elemen kemahiran hijau mempunyai hubungan yang signifikan di dalam ketiga-tiga konstruk iaitu konstruk tempat kerja (konstruk A) , konstruk akademik (konstruk B) dan konstruk keberkesanan personel (konstruk C) maka pengkaji menggunakan nilai min skor dan min ukuran bagi melihat tahap persetujuan responden kepada setiap elemen kemahiran hijau di dalam ketiga-tiga konstruk tersebut dengan merujuk kepada Jadual 2 di bawah. Nilai min skor dan min ukuran responden daripada industri terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja (konstruk A) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen A3 dan elemen A4 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.63 dan -1.05. Elemen A7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.47 dan -0.46. Elemen A5 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.43 dan -0.35. Elemen A1 dan elemen A6 masing-masing mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.40 dan -0.25. Manakala elemen A2 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.30 dan 0.04. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja (konstruk A).

Nilai min skor dan min ukuran responden daripada industri terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk akademik (konstruk B) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen B1 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.20 dan 0.30. Elemen B3 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.17 dan 0.39. Elemen B2 dan elemen B5 masing-masing mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.07 dan 0.64. Elemen B6 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.03 dan 0.72. Elemen B7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.00 dan 0.81. Manakala elemen B4 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 3.90 dan 1.04. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk akademik (konstruk B)

Nilai min skor dan min ukuran responden daripada industri terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk keberkesanan personel (konstruk C) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen C4 dan elemen C5 masing-masing mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.53 dan -0.68. Elemen C6 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.43 dan -0.35. Elemen C3 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.40 dan -0.25. Elemen C8 dan elemen C9 masing-masing mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.37 dan -0.15. Elemen C7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.30 dan 0.04. Elemen C1 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.13 dan 0.48. Manakala elemen C2 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.10 dan 0.56. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk keberkesanan personel (konstruk C).

4.2 Persoalan Kajian Kedua : Apakah elemen kemahiran hijau yang diperlukan berdasarkan pensyarah Politeknik Malaysia di dalam bidang kejuruteraan mekanikal, awam dan elektrik.

Untuk memastikan elemen kemahiran hijau mempunyai hubungan yang signifikan di dalam ketiga-tiga konstruk iaitu konstruk tempat kerja (konstruk A), konstruk akademik (konstruk B) dan konstruk keberkesanan personel (konstruk C) maka pengkaji menggunakan nilai min skor dan min ukuran bagi melihat tahap persetujuan responden kepada setiap elemen di dalam ketiga-tiga konstruk tersebut dengan merujuk kepada Jadual 3 di bawah.

Nilai min skor dan min ukuran responden daripada pensyarah terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja (konstruk A) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen A3 nilai min skor dan min ukuran 4.57 dan -0.66. Elemen A4 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.53 dan -0.50. Elemen A6 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.52 dan -0.45. Elemen A7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.43 dan -0.09. Elemen A1 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.42 dan -0.04. Elemen A2 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.38 dan 0.11 dan elemen A5 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.36 dan 0.17. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja (konstruk A).

Nilai min skor dan min ukuran responden daripada pensyarah terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk akademik (konstruk B) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen B6 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.38 dan 0.09. Elemen B5 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.37 dan 0.12. Elemen B2 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.36 dan 0.17. Elemen B7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.34 dan 0.24. Elemen B1 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.32 dan 0.30. Elemen B4 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.21 dan 0.67. Manakala elemen B3 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.19 dan 0.73. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk akademik (konstruk B).

Nilai min skor dan min ukuran responden daripada pensyarah terhadap setiap elemen kemahiran hijau di dalam konstruk keberkesanan personel (konstruk C) dan telah disusun mengikut keutamaan nilai min skor. Hasil analisis menunjukkan elemen C4 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.49 dan -0.35. Elemen C8 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.49 dan -0.33. Elemen C7 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.46 dan -0.21. Elemen C1 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.45 dan -0.19. Elemen C6 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.44 dan -0.12. Elemen C3 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.41 dan -0.01. Elemen C5 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.40 dan 0.01. Elemen C9 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.39 dan 0.06. Manakala elemen C2 mencatatkan nilai min skor dan min ukuran 4.32 dan 0.30. Nilai min skor yang diperolehi secara keseluruhannya menunjukkan kesemua responden mempunyai tahap persetujuan yang tinggi terhadap semua elemen kemahiran hijau di dalam konstruk keberkesanan personel.

Jadual 2: Tahap persetujuan industri terhadap elemen kemahiran hijau bagi konstruk A,B dan C

Susunan elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja mengikut keutamaan nilai min skor		Persetujuan		
		Min skor	Min ukuran (logit)	Tahap
A3	keselamatan, kesihatan dan persekitaran	4.63	-1.05	Tinggi
A4	bekerja dengan peralatan dan teknologi	4.63	-1.05	Tinggi
A7	penyelesaian masalah, pencegahan dan membuat keputusan	4.47	-0.46	Tinggi
A5	menyemak, memeriksa dan merakam	4.43	-0.35	Tinggi
A1	amalan kelestarian	4.40	-0.25	Tinggi
A6	kerja kumpulan	4.40	-0.25	Tinggi
A2	sumber bahan	4.30	0.04	Tinggi
B1	pengetahuan terkini berkaitan dengan alam sekitar	4.20	0.30	Tinggi
B3	matematik	4.17	0.39	Tinggi
B2	membaca dan menulis	4.07	0.64	Tinggi
B5	kejuruteraan dan teknologi	4.07	0.64	Tinggi
B6	kemahiran asas komputer	4.03	0.72	Tinggi
B7	pembelajaran sepanjang hayat	4.00	0.81	Tinggi
B4	sains	3.90	1.04	Tinggi
C4	integriti	4.53	-0.68	Tinggi
C5	profesionalisme dan etika	4.53	-0.68	Tinggi
C6	inisiatif	4.43	-0.35	Tinggi
C3	kemahiran interpersonal	4.40	-0.25	Tinggi
C8	komunikasi	4.37	-0.15	Tinggi
C9	pemikiran kritikal dan analitikal	4.37	-0.15	Tinggi
C7	pemikiran kreatif	4.30	0.04	Tinggi
C1	tanggungjawab sosial	4.13	0.48	Tinggi
C2	rasa kepunyaan	4.10	0.56	Tinggi

Jadual 3: Tahap persetujuan pensyarah Politeknik Malaysia terhadap elemen kemahiran hijau bagi konstruk A,B dan C

Susunan elemen kemahiran hijau di dalam konstruk tempat kerja mengikut keutamaan nilai min skor		Persetujuan		
		Min skor	Min ukuran (logit)	Tahap
A3	keselamatan, kesihatan dan persekitaran	4.57	-0.66	Tinggi
A4	bekerja dengan peralatan dan teknologi	4.53	-0.50	Tinggi
A6	kerja kumpulan	4.52	-0.45	Tinggi
A7	penyelesaian masalah, pencegahan dan membuat keputusan	4.43	-0.09	Tinggi
A1	amalan kelestarian	4.42	-0.04	Tinggi
A2	sumber bahan	4.38	0.11	Tinggi
A5	menyemak, memeriksa dan merakam	4.36	0.17	Tinggi
C3	kemahiran interpersonal	4.41	-0.01	Tinggi
C5	profesionalisme dan etika	4.40	0.01	Tinggi
C9	pemikiran kritikal dan analitikal	4.39	0.06	Tinggi
C2	rasa kepunyaan	4.32	0.30	Tinggi
B1	pengetahuan terkini berkaitan dengan alam sekitar	4.32	0.30	Tinggi

B4	sains	4.21	0.67	Tinggi
B3	matematik	4.19	0.73	Tinggi
C4	integriti	4.49	-0.35	Tinggi
C8	komunikasi	4.49	-0.33	Tinggi
C7	pemikiran kreatif	4.46	-0.21	Tinggi
C1	tanggungjawab sosial	4.45	-0.19	Tinggi
C6	inisiatif	4.44	-0.12	Tinggi
C3	kemahiran interpersonal	4.41	-0.01	Tinggi
C5	profesionalisme dan etika	4.40	0.01	Tinggi
C9	pemikiran kritikal dan analitikal	4.39	0.06	Tinggi
C2	rasa kepunyaan	4.32	0.30	Tinggi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan daripada dua puluh tiga elemen kemahiran hijau yang terdapat di dalam tiga konstruk yang telah dibincangkan maka di dapati terdapat dua belas elemen kemahiran hijau yang bertindih dengan kemahiran *employability* berdasarkan kerangka kemahiran *employability* yang dirujuk melalui kajian yang terdahulu iaitu (i) bekerja dengan peralatan dan teknologi, (ii) kerja kumpulan, (iii) penyelesaian masalah, pencegahan dan membuat keputusan, (iv) membaca dan menulis, (v) kemahiran asas komputer, (vi) pembelajaran sepanjang hayat, (vii) kemahiran interpersonal, (viii) integriti, (ix) profesionalisme dan etika (x) inisiatif, (xi) pemikiran kreatif, (xii) komunikasi dan (xiii) pemikiran kritikal dan analitikal. Namun adalah penting untuk dijelaskan di sini bahawa walaupun berlaku pertindihan ini tidak bermaksud bahawa kemahiran hijau ini sama dengan kemahiran *employability* kerana kemahiran hijau disifatkan sebagai elemen yang bersifat sentiasa diperlukan untuk selama-lamanya atau bersifat malar hijau (*evergreen*) bukannya hanya diperlukan untuk satu jangka masa tertentu sahaja dan bukan hanya untuk pekerjaan sahaja malahan elemen ini diperlukan lebih daripada konteks pekerjaan semata-mata.

RUJUKAN

- Aziz, A. R. A. (2010). *Penulisan Instrumen Berkualiti. Cetakan Ketiga*. Kuala Lumpur . Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Bond, T.G. & Fox, C. M. (2007). *Applying The RASH Model : Fundamental Measurement in The Human Sciences. 2nd Edition*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahway, New Jersey. London.
- CEDEFOP (2009). *Future Skill Needs For The Green Economy*. Luxemborg : Publication Office Of The European Union
- JPP (2015). *Amanat Tahun Baharu 2015*. Jabatan Pengajian Politeknik. Kementerian Pendidikan Malaysia
- JPP (2015b). *Blueprint Polygreen*. Jabatan Pengajian Politeknik. Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia
- Karmel. T (2009), *TVET and Sustainable Development: A Cautionary Note, Work, Learning and Sustainable Development*. Chapter 36, p.499-505

- Klaus & Dang (2016). *Greening TVET in Viet Nam: Sustainable Development, Green Economy And The Role Of Greening TVET*. Ha Noi, Viet Nam, March 2016
- LeFay, R. (2006). *An Ecological Critique of Education*. *International Journal of Children's*. pages 35-45. DOI: 10.1080/13644360500503290
- Linacre, J.M. (1999). *Estimation Method for RASH Measures*. *Journal of Outcome Measurement* 3: 382-405
- Linacre, J.M.(1994). *Constructing Measurement With Many-Facet RASH Model* dalam Wilson, M.(Eds). *Objective measurement: Theory into practice*. Norwood, NJ. Ablex
- MCTEE (2010). *Green Skill Agreement Implementation Plan 2010-2011*. Ministerial Council For Tertiary Education And Employment : Australian Government.
- Pavlova, M. (2016). *Regional overview: What is the government's role in greening TVET?*.www.tvet-online.asia
- UNEP (2008). *Green Jobs: Towards Decent Work In A Sustainable, Low-Carbon World*. Worldwatch Institute and Cornell University Global Labor Institute .Nairobi
- UNESCO (2009). *Learning for a Sustainable World: United Nations Decade of Education for Sustainable Development (DESD, 2005-2014)*.
- UNESCO (2014). *Greening TVET: Qualifications needs and implementation strategies : Report of the UNESCO-UNEVOC Virtual Conference*. ISBN 978-92-95071-71-1
- UNESCO (2017). *Greening Technical and Vocational Education and Training : A practical guide for institutions*. ISBN: 978-92-3-100231-1

Keusahawanan Hijau di Malaysia: Konsep dan Halatuju

Mazura Mansor & Norman Zamri

Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

mazura@psis.edu.my

ABSTRAK

Salah satu matlamat pembangunan, terutamanya pembangunan lestari, adalah memberi tumpuan kepada perlindungan alam sekitar. Pembangunan lestari dalam bidang keusahawanan juga disebut sebagai 'keusahawanan hijau', di mana telah diperkatakan sejak berdekad yang lalu. Konsep keusahawanan hijau ini masih belum dipraktikkan sepenuhnya oleh perusahaan mikro, kecil dan sederhana di Malaysia atas faktor sumber yang tidak mencukupi dan kurangnya galakan dan insentif dari kerajaan. Halatuju keusahawanan hijau di Malaysia perlu difokuskan kepada pemahaman usahawan tentang konsep keusahawanan hijau, pasaran hijau, ekonomi hijau dan inovasi hijau yang menjadi pendokong kepada kejayaan dan keberkesanan pelaksanaannya dalam kalangan usahawan dan kepada negara.

Kata Kunci: Keusahawanan hijau, pembangunan lestari, pasaran hijau, ekonomi hijau, inovasi hijau

1. PENGENALAN

Perkataan keusahawanan lestari atau dalam bahasa Inggerisnya *sustainopreneurship* telah mula digunakan secara rasmi buat julung kalinya dalam penerbitan akademik oleh Gerlach pada tahun 2003. Beliau telah memperkenalkan istilah ini dalam satu pembentangan kertas kerja mengenai "Pengurusan Kemampunan Dalam Tindakan" di University of St. Gallen, Switzerland. Abrahamsson pada tahun 2007 dalam kajiannya mendefinisikan keusahawanan lestari sebagai "suatu perniagaan bersebab" – yang mana ia menggunakan pengurusan perniagaan untuk menyelesaikan masalah berkaitan kemampunan alam sekitar dan sosial. Dalam erti kata lain, di dalam keusahawanan lestari, masalah kemampunan alam sekitar dan sosial, dengan penerapan inovasi, dijadikan sebagai peluang perniagaan untuk menyelesaikan masalah dunia dan memperolehi kepuasan sosial serta ganjaran kewangan. Kelestarian secara umumnya membawa maksud pengekalan sesuatu perkara atau keadaan. Ini bermakna, kelestarian ada kaitannya dengan usaha mengekalkan serta memelihara keaslian. Menurut Kamus Dewan Bahasa & Pustaka (2013), lestari didefinisikan sebagai tidak berubah-ubah, kekal dan tetap. Kelestarian pula bermaksud keadaan yang tidak berubah atau yang terpelihara seperti asal. Walaupun begitu, kelestarian dalam konteks yang lebih luas sewajarnya merangkumi bukan sahaja pengekalan tetapi turut menambahbaik keadaan sedia ada.

Mutakhir ini, di negara-negara Barat, trend perniagaan telah mula berubah daripada perniagaan yang bermotifkan keuntungan semata-mata kepada perniagaan lestari. Kita berada dalam zaman serba moden yang mana kita banyak menggunakan tenaga setiap hari. Penduduk dunia dianggarkan menggunakan lebih kurang 40% sumber tenaga setiap tahun dan ini tidak dapat digantikan semula. Gaya hidup ini perlu diubah bagi memastikan generasi akan datang tidak menanggung kesan akibat dari perbuatan kita. Kelestarian mengambil kira bagaimana kita dapat hidup harmoni dalam suasana semulajadi tanpa memusnahkan dunia.

Sering kali kelestarian ini dikaitkan dengan bidang alam sekitar iaitu melalui konsep pembangunan lestari. Konsep ini bermaksud, satu bentuk pembangunan yang memenuhi

keperluan masa kini tanpa menjejaskan kemampuan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka. Dalam konteks keusahawanan, kelestarian adalah merujuk kepada ketahanan usahawan dalam meneruskan legasi perniagaannya serta membangunkan inovasi berdasarkan kepada keperluan pasaran masa depan.

Bidang keusahawanan telah mula berkembang daripada aktiviti perniagaan kepada aktiviti politik dan sosial. Aktiviti keusahawanan di syarikat besar dikenali sebagai *intrapreneurship*; yang mana ia merangkumi amalan gaya pengurusan korporat yang menggabungkan pendekatan mengambil risiko dan inovasi, serta teknik motivasi dan ganjaran. Terkini, istilah keusahawanan telah mula diperluaskan dan dimasukkan elemen khusus sehingga tercetusnya inisiatif keusahawanan yang baharu seperti keusahawanan korporat, keusahawanan francais, keusahawanan digital, keusahawanan eko, keusahawanan sosial dan yang terkini keusahawanan lestari. Ia dapat dibangunkan dengan kekuatan mental dan fizikal seseorang usahawan. Kekuatan mental adalah merujuk kepada efikasi sendiri keusahawanan yang mana dapat mempengaruhi tekad keusahawanan seseorang individu (Mazura, M., 2015).

2. PEMBANGUNAN LESTARI DALAM KEUSAHAWANAN

Pembangunan lestari wajarlah seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan manusia bagi memperoleh pembangunan yang berterusan di samping pembangunan ekonomi itu sendiri. Menurut Lotfi, M., Yousefi, A., & Jafari, S. (2018), pembangunan lestari adalah proses yang menjanjikan masa depan yang diinginkan masyarakat manusia, di mana keadaan hidup dan penggunaan sumber akan memenuhi keperluan manusia tanpa merosakkan integriti, keindahan, dan kestabilan sistem. Pembangunan lestari bermaksud bahawa mencapai pembangunan ekonomi dan sosial dilakukan dengan cara memanfaatkan semua sumber semula jadi sesebuah negara, sambil mengekalkan dan meningkatkan kualiti hidup manusia yang menggunakan kapasiti ekosistem di sekitarnya. Salah satu matlamat pembangunan, terutamanya pembangunan lestari, adalah memberi tumpuan kepada perlindungan alam sekitar; oleh itu, cabaran pembangunan lestari dalam keusahawanan sering dipertimbangkan dalam pembuatan dasar sejak dua dekad yang lalu. Pembangunan lestari memberi penyelesaian kepada corak pembangunan, sosial dan ekonomi dalam mencegah masalah seperti pemusnahan sumber semula jadi, kemerosotan sistem biologi, pencemaran, perubahan iklim, pertambahan penduduk yang berlebihan, ketidakadilan dan kemerosotan kualiti hidup pada masa sekarang mahupun masa hadapan.

Terdapat beberapa konsep yang mendokong pembangunan kelestarian dalam keusahawanan, antaranya, konsep keusahawanan hijau, pasaran hijau, ekonomi hijau dan inovasi hijau.

2.1 Keusahawanan Hijau

Menurut Farinelli F. et al. (2011) keusahawanan hijau adalah proses menangani masalah dalam lingkungan sosial dengan cara merealisasikan idea-idea keusahawanan yang berisiko serta mempunyai pengaruh positif terhadap lingkungan semula jadi dan pada masa yang sama dapat bertahan secara kewangan. Manakala istilah usahawan hijau pula merujuk kepada seseorang yang memulakan dan menjalankan usaha keusahawanan yang dirancang untuk menjadi 'hijau' dalam produk dan prosesnya.

Konsep keusahawanan hijau adalah suatu isu baharu yang menarik perhatian sejak akhir-akhir ini. Ia bermula pada awal tahun 1990-an dan telah berkembang dengan stabil dalam beberapa tahun kebelakangan ini. Keusahawanan hijau ini pada asalnya ditakrifkan sebagai penciptaan produk atau teknologi baharu untuk menyelesaikan masalah persekitaran (Lotfi, M., 2018).

Istilah ini berasal dari gabungan istilah keusahawanan dan persekitaran. Hall (2013) menyebutkan bahawa istilah "keusahawanan hijau" muncul untuk pertama kalinya dalam buku "Pengusaha Hijau: Peluang Perniagaan yang Dapat Menyelamatkan Bumi dan Menjana Wang Anda" oleh Gustav Berle (1991). Definisi Berle pendek, cukup puitis, fokus secara moral dan mungkin agak tepat, iaitu keusahawanan hijau mengambil tanggungjawab untuk mencipta dunia yang kita impikan. Walau bagaimanapun, ramai penyelidik percaya bahawa tiada definisi yang komprehensif untuk keusahawanan hijau.

Keusahawanan hijau adalah jenis keusahawanan baharu, dengan komitmen untuk keserasian persekitaran. Ia menggabungkan perkembangan perniagaan dengan pembangunan kelestarian dan prinsip-prinsip lain dalam persekitaran di mana keserasian dengan persekitaran perlu ditentukan dalam apa jua keadaan. Usahawan hijau adalah usahawan yang bertujuan untuk mendapat keuntungan dari perniagaan hijau. Perniagaan hijau merujuk kepada sifat produk, inovasi, dan dasar hijau intra-organisasi (Walley, L. et al., 2010). Produk hijau dan teknologi diperkenalkan ke pasaran oleh usahawan. Mereka adalah aktivis ekonomi yang merealisasikan keusahawanan hijau melalui transformasi corak dan prototaip menjadi produk perniagaan yang nyata. Keusahawanan hijau juga merupakan bahagian yang berkembang pesat dan berupaya mengintegrasikan faedah persekitaran dan sosial perniagaan agar dapat memberikan kelebihan daya saing untuk usahawan. Oleh itu, dapat dikatakan bahawa keusahawanan hijau adalah jenis keusahawanan baharu dengan komitmen menjadi mesra alam. Ia bukan lagi menjadi hanya perniagaan, tetapi sejenis aktiviti sosial yang bertujuan melindungi dan memelihara alam semula jadi.

2.2 Pasaran Hijau

Dalam beberapa tahun terakhir, senario baru telah dikaji yang berfokus kepada kecenderungan pasaran ke arah produk dan perkhidmatan mesra alam yang disebut 'Hijau'. Sebab utama berlakunya perubahan ini adalah peningkatan tekanan terhadap persekitaran manusia, termasuk pencemaran dan penyebaran kesan serta akibat yang berbahaya. Oleh itu, kumpulan pengguna, organisasi perniagaan dan pemerintah telah memandang serius masalah ini. Peningkatan kesedaran pengguna terhadap perubahan persekitaran telah menyebabkan mereka mengubah bentuk produk dan perkhidmatan. Menurut Lotfi, M. et al. (2018), dengan munculnya pasaran hijau, terdapat konsep baharu muncul dalam bidang pengurusan, seperti pemasaran hijau, pengurusan rantai bekalan hijau, dan pengurusan sisa. Semua langkah ini tidak hanya memenuhi keperluan pengguna, tetapi juga menjamin persekitaran yang bersih dan hijau. Hari ini, usahawan harus menangani masalah persekitaran dalam aktiviti mereka untuk memenuhi keperluan pelanggan, komited terhadap tanggungjawab sosial, dan melindungi hak pengguna, yang semuanya memerlukan kemunculan pasaran baharu dipanggil pasaran hijau. Faktor seperti kesedaran pengguna terhadap persekitaran, perubahan tingkah laku pengguna terhadap pembelian produk hijau atau mesra alam, serta persepsi pengguna terhadap produk hijau, mempunyai kesan positif terhadap kemunculan pasaran hijau.

2.3 Ekonomi Hijau

Ekonomi hijau adalah pertumbuhan ekonomi yang disertai oleh pengurangan pelepasan dan pencemaran karbon, peningkatan kecekapan tenaga dan sumber serta ekosistem perkhidmatan yang dikekalkan. Ekonomi hijau ini diharap dapat menangani masalah ekonomi dan pembangunan global. Ini adalah sokongan pertumbuhan ekonomi sambil melepaskannya daripada peningkatan penggunaan sumber semula jadi, mitigasi dan penyesuaian terhadap perubahan iklim, penciptaan pekerjaan dan pembasmian kemiskinan. Negara perindustrian perlulah prihatin untuk mengatasi krisis ekonomi, mencipta pekerjaan, dan menangani

perubahan iklim. Negara peralihan telah meningkatkan pelaburan dalam ekonomi cekap tenaga, tetapi sasaran pertumbuhan mereka mungkin melebihi usaha ini. Ekonomi hijau di negara membangun terutamanya adalah berkaitan dengan kemiskinan, keselamatan sosial, dan keselamatan makanan. Untuk mencapai ekonomi hijau global memerlukan penyelarasan agenda dan konsep itu ekonomi itu sendiri (Ringkasan Dasar NCCR No.6, 2012)

Dalam menghadapi pembangunan ekonomi, masih terdapat jurang antara negara-negara perindustrian dengan negara-negara yang sedang membangun dan masalah-masalah yang berkaitan dengan persekitaran telah bertambah dengan mendadak. Harga sumber meningkat seiring dengan persaingan untuk sumber yang terhad. Perkara ini merupakan cabaran yang serius terutamanya untuk negara-negara yang sedang mengalami perindustrian dan pertumbuhan ekonomi yang pesat seperti Malaysia. Hakikatnya, dimensi persekitaran, sosial dan ekonomi dicerminkan dalam konsep ekonomi hijau. Rangka kerja ekonomi hijau negara Malaysia dilihat dapat mengukuhkan ekonomi melalui insentif, cukai, harga, mengawal selia dan pelaburan (Vaghefi, N. et al. 2017).

2.4 Inovasi Hijau

Inovasi dan keusahawanan tidak dapat dipisahkan. Ia sangat berkait rapat antara satu sama lain kerana seseorang itu digelar usahawan atas dasar usahanya mencipta sesuatu yang baharu atau memberikan sentuhan baharu dari segi penghasilan produk mahupun perkhidmatan. Hakikat bahawa agenda lestari semakin menjadi tumpuan global, Malaysia juga tidak terkecuali. Jesteru itu, aspirasi negara untuk mengimbangi kelestarian dalam pelan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi telah mencetuskan minat utama dalam kajian ini. Berdasarkan kepada Menurut Zahari, F.M. (2015), teori pemodenan ekologi (EMT) mencadangkan bahawa inovasi teknologi pencegahan sebagai langkah berkesan untuk mengurangkan kesan buruk perindustrian kepada alam sekitar. Tidak banyak yang diketahui tentang faktor penentu penerimaan inovasi hijau ini dalam kajian yang sedia ada, walaupun pengetahuan ini memberi kesan yang signifikan ke arah kelestarian alam sekitar.

Inovasi dalam sektor makanan dan minuman merupakan proses yang kompleks iaitu daripada penggunaan bahan mentah sehingga kepada produk akhir dan dibekalkan kepada pengguna. Sepanjang aliran rangkaian tersebut, usahawan PKS berpotensi untuk melaksanakan inovasi. Kajian yang dijalankan oleh Lily Julienti dan Hartini (2012) ke atas 12 industri pembuatan di Malaysia mendapati prestasi inovasi produk dalam industri pembuatan makanan dan minuman adalah yang kedua tertinggi selepas industri elektrik dan elektronik dan diikuti oleh industri pembuatan yang lain (Adnan, et al.2016). Hasil kajian ini mendapati, jenis inovasi yang selalu dilaksanakan oleh PKS pembuatan makanan dan minuman utama adalah produk inovasi diikuti dengan proses inovasi dan pemasaran inovasi. Manakala organisasi inovasi jarang dilaksanakan dalam PKS pembuatan makanan dan minuman. Ia selari dengan kajian lepas yang dijalankan di mana produk inovasi dan proses inovasi dalam PKS yang memberi kesan kepada prestasi PKS. Ini menunjukkan bahawa dalam penekanan konsep inovasi hijau, faktor produk, proses dan pemasaran hijau juga perlu dititikberatkan oleh usahawan.

3. PERKEMBANGAN KEUSAHAWANAN LESTARI DI MALAYSIA

3.1 Matlamat Pembangunan Lestari

Matlamat Pembangunan Lestari atau *Sustainable Development Goals* (SDG) mula dirancang ketika sidang kemuncak Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) di New York pada September 2015. Sebanyak 17 matlamat ditetapkan dan perlu dicapai menjelang 2030.

Sebahagian matlamat ini berkenaan membasmi kemiskinan (SDG1), akses kepada tenaga yang bersih (SDG7), penggunaan sumber secara bertanggungjawab (SDG12) dan perubahan iklim (SDG13). Pembangunan lestari tidak hanya menumpukan aspek alam sekitar, sebaliknya mengambil kira faktor seperti sosial dan pertumbuhan ekonomi bagi memastikan agenda pembangunan lebih menyeluruh. Aktiviti inovasi dan penghasilan produk baharu dengan meletakkan kelestarian sebagai sasaran utama perlu dipergiatkan. Contohnya, teknologi terkini tenaga boleh diperbaharui, kaedah memastikan penggunaan sumber air cekap dan kebolehpasaran produk hijau.

Di dalam pembangunan lestari, konsep keusahawanan hijau mendapat momentum yang signifikan dan dianggap sebagai salah satu pemacu utama ekonomi hijau (Ahmad, Abdul Halim, Ramayah, & Rahman, 2015). Keusahawanan hijau muncul sebagai tindak balas terhadap cabaran persekitaran yang dihadapi oleh manusia. Dalam pengertian yang lebih luas, ini dapat didefinisikan dengan baik sebagai berkaitan dengan proses pemusnahan kreatif, yang digambarkan oleh Schumpeter (1934) pada separuh pertama abad ke-20 (Gibbs, 2009). Oleh kerana telah dibincangkan bahawa aktiviti keusahawanan dianggap sebagai penyebab kemerosotan persekitaran, usahawan sendiri harus memainkan peranan mereka dalam menguruskan isu-isu kelestarian (Hockerts dan Wustenhagen, 2010) di mana usaha dan gerakan ini telah mengembangkan disiplin baru yang disebut "Keusahawanan hijau" (Dean dan McMullen, 2007).

3.2 Penerapan Konsep Keusahawanan Hijau

Hampir 95 peratus perniagaan yang sedia ada di Malaysia merupakan perniagaan konvensional. Matlamat perniagaan mereka adalah untuk meraih ganjaran keuntungan semata-mata. Mereka tidak mementingkan empati dan masalah kemampanan alam sekitar dan sosial. Mereka beranggapan perniagaan yang sedia ada ini tidak boleh diubah untuk menjadi suatu perniagaan lestari atau konsep keusahawanan hijau. Hakikatnya, tanggapan ini adalah salah. Setiap perniagaan atau aktiviti keusahawanan boleh diubah ke arah kelestarian, usahawan hanya perlu mengubah cara pemikiran mereka. Konsep keusahawanan konvensional dan keusahawanan lestari tidak jauh berbeza. Usahawan masih perlu untuk berfikir di luar kotak bagi menjadikan perniagaan mereka kompetitif dan berdaya saing. Apa yang membezakan antara keusahawanan konvensional dan lestari adalah perniagaan konvensional bermotifkan keuntungan semata-mata manakala perniagaan lestari bermotifkan mencari jalan penyelesaian kepada masalah kemampanan alam sekitar dan sosial. Ganjaran kewangan bukan menjadi motif utama dalam perniagaan lestari.

Perusahaan kecil dan sederhana (PKS) dalam sektor pembuatan merupakan penyumbang utama terhadap impak alam sekitar, iaitu pada tahap 70 peratus di seluruh dunia. Di samping itu, kesedaran dan permintaan pengguna bukan hanya terhadap produk berkualiti dan memenuhi ciri-ciri keselamatan, bahkan juga produk yang dihasilkan melalui proses pembuatan mesra alam. Ini sekaligus memberi tekanan kepada syarikat pembuatan PKS untuk mencapai keberdayasaingan. Kini, masalah alam sekitar mendapat perhatian pelbagai pihak. Dalam kalangan ahli pencinta alam dan pihak industri, isu pemeliharaan dan pemuliharaan sumber asli alam semulajadi menjadi polemik dan perdebatan untuk menentukan arah pembangunan dalam arus globalisasi. Hasilnya, konsep pembangunan lestari (SD) yang mengimbangi aspek sosial, ekonomi, dan alam sekitar dicetuskan oleh Brundtland Commission untuk kesejahteraan manusia sejagat. Kelestarian didefinisikan sebagai "*ability to meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*". Dalam erti kata lain, kelestarian akan tercapai apabila kesejahteraan yang dikecapi oleh

generasi masa kini tidak mengorbankan kepentingan generasi akan datang. Justeru, pembangunan lestari digunapakai sebagai kerangka pembangunan seimbang bagi menangani konflik di antara alam sekitar dan pembangunan di pelbagai sektor organisasi dan industry. Syarikat pembuatan perusahaan kecil dan sederhana (PKS) memainkan peranan penting dalam pembangunan ekonomi dan pencemaran alam sekitar global. Kini, konsep hijau yang mengambilkira kepentingan alam sekitar dalam amalan pengurusan semakin menjadi keutamaan syarikat pembuatan untuk mencapai keberdayasaingan. Namun, PKS menghadapi kesukaran untuk mengguna pendekatan sedia ada disebabkan kekangan sumber (Nordin, R., & Hassan, R. A., 2019).

3.3 Halatujau Pembangunan Keusahawanan Hijau

Antara amalan yang boleh diterapkan di dalam menggalakkan pembangunan keusahawanan lestari di Malaysia adalah melalui pendekatan mesra alam dan kelestarian. Pelbagai pendekatan termasuk amalan mesra alam sekitar atau amalan hijau (GP) diperkenalkan oleh pihak industri untuk mengatasi isu bertaraf global ini. Pendekatan GP lazimnya bermula dengan usaha untuk memberi kesedaran, dan kemudiannya disusuli dengan tindakan serta pelaksanaan. Namun begitu, tahap kesedaran dan pelaksanaan GP dalam sektor PKS di seluruh dunia adalah rendah berbanding syarikat besar. Mereka menganggap operasi dan aktiviti perniagaan mereka tidak menjejaskan, atau hanya memberi kesan negatif yang sedikit terhadap alam sekitar. Ramai di kalangan pengurus atau pemilik PKS kurang arif tentang pengurusan alam sekitar, dan tidak memahami konsep hijau.

Dalam perspektif pengurusan, pelaksanaan beberapa amalan pengurusan (MP) dan pengurusan kualiti menyeluruh (TQM), masing-masing mampu menggalakkan dan menambahbaik aktiviti kelestarian. Pelaksanaan MP adalah selari dengan prinsip pemasaran hijau yang mempunyai hubungkait dengan konsep "*triple bottom line (TBL)*" (Chavan, M. 2005). Syarikat lestari lazimnya dinilai berdasarkan TBL, iaitu dari segi prestasi yang merangkumi aspek ekonomi, alam sekitar, dan tanggungjawab sosial. MP berasaskan standard, contohnya seperti sistem pengurusan kualiti (QMS), sistem pengurusan alam sekitar (EMS), dan sistem pengurusan keselamatan dan kesihatan pekerjaan (OHSMS) mempunyai potensi untuk memenuhi hasrat dan keperluan SD. Pelaksanaan QMS (ISO 9001), EMS (ISO 14001), dan OHSMS (OHSAS 18001), masing-masing mampu meningkatkan produktiviti dan kualiti, mengurangkan impak alam sekitar, dan menambahbaik tahap keselamatan dan kesihatan di tempat kerja. Dalam erti kata lain, pelaksanaan MP mampu memberi faedah dalam aspek kualiti (keuntungan), alam sekitar (planet), dan kesihatan & keselamatan (orang) ke arah mencapai tahap usahawan lestari.

Kajian terhadap isu alam sekitar telah berkembang daripada berkonsepkan kawalan pencemaran kepada berkonsepkan pengurusan lestari mesra alam. Konsep dan amalan pengurusan lestari mesra alam atau lebih dikenali sebagai amalan pengurusan hijau (GMP) diperkenalkan sebagai pilihan terhadap pendekatan konvensional pengurusan alam sekitar. Melalui pelaksanaan GMP, prestasi ekonomi dan alam sekitar mampu ditambahbaik secara serentak ke arah mencapai keberdayasaingan syarikat. Dalam pelaksanaan GMP, sesebuah syarikat itu perlu mengukur impak alam sekitar, mengenal pasti matlamat terhadap alam sekitar, melaksana operasi mesra alam, memantau perkembangan pelaksanaan operasi mesra alam, dan menilai semula MP alam sekitar mereka (Jamian, R. 2013).

4. KESIMPULAN

Konsep keusahawanan hijau di dalam pembangunan lestari di Malaysia secara umumnya masih di peringkat awal, melalui penerapan amalan hijau (GP), amalan pengurusan (MP), pengurusan kualiti menyeluruh (TQM) dan amalan pengurusan hijau (GMP) dalam kalangan usahawan industri mikro, kecil dan sederhana. Beberapa konsep yang boleh disepadukan dalam mendokong keusahawanan hijau ini, antaranya pasaran hijau, ekonomi hijau dan inovasi hijau. Walaupun istilah ini masih agak asing dalam persekitaran keusahawanan di Malaysia, namun usaha dan tindakan ke arah pembudayaan keusahawanan hijau dalam kalangan usahawan mahupun peniaga pelbagai peringkat perlulah menjadi fokus utama pada ketika ini. Kerajaan haruslah menyediakan sumber yang diperlukan, seperti geran, subsidi mahupun pinjaman dana serta insentif yang bersesuaian kepada para usahawan yang berusaha menjalankan perniagaan mereka dalam persekitaran keusahawanan hijau. Kesimpulannya, pembangunan lestari adalah proses menggunakan sumber daya, mengarahkan pelaburan, pengembangan teknologi, dan perubahan institusi yang bersesuaian dengan keperluan masa kini dan masa depan.

RUJUKAN

- Adnan@Nasir, Zaim Shah and Ahmad, Hartini (2016) *Inovasi dalam perusahaan kecil dan sederhana (PKS) pembuatan makananan dan minuman*. Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE), 1 (1). pp. 79-88. ISSN 2462-1714
- Chavan, M. (2005). An Appraisal of Environment Management Systems: A Competitive Advantage for Small Businesses. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. 16(5): 444–463.
- Farinelli F. et al (2011) Green entrepreneurship: the missing link towards a greener economy. *ATDF JOURNAL* Volume 8, Issue 3/4 2011.
- Gibbs D. (2009) *Sustainability entrepreneurs, ecopreneurs and the development of a sustainable economy*. Greenleaf Publishing Ltd.
- Hall R. (2013) *The Enterprising Ecovillager – Achieving Community Development through Innovative Green Entrepreneurship*. ISBN 978-609-8080-42-1.
- Isaak, R. (1998) *Green Logic: Ecopreneurship, Theory and Ethics* (Sheffield, UK: Greenleaf Publishing).
- Jamian, R., Ab Rahman, M. N., Md Deros, B., & Nik Ismail, N. Z. (2013). Penggabungan Konsep 5S dan 3R untuk Menambahbaik Prestasi Alam Sekitar Syarikat Pembuatan PKS ke Arah Pembangunan Lestari. *Sains Humanika*, 65(1).
- Lotfi, M., Yousefi, A., & Jafari, S. (2018). The effect of emerging green market on green entrepreneurship and sustainable development in knowledge-based companies. *Sustainability*, 10(7), 2308.
- Mazura, M. (2015). Pembangunan Kelestarian Keusahawanan menerusi Pembelajaran berasaskan Konsultasi. *Prosiding National Conferences of Sustainable Cities*. Politeknik Ungku Omar. pp.117-126.

- Nordin, R., & Hassan, R. A. (2019). The role of opportunities for green entrepreneurship towards investigating the practice of green entrepreneurship among SMEs in Malaysia. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 8, 99-116.
- Schaper M. (2010) Understanding the green entrepreneur. In: Making Ecopreneurs – Developing Sustainable Entrepreneurship. Gower Publishing Ltd.
- Tien, N. H., Hiep, P. M., Dai, N. Q., Duc, N. M., & Hong, T. T. K. (2020). Green entrepreneurship understanding in Vietnam. *International Journal of Entrepreneurship*, 24(2), 1-14.
- Vaghefi, N., Siwar, C., & Aziz, S. A. A. G. (2017). Building Malaysian Green Economy Model for Socio-Economic Development. *International Journal of the Malay World and Civilisation (Iman)*, 5(2017), 27-32.
- Walley, L.; Taylor, D.; Greig, K. (2010). Beyond the Visionary Champion: Testing a typology of green entrepreneurs. In *Making Ecopreneurs: Developing Sustainable*; Schaper, M.T., Ed.; Gower Publishing, Ltd.: Aldershot, UK.
- Zahari, F. M. (2015). *Determinants and Consequences of Green Innovation Adoption: A Study on ISO 14001 Manufacturing Firms in Malaysia* (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia).

Measuring Sustainable Learning and Sustainability Consciousness in TVET Education during Covid 19 Pandemic

Rosmanizah Derahman, Norman Zamri , Nur Nadia Saheera Ros Laili,
Nurwahida Johari, Nurhafizah Hamidon .

Politeknik Sultan Idris Shah

rosmanizah@psis.edu.my

ABSTRACT

Sustainability holds to our ability to maintain at a certain level which is bearable and capable. Consciousness towards it would bring our nation a step higher level. Thus this study is aiming at crystallizing the sustainability knowledge, attitude, and behavior among TVET education. This cross-sectional study is aiming at measuring sustainability consciousness. This quantitative study will utilize four sets of adapted items and would be distributed to all TVET institutions in Malaysia. The questionnaire will be conducted on 30 samples of a pilot test before it could be administered to the samples using simple random sampling. The finding is expected to give quite an impact and infer to sustainability awareness in Malaysian TVET education.

Keywords: sustainable learning, consciousness, sustainable knowledge, sustainable attitude, sustainable behavior, TVET education.

1. INTRODUCTION

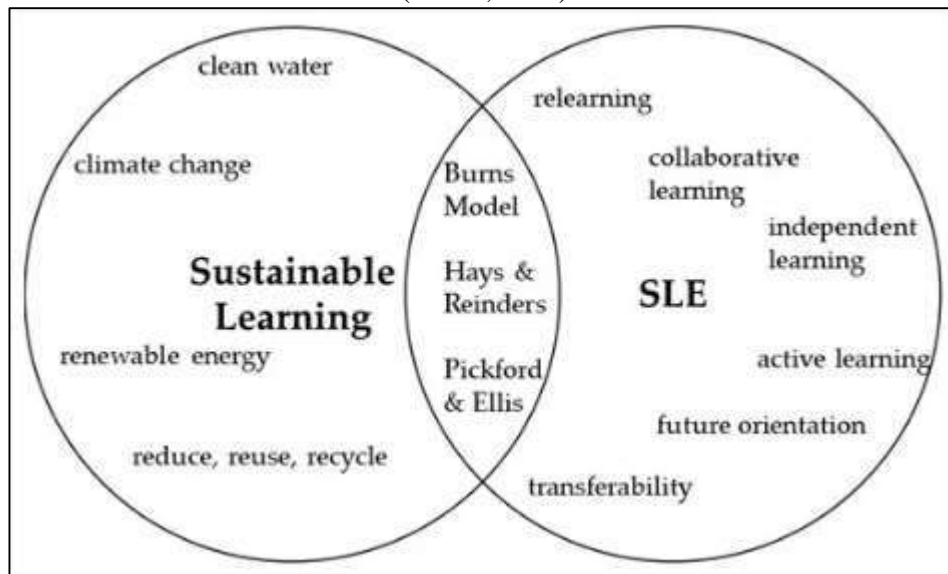
Learning in a new era has been vastly challenging. Transform from traditional learning to outcome-based education (OBE) has been tremendously becoming emerging practice. Transformative learning which requires integration of various teaching and learning approaches which engage the head, heart, and hands for various discipline is quite complex to chew (Mahmud, 2017). Hence learning and sustainability have become an emerging field of inquiry (Rodríguez Aboytes & Barth, 2020).

Sustainable learning would be from various perspectives. There would be from organizational perspectives (Wijethilake & Upadhaya, 2020), supply chain (Sarkis, 2021), or from different levels of education. Sustainability learning would capture attention on the school approach (Bosevska & Kriewaldt, 2020) or higher education (Risopoulos-Pichler, Daghofer, & Steiner, 2020). Thus questions emerge as to how learning would sustain and contribute to education and further accelerate the growth of online learning especially during and after the Covid19 pandemic.

To date, various efforts have been made to understand and investigate these questions. This paper aims to help in closing the gaps and provide some overview on sustainable learning in higher education and the focus is aiming at providing insight to TVET Education. Learning is defined variously and Henry (2009) defines it as:

The continuous and active process that “takes place both in action and interaction and focuses on the cognition-action relationship” and by which individuals, collective agents, or wider social systems assimilate information and update their cognitions and behavior accordingly.

Figure 1: Overlaps on SL and SLE
(Purvis, 2018)



The above figure 1 somewhat defines sustainable learning a way differently from sustainable learning in education (SLE) (Ben-Eliyahu, 2021). Sustainable learning (SL) is an emerging concept that is initially understood as learning that is retained and may be transferable (Hays & Reinders, 2020). It emphasizes retained knowledge and skills which would consist of ongoing, purposeful, responsive, and proactive learning.

As sustainability is concerned, there are three pillars namely economy, society, and environment (Purvis, 2018). These three pillars are also known as profit, people, and the planet. The so-called Prophet of Sustainability; Elkington (2020) predicts in his book an approaching crisis in the world economy and he offers solutions to crash capitalism which will be the systematic solution to global challenges and make this a better place for prosperity, people, and the planet. However, concern on sustainability is also aroused due to increasing environmental and society's problems. 23% of people live in the cities. CO₂ emission and consequential climate could end the world. Not to mention the plastic pollution, over-fishing, deforestation, biodiversity loss, and illegal wildlife trade would jeopardize and bring mass-scale destruction to the future habitable world (Figgenger, 2021).

Today, time can't be turning back but education would make people grow more trees, green the cities, clean up rivers and ocean and make peace with nature. As money talks and sustainability of prosperity, people and the planet is on the run, effortless.

1.1 Why is Sustainable Learning

Sustainable learning is associated with lifelong learning (Livingstone, 1999) and a transferable process to learning to learn with engaging possibilities (Hays & Reinders, 2020). Others may also view sustainable learning as ecological thinking which sees sustainability as not an option rather than imperatively important. Holding the principles that we are all an agent in the ecosystem, sustainable learning put a great notion to sustainability. Hays & Reinders (2020) also believe that sustainable learning is the need to provide for today without damaging the future. Thus weighing on the future direction is seemly required to ensure that today's preparation is enough. Awareness and consciousness are vital to see the future undertaking.

1.2 Sustainability Consciousness

Sustainability consciousness is related to the experience or awareness of sustainability phenomena. It would be viewed from self-experiences and perception which associated with one's belief, feeling, and action (Gericke, Berglund, & Olsson, 2018). Often, business and marketing sustainability has captured the attention and been explored frequently. It would be due to the fact that environmental and sustainability concern companies have higher earning (Ahmed, Motagno, & Firenze, 1998).

In education, TVET Technical and Vocational Educational Training in Malaysia is developing. TVET has been regarded as a primary provider of human capital in industrialized nations. TVET has become primary education in most developed countries and it has been witnessed that almost 70% of students in Germany have entering TVET (Ahmad et al., 2015). Thus to be more competitive in preparing its human capital, Malaysia put enhancement on its TVET.

Until 2010, it is only 28% of higher-skilled workers in Malaysia is Malaysian and this situation put the Malaysian government realize how important it increases TVET graduates. Thru its Economic Transformation Program (ETP), TVET graduates are expected to take 1.5 million from 3.0 Million employment in 2020. Today there are more than 500 TVET institutions from various ministries in Malaysia. TVET has become an engine of growth, especially in RMK 12 (Rancangan Malaysia Ke 12). These graduates are expected to become higher-skilled workers who will fulfil the demand for semi-skilled and skilled talents in the country. In 2016, more than 50% of school leavers joined TVET institutions proves that TVET institutions enrolment is succeeding (Technical and vocational education and training (TVET) in Malaysia, 2016). Above all, consciousness among these TVET students and lecturers becomes vital and crucial to future endeavours towards sustainability.

2. MATERIALS AND METHOD

To better measuring the sustainable learning consciousness among TVET students and educators, this cross-sectional study plan is as follows: First, we provide the literature to describe the underpinning theory to support this study. Second, a set questionnaire is designed to measure how knowledge, attitude, and behavior towards sustainable learning is influencing the consciousness of sustainable learning. Thirdly, the item has been developed and adapted from Michalos et al. (2011) which is based on Reasoned Action Theory. The framework is based on the work of Fishbein & Ajzen (2009) which found that knowledge, attitude, and behavior are the factors to consciousness.

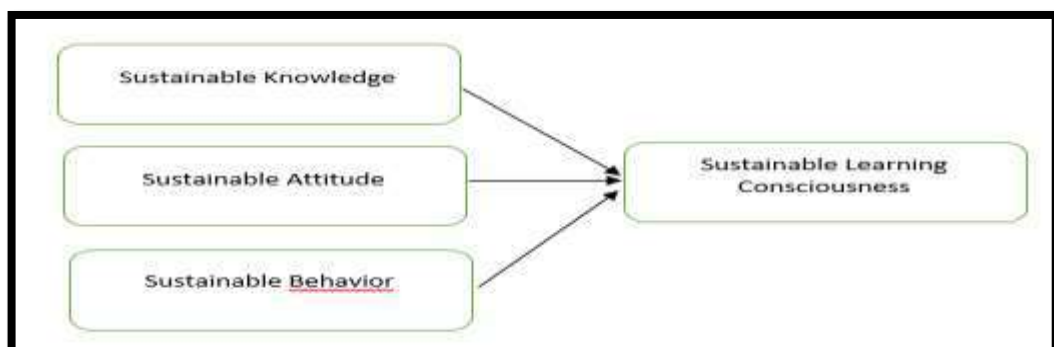


Figure 2: Conceptual Framework

This Likert scale questionnaire uses a 4-point scale ranging from Definitely False to Definitely True. After this stage of writing, the item will be sent for peer-reviewed and then undergo a pilot test. 30 samples of the pilot test will be used. The sample frame would be the name list of all students in TVET institutions in Malaysia which will be acquired from each institution.

After the pilot test, the Cronbach Alpha would be used to see the reliability test as suggested by Creswell et al (2016). The original set of the questionnaire has been showing an overall internal consistency. This model showed an almost acceptable fit to the data (RMSEA = 0.033; CFI = 0.921; TLI = 0.917). All items to measure three independent variables and a single dependent variable would be conducted online in this yet ending pandemic. A sampling frame of 384 respondents (Krejcie & Morgan, 1970) would be targeted to measure the sustainability consciousness among TVET students and lectures.

3. CONCLUSION

Based on described development and validation of adapted instruments, this study would be utilized to measure sustainable learning consciousness among the TVET community in Malaysia. Consequently, these instruments will be used for the study of the community at large and would fill the gap of the unknowing state of consciousness towards sustainability.

It should be taken into consideration that sustainability consciousness would hold valuable info on to escalate Malaysia in line to make this planet a better place for people in order to live in prosperity.

REFERENCES

- Ahmad, M. J., Jalani, N. H., Hasmori, A. A., Pendidikan, F., Tun, U., & Onn, H. (2015). TEVT di Malaysia : Cabaran dan Harapan. In *Seminar Kebangsaan Majlis Dekan Dekan Pendidikan Awam 2015* (pp. 340–346)
- Ahmad, M. J., Jalani, N. H., Hasmori, A. A., Pendidikan, F., Tun, U., & Onn, H. (2015). TEVT di Malaysia : Cabaran dan Harapan. In *Seminar Kebangsaan Majlis Dekan Dekan Pendidikan Awam 2015* (pp. 340–346).
- Ahmed, N. ., Motagno, R. V, & Firenze, R. J. (1998). Oganizational Performance and Enviromental Consciousness: An empirical study. *Management Decision*, 36(2), 27–62.
- Ben-Eliyahu, A. (2021). Sustainable learning in education. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084250>
- Bosevska, J., & Kriewaldt, J. (2020). Fostering a whole-school approach to sustainability: learning from one school’s journey towards sustainable education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 29(1), 55–73. <https://doi.org/10.1080/10382046.2019.1661127>
- Creswell, J. W., Miller, D. L., Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2016). *Determining validity in Qualitative Inquiry* (Vol. 5841). <https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903>

- Elkington, J. (2020). *Green Swans : The Coming Boom in Regenerative Capitalism*.
- Figgenger, C. (n.d.). Sustainability Challenge, Raising Awareness. *Love The Ocean*. Retrieved from <https://lovethеоceans.org/author/lovethеоceansorganisation/>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2009). *Predicting Changing Behavior*.
<https://doi.org/10.4324/9780203838020>
- Gericke, N., Berglund, T., & Olsson, D. (2018). The Sustainability Consciousness Questionnaire : The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development.
<https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Hays, J., & Reinders, H. (2020). Sustainable learning and education : A curriculum for the future. *International Review of Education*, (0123456789).
<https://doi.org/10.1007/s11159-020-09820-7>
- Henry, A. D. (2009). The challenge of learning for sustainability: A prolegomenon to theory. *Human Ecology Review*, 16(2), 131–140.
- Krejcie, R. V, & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 38, 607–610.
- Mahmud, S. N. D. (2017). Engaging head, heart and hands: Holistic learning approach for education for sustainable development. *International Journal of Learning and Teaching*, 9(2), 298–304. <https://doi.org/10.18844/ijlt.v9i2.2039>
- Michalos, A. C., Streicher-porte, M., Althaus, H. J., Swayze, N., Kahlke, P. M., Creech, H., ... Buckler, C. (2011). *Measuring Knowledge , Attitudes China and Global Markets : and Behaviours Concerning Copper Supply Chain Sustainable Sustainable Development Among Development Tenth Grade Students in Manitoba A Life Cycle Assessment Study*.
- Purvis, B. (2018). Three pillars of sustainability : in search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 5. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
- Risopoulos-Pichler, F., Daghofer, F., & Steiner, G. (2020). Competences for solving complex problems: A cross-sectional survey on higher education for sustainability learning and transdisciplinarity. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/su12156016>
- Rodríguez Aboytes, J. G., & Barth, M. (2020). Transformative learning in the field of sustainability: a systematic literature review (1999-2019). *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(5), 993–1013. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2019-0168>
- Sarkis, J. (2021). Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations and Production Management*, 41(1), 63–73.
<https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2020-0568>

Technical and vocational education and training (TVET) in Malaysia. (2016).

Wijethilake, C., & Upadhaya, B. (2020). Market drivers of sustainability and sustainability learning capabilities: The moderating role of sustainability control systems. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2297–2309. <https://doi.org/10.1002/bse.2503>

Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur di Kampung Sungai Tengar Selatan, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan

Nur Ida Sofea Ishak, Naeemah Yusof , Saedah Johnny Noakes, Azlan Ayob

Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Lang, 45100 Sg Air Tawar, Selangor Darul Ehsan

naeemahyusof@psis.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji Rumah Melayu Tradisional yang terletak di kawasan Kampung Sungai Tengar Selatan, Sabak Bernam, Selangor Gubuk Antik merupakan sebuah rumah Melayu tradisional yang dibina pada tahun 1974 oleh pemilik rumah yang berketurunan Jawa. Usia rumah Melayu tradisional ini hampir 50 tahun dan struktur rumah ini masih utuh. Rumah Melayu tradisional ini juga mempunyai pengaruh senibina yang unik iaitu dari Perak. Masa kian berlalu, kebanggaan dan sejarah rumah Melayu tradisional semakin pudar ditelan zaman. Oleh sebab yang demikian, penyelidik telah memilih untuk menjalankan suatu aktiviti mendokumenkan dan mengukur semula rumah kajian bagi semester akhir ini. Disamping menganalisa perancangan ruang, bahan binaan dan kaedah pembinaan yang unik banyak ilmu yang dapat dipelajari dari kajian ini. Kajian ini dibuat oleh enam orang ahli kumpulan yang telah membahagikan tugas kepada beberapa aspek iaitu mengukur dan mengumpul data ataupun informasi daripada rumah Melayu tradisional ini. Akhirnya, kumpulan kami mampu untuk menghasilkan satu set lukisan terukur, laporan, dan video. Kami komited untuk mempertahankan pertukangan rumah Melayu tradisional dan merealisasikan konsep kelestarian yang digunakan selain dapat mempromosi budaya dan agama masyarakat Melayu kepada dunia luar.

Kata Kunci: lukisan terukur, rumah melayu tradisional, binaan kayu, pengaruh Jawa

1. PENGENALAN

Lukisan Terukur memberi pengetahuan tentang senibina warisan. Penekanan terhadap kerja-kerja amali seperti mengukur, merekod dan mendokumentasi sebuah amali seperti berbentuk lukisan terukur. Ia memerlukan satu dokumentasi binaan kajian berbentuk penulisan dan lukisan berbantuan computer. Terukur adalah gambaran bentuk-bentuk muka bumi dalam bentuk pelan ataupun muka keratan tegak yang berskala bertujuan menentukan ukiran dimensi bentuk-bentuk dan keluasan kawasan yang diukur.

Projek kajian lukisan terukur ini bertujuan untuk mengukur, mendokumen bangunan warisan, menterjemahkan semua data ke dalam satu set lukisan terukur dan laporan kajian. Setiap kumpulan perlu mengukur bangunan tertentu yang telah ditetapkan oleh pensyarah. Selain melakukan pengukuran di tapak, pelajar juga perlu melakukan penyelidikan tambahan untuk mengumpulkan semua data penting mengenai bangunan kajian.

Selain itu, kajian lukisan terukur ini bertujuan untuk membuat dokumentasi tentang rumah kajian dalam bentuk lukisan berskala benar dan laporan bertulis. Pada masa yang sama, ianya untuk menghasilkan satu set lukisan senibina yang lengkap mengandungi pelan. Keratan dan sebagainya serta dokumentasi sokongan yang dapat membantu kerja-kerja ubahsuai dan pemuliharaan serta pemeliharaan di masa hadapan.

2. OBJEKTIF KAJIAN

Matlamat utama kajian adalah untuk mendokumentasikan bangunan bersejarah dalam bentuk lukisan terukur animasi, lukisan persembahan, model dan laporan kajian.

- i. Mengkaji sejarah bangunan kajian dalam konteks senibina, sosial, ekonomi, budaya, alam sekitar serta kesan pengaruh penjajahan ke atas bangunan kajian.
- ii. Mengkaji konsep rekabentuk termasuk pengaruh senibina, perancangan dan fungsi serta susunatur ruang bangunan kajian.
- iii. Mendokumentasi bangunan kajian dalam bentuk laporan, set lukisan terukur, lukisan terperinci, model dan animasi untuk rujukan generasi akan datang.

3. ULASAN LITERATUR

Bangunan tradisional yang masih kekal sering mendapat penghargaan yang tinggi daripada orang ramai. Penghargaan yang diberikan adalah disebabkan oleh mutu dan tahap pertukangan serta hasil kerja tangan yang bernilai tinggi dan baik. Penggunaan bahan binaan yang bermutu tinggi dan kepekaan pereka bentuk kepada aspek persekitaran, seperti penerapan sumber iklim dalam reka bentuk serta penyesuaian terhadap aspek sosial dan spiritual yang digabung menjadikan seni bina tradisional nampak menarik dan mempunyai nilai – nilai seni dan seni bina yang tinggi, terutama pada aspek reka bentuk ruang dan seni ukiran yang terdapat di rumah-rumah Melayu. (Zakaria Yaa'cob et al.,2021)

Menurut Abdul Halim Nasir (1985), bentuk rumah yang mula-mula digunakan oleh orang-orang Melayu di Semenanjung ini ialah bentuk rumah berpanggung, iaitu bertiang, lantainya tinggi dari permukaan tanah, manakala bentuk bumbungnya dikenal sebagai bumbung ‘lipat kajang’, yakni mengandungi dua tutup bumbung yang dilipat seperti huruf V terbalik, dan pada puncak pertemuan tutup bumbung itu dipasang kayu panjang lurus mendatar dipanggil ‘tulang bumbung’, pada dinding tepinya pula dipasang dinding tegak yang dipanggil ‘tebar layar’ atau ‘tubing layar’.

Tanggap merupakan warisan senibina Melayu yang mencerminkan pencapaian teknologi serta kepakaran masyarakat Melayu dahulu dengan bahan binaan, iaitu kayu. Umumnya, menurut Azmal Sabil & Nangkula Utaberta (2017), sistem tanggam merujuk suatu bentuk disiplin penyambungan struktur kayu. Teknik penyambungan yang dikenali sebagai tanggam ini merupakan elemen penting dalam pembinaan kayu tradisi.

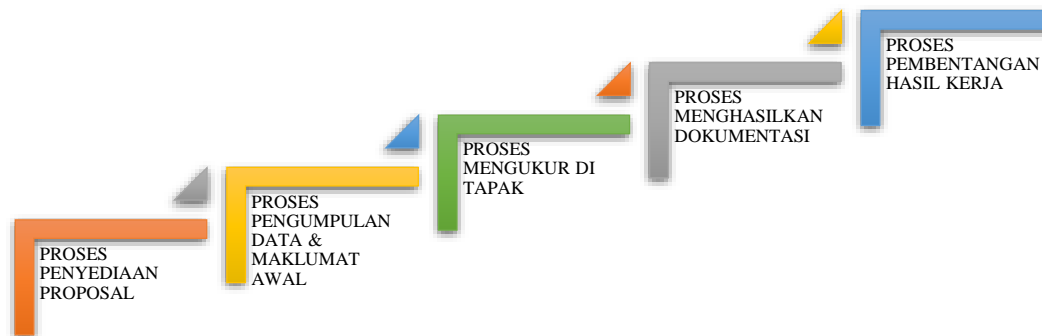
Di Semenanjung Malaysia seni ukiran tidak dapat dipisahkan daripada seni rupa kerana ia merupakan satu bentuk seni dalam bidang yang sama. Bidang ini pula tidak dapat dipisahkan daripada kebudayaan Melayu yang berterusan sepanjang zaman. Jika disorot kembali masa-masa yang lampau dengan mengambil titik permulaan dari peralihan zaman prasejarah ke era zaman sejarah, terdapat satu zaman yang penuh mencabar bagi bangsa Melayu (Abdul Halim Nasir,2016).

4. METODOLOGI KAJIAN

Rajah 1 dibawah menunjukkan proses kerja kajian lukisan terukur ini dimana ianya melibatkan lima (5) proses kerja yang utama iaitu :

- i. Penyediaan proposal,
- ii. Pengumpulan Data & Maklumat Awal,
- iii. Mengukur di Tapak,

- iv. Dokumentasi, dan
- v. Pembentangan /Persembahan.



Rajah 1: Metodologi Kajian Lukisan Terukur

5. DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian ini meliputi 5 aspek utama iaitu; i) Sejarah, ii) Struktur Utama Rumah, iii) struktur lantai, iv) Susun Atur dan v) Hiasan dan Motif Ukiran.

5.1 Sejarah

Rumah tradisional Melayu Pn. Zainab Binti Zainuddin terletak di Kampung Sungai Tengar Selatan, Daerah Sabak Bernam, Selangor. Kampung Sungai Tengar Selatan merupakan perkampungan yang mengekalkan ciri-ciri rumah Melayu tradisional Perak disamping menyerapkan elemen tradisi orang Jawa dalam rekabentuknya. Kampung Sungai Tengar Selatan telah wujud beratus-ratus tahun dahulu dengan penerokaan oleh orang Jawa dan orang Kampar di Indonesia. Pada tahun 1974, arwah Hajjah Lamah Binti Hj Noor membeli rumah tersebut dari orang kampung di Kampung Masjid Sungai Tengar. Pada tahun tersebut juga rumah tradisional ini didirikan di kawasan lapang yang terdahulunya terdapat kebun. Pemilik asal rumah ini ialah arwah Hajjah Lamah Binti Hj Noor dan beliau adalah ibu kepada Abdul Hakim Hj Jaafar yang menjadi pemilik sekarang yang mendiami rumah tersebut. Beliau tinggal bersama-sama isteri dan mempunyai tiga orang anak.



Rajah 2: Abdul Hakim Hj Jaafar dan Pn. Zainab Binti Zainuddin



Rajah 3: Bangunan kajian

5.2 Struktur Utama Rumah

Struktur reka bentuk rumah tradisional Melayu ini terbahagi kepada tiga struktur utama, iaitu tiang, lantai dan bumbung. Struktur tiang seperti rasuk, lantai, alang dan bumbung kesemuanya diperbuat dari bahan kayu. Bagi mendirikan tiang, asas perlu dibina daripada pelapik konkrit (*stump*) dan terletak di atas tanah yang keras dan stabil sebelum tiang-tiang itu dapat didirikan. Kekuatan sesebuah rumah bergantung pada sistem struktur utama yang serta kekuatan kerangka bumbung bagi melindungi rumah daripada hujan cahaya matahari. Terdapat 19 batang tiang utama berukuran 125 mm × 125 mm bagi menampung rumah ibu.



Rajah 4: 19 Batang Tiang Utama.



Rajah 5: Asas Atau Pelapik Tiang.

5.3 Struktur Lantai

Rumah tradisional Melayu biasanya dibina pada aras lantai yang tinggi daripada permukaan tanah. Pembinaan dengan aras lantai yang tinggi bertujuan memudahkan proses kitaran pengudaraan, mengelakkan daripada serangan binatang buas dan mengelakkan daripada bencana alam seperti banjir. Ciri ini juga diterapkan pada pembinaan rumah peninggalan Hajjah Lamah yang telah dibina lebih tinggi dari aras tanah atau juga dikenali sebagai rumah yang bertiang. Lubang tanggam ini ditebuk lebih besar sedikit daripada saiz rasuk pada tiang untuk memudahkan kerja penyambungan. Rasuk juga mempunyai alur memastikan kedudukan yang betul pada bahagian tiang. Biasanya, rasuk mempunyai lubang rasuk yang besar akan dikemaskan menggunakan baji.

Sistem penyambungan ini merupakan satu cara sambungan yang kuat dan juga kemas. Malah, ini merupakan Teknik penyambungan yang unik bagi membina rumah tradisional Melayu dan dianggap penting. Pembuatan dan pemasangan setiap komponen stuktur utama dan kemas bangunan ini dilakukan di lokasi dan ianya juga banyak merealisasikan jejak karbon yang rendah sejak dahulu lagi.



Rajah 6: Aras Lantai Yang Tinggi.



Rajah 7: Penyambungan Rasuk Dan Gelegar Di Bahagian Tiang.

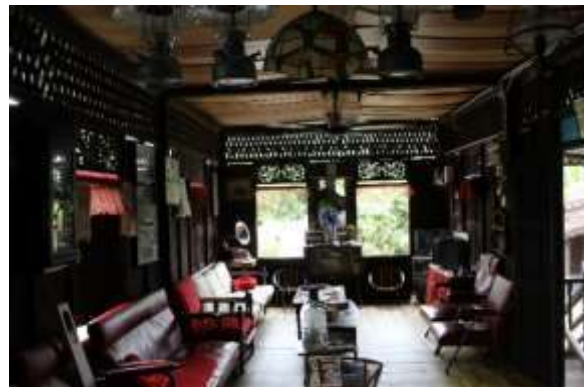
5.4 Susun Atur

Susun atur ruang rumah kajian ini dapat dibahagikan kepada tiga komponen utama iaitu ruang hadapan, ruang tengah, dan ruang belakang. Di dalam ruang ini terdapat ruang-ruang lain sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari segi perletakan ruang tersebut. Ruang hadapan rumah kajian ini terdiri daripada anjung. Anjung rumah terletak di antara ruang tengah dengan laluan masuk rumah iaitu tangga. Anjung ini berkeluasan lantai 6.2 meter persegi. Kedudukan anjung terletak pada ketinggian 1880 mm dari aras tanah.

Ruang tengah rumah terdiri daripada ruang makan, ruang tamu dan bilik tidur. Dari ruang tengah di dalam rumah akan menuju ke ruang belakang yang dihubungkan melalui dua daun pintu. Pintu ini, akan memasuki ruang belakang yang terdiri daripada stor, ruang keluarga, bilik tidur utama, bilik tidur kedua, ruang makan, ruang mandi, ruang dapur dan anjung. Susunatur pelan lantai ini amat menggalakkan pengudaraan udara yang baik yang berfungsi menyejukkan ruang-ruang dalam bangunan.



Rajah 8: Pandangan Hadapan Anjung Rumah.



Rajah 9: Ruang Tamu.



Rajah 10: Ruang Makan.



Rajah 11: Ruang Mandi

5.5 Hiasan Dan Motif Ukiran

Kreativiti tukang kayu dalam melahirkan idea seni ukir amat penting bagi menzahirkan seni pada sesebuah rumah. Ukiran yang digunakan pada rumah ini ialah ukiran tebuk terus. Ukiran tebuk terus berperanan bagi membolehkan aliran udara masuk dan keluar dari dalam rumah. Ukiran ini dapat didapati pada papan cantik, papan dinding atas tingkap, pintu tandas dan anjung. Motif ukiran flora telah digunakan pada rumah kajian ini. Hiasan motif ukiran seperti daun dan bunga pada bahagian tertentu ini menjadikan rumah kajian ini lebih menarik.

Terdapat juga motif geometri yang berbentuk bintang menjadikan bentuk geometrik yang unik. Keunikan perhiasan banyak bergantung pada seni kraf tangan tukang rumah tersebut. Elemen perhiasan yang digunakan kadangkala sama dengan rumah yang dibina pada jarak waktu yang sama. Hiasan dalam bentuk ukiran yang terdapat pada rumah ini tidak terlalu banyak. Hiasan ukiran boleh dilihat pada ambang pintu dan tingkap sebagai laluan pengudaraan dan pencahayaan. Hiasan bentuk geometrik papan silang digunakan pada hiasan lubang angin dan sekeliling rumah.

Ukiran atau kerawang pada bangunan ini bukan sahaja untuk nilai estatika kepada bangunan namun juga menggalak peredaran udara yang baik (*cross ventilation*) pada paras duduk dan paras bumbung. Ukiran ini juga banyak membantu utk memastikan ruang dalaman rumah ini sentiasa terang tanpa perlu memasang lampu elektrik. Secara tidak langsung ianya dapat membantu tuan rumah mengurangkan penggunaan elektrik.



Rajah 12: Ukiran Tebuk Terus Pada Anjung.



Rajah 13: Ukiran Tebuk Terus Pada Bahagian Tingkap.



Rajah 14: Ukiran Tebuk Terus Di Bahagian Papan Cantik.



Rajah 15: Kerawang Pada Bahagian Pintu Tandas.

6. ANALISIS DATA

Rekabentuk Rumah Melayu Tradisional boleh dilihat beberapa jenis dan tipologi di seluruh Malaysia. Setiap negeri-negeri di Malaysia mempunyai rekabentuk Rumah Melayu Tradisional yang tersendiri namun begitu Rumah Melayu Tradisional masyarakat Jawa milik Puan Zainab ini juga perlu untuk diketengahkan kerana senibinanya yang unik dan menarik.

Perubahan juga dilakukan apabila terdapat kerosakan pada dinding atau lantai yang telah reput yang dimakan oleh anai-anai dan telah ditukarkan kepada papan yang baharu. Begitu juga dengan kemas bumbung asal yang telah ditukar daripada atap nipah yang telah rosak digantikan dengan bumbung zink namun perubahan ini tidak menjejaskan kualiti termal (thermal comfort) di ruang dalaman rumah.

Rumah kajian ini juga telah mengalami perubahan yang dilakukan oleh pemilik rumah dengan tambahan bilik air di bahagian dapur. Perubahan yang paling ketara telah dibuat pada bahagian belakang dan bahagian atas rumah. Penambah (*extension*) di bahagian belakang rumah melibatkan penambahan anjung dan bilik air dan pemilik rumah masih cuba mengekalkan penggunaan kayu sebagai bahan binaan utama.

Sepanjang tempoh usia rumah ini, memang pelbagai perubahan dan penambahan telah dilakukan ke atas rumah tersebut. Antara sebabnya adalah faktor kerosakan dan pertambahan isi rumah atau bertambahnya bilangan ahli keluarga yang memerlukan pertambahan ruang untuk tinggal di dalamnya. Namun, kerja ubahsuai ini adalah minimum dan tidak melibatkan struktur utama rumah. Oleh itu, keunikan Rumah Melayu Tradisional ini masih terjaga dengan nilai estatika yang masih tinggi.

7. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat saya huraikan sepanjang empat hari menjalani projek lukisan terukur di Kampung Sungai Tengar Selatan ini adalah sangat baik dan juga penting untuk pelajar bagi mempraktikkan teori yang dipelajari. Disamping itu, terdapat banyak kebaikan yang boleh diambil dan digunapakai dalam kehidupan seharian sepanjang tempoh kem lukisan terukur ini. Rumah tradisional Melayu biasanya dibina mengikut peraturan tertentu dan diperturunkan oleh generasi terdahulu secara lisan. Oleh itu, kemahiran serta kepandaian tukang rumah Melayu tidak dapat disebarikan atau diwarisi secara meluas dan menyebabkan kemahiran ini hilang

begitu sahaja. Namun begitu, masih lagi terdapat bangunan tradisional Melayu yang masih kukuh sehingga kini untuk dijadikan sumber rujukan dan bahan kajian dari segi aspek pembinaannya dan nilai-nilai seni binanya.

Tidak disangkal bahawa rekabentuk dan pembinaan rumah Melayu tradisional ini banyak merealisasikan konsep kelestarian dari segi penggunaan bahan binaan yang boleh didapati di sekitar mukim berdekatan. Susunatur ruang yang berbentuk *linear* banyak membantu bagi pengudaraan dan pencahayaan yang baik serta mengurangkan penggunaan elektrik. Elemen struktur dan pembinaan bumbung tebar layar yang banyak membantu dalam mengasaptasi situasi cuaca di Malaysia yang panas dan lembap.

Lukisan terukur juga membantu generasi muda untuk memahami kepentingan pemulihan bangunan bersejarah serta kualiti dan estatika dalam rumah Melayu tradisional khususnya di Sabak Bernam. Kajian seperti ini perlu diteruskan bagi sesi berikutnya bagi merealisasikan aktiviti dokumentasi senibina rumah Melayu tradisional yang unik dan menarik untuk rujukan di masa akan datang.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan tertinggi Politeknik Sultan Idris Shah, pemilik rumah Puan Zainab Binti Zainuddin, ahli Kumpulan 2 Kursus DCA6163 *Measured Drawing* Sesi Disember 2020; Muhammad Zakwan Bin Mohd Salleh, Nur Ida Sofea Binti Ishak, Siti Nur Aida Binti Masuri, Ahmad Faris Bin Kamarul Baharin, Mohamad Faris Bin Mahmood dan Qayyum Akmal Bin Awang Puteh diatas sokongan dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Azmal Sabil, Nangkula Utaberta. (2017). *"Tanggam Rumah Melayu"*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Nasir, A. H. (1985). *"Pengenaln Rumah Tradisional Melayu Semenanjung Malaysia"*. Kompleks Pertama, Jalan Tuanku Abdul Rahman, Kuala Lumpur: Darulfikir.
- Nasir, A. H. (2016). *"Ukiran Kayu Melayu Tradisi"*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Zakaria Yaa'cob, Ahmad Faisol Yusof, Tajul Edrus Nordin. (2021). *"Lukisan Terukur Rumah Tradisional Melayu"*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Omar, I. A. (April 1979). *"Konsep Ruang Rumah Melayu"*. Kuala Lumpur: Dewan Budaya, Dewan Bahasa Dan Pustaka.
- Nasir, A. H. (Utusan '81). *"Rumah Berbumbung Perak"*. Kuala Lumpur: Utusan Melayu Bhd.
- Rukaini, A. R. (April 1979). *"Seni Dan Kebudayaan Islam"*. Kuala Lumpur: Dewan Budaya, Dewan Bahasa Dan Pustaka.

Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Rumah Melayu Tradisional Kampung Banting, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan

Nur Aqilah Abd Rani, Naeemah Yusof, Saedah Johnny Noakes, Azlan Ayob

Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Lang, 45100 Sg Air Tawar, Selangor Darul Ehsan

naemahyusof@psis.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji Rumah Melayu Tradisional Kampung Banting merupakan sebuah rumah yang lama yang telah dibina pada tahun 1920. Rumah yang dikaji ini terletak di Kampung Banting Daerah Sabak Bernam, Selangor yang juga merupakan perkampungan yang kebanyakan rumah-rumahnya mengekalkan ciri-ciri rumah Melayu tradisional Perak. Mengikut tembul didapati sejarahnya Kampung Banting Sabak Bernam telah wujud beratus tahun dahulu dengan penerokaan oleh orang Jawa dan orang Banjar dari Indonesia. Penyelidik telah memilih untuk menjalankan kajian mengukur semula rumah kajian dan seterusnya mendokumentasikan lukisan terukur rumah kajian ini kerana meskipun ianya adalah bangunan yang dibina semula dari bahan-bahan terpakai namun masih dapat mengekalkan kualiti perancangan ruang dan elemen-elemen traditional rumah traditional Melayu. Dengan seramai tujuh orang ahli kumpulan, pembahagian tugas kumpulan melibatkan kerja-kerja mengukur, melukis serta mengumpul informasi melalui pemilik rumah kajian dan penduduk kampung yang berdekatan. Di akhir kajian ini, satu set dokumen yang mengandungi lukisan terukur, laporan, lukisan persembahan, multimedia dan model 3-dimensi telah dapat dihasilkan.

Kata Kunci: lukisan terukur, rumah melayu tradisional, binaan kayu, pengaruh jawa

1.0 PENGENALAN

Lukisan Terukur merupakan satu proses menghasilkan lukisan berskala dan laporan bertulis melalui kaedah pengukuran terhadap bangunan yang sedia ada. Kajian lukisan terukur Rumah Melayu Tradisional Kampung Banting ini bertujuan untuk mengukur semula dan menyediakan dokumen bagi memudahkan proses pemuliharaan bangunan dan juga dapat dijadikan sebagai sumber maklumat bagi rumah lama ini yang tidak mempunyai data lengkap. Selain melakukan pengukuran di tapak, pelajar juga perlu melakukan penyelidikan tambahan untuk mengumpulkan semua data penting mengenai bangunan kajian.

Kajian ini juga bertujuan untuk membuat satu dokumentasi tentang rumah dalam bentuk lukisan-lukisan berskala, lukisan 3 dimensi dan laporan bertulis. Pada masa yang sama, ianya untuk menghasilkan satu set lukisan seni bina yang lengkap yang mengandungi pelan, keratan dan sebagainya serta dokumentasi sokongan yang dapat membantu kerja-kerja ubahsuai dan pemulihan di masa hadapan.

2.0 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian adalah:

- i. Mengkaji konsep rekabentuk termasuk pengaruh senibina, perancangan dan fungsi serta susunatur ruang bangunan kajian.
- ii. Mendalami teknik mengukur dan membuat catatan lengkap bagi tujuan merekodkan maklumat diperolehi di tapak kajian.

3.0 ULASAN LITERATUR

Di Semenanjung Malaysia seni ukiran tidak dapat dipisahkan daripada seni rupa kerana ia merupakan satu bentuk seni dalam bidang yang sama. Bidang ini pula tidak dapat dipisahkan daripada kebudayaan Melayu yang berterusan sepanjang zaman. Jika disorotkan kembali masa-masa yang lampau dengan mengambil titik permulaan dari peralihan zaman prasejarah ke era zaman sejarah, terdapat satu zaman yang penuh mencabar bagi bangsa Melayu (Abdul Halim Nasir, 2016).

Rumah-rumah orang Melayu yang awal ini, dimana sebelum datangnya pengaruh-pengaruh luar yang membawa alat-alat tukang rumah yang lebih baik, adalah sangat ringkas sistem teknologi pembuatan struktur bangunan rumahnya, teknik persediaan sekadar ikat dengan bahan rotan atau akar, kemudian sedikit tarahan di buat pada pembinaan tiang, dinding dan bumbungnya (Abdul Halim Nasir, 1985).

Dalam seni ukiran melayu, motif terbahagi kepada beberapa jenis seperti flora, fauna, kosmos, kaligrafi dan geometri. Motif-motif popular kebanyakannya diambil daripada unsur flora dan fauna. Kewujudan serta keindahan alam telah memberi ilham kepada pengukir untuk melahirkan ciptaan yang mengagumkan. Bentuk ukiran kayu melayu mementingkan sifat gerak yang bermula dari suatu punca dan terus tumbuh perlahan-lahan serta berliku-liku. Menurut kajian oleh Azman Sabil (2017), pemikiran pengukir melayu kerana seni ukir Melayu yang tersurat indah lagi berseni masih belum cukup dimengertikan untuk menjadikannya sesuatu yang dibanggakan oleh masyarakat Melayu masa kini.

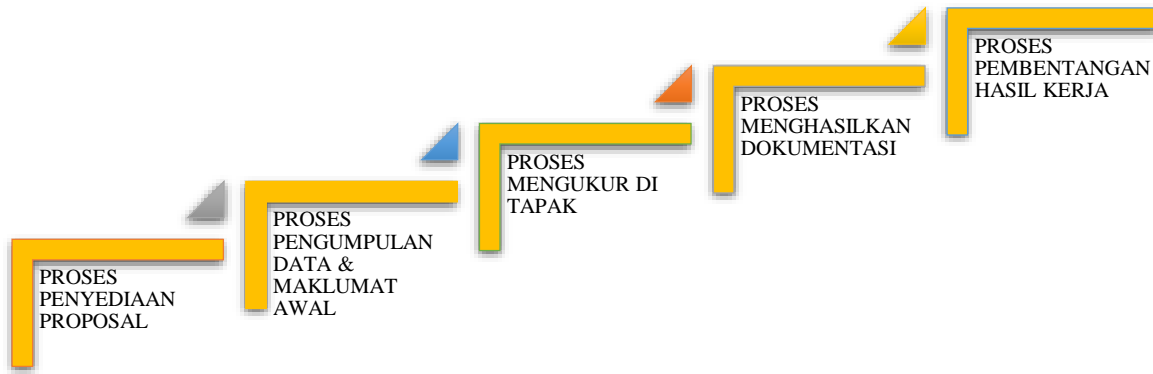
Dalam seni bina teknik penyambungan yang dikenali sebagai tanggam ini merupakan elemen penting dalam pembinaan kayu tradisi. Disebalik pencapaian teknologi tinggi dalam pembinaan rumah tradisional Melayu suatu ketika dahulu, kini berhadapan dengan kepupusan serta kejahilan masyarakat Melayu di zaman moden tentang kewujudannya. Azman Sabil & Nangkula Utaberta (2017) juga menyatakan bahawa perkara ini disebabkan kurangnya dokumentasi tentang kemahiran atau jenis sistem tanggam yang wujud dalam alam bina Melayu.

4.0 METODOLOGI KAJIAN

Metodologi kajian atau kaedah adalah salah satu bahagian yang penting dalam melakukan sesuatu penyelidikan. Kaedah yang betul memberi kesan kepada kualiti hasil kajian. Kajian lukisan terukur ini dilaksanakan dengan menggunakan beberapa kaedah iaitu:

- a. Mengambil gambar setiap sudut bangunan bagi memberi gambaran yang jelas tentang setiap perincian.
- b. Temu bual adalah salah satu cara yang telah digunakan untuk proses pengutipan data bagi mengetahui sejarah serta mendapatkan keterangan.
- c. Aktiviti pengukuran pada bangunan kajian untuk mendapatkan perincian yang tepat menggunakan peralatan seperti pita pengukur dan alat ukur laser.
- d. Merekodkan dengan melukiskan semula merujuk ukuran yang telah diperolehi.

Rajah 1 dibawah menunjukkan proses kerja kajian lukisan terukur ini dimana ianya melibatkan lima (5) proses kerja yang utama; i) Penyediaan proposal, ii) Pengumpulan Data & Maklumat Awal, iii) Mengukur di Tapak, iv) Dokumentasi, dan v) Pembentangan / Persembahan



Rajah 1: Metodologi Kajian Lukisan Terukur

5.0 DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian ini meliputi lima (5) aspek utama iaitu; 1) Sejarah, 2) Struktur Utama Rumah, 3) Susun Atur dan 4) Hiasan dan Motif Ukiran.

5.1 Sejarah

Rumah tradisional Melayu Pn. Rosminah Binti Sariman terletak di Kampung Banting Daerah Sabak Bernam, Selangor. Kampung Banting merupakan perkampungan yang mengekalkan ciri-ciri rumah Melayu tradisional Perak. Kampung Banting Sabak Bernam telah wujud beratus- ratus tahun dahulu dengan penerokaan oleh orang Jawa dan orang Banjar dari Indonesia. Kampung Banting diterokai dan dikenali oleh penduduk berhampiran dan sekitarnya. Secara keseluruhannya reka bentuk rumah Puan Rosminah ini mempunyai ciri-ciri Rumah Melayu Tradisional. Pembinaan lantai rumahnya di tinggikan dari permukaan tanah dengan tiang dan menggunakan bahan binaan kayu secara keseluruhannya. Aras lantai ditinggikan adalah disebabkan struktur rumah asal adalah jenis bertiang (*on stilt*). Susun atur rumah kajian ini mempunyai pengkelasan ruang seperti ruang serambi dan anjung, rumah ibu dan bilik tidur, ruang selang sebagai pemisah antara ibu rumah dan dapur serta beranda atau anjung jatuh untuk aktiviti menjemur pakaian dan lain-lain. Ciri-ciri ini sama dengan ciri-ciri rumah Melayu tradisional yang sediada di sekitar kampung ini.



Rajah 1: Pandangan Luaran Rumah Kajian

5.2 Struktur Utama Rumah

Struktur utama kerangka bangunan terdiri daripada elemen - elemen, seperti tiang, rasuk, alang dan kerangka bumbung. Struktur utama dalam bangunan tradisonal boleh dibahagikan kepada tiga (3) komponen utama iaitu rangka bangunan, stuktur lantai dan struktur bumbung. Komponen tambahan yang lain adalah seperti dinding dan bukaan seperti pintu dan tingkap.

Kekuatan sebuah bangunan bergantung pada sistem struktur utama yang digunakan dalam pembinaan adalah asas bangunan yang menggunakan pelapik tiang, tiang, rasuk dan alang serta kekuatan kerangka bumbung bagi melindungi rumah daripada hujan dan cahaya matahari. Struktur utama rumah ini adalah dari sebuah rumah lain yang dibeli dari negeri Perak dan dipasang semula di tapak sediada kini. Secara tidak langsung binaan ini mengadaptasikan konsep guna semula (*recycle*) bahan binaan terpakai. Kerja pemasangan semula struktur di tapak baru membuatkan tempoh pembinaan menjadi lebih singkat serta ada banyak penjimatan dari segi kos dan masa.

Rajah 2 dan 3 menunjukkan penggunaan bahan pembinaan yang lama (*recycle*) dan yang baru. Meskipun ada variasi bahan yang berbeza namun struktur pembinaan telah dibina dengan kukuh. Setelah dibina semula pada 1995 iaitu dua puluh lima (25) tahun yang lalu namun ianya masih boleh berfungsi dengan baik.



Rajah 2: Tiang Seri Rumah



Rajah 3: Tiang Rumah dan komponen *loursers* pada bahagian dinding

5.2.1 Struktur Bumbung Reka Bentuk Dan Kemasan

Bumbung merupakan komponen bangunan yang paling ketara dalam reka bentuk sesebuah rumah Melayu. Reka bentuk yang mengambil kira aspek iklim, bahan dan teknik binaan melahirkan telah bumbung yang menarik serta unik dan ditambah pula dengan gaya reka bentuk mengikut negeri dan lokasi serta kreaviti tukang rumah.

Struktur kerangka bumbung utama bagi bangunan ini adalah dari bahan kayu. Seketika 101 tahun dahulu pada binaan asal kemasan bumbung berkemungkinan adalah dari atap rumbia berdasarkan saiz kerangka utama yang agak kecil. Namun selepas pembinaan semula kerangka tambahan dibuat dan bahan kemasan bumbung ditukar kepada kepingan asbestos dan kini ianya menggunakan kepingan zink. Pemilihan bahan juga dapat menggambarkan status ekonomi keluarga tersebut.



Rajah 4: Bahagian Struktur Bumbung



Rajah 5: Struktur Kekuda

5.2.2 Struktur Lantai Dan Dinding

Pembinaan lantai menggunakan papan yang diperbuat daripada kayu. Lantai juga tidak dibina sama aras disetiap bahagian bertujuan membezakan setiap ruang dan fungsi ruang tersebut. Struktur rasuk dan gelegar lantai yang digunakan banyak menggunakan tanggam memandangkan kepanjangan kayu yang berbeza-beza.



Rajah 6: Bahagian Struktur Lantai



Rajah 7: Bahagian Tanggam

Salah satu elemen penting dalam pembinaan bagi menghubungkan ruang dalaman dengan kawasan persekitaran ialah struktur dinding dan bukaan seperti tingkap dan pintu. Rumah ini menggunakan kerangka dinding utama yang menggunakan paku manakala sebahagian komponen kemasan dinding menggunakan konsep sendi lidah dan alur (*tongue and groove*) tanpa paku.



Rajah 8: Bahagian Kemasan Sendi Lidah Dan Alur



Rajah 9: Kerangka Dinding Utama Dengan Tingkap Ram Tetap di Bahagian Atas

5.3 Susun Atur Ruang

Susun atur ruang rumah melayu dapat dibahagikan kepada tiga (3) komponen utama iaitu ruang utama iaitu ruang hadapan, ruang tengah dan ruang belakang. Didalam ruang ini terdapat ruang-ruang lain sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari segi perletakkan ruang tersebut. Dalam masyarakat Melayu, komponen ruang ini dibuat kerana orang Melayu amat menitikberatkan adab dan tatasusila yang memisahkan ruang untuk lelaki dan wanita.

Merujuk kepada Rajah 10 dan 11, ruang-ruang ini menekankan pengudaraan dan pencahayaan yang baik dengan bilangan dan saiz bukaan tingkap yang besar dan banyak. Kedudukan tingkap kayu pada bahagian atas dinding menggalakkan peredaran udara (*cross ventilation*) yang baik. Sungguhpun bumbung bangunan telah ditukar kepada atap zink namun bahagian dalaman rumah ini masih sejuk pada waktu tengahari.



Rajah 10: Bahagian Ruang Hadapan (Anjung)



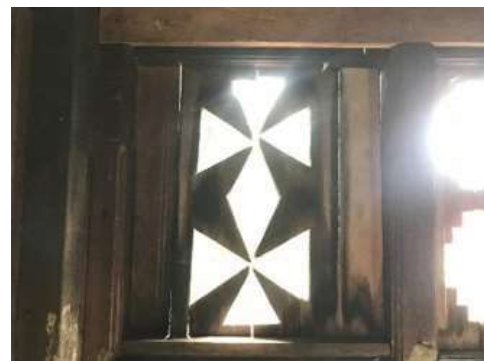
Rajah 11: Bahagian Serambi

5.4 Hiasan dan Ukiran

Hiasan merupakan satu seni pertukangan Melayu yang selalu menjadi perhatian yang istimewa dalam kebudayaan Melayu suatu masa dahulu namun reka bentuknya lebih ringkas. Hiasan dalam Rajah 13 adalah bentuk ukiran ringkas dan biasanya berbentuk geometri menggunakan teknik tebuk terus. Bagi bangunan ini hiasan adalah tidak terlalu banyak. Hiasan ukiran ini boleh dilihat di bahagian atas tingkap yang juga berfungsi sebagai lubang angin. Rajah 12 pula memaparkan ukiran kerawang bermotifkan alur matahari juga terdapat pada bahagian tebar layar dan motif flora pada papan cantik rumah ini.



Rajah 12: Motif Alur Matahari Dan Flora Pada Bahagian Tebar Layar Dan Papan Cantik



Rajah 13: Motif Geometri pada Bahagian Atas Kerangka Tingkap

6.0 ANALISIS KAJIAN

Struktur utama binaan adalah berusia 101 tahun namun apabila dibina semula pada 1996 iaitu 26 tahun lalu, terdapat pelbagai perubahan dan penambahan yang dilakukan keatas rumah tersebut. Perubahan ini adalah disebabkan kerosakan struktur utaman contohnya papan lantai dan sebahagian dinding di bahagian bilik tidur. Bahagian dapur juga diturunkan ke paras tanah kerana pereputan struktur dinding, gelegar dan tiang.

Perubahan yang paling ketara telah dibuat pada bahagian belakang rumah dan bawah rumah. Penambahan dibahagian bawah rumah melibatkan penambahan ruang tamu, ruang keluarga dan sebuah bilik air. Kawasan penambahan tersebut tidak menggunakan kayu sebagai dinding, sebaliknya menggunakan dinding batu bata, sesuai dengan peredaran zaman sekarang.

Perubahan juga berlaku apabila terdapat kerosakan pada dinding atau lantai yang telah reput yang di makan oleh anai-anai dan telah ditukar kepada kepingan papan kayu yang baharu. Begitu juga dengan kemas bumbung asal yang telah ditukar daripada bumbung asbestos yang telah digantikan dengan bumbung zink yang lebih ringan dan mudah disenggara.

7.0 KESIMPULAN

Berdasarkan Kajian Lukisan Terukur Rumah Melayu Tradisional di Kampung Banting, kesimpulan yang diperoleh ialah rumah ini dibina mengikut peraturan tertentu dan diperturunkan oleh generasi terdahulu secara lisan.

Bangunan tradisional yang masih kekal sering mendapat penghargaan yang tinggi daripada orang ramai. Penghargaan yang diberikan adalah disebabkan oleh mutu dan tahap pertukangan serta hasil kerja tangan yang bernilai tinggi dan baik. Penggunaan bahan binaan yang bermutu tinggi dan kepekaan pereka bentuk kepada aspek persekitaran, seperti penerapan sumber iklim dalam reka bentuk serta penyesuaian terhadap aspek sosial dan spiritual yang digabung menjadikan seni bina tradisional nampak menarik dan mempunyai nilai – nilai seni dan seni bina yang tinggi, terutama pada aspek reka bentuk ruang dan seni ukiran yang terdapat pada rumah – rumah Melayu.

Selain itu, Lukisan Terukur ini juga banyak kelebihan yang diperolehi dan juga mencukupi cara penyampaian menarik adalah salah satu tarikan kepada pelajar untuk lebih mudah memahami. Berkerja dalam kumpulan juga memberikan satu penghasilan yang menarik bagi memudahkan kerja serta dapat menghasilkan dokumentasi yang baik. Ilmu ini sangat penting dan berguna kepada pelajar sehingga melangkah ke dunia industri.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan tertinggi Politeknik Sultan Idris Shah, pemilik rumah Pn Rosminah Binti Sariman, dan ahli Kumpulan 3 Kursus DCA6163 *Measured Drawing* Sesi Disember 2020; Bahaiqie Bin Ellias (17DSB18F2029), Nur Aqilah Binti Abd Rani (17DSB18F2008), Muhammad Amirul Amien Bin Yahya (17DSB18F2025), Muhammad Nazmi Bin Salleh (17DSB18F2035), Muhammad Fadhil Bin Fatiroi (17DSB18F2017), Noran NorSyafiqah Binti Abd Ghani (17DSB18F2012) dan Muhammad Qayyum Bin Khalid (17DSB18F2023) diatas sokongan dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

Nasir, A. H. (1985). *"Pengenalan Rumah Tradisional Melayu Semenanjung Malaysia"*. Taman Maluri, Cheras, Kuala Lumpur.: Loyal Press Sdn. Bhd.

Utamberta, A. B. (2017). *"Tanggam rumah Melayu"*. Seri kembangan : Darul Tenggara (M) Snd Bhd.

Yaa'cob, Z. (2021). *Lukisan Terukur Rumah Tradisional Melayu*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa Dan Pustaka.

Nasir, A. H. (2016). *"Ukiran Kayu Melayu Tradisi"*. Kuala Lumpur: DEwan Bahasa Dan Pustaka.

Nasir, A. H. (Ogos 1982). *" Sejarah Senibina Rumah Melayu " Cipta, Utusan Melayu Snd Bhd.* Kuala Lumpur: Utusan Melayu Snd Bhd.

Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur Di Rumah Melayu Tradisional Kampung Batu 39 Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan

Nurzahirah Sokri, Naeemah Yusof , Saedah Johnny Noakes, Azlan Ayob

Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Lang, 45100 Sg Air Tawar, Selangor Darul Ehsan

naeemahyusof@psis.edu.my

ABSTRAK

Rumah Melayu Tradisional Kampung Batu 39 merupakan sebuah rumah Melayu tradisional yang dibina pada tahun 1933 oleh seorang tukang dari Perak yang berketurunan Cina. Rumah Melayu tradisional ini terletak di kawasan berhampiran Pekan Sabak Bernam. Rumah kajian ini telah berusia hampir 90 tahun dan strukturnya masih utuh. Ia juga mempunyai pengaruh seni bina yang unik iaitu dari Rumah Melayu Tradisional Perak dan Selangor. Masa kian berlalu, kebanggaan rumah Melayu tradisional semakin pudar ditelan zaman dan semakin dilupakan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mendokumentasikan dan mengukur semula rumah Melayu tradisional bagi melengkapkan keperluan kursus DCA6163 Measured Drawing. Dengan tujuh (7) orang ahli kumpulan, pembahagian tugas merangkumi kerja-kerja mengukur, mengumpul data dan informasi dari pemilik rumah kajian dan penduduk kampung berhampiran serta mendokumentasikan hasil dapatan kajian. Akhirnya, kumpulan kami mampu untuk menghasilkan satu set lukisan terukur, laporan, video dan sebuah 3D. Kajian ini telah meningkatkan kefahaman dan menjadikan penyelidik lebih menghargai rumah Melayu tradisional. Secara tidak langsung, kajian ini juga dapat mempromosi warisan budaya agama Melayu serta meningkatkan kesedaran kepada masyarakat setempat.

Kata Kunci: lukisan terukur, rumah Melayu tradisional, binaan kayu, pengaruh Jawa

1. PENGENALAN

Lukisan terukur merupakan satu proses lukisan yang mengikut skala yang dihasilkan melalui kaedah laporan khas dan kaedah pengukuran terhadap bangunan yang sedia ada. Kajian lukisan terukur rumah Melayu tradisional Kampung Batu 39 ini bertujuan mengukur semula dan menyediakan maklumat bagi rumah Melayu tradisional yang tidak mempunyai data sejarah dan lukisan pembinaan yang lengkap.

Selain itu, ianya bertujuan untuk membuat dokumentasi dengan menggunakan lukisan – lukisan yang berskala untuk menghasilkan satu set Lukisan Seni Bina yang lengkap yang mengandungi pelan, keratan, pandangan dan sebagainya serta dokumentasi sokongan yang dapat membantu kerja-kerja pengubahsuaian dan pemuliharaan serta pemeliharaan di masa hadapan.

2. OBJEKTIF KAJIAN

Matlamat utama kajian adalah untuk mendokumentasikan bangunan bersejarah dalam bentuk lukisan terukur ilustrasi, lukisan persembahan, model dan laporan kajian.

- i. Mengetahui sumber – sumber sejarah rumah tradisional yang sahih supaya dapat membuat satu kajian ilmiah dengan tatacara yang betul, jelas dan tepat.
- ii. Mengkaji konsep rekabentuk termasuk pengaruh seni bina, perancangan dan susun atur ruang pada bangunan kajian.

- iii. Mendalami teknik mengukur dan membuat catatan lengkap bagi tujuan merekodkan maklumat diperolehi di tapak kajian.

3. KAJIAN LITERATUR

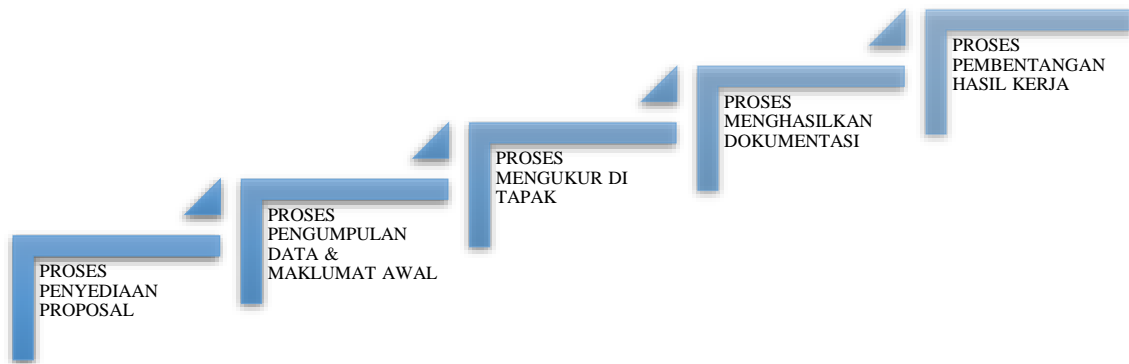
Bangunan tradisional yang masih kekal sering mendapat penghargaan yang tinggi daripada orang ramai. Penghargaan yang diberikan adalah disebabkan oleh mutu dan tahap pertukangan serta hasil kerja tangan yang bernilai tinggi dan baik. Selain itu, pembinaan bangunan yang menggunakan bahan utama seperti kayu telah memberikan kesan seni bina yang menarik dan unik. Kehalusan seni pertukangan Melayu dalam merekabentuk dan membina bangunan yang cantik memang tidak dipertikaikan sejak dahulu lagi. Menurut Zakaria Yaa'cob (2021), tradisi seni yang tinggi nilainya masih lagi dipertahankan walaupun mengalami perubahan masa yang semakin meluputkan ciri – ciri seni bina tradisional Melayu ketika ini.

Bentuk rumah yang mula – mula digunakan oleh orang – orang Melayu di Semenanjung ialah bentuk rumah berpanggung iaitu bertiang, lantainya tinggi dari permukaan tanah manakala bentuk bumbungnya dikenal sebagai bumbung lipat kajang seperti bumbung terbalik 'V' dan rumah yang awal digunakan oleh orang–orang Melayu dengan bentuk bumbung panjang dan bertebat layar biasanya dipanggil sebagai 'dangau' atau 'teratak' (Abdul Halim Nasir, 1985). Tanggam juga merupakan warisan seni bina Melayu yang mencerminkan pencapaian teknologi serta kepakaran masyarakat Melayu dahulu dengan bahan binaan iaitu kayu. Umumnya, sistem tanggam merujuk suatu disiplin penyambungan struktur kayu. Dengan menggunakan teknik penyambungan yang dikenali sebagai tanggam ini merupakan elemen penting dalam pembinaan kayu tradisi. Dalam kajian Azman Sabil (2017) menerangkan bahawa di sebalik pencapaian teknologi tinggi dalam pembinaan rumah tradisional Melayu suatu ketika dahulu, kini berhadapan dengan kepupusan serta kejahilan masyarakat Melayu di zaman moden tentang kewujudannya.

Zaman yang telah ditinggalkan beribu–ribu tahun lampau itu masih mampu memperlihatkan kesan–kesan peninggalan monumen kepada generasi pada masa ini. Abdul Halim Nasir (1985) menyatakan bahawa contoh–contoh ini juga menunjukkan bahawa mereka sudah menghayati apa yang dikatakan seni ukiran dan seni rupa walaupun mereka sendiri mungkin tidak pernah terfikir atau menerima ilmu yang mengutamakan keindahan dan penciptaan keindahan baik daripada sudut falsafah sosial mahupun daripada sudut sosio-budaya.

4. METODOLOGI KAJIAN

Rajah dibawah menunjukkan proses kerja kajian lukisan terukur ini dimana ianya melibatkan lima (5) proses kerja yang utama; i) Penyediaan proposal, ii) Pengumpulan Data & Maklumat Awal, iii) Mengukur di Tapak, iv) Dokumentasi, dan v) Pembentangan / Persembahan.



Rajah 1: Metodologi kajian

5. DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian ini meliputi lima (5) aspek utama iaitu; 1) Sejarah, 2) Struktur Utama Rumah, dan 3) Jenis Hiasan dan Motif Ukiran.

5.1 Sejarah

Kampung Batu Empat Puloh telah wujud sejak berpuluh – puluh tahun dahulu dengan penerokaan oleh orang Melayu yang berketurunan suku Kampar dan Melayu Bugis. Kampung Batu Empat Puloh merupakan perkampungan yang mengekalkan ciri ciri rumah Melayu tradisional. Ini dapat dilihat dari keadaan landskap dan rekabentuk rumah-rumah Melayu tradisional yang berhampiran dengan kawasan kajian Kampung Batu 39, Sabak Bernam.



Foto 1: Gambaran Persekitaran Rumah Kajian

Rumah Melayu tradisional ini dibina pada tahun 1933. Rumah kajian ini terletak di Kampung Batu Empat Puloh, berhampiran Pekan Sabak Bernam. Pemilik asal rumah ini adalah Abdul Ghani bin Radin, suami kepada Puan Safiah binti Ahmad, yang merupakan seorang petani. Selain bertani, Abdul Ghani Radin juga menanam pokok pisang dan mula menceburi bidang perniagaan dengan menjual air kelapa. Pada masa dahulu, pasangan suami isteri ini juga pernah

menjual biji koko untuk menyara kehidupan keluarganya sementara menunggu hasil tanaman lain untuk berbuah dan sedia untuk dituai.



Foto 2: Pandangan Hadapan Rumah Kajian

5.2 Struktur Utama Rumah

Rumah Melayu Kampung Batu 39 dalam Foto 3 dan 4 juga dibina secara bertiangkan kayu cengal dan struktur tiang juga menggunakan batu (*stump*) di bahagian bawah untuk meninggikan lantai untuk mengelakkan dari banjir besar. Selain itu, dapat memastikan pengudaraan dan pencahayaan yang optimum.



Foto 3: Pandangan hadapan di bahagian tingkat satu



Foto 4: Pandangan hadapan tangga di bahagian serambi

Struktur utama kerangka bangunan terdiri daripada elemen – elemen, seperti tiang, rasuk, alang dan kerangka bumbung. Struktur utama dalam rumah kajian ini boleh dibahagikan kepada tiga komponen utama, iaitu rangka bangunan, struktur lantai dan struktur bumbung. Selain itu, terdapat pelbagai jenis tanggam dan pasak digunakan di bahagian-bahagian tertentu rumah ini seperti dalam Foto 5 dan 6.



Foto 5: Struktur hubungan tanggam lidah dan alur



Foto 6: Struktur hubungan tanggam tebuk

5.2.1 Struktur Bumbung, Reka Bentuk Dan Kemasan

Jenis bumbung juga memainkan peranan penting seperti kebanyakan rumah tradisional Melayu yang lain, penggunaan bumbung rumah pada masa rumah dibina selalunya menggunakan atap nipah atau rumbia. Pemilihan bahan ini dilakukan supaya haba yang memancar ke atasnya tidak dapat diserap. Hal ini menjadikan ruang dalam ruang lebih sejuk dan selesa.

Tukang rumah yang terdahulu menggunakan kreativiti dan kemahiran dengan membina bumbung dalam keadaan curam. Kecuraman yang sesuai dan selalu digunakan ialah 30 darjah. Hal ini memudahkan pengaliran air supaya tidak meyerap masuk ke dalam struktur bumbung. Terdapat dua jenis struktur yang digunakan di kerangka bumbung rumah kajian iaitu dengan penggunaan tanggam seperti dalam Foto 8 dan penggunaan paku dalam Foto 7.



Foto 7 : Struktur dalam bahagian hadapan



Foto 8 : Struktur Bumbung menggunakan sambungan tanggam

5.2.2 Struktur Lantai Dan Dinding

Pembinaan dengan aras lantai yang tinggi seperti Foto 9 adalah bertujuan memudahkan proses kitaran pengudaraan, mengelakkan daripada serangan binatang buas, dan mengelakkan daripada bencana alam seperti banjir.



Foto 9: Ruang bawah serambi



Foto 10: Di bahagian ruang serambi



Foto 11: Gelegar di bahagian ruang dapur

Tangga pada Foto 9 mempunyai pintu penutup yang berada dalam keadaan mendatar seperti Foto 10 bagi menghalang tetamu tidak diundang atau binatang buas utk naik ke anjung rumah di tingkat atas. Anjung yang terbuka dan bersaiz hampir 2.5 meter lebar membantu mengurangkan pancaran matahari ke dinding ibu rumah. Secara tidak langsung ianya dapat mengurangkan kepanasan bagi ruang tersebut menjadikan ianya sebagai tempat berkumpul keluarga tersebut.

Konsep penggunaan bahan binaan dari kayu dan anjakan ruang seperti anjung tersebut adalah salah satu elemen kelestarian (*sustainability*) khususnya dalam penggunaan bahan binaan tempatan dan keselesaan termal (*thermal comfort*).

5.3 Jenis Hiasan Dan Motif Ukiran

Hiasan merupakan satu cabang seni pertukangan Melayu yang sering mendapat perhatian yang istimewa dalam kebudayaan Melayu suatu masa dahulu dimana ukiran kerawang ini menjadikan sesebuah rumah itu lebih unik dan mempunyai estetika seni bina yang tersendiri. Ukiran kerawang yang digunakan oleh rumah kajian ini ada terdapat satu jenis iaitu tebuk terus dengan menggunakan motif flora yang menarik.



Foto 12: Ruang Bawah Serambi



Foto 13: Di Bahagian Ruang Serambi



Foto 14: Gelegar Di Bahagian Ruang Dapur



Foto 15: Ukiran Tebuk Terus Di Ruang Keluarga



Foto 16 : Ukiran Pintu Di Ruang Anjung



Foto 17 : Ukiran Pintu Di Ruang Keluarga

Bahagian binaan pintu dan tangkap pada ruang anjung dan ruang keluarga mempunyai butiran kerawang yang lebih menarik dengan motif alur matahari dan flora yang ringkas. Bahagian atas dinding seperti dalam Foto 16 dan 17 jelas menunjukkan elemen dinding yang terbuka dimana ianya menggalakkan pergerakan udara yang baik antara ruang-ruang dalam rumah. Bangunan ini bukan sahaja sejuk di waktu malam malahan juga pada waktu siang.

Dalam pada itu kerawang-kerawang ini juga membantu dalam pencahayaan semulajadi bangunan. Konsep pembinaan seperti ini bukan sahaja dapat menjimatkan kos elektrik tuan rumah disebabkan tidak memerlukan penggunaan lampu dan kipas sepanjang hari. Mungkin semasa tukang ini membina bangunan ini mereka tidak faham konsep kelestarian (*sustainability*) tapi apa yang unikinya dalam pembinaan dan rekabentuk rumah Melayu tradisional ialah ianya dibina dengan mengambilkira elemen cuaca, bahan mentah tempatan dan rekabentuk yang diadaptasikan kepada budaya dan agama tuan rumah.

6. ANALISIS

Elemen dan bahan binaan yang digunakan secara keseluruhannya ialah kayu, yang terdiri daripada struktur tiang, lantai, tangga, dinding, tingkap, pintu, papan cantik, susur tangan dan bumbung. Setelah pemilik rumah meningkat usianya beliau tidak mampu untuk memanjat tangga ke tingkat atas. Oleh yang demikian penambahan ruang di tingkat bawah telah dilakukan di rumah kajian ini. Antara pertambahan ruang yang berlantai simen dan dinding batu bata berlepa dibuat pada tingkat bawah adalah dapur, bilik air, bilik tidur serta ruang tamu. Binaan struktur utama khususnya ditingkat atas masih mengekalkan kesenian pembinaan rumah Melayu tradisional yang perlu terus dipelihara untuk generasi akan datang.

7. KESIMPULAN

Rumah tradisional Melayu biasanya dibina mengikut peraturan tertentu dan diperturunkan oleh generasi terdahulu secara lisan. Oleh itu, kemahiran seta kepandaian tukang rumah Melayu tidak dapat disebarkan atau diwarisi secara meluas dan menyebabkan kemahiran ini hilang begitu sahaja. Namun begitu, masih lagi terdapat bangunan tradisional Melayu yang masih kukuh sehingga kini untuk dijadikan sumber rujukan dan bahan kajian dari segi aspek pembinaannya dan nilai-nilai seni binanya. Selain itu, tugas mendokumenkan rumah tradisional Melayu dapat meluaskan aspek merealisasikan teori dan praktikal secara berkumpulan untuk melengkapkan kursus lukisan terukur dan menghasilkan output yang baik. Secara tidak langsung dokumentasi ini boleh menjadi rujukan kepada industri senibina, koservasi dan pemeliharaan budaya untuk rujukan semua masyarakat di seluruh Malaysia.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan tertinggi Politeknik Sultan Idris Shah, pemilik rumah Puan Safiah Ahmad dan rakan sepasukan Kumpulan 4 Kursus DCA6163 *Measured Drawing* sesi Disember 2020 iaitu Muhd Hafizuddin b Mohd Zainuri, Nurashikin bt Md Napis, Muhd Shahir b Mokhtar, Shahrul Azmeer b Sazali, Che Suhaimi b Che Anuar, serta Muhd 'Afif b Adam diatas sokongan dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Hanafi, Z. (2010). *Lukisan Perincian Pembinaan Bangunan Tradisional Melayu*. Amber Solara Publication.
- Nasir, A. H. (1985). *Pengenalan Rumah Tradisional Melayu Semenanjung Malaysia*. Cheras, Kuala Lumpur, Malaysia: DarulFikir.
- Sabil, A. B., & Utaberta, N. (2017). *Tanggap Rumah Melayu* (1st ed.). Seri Kembangan, Selangor, Malaysia: Darul Tenggara (M) Sdn. Bhd.
- Samad, I., & Saifuddin, A. (2001). *Spesies - Spesies Kayu dalam Seni Ukiran Melayu*. Skudai: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.
- Yaa'cob, Z. (2021). *Lukisan Terukur Rumah Tradisional Melayu* (Vol. I). Batu Caves, Selangor, Malaysia: Aslita Sdn.Bhd.
- Nasir, A. H., & Wan Teh, W. H. (1993). *The Traditional Malay House*. Shah Alam: Fajar Bakti Sdn. Bhd.
- Nasir, A. H., & Wan Teh, W. H. (1993). *The Traditional Malay House*. Shah Alam: Fajar Bakti Sdn. Bhd.

Menjejaki Warisan Rumah Melayu Tradisional: Kajian Lukisan Terukur di Kampung Sungai Tengar, Sabak Bernam, Selangor Darul Ehsan

Nurul Amira Wahda Azmi, Naeemah Yusof , Saedah Johnny Noakes, Azlan Ayob

¹Politeknik Sultan Idris Shah, Sungai Lang, 45100 Sg Air Tawar, Selangor Darul Ehsan

naemahyusof@psis.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji Rumah Melayu Tradisional yang terletak di kawasan Kampung Sungai Tengar, Sabak Bernam, Selangor. Rumah kajian ini adalah merupakan Rumah Melayu Tradisional lama yang telah dibina pada tahun 1960 oleh pemilik rumah yang berketurunan Jawa. Usia rumah kajian ini telah mencecah 60 tahun dan struktur rumah kajian ini masih utuh walaupun telah beberapa kali kerja ubah suai dilakukan. Rumah kajian ini mempunyai pengaruh seni bina yang unik iaitu dari Jawa. Masa kian berlalu, keunikan dan tarikan terhadap Rumah Melayu Tradisional semakin dilupakan dan masyarakat kurang menerapkan unsur tradisional dalam pembinaan rumah. Oleh demikian, penyelidik telah memilih untuk menjalankan kajian mengukur semula rumah kajian dan seterusnya mendokumentasikan lukisan terukur rumah kajian ini. Dengan seramai enam orang ahli kumpulan, pembahagian tugas kumpulan melibatkan kerja-kerja mengukur, melukis serta mengumpul informasi melalui pemilik rumah kajian dan penduduk kampung yang berdekatan. Pelbagai idea tentang perancangan pelan lantai, bahan binaan dan struktur binaan pada rumah tradisional ini yang banyak menyokong elemen kelestarian (*sustainability*). Di akhir kajian ini, satu set dokumen yang mengandungi lukisan terukur, laporan, lukisan persembahan, multimedia dan model 3-dimensi telah dapat dihasilkan.

Kata Kunci: lukisan terukur, rumah melayu tradisional, binaan kayu, pengaruh Jawa

1. PENGENALAN

Lukisan Terukur merupakan salah satu pembelajaran dalam Diploma Senibina yang di tawarkan di Politeknik Sultan Idris Shah, khusus pembelajaran ini diambil pada semester akhir sebelum pelajar menjalankan Latihan Industri. Pelajar akan melakukan kerja-kerja mengukur dan menghasilkan Lukisan Kerja, Lukisan Persembahan dan Model 3D sebagai hasil pembelajaran. Penyediaan Lukisan Terukur merupakan salah satu skop kerja dalam bidang senibina yang bertujuan menghasilkan lukisan kerja bagi bangunan lama yang tiada pelan asal.

Melalui Lukisan Terukur ini, pelajar dapat mempelajari ilmu yang baru tentang keunikan dan keistimewaan Rumah Melayu Tradisional dengan lebih mendalam. Rumah Melayu Tradisional merupakan hasil seni bina yang unik, pertukangannya halus dan menarik. Seni bina Melayu perlu dihayati dengan baik kerana merupakan teras utama kemajuan seni bina pada masa hadapan. Rumah Melayu Tradisional mempunyai nilai-nilai estetika yang tersendiri, dimana ia melalui proses pembinaan tiang seri sehingga kepada ukiran yang menarik. Terdapat lebih daripada tiga jenis ukiran yang menjadi hiasan pada elemen rumah ini termasuklah papan cantik, papan cucur atap serta dinding yang menjadikan Rumah Melayu Tradisional berbeza dan unik pada zaman dulu.

2. OBJEKTIF KAJIAN

1. Mengkaji sejarah Rumah Melayu Tradisional di daerah Sabak Bernam
2. Mendokumentasi lukisan terukir Rumah Melayu Tradisional di daerah Sabak Bernam

3. ULASAN LITERATUR

Rumah Melayu Tradisional adalah suatu bangunan yang utuh, yang dapat dijadikan tempat kediaman keluarga, tempat bermusyawarah, tempat beradat berketurunan, tempat berlindung bagi siapa sahaja yang memerlukannya. Menurut Tenas Effendy (2005), tradisi orang Melayu percaya kepada empat cahaya di bumi yang terdiri dari rumah tangga, ladang bertumpuk, beras padi, dan anak muda-muda.

Bidang senibina merupakan satu bidang yang memerlukan daya imaginasi yang tinggi, maka pembelajaran secara visual sangat membantu pelajar dalam memahami sesuatu pembelajaran dalam menghasilkan sesuatu lukisan (Bertoline, 1998). Suatu rumah yang bakal dibina akan kelihatan menarik dan indah sekiranya diukur dan dibina dengan sekata dan tertib. Ukuran binaan juga dipercayai dapat menentukan baik buruknya sebuah rumah. Secara tradisionalnya menurut Tenas Effendy (2005), cara untuk mengukur ialah dengan menggunakan ukuran anggota-anggota tubuh si pemilik seperti tinggi dan hasta, serta ukuran berdasarkan banyaknya kasau dan gelegar

Terdapat beberapa jenis tiang dalam Rumah Melayu Tradisional seperti Tiang Seri, iaitu tiang yang terletak pada keempat sudut rumah induk. Tiang seri dipacak lebih dulu dari lain-lain tiang utama, dan sebagai memberi seri dan semangat (Abdul Halim, 1986). Tinggi rumah yang paling baik dari aras tanah ialah dengan tinggi sepemikulan atau setinggi bahu, yang bermaksud beban hidup dapat dipikul sepenuhnya oleh pemiliknya. Menurut Abdul Rahman AlAhmadi (2001) Jika tinggi rumah itu sejunjungan, iaitu setinggi puncak kepala pemiliknya, juga bermaksud baik. Jika tinggi rumah itu sepejangkauan, juga bermaksud baik kerana dipercayai pemiliknya dapat menjangkau segala keperluan rumahtangga serta mencapai cita-cita.

Ukiran kayu juga boleh didefinisikan sebagai seni menyobek/ mengoyak permukaan papan atau bongkah kayu bagi mencorakkan sesuatu motif, Tukang ukir akan melahirkan ilham yang timbul kepada satu jisim yang nyata berdasarkan apa yang berlaku dalam kehidupan seharian seperti budaya, kepercayaan dan keagamaan, pemikiran, sosial, alam persekitaran seperti flora dan fauna dan sebagainya. Menurut Ismail dan Ahmad (2001) terdapat juga ukiran kayu yang menggambarkan peristiwa – peristiwa penting seperti percintaan atau pergaduhan. Para pengukir menghasilkan seni ukir yang bercirikan keIslaman. Seni kaligrafi terus mendapat tempat di kalangan pengukir dan sering diolah bersama – sama dengan motif flora dan geometri yang digunakan berupa teks nasihat, pengajaran, peringatan, undang – undang, doa dan sebagainya (Kraftangan Malaysia, 2009). Biasanya kaligrafi ini mempunyai makna dan kadang-kala menyampaikan mesej kepada orang ramai.

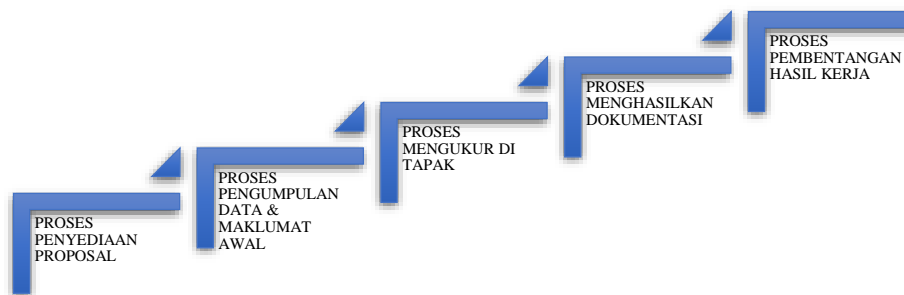
Disarankan oleh Sabrizaa (2009), data dianalisis menggunakan kaedah Kod 'S', digunakan oleh Sabrizaa bagi penamaan dan penentuan motif bunga ukiran Melayu yang terdapat di rumah-rumah tradisional Melayu. Terdapat sepuluh komponen dalam kaedah Kod 'S' ini iaitu, nama objek, jenis ukiran, komposisi, rekacorak, pola, punca, motif, kod bunga, kod daun dan komponen ukiran.

Masyarakat Melayu terdahulu bagi memenuhi keperluan budaya dan kehidupan seharian. Kebijaksanaan masyarakat terdahulu dalam merekabentuk rumah kediaman jelas terpancar apabila mampu mempelbagaikan aktiviti budaya di dalam sebuah ruang yang terhad. Pada dasarnya, serambi rumah Melayu berfungsi sebagai ruang menyambut dan meraikan tetamu, ruang makan keluarga, tempat beribadat dan beristirahat bagi anak dan tetamu lelaki dalam kehidupan seharian penghuni (Chen, Ariffin & Wang, 2008; Zahra K.Z & Sayedah M.T, 2016).

4. METODOLOGI KAJIAN

Rajah 1 dibawah menunjukkan proses kerja kajian lukisan terukur ini dimana ianya melibatkan lima (5) proses kerja yang utama iaitu :

- i) Penyediaan proposal,
- ii) Pengumpulan Data & Maklumat Awal,
- iii) Mengukur di Tapak,
- iv) Dokumentasi, dan
- v) Pembentangan / Persembahan.



Rajah 1: Metodologi Kajian Lukisan Terukur

5. DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian ini meliputi lima (5) aspek utama iaitu;

- i. Sejarah,
- ii. Struktur Utama Rumah,
- iii. Susun Atur dan
- iv. Hiasan dan Motif Ukiran.

5.1 Sejarah

Rumah kajian ini terletak di Kampung Sungai Tengar, Sabak Bernam. Kampung ini telah wujud beratus tahun dahulu dan menjadi semakin terkenal dikalangan penduduk berhampiran dan sekitarnya setelah penerokaan oleh orang Jawa dan orang Kampar dari Indonesia. Kebanyakan penduduk Kampung Sungai Tengar Selatan bekerja sebagai peniaga, petani, nelayan serta kakitangan syarikat swasta atau kerajaan. Kawasan rumah kajian ini sebelumnya adalah merupakan tanah sawit yang diusahakan oleh bapa kepada pemilik rumah, iaitu Puan Rosminah Binti Mohd Nor. Setelah Pn. Romsinah berkahwin, bapa beliau telah menyerahkan tanah dan rumah kajian ini kepada beliau dan suami, sebagai hadiah untuk memulakan hidup berkeluarga di situ.



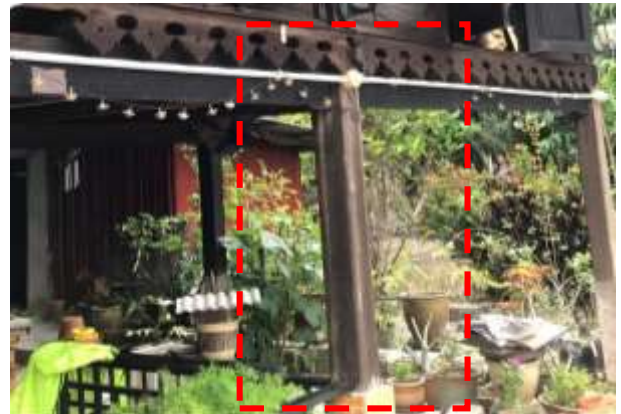
Rajah 2: Gambar Pandangan Hadapan Rumah Kajian

5.2 Struktur Utama

Struktur utama kerangka rumah kajian adalah terdiri daripada elemen – elemen seperti tiang, rasuk, alang dan kerangka bumbung. Struktur utama dalam bangunan tradisional boleh dibahagikan kepada tiga komponen utama, iaitu rangka bangunan, struktur lantai dan struktur bumbung. Komponen lain seperti dinding dan bukaan seperti pintu dan tingkap juga sebahagian daripada komponen rumah ini. Kesemua bahan struktur utama dan komponen lain adalah dari bahan mentah dipersekitaran mukim ini dan konsep ini menguatkan lagi kelasterian dari segi penggunaan bahan. Pembinaan dibuat disekitar tapak rumah dan menyokong konsep jejak karbon yang rendah.



Rajah 3 : Penggunaan Kayu Bagi Tiang, Dinding Dan Papan Lantai



Rajah 4 : Struktur Utama Dan Tutup Kasau (Papan Cantik) Dari Bahan Kayu.



Rajah 5: Struktur Bumbung Dari Bahagian Luar Rumah



Rajah 6: Struktur Kerangka Lantai

5.3 Susun Atur

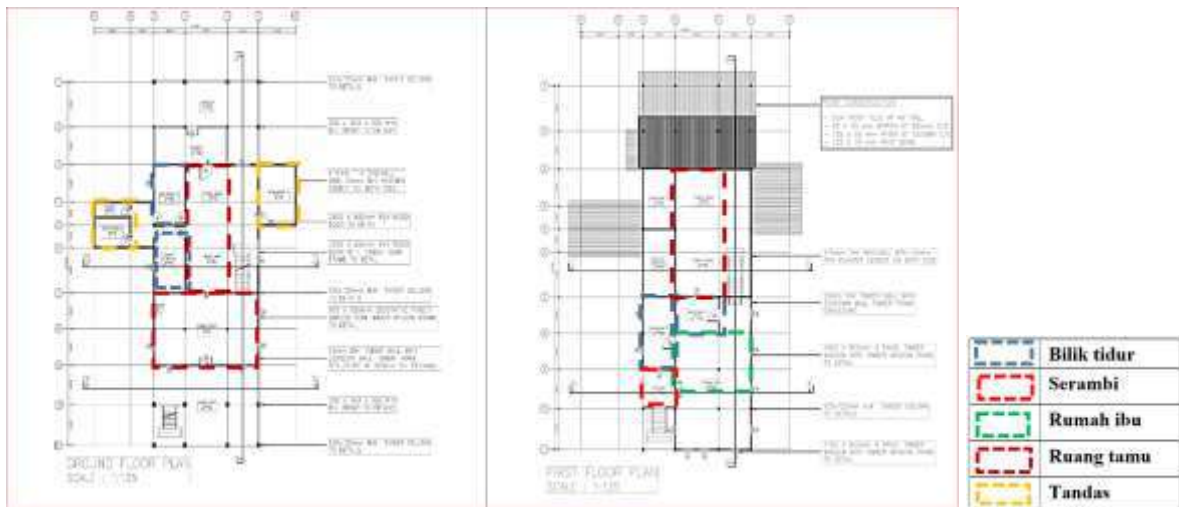
Susun atur ruang rumah kajian ini dapat dibahagikan kepada tiga komponen utama iaitu ruang hadapan, ruang tengah, dan ruang belakang. Di dalam ruang ini terdapat ruang-ruang lain sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari segi perletakan ruang tersebut. Ruang hadapan rumah kajian terdiri daripada ruang serambi serta ruang anjung yang berada di sisi kanan rumah. Susunatur ruang menggalakkan peredaran udara (*cross ventilation*) yang baik.



Rajah 7: Ruang Serambi



Rajah 8 : Ruang Rumah Ibu Di Bahagian Dalam Rumah



Rajah 9: Pelan tingkat bawah dan atas rumah kajian (sumber: penyelidik, 2021)

5.4 Hiasan Dan Motif Ukiran

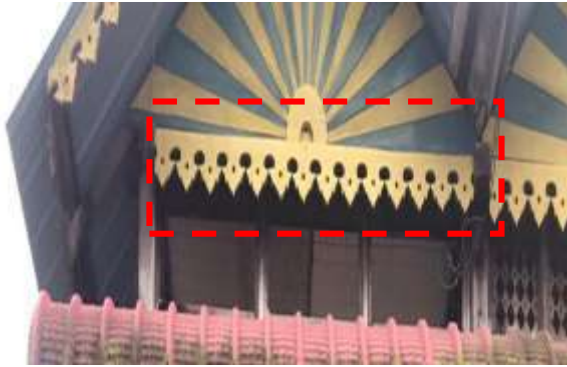
Ukiran kayu adalah seni kraftangan yang telah lama wujud di kalangan masyarakat Malaysia terutama bagi masyarakat Melayu, manakala seni ukiran yang lain cuma berbeza dari segi cara dan teknik pengukirannya. Seni ini begitu berkembang luas kerana Malaysia merupakan sebuah negara yang mempunyai hasil kayu-kayan yang banyak di mana terdapat kira-kira 3000 spesies kayu-kayan di negara kita, kayu adalah bahan alam yang sangat sesuai untuk diukir dan boleh dipelbagaikan kegunaannya. Motif ukiran penting dalam sesebuah Rumah Melayu Tradisional, motif ukiran flora dan fauna ini akan menampakkan ianya lebih cantik dan unik.



Rajah 10: Papan Cantik Di Bahagian Bawah Rumah



Rajah 11: Ukiran Tebuk Di Serambi



Rajah 12: Papan Cantik Di Bahagian Bumbung



Rajah 13: Ukiran Tebuk Di Bahagian Tangga Serambi

5.0 ANALISIS DATA

Rekabentuk Rumah Melayu Tradisional boleh dilihat beberapa jenis dan tipologi di seluruh Malaysia. Setiap negeri-negeri di Malaysia mempunyai rekabentuk Rumah Melayu Tradisional yang tersendiri, begitu juga Rumah Melayu Tradisional Jawa. Rumah Melayu Tradisional milik Puan Romsinah ini mempengaruhi bentuk seni binanya. Selain itu semasa melakukan kerja lukisan terukur di rumah kajian ini, penyelidik mendapati terdapat beberapa ruang telah diubah suai seperti penambahan dibahagian ruang dapur, tandas dan di bahagian ruangan bilik tidur di dalam rumah. Kerja ubahsuai yang telah dijalankan adalah melibatkan penggantian material binaan selain kayu iaitu batu bata. Kerja ubahsuai tidak lagi menggunakan kayu kerana sesuai dengan peredaran zaman moden sekarang. Namun, kerja ubahsuai ini adalah minimum dan tidak melibatkan struktur utama rumah. Oleh itu, keunikan Rumah Melayu Tradisional ini masih terjaga dengan nilai estetika yang masih tinggi.

6.0 RUMUSAN

Secara kesimpulannya, berdasarkan kerja-kerja Lukisan Terukur di Rumah Melayu Tradisional di Kampung Sungai Tengar ini, dapat dikatakan bahawa rekabentuk pembinaan Rumah Melayu Tradisional yang dibina oleh tukang-tukang terdahulu mempunyai senibina yang unik. Rekabentuk Rumah Melayu Tradisional yang mempunyai rumah ibu, anjung, rumah tengah selang, dan dapur telah direka bentuk sedemikian kerana fungsinya. Sebagai contoh, rumah ibu merupakan ruang utama dengan terdapat terdapat bilik untuk ahli keluarga wanita. Ruang anjung digunakan sebagai ruang untuk meraikan tetamu dan hanya dikhususkan untuk kaum lelaki. Secara tidak langsung kelangsungan budaya dan agama dapat dikekalkan.

Aspek-aspek keagamaan dan keselesaan sangat dipentingkan dalam senibina rekabentuknya. Seni bina melayu perlu dihayati dengan baik kerana merupakan teras utama kemajuan seni bina pada masa hadapan. Rumah Melayu Tradisional ini mempunyai nilai-nilai estetika yang tersendiri berbanding dengan rumah moden sekarang. Elemen kelestarian dari segi penggunaan bahan binaan dari kawasan berdekatan (local) adalah amat membanggakan. Pelbagai jenis teknik sambungan yang tidak menggunakan paku digunakan untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan berkesan. Tidak dapat dinafikan juga ukiran-ukiran yang dibuat pada dinding, tiang, kerawang dan sebagainya menunjukkan kehalusan seni pertukangan bangsa Melayu. Teknik pembinaan ini bukan sahaja mengurangkan kos bahan pembinaan seperti paku, skru dan lain-lain. Secara keseluruhannya pembina rumah Melayu traditional amat sinonim dengan

kelestarian (*sustainability*) dari segi kaedah pembinaan, perancangan ruang dan bahan binaan yang digunakan.

Kajian ini juga mencadangkan aktiviti Lukisan Terukur adalah baik untuk diteruskan bagi meluaskan pengetahuan dan memberi pengalaman kepada pelajar jurusan senibina, khususnya pelajar-pelajar Kolej Komuniti dan Politeknik diseluruh Malaysia. Selain itu, Seni bina Melayu perlu dihayati dengan baik. Ia merupakan teras utama kemajuan seni bina pada masa hadapan. Seni bina tradisional Melayu merupakan satu-satunya testimoni yang perlu disebarkan supaya ia menjadi asas penting kepada perkembangan seni bina pada masa hadapan. Malangnya bangunan tradisional semakin hari semakin terpinggir di telan arus kemodenan. Sebelum ia terus pupus, bahan-bahan yang masih ada perlulah didokumenkan dengan sempurna.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pihak pengurusan tertinggi Politeknik Sultan Idris Shah, pemilik rumah Puan Rosminah Binti Mohd Nor, ahli Kumpulan 1 Kursus DCA6163 *Measured Drawing* Sesi Disember 2020; Muhammad Siddiq Firdaus Bin Ramli, Nurul Amira Wahda Binti Azmi, Nur Syahirah Binti Mohd Jumali, Muhammad Najib Bin Zulkifli, Muhammad Afiq Iqbal Bin Kamrudin dan Muhammad Iqmal Daniel Bin Hassan Basri diatas sokongan dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

Tenas Effendy (2005). *Falsafah Dalam Seni Bina Melayu*. Pekan Baru: *Lembaga Adat Melayu Riau* (ms. 109)

Abdul Halim Nasir (1986) *Ukiran Kayu Melayu Tradisi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pelajaran Malaysia (ms.110)

Abdul Rahman Al-Ahmadi (2001). *Seni Bina Tradisi: Tinjauan Dari Sudut Etnis Dan Antropologi*. Koleksi Kertas Kerja: Seminar Senibina 2001. Melaka: IKSEP

Ismail dan Ahmad (2001). *Spesies-Spesies Kayu Dalaman Ukiran Melayu*. Skudai; Universiti Teknologi Malaysia. (ms.6)

Sabriza (2009). *Cadangan Kaedah Kod 'S' Bagi Penamaan Dan Penentuan Motif Bunga Ukiran Melayu Dalam Proses Inventori*. Centre for Knowledge & Understanding of Tropical Architecture & Interior (KUTAI), Universiti Teknologi MARA (ms.2)

Kraftangan Malaysia (2009). *Ukiran Kayu Warisan Melayu*. Kuala Lumpur Perbadanan Kemajuan Kraft Tangan Malaysia (ms.9)

Chen, Y., Ariffin, S. L., & Wang, M. (2008). *The Typological Rule System Of Malay Houses in Peninsula Malaysia journal of asian architecture and building engineering*. (ms.3)

Zahra K.Z & Sayedah M.T (2016). *Comparative Study of Privacy in Designing Qajar Dynasty Isfahan House and Malaysia's Tradisional Houses*. *Journal of Design and Build Enviroment* [S.l.], oct. 2016. (ms.3)

Natural Coagulant and Activated Carbon from *Carica Papaya* Seed and Palm Kernel Shell

Siti Qurratu' Aini Mahat¹, Simranpal Kaur & Nor Fariah Adnan

Petrochemical Engineering Department, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Pagoh, Johor

qurratuaini@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Palm oil mill effluent (POME) is one of the most polluting industrial effluents, and treating it is critical for reducing the environmental pollution. By incorporating a natural coagulant derived from *Carica Papaya* seed into the POME, turbidity, pH, and other contaminants can be reduced. Additionally, The removal of colour and smell from POME may be aided by palm kernel shell. The potential of a natural coagulant with activated carbon as just an alternative to a commercial coagulant with activated carbon was investigated in this research via the development of a low-cost treatment model kit. Activated carbon produced from *Carica Papaya* seed and palm kernel shell beat industrial coagulant (alum) as well as commercial activated carbon, according to the findings (coconut shell). The water parameter quality analysis of the POME sample was excellent prior to treatment. The turbidity and pH were reduced to 861 NTU and pH 7.2, correspondingly, after treating with *Carica Papaya* seed coagulant/palm kernel shell. In addition, the colour of palm oil mill effluent changed from dark brownish to light yellowish. The concentrations of total dissolved solids (TDS) and biological oxygen demand (BOD) also were decreased to 580 mg/L and 1500 mg/L, respectively. In this study, the *Carica Papaya* seed with palm kernel shell was used to reduce the turbidity, pH, colour, BOD, and TDS level of palm oil mill effluent by up to 90%.

Keywords: palm oil mill effluent, coagulant, *Carica Papaya* seed, activated carbon, palm kernel shell.

1. INTRODUCTION

Palm oil, the world's fastest-growing and perhaps most essential vegetable oil, has aided the development of tropical nations like Indonesia and Malaysia in terms of natural resources with high economic value (Commission, 2018). A palm oil mill processing facility uses various processes to extract palm oil from fresh fruit, including sterilisation, bunch stripping, but also fresh fruit bunch (FFB) extraction (Pakdeechot *et al.*, 2020). For 2017, the total area under palm oil cultivation was around 5.77 million hectares, accounting for 2.23 percent of Malaysia's arable land. Although the oil palm may live for over 200 years, its productive life is just 20–25 years. The kernel accounts for about 40–50% of the total yield. Each year, the fruit's kernel and mesocarp yield about 17 tonnes per acre, with 1 tonne of crude palm oil (CPO) produced from 5.8 tonnes of fresh fruit bunch (FFB) (Kamyab *et al.*, 2018). Because the oil extraction process provides a rich source of by-products, such as oil palm trunks (OPT), oil palm fronds (OPF), empty fruit bunches (EFB), palm pressed fibres, palm kernel shells, and palm oil mill effluent, the advancement of this industry has benefited the economy but has also resulted in significant environmental pollution (POME) (Akhbari *et al.*, 2020). Discharging these wastes but instead, effluents into the environment harms the ecosystem and lead to environmental deterioration.

POME would be a viscous, thick brownish liquid waste which is non-toxic, but it does have a disagreeable odour, as well as includes, suspended particles that may have severe environmental consequences. Water, oil, suspended particles, dissolved solids, or sand make up the majority of POME (Jagaba *et al.*, 2016). POME (palm oil mill effluent) is polluting wastewater that contains

oil and grease, suspended particles, and total solids (Kamyab *et al.*, 2018). Additionally, POME comprises macromolecules such as polysaccharides, lipids, and proteins, as well as a variety of monocyclic and polymeric aromatic compounds (Kamyab *et al.*, 2018). The manufacture of POME is a significant problem for researchers, particularly in Malaysia, that's one of the world's leading palm oil producers, with a national production rate of 0.67 cubic metres per tonne of FFB processed by mill (Liew *et al.*, 2017). POME is projected to generate around 30 % of the overall biochemical oxygen demand (BOD) impact on Malaysia's aquatic environment (Kamyab *et al.*, 2018). As a result, POME cannot be discharged directly into the soil or plant system or straight into watercourses without treatment, as this will deplete and distract aquatic life (Mohammad *et al.*, 2021).

Therefore, palm oil mill effluent must be extensively treated to ensure that it is tolerable to organisms in the receiving system. Numerous conventional treatment methods, including aerobic, anaerobic, and facultative ponds zero discharge technology, land application, adsorption, biological treatments, coagulation-flocculation, and ultrafiltration, as well as membrane technology, have been reported to be used to treat POME (Mohammad *et al.*, 2021). In the majority of water supply and wastewater facilities, however, coagulation-flocculation is the backbone process. Their goal is to improve particle separation in downstream processes like sedimentation and filtration. Recently, various investigations noted several disadvantages of chemical coagulants, including sludge handling and health consequences, such as Alzheimer's disease, caused by continuous exposure to water with a high residual aluminium concentration following the treatment procedure (Krupińska, 2020). As a result, numerous researches have focused on natural coagulants rather than chemical coagulants. Previously, There have been many plant extracts found to have natural coagulants, including an extract from *Cassia Alata* (Jayalakshmi *et al.*, 2017), *Opuntia Cactaceae* (Karanja *et al.*, 2017), *Calotropis Procera* (Karanja *et al.*, 2017) and *M. Oleifera* (Ali, 2010). These plants were shown to possess coagulation-capable macromolecules as well as secondary metabolites, suggesting that they may be utilised only as low-cost, long-term water treatment technique (On *et al.*, 2016). Environmental concerns have had an effect also on manufacturing of activated carbons, also with idea that common disposal items such as agricultural byproducts and old tyres might be used to produce the material (Ariri *et al.*, 2020). Any fairly inexpensive material with either a high thermal conductivity or low inorganic content might well be utilised as a precursor for the synthesis of activated carbon (Saleem *et al.*, 2019). In this study, the effectiveness of Carica Papaya seed only as natural coagulant with palm kernel shell as chemical activation in reducing turbidity, pH, colour, BOD, and TDS in palm oil mill effluent will be studied and analysed.

2. LITERATURE REVIEW

Malaysia has become the leading supplier of palm oil to more than 100 countries as a result of its rapid development in the palm oil industry (Kamyab *et al.*, 2018). As a result, the amount of waste discharged into waterways also increases. In December 2012, 429 palm oil mills throughout Malaysia generated an average of 0.65 m³ POME of each tonne of oil palm fresh fruit bunches processed, according to the Malaysian Palm Oil Board (MPOB) (FFB). POME discharge into rivers without appropriate treatment seems to have been a source of environmental concern since it degrades water quality. Due to high concentrations of organic chemicals in this effluent, measuring Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD) for treating POME has proved challenging. POME must be properly treated before disposal since its breakdown in rivers may generate by-products that are hazardous to aquatic life.

Because of their effectiveness, cheap cost, simplicity of use, and availability, coagulants including such aluminium chloride, ferrous sulphate, aluminium sulphate, ferric chloride, as well as hydrated lime will be the most often used in traditional wastewater treatment systems (Tetteh & Rathilal, 2019). Chemical coagulation has been shown to improve the reduction of POME organic load to an acceptable and economically viable level (Jagaba *et al.*, 2020). It is feasible to remove up to 60% of BOD and COD, as well as 90% of SS, by using the appropriate chemical coagulant and dose. Nevertheless, the application of these chemicals is not always without consequences (Chunli Zheng *et al.*, 2013) Numerous environmental issues related to coagulants/flocculants' chronic toxicity are currently being debated globally. Chemical sludge management becomes another problem to solve since traditional coagulants/flocculants produce an excessive quantity of chemical sludge in addition to the suspended particles to be cleaned (Kurniawan *et al.*, 2020). Apart from the environmental consequences, issues about human health arise. Chemical coagulants/flocculants have been linked to a variety of health problems, such as central nervous system failure, dementia, Alzheimer's disease, as well as severe shaking, according to many studies.

The adsorption of pollutants onto the surface of a filter is the basis of activated carbon (AC) filtration, which is a commonly utilised technique. This method is efficient in removing chlorine, fluoride, and radon from drinking water or wastewater, as well as some organic contaminants (such as unpleasant tastes and odours, micropollutants). The kind of activated carbon used, the makeup of the water, and the operational variables all influence adsorption effectiveness. Activated carbon, on the other hand, has no impact on microbiological contaminants, metals, nitrates, or other inorganic impurities. Moreover, owing to the high cost of raw materials like as coal, which is a non-renewable resource, the usage of AC is not economically feasible. The utilisation of dumped biomass waste as a precursor for AC, such as palm kernel shell, has recently received more attention (Ulfah *et al.*, 2016), banana peel (Chafidz *et al.*, 2018) and empty fruit bunch (Md Arshad *et al.*, 2016). Because the raw material is cheap and widely accessible, using agricultural waste-based AC is considerably more cost-effective. Furthermore, it adds value to the waste produced, since this method reduces agricultural waste disposal also improves the functioning of the by-product.

3. METHODOLOGY

The industrial wastewater (Palm Oil Mill effluent) information was obtained and kept in a beaker at Kilang Kelapa Sawit Bukit Pasir, Johor. Turbidity (NTU), pH, colour, Biological Oxygen Demand (mg/L), and Total Dissolved Solids (mg/L) were discovered to represent the initial properties of the sample wastewater, as given in Table 1. The wastewater sample was measured using *Carica Papaya* seed like a natural coagulant and for coagulation process and palm kernel shell as natural activated carbon again for filtration phase in an industrial wastewater treatment kit. The wastewater sample were additionally treated with a commercial coagulant (alum) and activated carbon (coconut shell). Last but not least, the final properties of wastewater handled with *Carica Papaya* seed with palm kernel shell were found to be comparable to wastewater treated using alum or coconut shell.

Table 1: Initial palm oil mill effluent properties.

No	Parameters	Raw POME
1.	Turbidity	9500 NTU
2.	pH	10.1
3.	Colour	Dark brownish

4.	Biological Oxygen Demand	25000 mg/L
5.	Total Dissolved Solids	4000 mg/L

3.1 Preparation of *Carica Papaya* Seed as A Natural Coagulant

Seeds of *Carica papaya* was purchased from local fruit shops. The fruits were sliced in half with a sharp knife, the seeds removed, and they were rinsed in water several times. The seeds then were thoroughly dried for four days. The seeds were then dried for 24 hours at 70 degrees Celsius in an oven. The seeds were dried before being crushed into some kind of fine powder with a grinder and sieved. The seed powder was added and the solution in a sterile jar with such a tight air cover for coagulant usage.

3.2 Preparation of Palm Kernel Shell as An Activated Carbon

In this study, palm kernel shells (PKS) have been used as natural activated carbon. Chemical and physical stimulation were used to create activated carbon from the palm kernel shell. The palm kernel shell was peeled as well as rinsed with distilled water before ever being dried for 24 hours in a 110°C oven. The palm kernel shell was therefore melted down in a furnace. The reactor was raised to 300 degrees Celsius in the first step then kept somewhere for 60 minutes. After then, the temperature was raised to about 650 degrees Celsius. At this pace, PKS was completely pyrolysed. After the activation process was finished, the furnace was cooled, as well as the samples was removed as well as crushed into powder or granule forms. The PKS activated carbon (PKSAC) was immersed in 100 mL of zinc chloride acid (ZnCl₂) solution up over night because after activation procedure was finished to leach off the activating agent. The specimen was therefore filtered and washed many times with distilled water until the pH reached 6-7, showing that perhaps the accessing chemical had been removed from the adsorbent. Before even being placed in the container, the PKSAC precipitate was placed completely in a 110°C oven.

3.3 Development of A Low-Cost Industrial Wastewater Treatment Kit

The efficacy of *Carica Papaya* seed as well as palm kernel shell in treating palm oil mill wastewater was investigated using a low-cost kit. Gravel, sand, or cotton were utilised to improve the kit in this project. Because of its capacity to carry back precipitates and retain contaminants, gravel is an excellent filter medium. The undissolved suspended particles may be mechanically strained by the sand. Cotton has been used to clean and purify the liquids while removing the dirt.. The kit's design is shown in Figure 3.1.

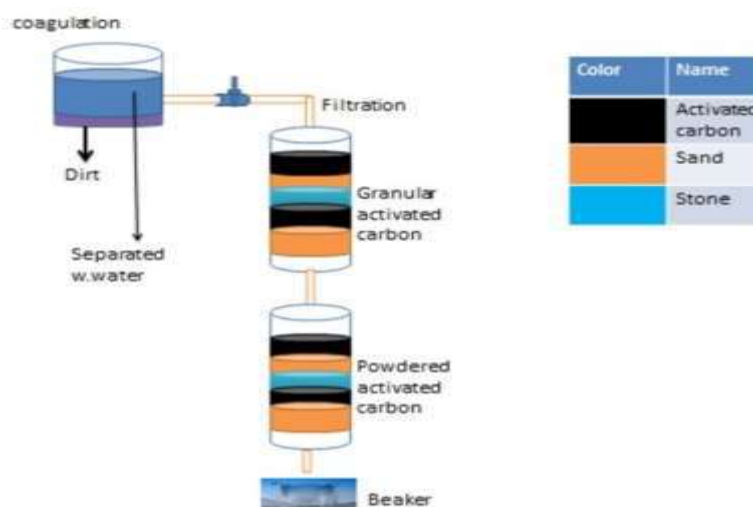


Figure 3.1: The POME treatment kit

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Turbidity (NTU) analysis

The initial turbidity of the industrial wastewater (POME) sample, as shown in Figure 4.1, was 9500 NTU, respectively. Following treatment with *Carica Papaya* seed with palm kernel shell activated carbon via the industrial wastewater treatment kit, the turbidity was reduced to 861 NTU. In the study, it was discovered that therapy with *Carica Papaya* seed with palm kernel shell was even more successful than therapy with alum and coconut shell. Previously, Yimer & Dame, (2021) Positively charged proteins in seeds interact with negatively charged ions, enabling the flocs to settle as well as decrease the turbidity of the wastewater sample, according to research. Furthermore, owing to the colloidal particles' surface electrical charges, which mutually resist one another, particles settle extremely slowly or not at all in a colloidal solution. The zeta potential, or the electrical potential at the sliding plane, is often used to represent this surface charge. In this research, it was discovered that the positively charged *Carica Papaya* seed efficiently attracts negatively charged colloidal particles. After the repulsive charges are neutralised, Van der Waals forces lead the particles to cluster (agglomerate) and form a micro floc (opposite charges attract). Thus, it is demonstrated that *Carica Papaya* seed coagulant has a greater capacity to reduce the POME's turbidity than alum in this investigation.

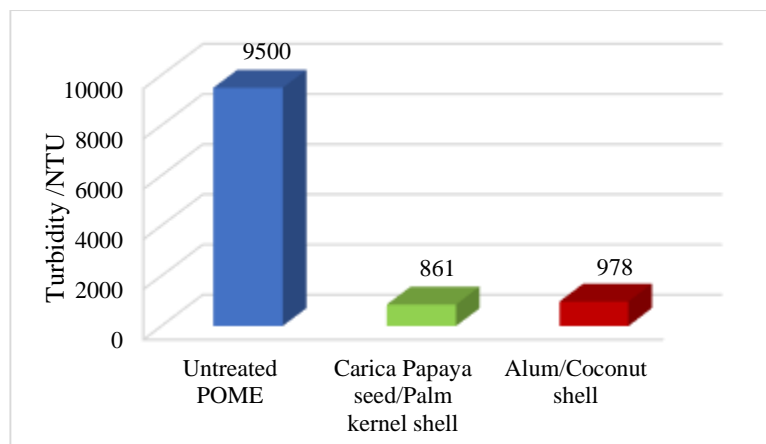


Figure 4.1: Turbidity (NTU) analysis

4.2 pH analysis

Figure 4.2 shows the pH of POME before and after therapy with *Carica Papaya* seed/palm kernel shell with alum/coconut shell. Following treatment, the pH of the water was decreased from 10.1 to 7.2, although the pH of the alum coagulant with coconut shell activated carbon is rather higher, at pH 7.9. According to Unnisa & Bi (2018), pH affects not just the surface charge of coagulants, as well as the stability of the suspension. Variations in pH also influenced coagulant protein solubility in an aqueous solution. The pH of the solution was believed to be reduced by combining *Carica Papaya* seed and palm kernel shell. The high pH of the palm oil mill wastewater was effectively neutralised by the weak acids in the *Carica Papaya* seed as well as the palm kernel shell-activated carbon. Coconut shell-activated carbon, on the other hand, is alkaline, while alum is acidic. As a result, the carbon equilibrium in each other's pH was triggered by the alum and coconut shell. As a result, they were ineffective in lowering the pH of the solution. Moreover, George & Chandran J (2018) According to the hypothesis, proteins contain positive charges at low concentration while negative charges on high pH. The decreased pH in this study caused an abundance of positive electrode protein in the palm oil

mill effluent to interact with negatively charged particles, promoting floc formation thus reducing turbidity.

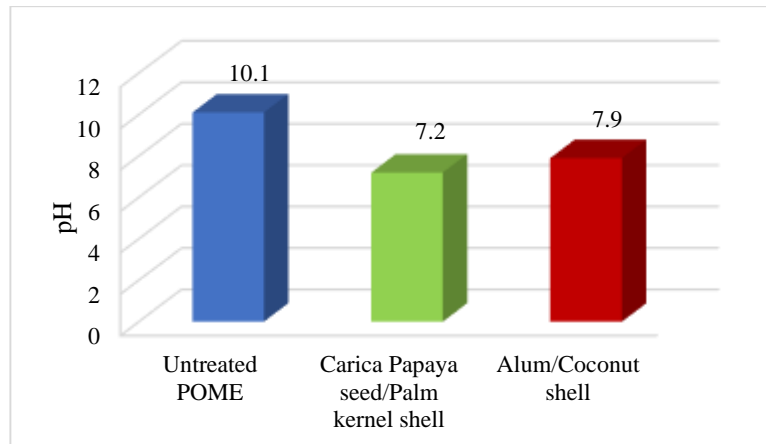


Figure 4.2: pH of untreated and treated POME

4.3 Colour analysis

The dark brown colour of the POME sample was effectively decreased using *Carica Papaya* seed coagulant and palm kernel shell activated carbon, resulting in a pale yellowish colour, as shown in Figure 4.3. Meanwhile, alum coagulant and coconut shell activated carbon method results in a dark yellowish colour. Abdulsalam *et al.*, (2020) previously concluded that the effluent's dark brownish colour was caused by an excessive concentration of tannins, melanoidin, and lignin components. Rashidi & Suzana (2017) It was also discovered that palm kernel shell has a large surface area as well as adsorption capacity, resulting in colour loss. As a result, as compared to alum/coconut shell, the inclusion of *Carica Papaya* seed/palm kernel shell substantially reduced the quantity of phenolics contained in POME in this research.

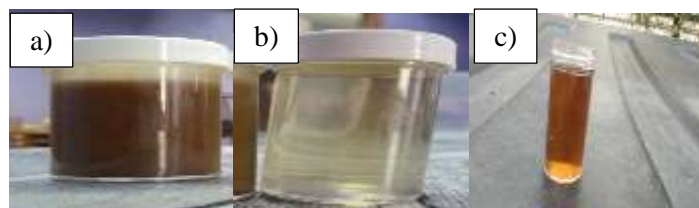


Figure 4.3: Colour of a) untreated POME, b) treated POME with *Carica Papaya* seed/palm kernel shell and c) treated POME with alum/coconut shell

4.4 Biological Oxygen Demand (mg/L)

Figure 4.4 depicts the study of Biological Oxygen Demand (BOD). The sample of industrial waste (POME) had an abnormally high BOD when it was initially collected. A higher BOD implies that more oxygen is needed, lowering the water quality considerably. According to the study by Kamyab *et al.*, (2018), Because of the organic matter concentration, POME has a high BOD value. In those other words, the greater the BOD score, the more organic matter or “food” available for oxygen-consuming bacteria. Both *Carica Papaya* seed/palm kernel shell or alum/coconut shell were shown to be effective in lowering BOD solution with 580 and 300 mg/L, respectively, in this research. However, as contrast to the therapy with *Carica Papaya* seed and palm kernel shell, the treatment with alum and coconut shell performed much better. Previously, On *et al.*, (2016) the addition of organic material to a mixture increases the amount

of oxygen required for microbial digestion, leading to an increase in BOD. Both *Carica Papaya* seed as well as palm kernel shell are organic elements that contribute substantially to the solution's oxygen consumption, unlike alum, which would be a chemical substance.

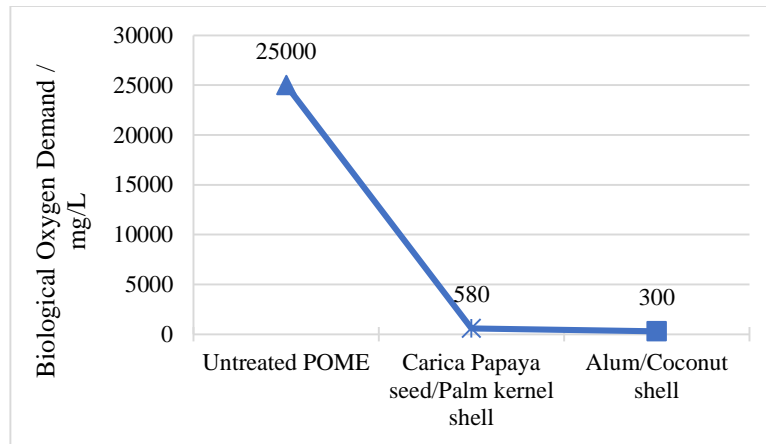


Figure 4.4: Biological Oxygen Demand (mg/L) for untreated and treated POME

4.5 Total Dissolved Solid (mg/L)

POME's Total Dissolved Solids (TDS) are shown in Figure 4.5. The phrase "total solids" represents the amount of materials dissolved in water or wastewater, and it has been linked to specific conductance and turbidity. In this research, the TDS content in the POME was found to be very high, at 38000 mg/L. According to the study of Mohammad *et al.*, (2021), POME is high in total dissolved solids, which means it contains a lot of organic materials. TDS levels were decreased to 1500 mg/L and 2450 mg/L, respectively, following treatment with *Carica Papaya* seed/palm kernel shell and alum/coconut shell. Coagulant was added to induce particle aggregation, reducing the overall suspended substances in the solution. A solution's turbidity is proportional to its suspended solids. As a consequence, suspended solids was discovered to be proportional to turbidity. According to the results, the *Carica Papaya* seed/palm kernel shell provided a concerns than the alum/coconut shell. Previously, Muda *et al.*, (2020) According to the study, the *Carica Papaya* seed caused coagulation and dispersed coagulated particles inside the fluid, which encouraged particle collisions. As a result, the suspended solids concentration in the basic solution. The *Carica Papaya* seed with palm kernel shell have been shown to be beneficial in enhancing particulate coagulation as well as precipitation in this study. This is shown by a substantial decrease in turbidity, as stated in Section 4.1.

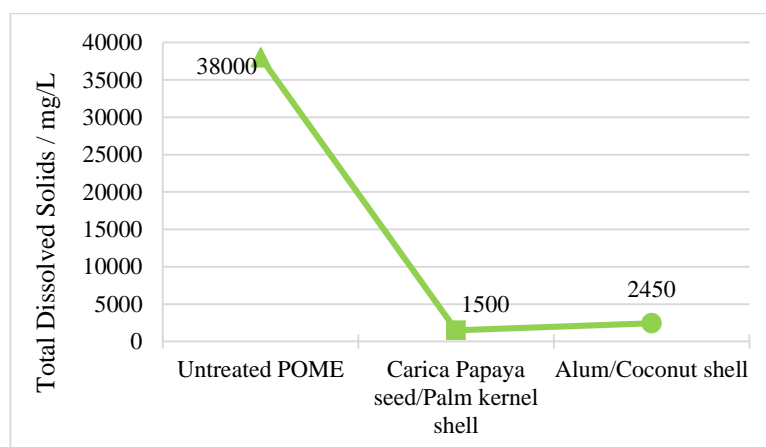


Figure 4.5: Total Dissolved Solids (mg/L) for untreated and treated POME

5. CONCLUSION

When compared to alum and coconut shell, in an industrial wastewater treatment kit, *Carica Papaya* seed, like a natural coagulant with palm kernel shell as more than just a natural activated carbon, provided the best results. Turbidity, pH, colour, Biological Oxygen Demand, and Total Dissolved Solids were all decreased in the POME sample, as can be observed. *Carica papaya* seed has been proven to enhance coagulation and flocculation, whereas palm kernel shell has been shown to be an efficient adsorbent, leading in a substantial decrease of colour and other pollutants. Furthermore, both the *Carica Papaya* seed and the palm kernel shell are renewable, cheap, and widely accessible. In addition, the development of a low-cost industrial wastewater treatment simulator kit has aided in improving the POME sample's water quality.

REFERENCES

- Abdulsalam, M., Man, H. C., Abidin, Z. Z., Yunus, K. F., & Idris, A. I. (2020). Decolorisation of Palm Oil Mill Effluent by *Klebsiella Pneumonia* ABZ11: Remediation Efficacy and Statistical Optimization of Treatment Conditions. *Frontiers in Microbiology*, 11, 675. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00675>
- Akhbari, A., Kutty, P. K., Chuen, O. C., & Ibrahim, S. (2020). A study of palm oil mill processing and environmental assessment of palm oil mill effluent treatment. *Environmental Engineering Research*, 25(2), 212–221. <https://doi.org/10.4491/eer.2018.452>
- Ali, E. (2010). Production of Natural Coagulant from *Moringa Oleifera* Seed for Application in Treatment of Low Turbidity Water. *Journal of Water Resource and Protection*, 02, 259–266. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.23030>
- Ariri, A., Alva, S., & Hasbullah, S. A. (2020). Tire Waste As a Potential Material for Carbon Electrode Fabrication: a Review. *Sinergi*, 25(1), 1. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2021.1.001>
- Chafidz, A., Astuti, W., Hartanto, D., Mutia, A. S., & Sari, P. R. (2018). Preparation of activated carbon from banana peel waste for reducing air pollutant from motorcycle muffler. *MATEC Web of Conferences*, 154, 1–5. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401021>
- Chunli Zheng, Ling Zhao, Xiaobai Zhou, Z. F. and A. L. (2013). Treatment Technologies for Organic Wastewater. *Intech*. <https://www.intechopen.com/books/water-treatment/treatment-technologies-for-organic-wastewater>
- Commission, E. (2018). Study on the environmental impact of palm oil consumption and on existing sustainability standards. In *LMC International Ltd* http://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/palm_oil_study_kh0218208enn_new.pdf
- George, D., & Chandran J, A. (2018). Coagulation Performance Evaluation of Papaya Seed for Purification of River Water. *International Journal of Latest Technology in Engineering*, VII(I), 50–66. www.ijltemas.in

- Jagaba, A. H., Abdul Latiff, A. A., Latiff, A., Umaru, I., Abubakar, S., & Lawal, I. M. (2016). Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) by Coagulation-Flocculation using different Natural and Chemical Coagulants: A Review. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 13, 67–75. <https://doi.org/10.9790/1684-1306076775>
- Jagaba, A. H., Kutty, S. R. M., Hayder, G., Latiff, A. A. A., Aziz, N. A. A., Umaru, I., Ghaleb, A. A. S., Abubakar, S., Lawal, I. M., & Nasara, M. A. (2020). Sustainable use of natural and chemical coagulants for contaminants removal from palm oil mill effluent: A comparative analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 951–960. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.01.018>
- Jayalakshmi, G., Saritha, V., & Dwarapureddi, B. K. (2017). A Review on Native Plant Based Coagulants for Water Purification. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 12(3), 469–487. <http://www.ripublication.com>
- Kamyab, H., Chelliapan, S., Md Din, M. F., Rezania, S., Khademi, T., & Nadda, A. (2018). *Palm Oil Mill Effluent as an Environmental Pollutant Palm Oil Mill Effluent as an Environmental Pollutant* (pp. 13–28). <https://doi.org/10.5772/intechopen.75811>
- Karanja, A., Fengting, L., & Ng'ang'a, W. (2017). Use of Cactus Opuntia As a Natural Coagulant: Water Treatment in Developing Countries. *International Journal of Advanced Research*, 5(3), 884–894. <https://doi.org/10.21474/ijar01/3586>
- Krupińska, I. (2020). Aluminium Drinking Water Treatment Residuals and Their Toxic Impact on Human Health. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(3). <https://doi.org/10.3390/molecules25030641>
- Kurniawan, S. B., Abdullah, S. R. S., Imron, M. F., Said, N. S. M., Ismail, N. 'Izzati, Hasan, H. A., Othman, A. R., & Purwanti, I. F. (2020). Challenges and Opportunities of Biocoagulant/Bioflocculant Application for Drinking Water and Wastewater Treatment and Its Potential for Sludge Recovery. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph17249312>
- Liew, W. L., Muda, K., Azraai, M., Affam, A. C., & Kheang, S. (2017). Agro-industrial waste sustainable management – a potential source of economic benefits to palm oil mills in Malaysia. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 11(1), 108–118. <https://doi.org/10.4090/juee.2017.v11n1.108118>
- Md Arshad, S. H., Ngadi, N., Aziz, A. A., Amin, N. S., Jusoh, M., & Wong, S. (2016). Preparation of activated carbon from empty fruit bunch for hydrogen storage. *Journal of Energy Storage*, 8, 257–261. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.est.2016.10.001>
- Mohammad, S., Baidurah, S., Kobayashi, T., Ismail, N., & Leh, C. P. (2021). Palm Oil Mill Effluent Treatment Processes—A Review. *Processes*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/pr9050739>
- Muda, K., Ali, N. S. A., Abdullah, U. N., & Sahir, A. B. (2020). Potential use of fruit seeds and plant leaves as coagulation agent in water treatment. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 8(3), 971–977.

- On, E., On, B., & For, O. O. (2016). a Review on Genetically Engineered Natural Coagulant Based on *Moringa Oleifera* for Turbidity Removal. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 28(1), 26–34. <https://doi.org/10.11113/mjce.v28n0.443>
- Pakdeechot, S., Hanifarianty, S., & Wae-hayee, M. (2020). The Effects of Sterilization Time of FFB on Fruit-Bunch Separation and Crude Palm Oil Quality Using Direct Steaming. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 72(1), 1–9. <https://doi.org/10.37934/aram.72.1.19>
- Rashidi, N. A., & Suzana, Y. (2017). Potential of palm kernel shell as activated carbon precursors through single stage activation technique for carbon dioxide adsorption. *Journal of Cleaner Production*, 168, 474–486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.045>
- Saleem, J., Shahid, U. Bin, Hijab, M., Mackey, H., & McKay, G. (2019). Production and applications of activated carbons as adsorbents from olive stones. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 9(4), 775–802. <https://doi.org/10.1007/s13399-019-00473-7>
- Tetteh, E., & Rathilal, S. (2019). *Application of Organic Coagulants in Water and Wastewater Treatment*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84556>
- Ulfah, M., Raharjo, S., Hastuti, P., & Darmadji, P. (2016). The potential of palm kernel shell activated carbon as an adsorbent for β -carotene recovery from crude palm oil. *AIP Conference Proceedings*, 1755(July 2016). <https://doi.org/10.1063/1.4958560>
- Unnisa, S. A., & Bi, S. Z. (2018). Carica papaya seeds effectiveness as coagulant and solar disinfection in removal of turbidity and coliforms. *Applied Water Science*, 8(6), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0791-x>
- Yimer, A., & Dame, B. (2021). Papaya seed extract as coagulant for potable water treatment in the case of Tulte River for the community of Yekuset district, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 4, 100198. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100198>

Need and Challenges on Urban Agriculture among Local Community Gardening in Malaysia

Muhamad Hissammuddin Shah Zainal Abidin, Nor Dina Sakaria, Muhammad Habibullah Yahaya, Mohamad Afifi Ismail & Nor Hairul Palal

Department of Chemical & Food Technology, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Muar, Malaysia

hissam@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Urban agriculture is food production, processing and distribution in cities or urban areas. This urban agriculture is gaining popularity in Malaysia and it is the best solution on the issues of food protection. In addition, urban agriculture will give significant impact to complement food production through systematic technology and methods. This present article conducted a review that aims to estimate the need, challenges and current urban agriculture status among Malaysia's urban dwellers and its benefit on community and environment. The current study integrated different research designs and conducted review in accordance with the publication standards. This study select papers from databases namely Scopus, Web of Science, Google Scholar and supporting report namely books, book chapter, technical reports and other website. Malaysian urban agriculture on local community is the tool that offers food or services inside or on the edges of urban areas for sustainable development. The role of standard urban farming techniques and technologies and policies on urban farming in Malaysia is also describing in this paper. The key challenges identified on local community gardening in Malaysia are the limited residential space, agricultural awareness and less time to conduct urban agriculture. In the future, urban agriculture would potentially contribute to sustainability and be an urban lifestyle.

Keywords: Urban agriculture, urban dwellers, urban lifestyle, food security

1. INTRODUCTION

Today's world population is increasingly facing severe problems including population growth, climate change, land loss, water shortages and food security. Since 2008, the bulk of the world's population has moved from rural areas to cities. The world's urban population predicts double in the next 30 years leading to a rise in urban poor numbers (FAO, 2011). By 2030 over 4.6 billion people are projected to the cities which presents an important social and environmental aspect and challenges of the 21st-century city's future (Dos Santos, 2016). Though urban households face a high cost of living, the effect of rising food prices is more challenging (Zainal & Hamzah, 2018). Studies in both developed and transitional countries suggest that urban farming can contribute to the food supply, reduce food expenditures on bills of food, direct access to and recirculate urban waste, pollution and sustainability.

The global coronavirus pandemic has made the world conscious including Malaysia particularly on the need of foodstuffs to satisfy people's needs especially for the B40 community in Malaysia. According to Yi (2020), it is estimated that 76% of Malaysians live in urban areas include the B40 category, with household incomes less than RM4,360 per month. The B40 community estimated that between 50% and 70% of their income spent on food and labeled as "urban poor."

Urban agricultural goods are cultivated and sold for benefit for personal consumption and commercial. Previous studies have shown that urban agriculture can help solve food safety,

urban poverty, high living costs and give urban recreation. Urban agriculture contributes to subsistence and socio-economic strategies for citizens and the local society (Islam & Siwar, 2012) driven by limited agricultural land and urban poverty (Yi, 2020). In addition, urban agriculture will lead to improved urban sustainability by enhancing the building environment's environmental quality. It can also reduce the detrimental environmental effects of urbanization by incorporating green areas and surrounding areas (Rezai et al., 2016).

However, Islam and Siwar (2012) claims that urban agriculture in urban areas can be a lifestyle. In other words, the operation produces the process and causes increased food, fuel and different outputs to cause more significant resource stress. The loss of resources to the ecosystems due to agricultural activities and solid waste is what urban agriculture should tackle.

2. METHODS

We conducted an extensive review from the various sources and select papers from various databases namely Scopus, Web of Science, Google Scholar and supporting report namely books, book chapter, technical reports and other website. In the context of this paper, we focus on: 1) urban farming need and challenges in Malaysia; 2) common urban farming techniques and technologies; 3) policies on urban farming in Malaysia; and 4) current and future status of urban agriculture in Malaysia.

3. URBAN FARMING NEED AND CHALLENGES IN MALAYSIA

Currently, approximately three-quarters of Malaysia's population resides in urban areas and Kuala Lumpur has a population of 1.808 million and it is the country's largest city population. Although Kuala Lumpur is the only city with more than a million people, there are a few cities with mated reach 32,7 million in 2020, compared to 32,5 million by 2019. The rising population of Malaysians year-on-year needs drastic steps to guarantee proper food protectibetween 500 000 and a million people including Seberang Perai, Georges Town, Ipoh, Petaling Jaya, Shah Alam, Iskandar Puteri, Seremban and Johor Bahru (*Malaysia Population 2020*, 2020). According to *Department of Statistics Malaysia Official Portal* (2020) as shown at Figure 1 below, the population in Malaysia is estion for all and urban agriculture is one of the answer to this issue.

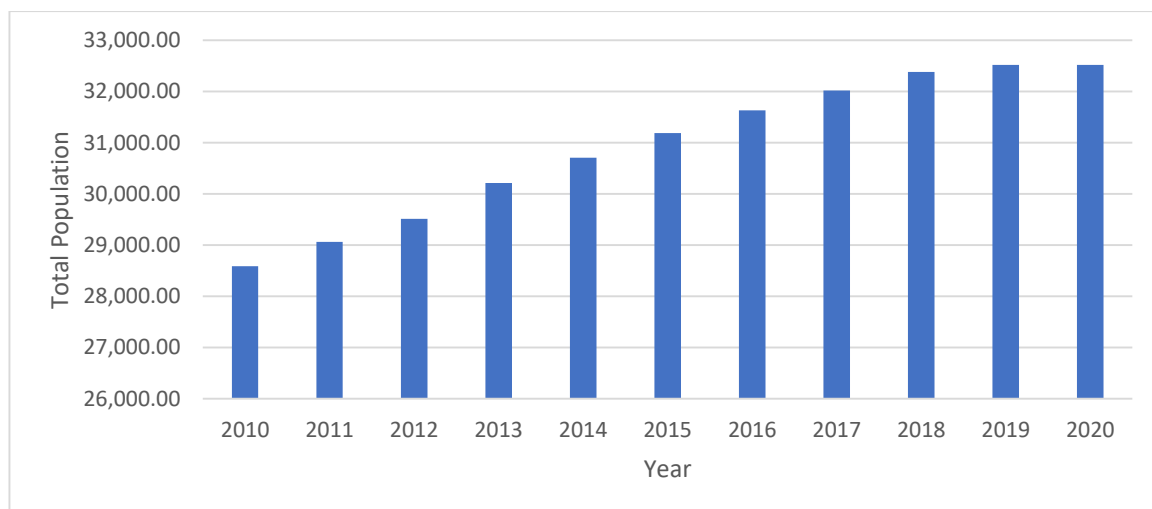


Figure 1: Total population in Malaysia from 2010 to 2020 (*Department of Statistics Malaysia Official Portal*, 2020)

Currently, urban agriculture is gaining popularity among people in urban areas. This practice has grown into a modern lifestyle for the urban poor and the middle and wealthy classes. It is because this metropolitan agricultural product can guarantee healthy, nutritious, safe and affordable food. In comparison to Dos Santos (2016), the urbanization process will cause significant changes to the rural climate, a gradual decrease in agricultural land and industrial forest exploration.

The use of space, open fields, undervalued or undeveloped land is usually limited to commercial urban agriculture. As metropolitan cities face the double threats of insecurity and land scarcity, multi-functional use of urban land which integrates rather than separates agriculture from other land uses maybe a crucial adaptation to future cities' sustainability (Diehl et al., 2020).

For the sake of better sustainability, urban agriculture practices are very relevant. It is endorsed by the (FAO, 2011), which proposes a broader approach to local food production opportunities in urban and surrounding areas, as food safety components nationwide. Table 1 shows summary from the literature on some reasons for urban agriculture in Malaysia. Overall, the catalyst for Malaysians to engage in urban agriculture is to grow their food for health, reduce kitchen expenses and also as a social activity with the community

Table 1: Reason for Urban Agriculture

Reason for Urban Agriculture	Source
Concerned with the content of vegetable chemicals in the market and nitrogen overuse in conventional agriculture	(Koh, 2019)
Change on diet, concern about health, looking for nutritious and clean food	(Laeng, 2020)
The most motivating factors for urban farmers are the social and health benefits	(Othman et al., 2018)
Urban farming in reducing the cost of household expenses	(Yi, 2020)
Helping as away as an emotional regulator	(Jikur, 2020)
Environmental stewardship, economic dependency, social improvement and nutrition, and health	(Yusoff et al., 2017)

In addition, there are several previous studies have shown the importance of the relationship between urban agriculture and safe food access. Domestic food production is a strategic solution to reduce Malaysia's import dependence. Foods imported from foreign countries usually lose nutrients before reaching the customer during packaging, distillation, and transportation. Furthermore, urban agriculture will make a significant contribution to the giant carbon footprint.

4. COMMON URBAN FARMING TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES

According to Yi (2020), in Malaysia there are four standard urban agriculture technologies: aquaponics, hydroponics, fertigation and vertical farming. Of these four, aquaponics has been the most common used in large scale farming due to the most efficient technology. The second popular is hydroponics because hydroponic systems can be installed almost anywhere and can inspire urban residents.

However, referring to Keyvanfar et al. (2020) in their survey, the majority of respondents do use conventional planting tools (88 percent), hydroponic (9 percent), and the rest are vertical and aquaponic agriculture. Most survey respondents plant in open areas in the balcony and

backyard (90 percent). The location was chosen due to its healthy lighting and ventilation environment that the plant requires. There usually prefer used a traditional method for planting in boxes or pots. There are two critical factors that need to pay attention when planting in boxes or pot: method to preserve soil health and fertility and method control pests and diseases.

Aquaponics is an integrated and efficient production method that combines aquaculture techniques with hydroponic plants with potential smart cities for future socio-economic and environmental sustainability (Dos Santos, 2016). Aquaponics can be a crucial alternative to allow pesticide-free and safe self-production in towns. According to FAO (2011), aquaponic systems as integrated systems in intelligent cities conducted. Although aquaponic techniques are prevalent, aquaponic systems development to urban farming for individuals is still low.

Today, Malaysians are more getting interested in urban agriculture. It is because due to people are aware of their nutritious food and are concerned about their health. In the backyard or on the balcony, gardening is often considered an activity that will make the body healthy. Figure 2 shown common gardening plant of city dwellers.



Figure 2: Common Gardening Plant; (a) Cucumber, (b) Turmeric, (c) Pak choy, (d) Brinjal, (e) Chili, (f) Papaya, (g) Passion fruit, (h) Cabbage and (i) Corn

5. POLICIES ON URBAN FARMING IN MALAYSIA

Various policies encourage and sustain urban agriculture in Malaysia by the government, research institute, university and private companies. The government is the main element for people to undertake and encourage urban farming. Government policies and incentives are significant factors in the navigation or preparation of urban agricultural activities through policy formulation for planning, organization and legislation. Other than that, there are also various urban farming initiatives to enable urban residents to grow their vegetables and other plants all around the house to reduce the pressure of increasing living costs.

Malaysia's government completely supports urban agriculture by establishing the Department of Agriculture in Malaysia in 2010, which supports urban agricultural activities to reduce urban residents' living costs. The National Agrofood Policy (2011-2020) is enforced by Malaysia, which seeks to increase food production and develop the agriculture sector to ensure food safety by 2050. These policies tackle sustainable agriculture, crop shortages, climate change, environmental harm to human beings and welfare, food and agricultural nutrition. It is also planning to make the food and agriculture industries more modern and dynamic.

Other than that, the government has taken drastic steps to improve other urban agriculture during the 11th Malaysia plan (2016-2019), involving about 93,937 people from 3,815 sites in urban agricultural programs. This program introduces the community to different urban agriculture packages and technologies, depending on its place and circumstances. The program is proof that the government's efforts to ensure the country's food supply's quality and security are significant (Jikur, 2020).

Urban agriculture has recently gained Malaysian interest in this initiative through several government departments and institutions. They mobilized participants at a very commendable pace, not just from the poor but also from medium and high-income classes. Other than that, the Malaysian government pays more attention by giving urban agriculture recognition and contribution to encourage them to expand their urban farming practice more effectively.

A total of RM10 million for urban agriculture apportion to a newly launched National Economic Recovery Plan (Penjana) as a Covid-19 recovery plan under Minister of Agriculture and Food Industry Datuk Seri Ronald Kiandee, 800 communities and 12,000 participants. Under National Economic Recovery Plan (Penjana), the government has provided a financial budget for city agricultural programs.

The government also provided short and long-term training with the latest technologies for active skilled workers and agribusinesses, consisting of young people between 18 and 40. According to Bernama (2020), 124,988 urban farmers are participating at 5,065 sites nationally. The Urban Farming Programme (PPB) encourages individuals and communities to go on farming and grow their food to meet their everyday needs and generate additional income.

According to Mok (2020), Penang launched its first self-sustaining urban community farm on Sept. 14, 2020, which can feed up to 400 households per harvest. Penang Chief Minister Chow Kon Yeow was responsible for the initiative, collaborating with University Pendidikan Sultan Idris (UPSI) and Think City. This initiative aimed at establishing 100 urban agricultural communities by 2023.

Universiti Putra Malaysia (UPM) introduced Urban Agriculture on Apr. 10, 2020, in an attempt to enable urban residents to participate in modern agriculture that focuses on allowing Malaysia to become a reliable food producer. The emphasis is on agricultural technology use and transition, information technology, communication (ICTs), seed quality improvement, planting techniques, fertilization and production, and biotechnology. The modernization and transformation of the food farming industry enhanced mechanization technology (Muhamad Noh, 2020).

6. CURRENT AND FUTURE STATUS OF URBAN AGRICULTURE IN MALAYSIA

Urban agriculture can gain popularity in Malaysia as a social aspect that benefits both the public and the individual. The success of urban agriculture depends on several variables especially the perception, attitude and involvement of the local community (Shamsudin et al., 2014; Yusoff et al., 2017). It might play an important role in household income generation. Table 2 below show some of survey study on urban agriculture in urban areas covering different categories of respondents.

Table 2: Survey Study Urban Agriculture in Malaysia

Area and number of respondents involved in the study questionnaire	Findings	Source
Klang Valley, 640 households (detached houses, semi-detached houses, terraced, bungalows, flats, apartments, and condominiums)	The findings indicate an essential association between prior knowledge on urban farming and a more significant commitment to urban agriculture.	(Shamsudin et al., 2014)
Subang Jaya, 131 urban farmers (22 community gardens)	Most community gardens planted on the land or field and residents in the low-income category with monthly low household income comprise most respondents	(Othman et al., 2018)
Klang Valley, 88 respondent (16 urban farming community)	Potential growth of urban farming technology in Malaysia and save the regular kitchen costs for B40	(Yi, 2020)
890 students from the public university in Malaysia	Young people are very interested in urban agriculture	(Tiraieyari & Krauss, 2018)
Putrajaya, 360 households respondent	Urban agriculture can provide them with food protection because it offers sufficient food, balanced nutrition, economical food supplies and lower food bills	(Rezai et al., 2016)

The urban home garden is also called apartment gardening, urban gardener or indoor gardening. According to Rezai et al. (2016), the critical factor in home farming for urban society is to provide fresh food for everyday usage, considering nutrients and food protection for individuals. More than food production in the region, urban agriculture is incorporated into the city's economic, social, environmental and physical infrastructure structures (Diehl et al., 2020). Integrating green elements with urban facilities such as green roofs or roofs covered with the plant has strong growth potential (Ho et al., 2013). Table 3 show the types of crops that are commonly grown in urban agriculture. Among the types of plants naturally grown are fast-growing plants like chilies and green vegetables.

Table 3: Common Crops for Urban Agriculture

Urban farm crops	Place	Type of farming	Source
Tomatoes, ladies' fingers, chilies, bitter gourd, and spinach	Puchong, Selangor	Conventional planting tools	(Yi, 2020)
Eggplant, Brazil spinach, sawi,	Keramat, Kuala Lumpur	Conventional planting tools	(Daim, 2020)
Lettuces (Green coral, red leaf, and butterhead)	Taman Tunku, Kuala Lumpur	Hydroponics	(Laeng, 2020)
Brazilian spinach, chilies and salads, herbs, okra, eggplant, and mustard green	Klang Valley	Aquaponics, fertigation, hydroponics, and vertical farming	(Mazwan et al., 2020)

7. CONCLUSION

Population in most cities worldwide will continue to grow and is estimated to double in 30 years and roughly 66 percent of the world region predicted to live in cities. With the practice of urban agriculture will help meet their food requirements to urban residents that are typically highly dependent on cash income from jobs to buy food. Urban agriculture can be an alternative form of raising food for home use and creating income for local people. Community urban agriculture can develop a sense of neighborhood, create a sense of cooperation and increase the solidarity of different communities and cultures.

REFERENCES

- Bernama. (2020). *Urban farming programme well-received by Malaysians - Kiandee | Astro Awani*. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/urban-farming-programme-wellreceived-by-malaysians-kiandee-252798>
- Daim, N. (2020, June 17). *Penjana: Urban community farming takes root*. <https://www.nst.com.my/news/nation/2020/06/601144/penjana-urban-community-farming-takes-root>
- Department of Statistics Malaysia Official Portal*. (2020). https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemedByCat&cat=155&bul_id=OVByWjg5YkQ3MWFZRTN5bDJiaEVhZz09&menu_id=L0pheU43NWJwRWVVSZklWdzQ4TlhUUT09
- Diehl, J. A., Sweeney, E., Wong, B., Sia, C. S., Yao, H., & Prabhudesai, M. (2020). Feeding cities: Singapore's approach to land use planning for urban agriculture. *Global Food Security*, 26(April). <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100377>
- Dos Santos, M. J. P. L. (2016). Smart cities and urban areas—Aquaponics as innovative urban agriculture. *Urban Forestry and Urban Greening*, 20, 402–406. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.004>
- FAO. (2011). *The Place of Urban and Peri-Urban Agriculture (UPA) in National Food Security Programmes*.

- Ho, C. S., Matsuoka, Y., Simson, J., & Gomi, K. (2013). Low carbon urban development strategy in Malaysia - The case of Iskandar Malaysia development corridor. *Habitat International*, 37, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.12.018>
- Islam, R., & Siwar, C. (2012). The analysis of urban agriculture development in Malaysia. *Advances in Environmental Biology*, 6(3), 1068–1078.
- Jikur, M. (2020). *Urban agri programmes boon for 125,000 folks* | Daily Express Online - Sabah's Leading News Portal. <http://www.dailyexpress.com.my/news/154997/urban-agri-programmes-boon-for-125-000-folks/>
- Keyvanfar, A. L. I., Shafaghat, A., Inn, T. A. N. S. Z. E., & Mohamad, S. (2020). *a Sustainable Urban Farming Index Assessment Model for Evaluating Food Productivity That Applies Multi-Criteria Decision-Making Methods — a Case Study in Malaysia*. 15(7), 123–146.
- Koh, R. (2019). *The Urban Farmer: M'sian Teaching How To DIY An Organic Urban Farm*. <https://vulcanpost.com/682570/the-urban-farmer-diy-organic-home-farming-classes-malaysia/>
- Laeng, J. (2020). *Former pilot grounded with urban farming* | Borneo Post Online. <https://www.theborneopost.com/2020/06/14/former-pilot-grounded-with-urban-farming/>
- Malaysia Population 2020 (Demographics, Maps, Graphs)*. (2020). <https://worldpopulationreview.com/countries/malaysia-population>
- Mazwan, R., Masdek Mohamed, N. R., Haimid, M. T., Ponari, S. Z., & Sayuti, Z. (2020). *Impact of urban farming technology on urban community in Malaysia*. 37–49.
- Mok, O. (2020). *Penang launches first self-sustaining urban farm, aims for 100 hubs by 2023* | Malaysia | Malay Mail. <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2020/09/14/penang-launches-first-self-sustaining-urban-farm-aims-for-100-hubs-by-2023/1903066>
- Muhamad Noh, K. A. (2020). *UPM Launched 'Urban Agriculture' For Food Security: VC* | Universiti Putra Malaysia. https://upm.edu.my/news/upm_launched_urban_agriculture_for_food_security_vc-24863
- Othman, N., Mohamad, M., Latip, R. A., & Ariffin, M. H. (2018). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Urban farming activity towards sustainable wellbeing of urban dwellers Urban farming activity towards sustainable wellbeing of urban dwellers. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 117, 12007.
- Rezai, G., Shamsudin, M. N., & Mohamed, Z. (2016). Urban Agriculture: A Way Forward to Food and Nutrition Security in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216(October 2015), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.006>

- Shamsudin, M. N., Rezai, G., & Kit Teng, P. (2014). Public Attitude Toward Urban Agriculture in Malaysia: Study on Values and Knowledge in Klang Valley. *Journal of Food Products Marketing*, 20(November), 35–48.
<https://doi.org/10.1080/10454446.2014.921873>
- Tiraieyari, N., & Krauss, S. E. (2018). Predicting youth participation in urban agriculture in Malaysia: insights from the theory of planned behavior and the functional approach to volunteer motivation. *Agriculture and Human Values*, 35(3), 637–650.
<https://doi.org/10.1007/s10460-018-9854-8>
- Yi, L. K. (2020, July 28). *The Urban Farmer: Teaching urbanites in Kuala Lumpur to be healthier by growing their own greens | Life | Malay Mail*.
<https://www.malaymail.com/news/life/2019/07/28/the-urban-farmer-teaching-urbanites-in-kuala-lumpur-to-be-healthier-by-grow/1775496>
- Yusoff, N. H. B., Hussain, M. R. M., & Tukiman, I. (2017). Roles of community towards urban farming activities. *Planning Malaysia*, 15(1), 271–278.
<https://doi.org/10.21837/pmjournal.v15.i6.243>
- Zainal, M., & Hamzah, S. R. (2018). Urban Agriculture: The Role of Knowledge among Farmer in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(14), 77–85. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i14/3653>

Penjagaan Alam Sekitar Menurut Perspektif Islam

Hj Mohd Farid Dawam, Tengku Radziation Mardziah Tg Ab Razak & Mohamad Zan Sailan

Jabatan Pengajian Am, Politeknik Sultan Idris Shah

farid.dawam@psis.edu.my

ABSTRAK

Saban hari kita melihat isu berkaitan alam sekitar diperbahaskan sama ada dari sudut kepentingan, kerosakan dan kaedah mengatasi kemusnahan alam sekitar. Perbincangan ini merangkumi dari sudut pandangan konvensional atau dari sudut perspektif Islam. Di antara faktor utama kepada kemusnahan alam sekitar dewasa ini disebabkan kepada sekelompok manusia yang hanya mementingkan keuntungan semata-mata tanpa melihat kepada penjagaan alam sekitar secara kolektif. Sewajarnya pada hari ini dengan kemudahan sains dan teknologi dan penguatkuasaan undang-undang yang berkaitan sepatutnya tidak berlaku perkara-perkara yang boleh menjejaskan kepada kestabilan dan keharmonian ekosistem dan alam sekitar. Terdapat ayat-ayat al-quran dan hadis-hadis nabi yang menjadi panduan dan rujukan kepada manusia untuk mengelakkan kerosakan dan kemusnahan sumber daya alam. Dalil dalil naqli dan aqli sewajarnya diperhalusi untuk dijadikan sebagai asas di dalam melaksanakan sesuatu perkara terutama kepada perkara-perkara yang melibatkan kepada keseimbangan dan kestabilan sumber daya alam termasuklah aspek pembangunan, keceriaan, kemusnahan dan lain-lain.

Kata kunci : alam sekitar, sumber daya alam,

1. PENDAHULUAN

Alam Sekitar merupakan satu rangkaian yang merangkumi kehidupan manusia dan sumber daya alam. Manusia sangat memerlukan kepada kelestarian alam bagi memenuhi kehendak dan keperluan dalam kehidupan. Justeru itu, alam sekitar yang baik mampu menjamin kualiti kehidupan manusia sejagat. Pada hari ini, tidak dinafikan khazanah alam semakin pupus dan kritikal akibat dilanda arus kemodenan pembangunan yang pesat membangun. Ia berlaku akibat pembangunan yang tidak bertanggungjawab yang meminggirkan kestabilan ekosistem seterusnya membawa kesan buruk kepada kelestarian alam sekitar lantas menjejaskan kualiti hidup manusia

Allah SWT telah menjadikan alam semesta dengan sempurna. bagi memastikan kelangsungan dan kelestarian alam, Allah SWT telah menjadikan manusia untuk memakmurkan dan menguruskannya dengan cara yang terbaik agar tidak berlaku kerosakan di muka bumi. Firman Allah SWT:

وَالَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُدْخِلَنَّهُمْ فِي الصَّالِحِينَ
فَأَسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تُوبُوا إِلَيْهِ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ مُّجِيبٌ

Bermaksud : Dan kepada kaum Thamud, Kami utuskan saudara mereka: Nabi Soleh. Dia berkata: Wahai kaumku! Sembahlah kamu akan Allah! Sebenarnya tiada Tuhan bagi kamu selain daripadaNya. Dialah yang menjadikan kamu dari bahan-bahan bumi, serta menghendaki kamu memakmurkannya. Oleh itu mintalah ampun kepada Allah dari perbuatan syirik, kemudian kembalilah kepadaNya dengan taat dan tauhid. Sesungguhnya Tuhanku sentiasa dekat, lagi sentiasa memperkenankan permohonan hambaNya. (Surah Hud 11:61)

Ayat di atas telah menjelaskan bahawa manusia mempunyai kemampuan untuk memakmurkan bumi. Manusia harus mengurus dan mentadbir mengikut kehendak syariat dan mematuhi hukum agar kelestarian alam sekitar akan terus kekal untuk menjadi tatapan dan manfaat kepada generasi akan datang (Mujiono Abdillah, , 2001). Allah SWT telah memberikan nikmat bumi kepada manusia beserta tumbuh-tumbuhan, laut dan seluruh ekosistem yang ada di dalamnya. Gunung-gunung, batu, air dan udara yang merupakan sumber daya alam yang wajar dipelihara dengan sebaiknya.

Firman Allah SWT :

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْرُودٍ 19 وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشٍ وَمَنْ لَسْتُمْ
لَهُ بِرُزُقِينَ 20

Bermaksud : 19. Dan bumi ini Kami bentangkan dan Kami letakkan padanya gunung-ganang yang kukuh terdiri, serta Kami tumbuhkan padanya tiap-tiap sesuatu yang tertentu timbangannya. 20. Dan Kami jadikan untuk kamu pada bumi ini segala keperluan hidup, juga Kami jadikan makhluk-makhluk yang kamu bukanlah orang yang sebenar menyediakan rezekinya. (Surah al-Hijr ayat 19-20)

Di dalam ayat di atas Allah SWT telah menjelaskan bahawa Allah SWT telah menghamparkan bumi, menjadikan gunung dan tumbuh-tumbuhan, maka manusia wajar bertanggung jawab di dalam mentadbir dan mengurus, mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam bagi memastikan kelestarian dikekalkan sehingga dapat memenuhi keperluan umat manusia (Quraish Shihab, 2000). Pada hari ini, isu berkaitan pencemaran alam sekitar mula menjadi bualan hangat dan punca lain yang menyebabkan pencemaran alam sekitar di Malaysia termasuklah sisa buangan pepejal dan sisa toksik daripada pihak industri. Pencemaran ini merangkumi pencemaran jangka pendek dan pencemaran jangka panjang yang memerlukan pemerhatian yang serius dari pelbagai pihak kerana ia boleh mendatangkan kesan yang besar kepada kemusnahan ekosistem rantaian kehidupan.

2. ULASAN LITERATUR

Islam sangat menitikberatkan soal keharmonian alam sekitar. Islam melarang manusia dari berbuat kerosakan dan kemusnahan alam sekitar dan banyak diterangkan di dalam al-quran dan Sunnah nabi SAW. Ini kerana konsep kelestarian alam sekitar menurut Alquran telah menerapkan empat perinsip utama iaitu keadilan, nilai sosial, tidak melakukan kerosakan dan kecemerlangan pentadbiran (Al-Jayyousi, 2011). Islam juga telah menetapkan penggunaan dan pengeluaran yang diusahakan oleh manusia hendaklah berpandukan kepada keadaan dan keseimbangan alam sekitar (Ozdemir, 2003). Manusia tidak dibenarkan melakukan pencemaran alam sekitar kerana hak manusia tidak mutlak. Di dalam memastikan kesejagatan dan kelestarian alam memerlukan kepada keluhuran akidah, syariat dan akhlak (Dakir et al, 2015). Ia perlu dihayati dengan sebaiknya agar manusia menjadi insan yang beradab sehingga mampu mengatasi isu pencemaran alam sekitar di samping mengatasi masalah jenayah dalam masyarakat (Shukeri Mohamad, 2018). Nilai spiritual di antara perkara utama dalam memperkukuhkan hubungan manusia dengan alam (Hazura & Sharifah Norhaidah, 2007). Banyak ayat Alquran yang memberi peringatan kepada sebilangan kelompok manusia yang merosakkan alam dan perbincangan pencemaran alam sekitar juga telah banyak diperbahaskan oleh para ulama' (Abdul Basir,2005)

Apabila kepesatan sains dan teknologi yang dibangunkan dengan tidak melihat kepada nilai moral dan etika sehingga menjejaskan kestabilan alam semulajadi yang merupakan pasak kepada keseimbangan ekosistem, maka berlakulah kerosakan dimuka bumi ini. Sumber daya alam semakin hilang ditelan arus pembangunan akibat ingin mengaut keuntungan golongan tertentu (Faizal, M. 2008). Isu pencemaran alam sekitar seperti kerosakan sumber asli, hakisan dan penebangan hutan, pencemaran air dan pencemaran udara merupakan isu yang tidak pernah reda serta banyak diperbincangkan dalam seminar, kolokium dan forum. Pelbagai kaedah dan langkah telah diambil bagi menjaga ekosistem sumber daya alam agar tidak terus rosak dan hilang serta tenggelam dalam arus pembangunan.

3. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan kaedah analisis kandungan, data dan maklumat diperoleh melalui artikel jurnal dan buku. Analisis kandungan merupakan salah satu daripada kaedah dalam penyelidikan kualitatif. Dalam kajian ini, penulis telah meneliti isi kandungan dokumen untuk tujuan pencarian isi-isi penting. Penulis juga menilai isi kandungan dengan terperinci sama ada ia berdasarkan sumber yang benar dan relevan dengan kajian yang dijalankan. Disamping itu penulis juga telah membuat perbandingan dengan dokumen berlainan untuk mendapatkan idea, dapatan, teknik dan teori baru. Penulis telah membuat kesimpulan pada akhir penganalisan dalam bentuk yang kritis dan tidak berat sebelah terhadap maklumat yang diperolehi.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1. Penjagaan Alam Sekitar Menurut Al-Quran Dan Sunnah

Allah SWT telah menciptakan alam kepada manusia untuk dinikmati dan dibangunkan. Allah SWT telah berfirman dalam surah al-Hajj ayat 64:

لَهُ مَا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ وَإِنَّ اِلٰهَ الْغَنِيِّ الْاَحْمِيْدُ

Bermaksud: Segala yang ada di langit dan di bumi adalah kepunyaan-Nya dan sesungguhnya Allah, Dialah jua yang Maha Kaya lagi Maha Terpuji.

Manusia bebas menggunakan nikmat kejadian alam, namun di dalam ayat di atas Allah SWT telah menerangkan kepada manusia bahawa alam ini adalah miliknya. Justeru itu manusia tidak boleh menggunakan sumber daya alam ini mengikut kehendak hawa nafsu semata-mata tanpa mengikut panduan syariat mahupun ketentuan-ketentuan yang telah di kuatkuasakan oleh pemerintah.

Islam sangat menitikberatkan soal penjagaan alam sekitar agar sumber daya alam dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Terdapat banyak ayat-ayat al-quran dan hadis-hadis nabi SAW yang menyuruh kepada semua manusia untuk menjaga dan mengekalkan ekosistem alam sekitar. Firman Allah SWT:

وَإِلٰى نَمُوْدَ اٰخَاهُمْ صٰلِحًا قَالَ يٰقَوْمِ اَعْبُدُوْا اِلٰهَ مَا لَكُمْ مِّنْ اِلٰهٍ غَيْرُهُ هُوَ اَنْشَأَكُمْ مِّنَ الْاَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيْهَا فَاسْتَغْفِرُوْهُ ثُمَّ تُوْبُوْا اِلَيْهٖ اِنَّ رَبِّيْ قَرِيْبٌ مُّجِيْبٌ

Bermaksud: Dan kepada kaum Thamud, Kami utuskan saudara mereka: Nabi Soleh. Dia berkata: "Wahai kaumku! Sembahlah kamu akan Allah! Sebenarnya tiada Tuhan bagi kamu selain daripadanya. Dialah yang menjadikan kamu dari bahan-bahan bumi, serta menghendaki kamu memakmurkannya.(Surah Hud, ayat 61)

Al-quran juga telah menjelaskan di antara punca pencemaran dan kerosakan alam adalah disebabkan tangan-tangan manusia. Firman Allah SWT:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Bermaksud : Telah berlaku kerosakan di darat dan di laut kesan daripada perbuatan manusia, demikian (supaya Allah) merasakan kepada mereka terhadap (kerosakan) yang mereka lakukan, semoga mereka kembali bertaubat (Surah al-Rum ayat 41)

Ayat di atas telah menerangkan bahawa banyak berlaku kerosakan di darat dan di lautan hasil daripada tangan-tangan manusia di dalam mengurus alam semulajadi tanpa melihat kepada peraturan yang telah ditetapkan oleh syarak mahupun oleh pihak yang berkuasa. Ini disebabkan sebilangan daripada manusia hanya mementingkan kepada keuntungan tanpa melihat kepada jangka masa panjang di dalam memastikan penjagaan alam sekitar dapat dijaga untuk dinikmati oleh generasi yang akan datang. Sebilangan daripada ulamak ketika mana mentafsirkan ayat ini menyebutkan bahawa kerosakan itu melibatkan kepada kerosakan rohani sepertimana melakukan syirik dan zalim dan kerosakan itu juga merujuk kepada kerosakan fizikal seperti pencemaran udara, pencemaran air ,pencemaran tanah dan lain-lain (Abi Abdullah Muhammad, 2006).

Islam sangat menitikberatkan soal penjagaan alam sekitar diantaranya:

a. Penjagaan udara

Udara merupakan salah satu elemen yang sangat penting di dalam kehidupan manusia tanpa bekalan udara manusia akan mati dan tidak mampu meneruskan kehidupan di muka bumi Allah SWT. Manusia akan mengalami kesukaran untuk bernafas apabila udara yang berada di sekitar kita berada di dalam keadaan yang tidak sihat (Jamaluddin Md. Jahi et,al 2011). Banyak berlaku pencemaran dan punca penyakit akibat daripada udara yang tercemar yang mengandungi bahan-bahan kimia yang boleh menjejaskan kesihatan manusia (Rapeah Suppiah, 2011). Oleh demikian Islam sangat mengambil berat berkaitan kualiti kebersihan udara seperti mana riwayat daripada Abu Hurairah RA :

أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ؛ كَانَ إِذَا عَطَسَ ، غَطَّى وَجْهَهُ بِيَدِهِ ، أَوْ بَثْوِبِهِ ، وَغَضَّ بِهَا صَوْتَهُ

Bermaksud : Bahawa Rasulullah SAW apabila bersin baginda nabi akan menutup mukanya dengan tangan atau bajunya dan baginda merendahkan suara (Hadis riwayat al-Tirmizi: 2745

Hadis di atas menerangkan kepada kita tentang kualiti udara di mana baginda nabi SAW telah menunjukkan kaedah ketika mana bersin. Baginda akan menutup mukanya dengan tangan supaya udara yang keluar daripada mulut orang yang bersin tidak tersebar kepada orang yang berhampiran bagi mengelakkan tersebarnya kuman dan bakteria tertentu. Dalam masalah ini baginda nabi SAW menunjukkan bahawa kita perlu menjaga kualiti udara semampu yang mungkin. Baginda nabi SAW juga melarang kepada para sahabatnya yang memakan bawang untuk hadir melaksanakan solat berjemaah. Ini kerana bau mulut orang yang memakan bawang dikhuatiri mengganggu konsentrasi jemaah yang lain. Ini jelas daripada satu hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim:

مَنْ أَكَلَ مِنْ هَذِهِ الْبُقْلَةِ، الثُّومِ، وَقَالَ مَرَّةً: مَنْ أَكَلَ الْبَصَلَ وَالثُّومَ وَالْكَرَّاتِ فَلَا يَقْرَبَنَّ مَسْجِدَنَا، فَإِنَّ الْمَلَائِكَةَ تَتَأَذَى مِمَّا يَتَأَذَى مِنْهُ بَنُو آدَمَ

Bermaksud: Barang siapa yang makan bawang merah, bawang putih dan daun bawang, maka janganlah dia menghampiri masjid kami, kerana para malaikat terganggu dengan hal yang mengganggu manusia (Hadis riwayat Muslim: 564)

Selain daripada udara Allah SWT juga menerangkan peranan angin sebagai salah satu daripada elemen yang penting di dalam mewarnai kehidupan manusia. Dengan adanya angin ia membolehkan sesebuah kawasan menjadi subur dengan penerimaan hujan yang cukup. Firman Allah SWT di dalam al-quran:

وَاللَّهُ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ فَثُبِيرُ سَحَابًا فَسَقَطَهُ إِلَىٰ بَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَحْيَيْنَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا كَذَلِكَ النُّشُورُ

Bermaksud: Dan Allah jualah yang menghantarkan angin, lalu angin itu menggerakkan awan, kemudian Kami halakan awan itu ke negeri yang mati (yang kering kontang) lalu Kami hidupkan bumi sesudah matinya dengan (hujan dari awan) itu. (Surah Fatir 35:9)

Oleh yang demikian itu peranan angin dapat dilihat sebagai salah satu agen yang mengurangkan kepanasan serta membersihkan udara daripada pencemaran seperti bau yang busuk dan sebagainya (Mohd Muhiden Abd Rahman, 1997).

b) Penjagaan air

Islam sangat mengambil berat berkaitan soal penjagaan air terutama di dalam soal pelaksanaan ibadah dan kesihatan manusia (Dr.Syaikh Alauddin Za'tari, 2019) . Kita akan dapat melihat fungsi air sebagai salah satu elemen utama di dalam kehidupan manusia. Walaupun begitu tidak semua jenis air sesuai digunakan sebagai sumber minuman kepada manusia seperti air laut yang masin yang mengandungi kandungan garam yang tinggi (Muhammad Nasib Ar Rifa'i, 2008). Justeru itu Allah SWT telah menjadikan air laut yang masin dan air tawar sehingga manusia boleh menggunakannya sebagai sumber asas yang bersesuaian di dalam kehidupan mereka. Firman Allah SWT :

وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا

Bermaksud: Dan Dialah yang memberikan dua laut mengalir , yang ini tawar lagi segar dan yang lain masin lagi pahit. Dia menjadikan antara kedua-duanya dinding dan batas yang menghalangi. (Surah al-Furqan 25:53)

Air laut dan air sungai bukan sahaja digunakan sebagai bahan asas di dalam makanan manusia namun ia menjadi salah satu medium asas di dalam sektor pengangkutan hari ini (Harlida,2017). Oleh yang demikian ia akan membantu mengukuhkan sektor ekonomi manusia melalui aktiviti-aktiviti perdagangan dan perniagaan melalui penyediaan pekerjaan sama ada di dalam perniagaan dalam negara atau perniagaan antarabangsa. Allah SWT telah berfirman :

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا مَّوَدَّنًا وَنَسَجْتُمْ مِنْهُ أَلْفَافًا كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ آيَاتِهِ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Bermaksud: Dan Dialah yang menyediakan lautan, supaya kamu dapat makan daripadanya daging yang segar dan kamu dapat pula mengeluarkan daripadanya perhiasan untuk kamu memakainya dan kamu juga dapat melihat kapal-kapal belayar padanya, supaya kamu dapat mencari rezeki dari limpah kurniaNya dan supaya kamu bersyukur. (Surah al-Nahl 16:14)

Air juga merupakan elemen utama di dalam sektor pertanian (Rosnah Haji Salleh et.al, 2007). Tumbuh-tumbuhan dan haiwan sangat memerlukan air untuk terus hidup dan subur. Dengan tumbuhan -tumbuhan yang subur akan dapat membekalkan oksigen yang cukup dan makanan kepada manusia (Denise Walker,2006) . Apabila air tercemar maka akan

merosakkan ekosistem alam serta memberikan kesan yang buruk di dalam hubungan antara manusia dan hidupan lain. Kualiti dan kuantiti oksigen akan berkurangan di udara akibat daripada tumbuhan-tumbuhan yang mati serta tidak mampu menghasilkan proses fotosintesis yang sempurna. Maka kita akan dapat melihat beberapa hadis nabi yang melarang manusia daripada mencemarkan kualiti air sebagaimana hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim:

لا يَبُولَنَّ أَحَدُكُمْ فِي الْمَاءِ الدَّائِمِ ثُمَّ يَغْتَسِلُ مِنْهُ

Bermaksud: Janganlah ada dalam kalangan kamu membuang air kecil di dalam air yang tenang kemudian mandi dengan air tersebut. (Hadis riwayat Muslim: 282)

Melalui hadis di atas jelas menunjukkan bahawa nabi SAW melarang kepada manusia untuk mencemar dan mengurangkan kualiti air kerana akan mendatangkan kesan yang negatif kepada kelangsungan dan kesejahteraan serta kesihatan manusia. Justeru itu kita sebagai manusia sewajarnya berganding bahu di dalam memastikan tidak berlaku pencemaran air bagi mengelakkan kemudaratan yang akan menyusahkan kehidupan manusia pada masa akan datang.

c) Penjagaan Tanah

Allah SWT telah menjadikan tanah untuk dimanfaatkan serta digunakan oleh manusia dengan sebaiknya Rasulullah SAW telah bersabda:

مَنْ كَانَتْ لَهُ أَرْضٌ فَلْيَزْرَعْهَا، أَوْ لِيَمْتَحِهَا أَخَاهُ،

Bermaksud: Barangsiapa mempunyai tanah (pertanian), hendaklah dia mengusahakannya atau memberikan kepada saudaranya (Hadis riwayat al-Bukhari: 2341)

Berdasarkan kepada hadis nabi di atas nabi SAW menggalakkan kepada manusia untuk mengusahakan dan memanfaatkan bidang tanah dengan semaksima yang mungkin. Tanah yang diurus dan ditadbir dengan baik akan menghasilkan sumber pendapatan kepada manusia di samping sesuai dijadikan sebagai pusat pertanian dan perternakan haiwan. Secara tidak langsung ia akan meningkatkan sumber asasi makanan dan ekonomi di samping penghasilan hasil pertanian yang berkualiti. Allah SWT telah berfirman:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Bermaksud : Tanah yang baik tumbuh tanamannya (dengan subur) dengan izin Tuhan (Allah), tetapi tanah yang tidak baik, tumbuh-tumbuhannya hanya tumbuh merana. Begitulah Kami menjelaskan keterangan itu untuk kamu yang bersyukur (menghargai jasa). (Surah al-A'raf 7:58)

Manusia perlu mengawal semua aktiviti harian agar tidak merosakkan kualiti dan kesuburan tanah seperti pencemaran kimia dan pencemaran sisa toksik agar kawasan pertanian serta alam semula jadi kekal dalam keadaan yang subur. Nabi SAW telah bersabda :

اتَّقُوا الْمَلَاعِنَ الثَّلَاثَةَ ، الْبِرَّازَ فِي الْمَوَارِدِ ، وَقَارِعَةَ الطَّرِيقِ ، وَالظَّلَّةَ

Bermaksud: Berjaga-jagalah daripada tiga sumpahan iaitu membuang air besar di sumber air, di tengah jalan dan di tempat teduhan. (Hadis riwayat Abu Dawud: 26)

Pembangunan yang tidak terkawal akan menjejaskan produk pengeluaran hasil pertanian dan makanan di samping memberi kesan kepada keseimbangan tanah. Ia juga akan memberikan

implikasi yang negatif kepada keseimbangan dan kestabilan alam sekitar. Pada hari ini pendapat akta-akta yang telah digubal dan prosedur-prosedur yang mesti dipatuhi kepada manusia di dalam membangunkan tanah sama ada untuk pertanian ataupun pembangunan. Ia menjadi satu tanggungjawab kepada semua manusia untuk memastikan tiada pencemaran dan pembangunan yang tidak bermanfaat serta tidak mengikut SOP yang telah ditetapkan oleh pihak yang berkuasa.

RUMUSAN

Islam sangat menitikberatkan soal keseimbangan dan penjagaan alam sekitar. Ini kerana semua benda hidup samaada manusia, haiwan dan tumbuhan sangat memerlukan kepada sumber daya alam. Terdapat banyak dari ayat-ayat al-quran dan hadis -hadis nabi SAW yang menekankan kepada kewajipan kepada manusia untuk keharmonian dan keseimbangan alam. Disamping itu juga terdapat undang-undang yang digubal oleh pihak yang berkuasa seperti Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 [Akta 127] di dalam memastikan tidak berlaku perkara-perkara yang boleh membawa kepada aktiviti-aktiviti yang tidak bertanggungjawab yang boleh memberi kesan dan kepupusan sumber daya alam sehingga generasi akan datang tidak berkesempatan untuk menikmati dan memanfaatkannya. Hasil garapan daripada sumber perundangan sedia ada dengan dalil-dalil naqli dan aqli akan mampu meningkatkan kefahaman dan kesedaran di kalangan manusia ke arah mewujudkan satu komuniti masyarakat yang peka kepada penjagaan alam sekitar. Semua tindakan manusia yang melibatkan kepada tingkahlaku perbuatan yang menyentuh kestabilan alam sekitar mempunyai nilai pahala dan dosa yang akan dipersoalkan di akhirat nanti. Dengan kefahaman kepada kewajipan untuk menjaga alam sekitar mampu akan mewujudkan hubungan yang harmoni di antara manusia dan alam sekitar sehingga boleh meningkatkan kesejahteraan dan kualiti hidup setiap manusia. Di samping itu perlu kepada penekanan sahsiah diri dan nilai agama untuk mengurangkan kesan negatif dan pencemaran melalui penggunaan bahan kitar semula, penguatkuasaan undang-undang dan mengenakan denda kepada kelompok manusia yang telah merosakkan keseimbangan sumber daya alam dan alam sekitar.

RUJUKAN

- Abi Abdullah Muhammad bin Ahmad bin Abi Bakr al-Qurtubi,(2006) al-Jami lil al-Ahkam al-Qur'an al-Karim. Beirut, Lubnan: Muassasah al-Risalah.
- Al-Jayyousi, O. R. (2012). Islam and Sustainable Development: New Worldviews. Surrey, England:GOWER
- Abdul Basir, M. (2005). Undang-Undang Dan Pengurusan Alam Sekitar Menurut Islam. *Malaysian Journal of Environmental Management*, 6, 107-124
- Dakir, J., Tibek, S. R., Hamjah, S. H., & Mohamad, R. (2015). Pembangunan akhlak dan moral ke arah masyarakat lestari. *Jurnal Al-Hikmah*, 7(2), 72–87.
- Dr.Syaikh Alauddin Za'tari (2019), Fiqih ibadah Madzhab Syafi'i, Penterjemah : Abdul Raosyad Shiddiq, Jakarta :Pustaka Alkautsar.
- Denise Walker, (2006).Tumbuhan Hijau. Penterjemah: Mohd Nizam Jantan. Kuala Lumpur: ITNM Berhad.

- Faizal, M. 2008. Cuaca Dunia Tidak Menentu. Pemanasan Global. *Estidotmy* 76: 14-15
- Hazura, A. B., & Sharifah Norhaidah, S. I. (2007). *Pemeliharaan Alam Tabii Bersumberkan Pengetahuan Islam. Pendidikan Sains*. 1(7), 31-44.
- Harlida Abdul Wahab, Nurli Yaakob, (2017). *Pengurusan Sungai Mengikut Undang-Undang. Kedah: UUM Press*.
- Ibn Kathir, al-Hafiz Abi al-Fida Ismail,(1998). Tafsir al-Qur'an al-Azim, Jil. 4. Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah. 286.
- Jamaluddin Md. Jahi, Mohammad Rizal Razman Kadar Arifi. (2011). *Perundangan Berkaitan Alam Sekitar Dan Kesihatan Manusia. Dlm. Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian. Persekitaran dan Kesihatan Manusia*. Sintok. Universiti Utara Malaysia.
- Mohd Muhiden Abd Rahman (1997), Kebersihan Alam Sekitar Mengikut Perspektif Islam, *Jurnal Usuluddin* Vol. 6.
- Mujiono Abdillah,(2001). Agama Ramah Lingkungan Perspektif al-Quran, (Jakarta: Paramadina, hlm.74
- Muhammad Nasib Ar-Rifa'i,(2008). Ringkasan Tafsir Ibnu Kathir. Jilid 3. Penterjemah: Drs Syihabuddin. Jakarta :Gema Insani.
- Norhibah Hasan Zawawi, (1999). Konsep Islam Terhadap Pemuliharaan Alam Sekitar, Kuala Lumpur: Jabatan Kemajuan Islam Malaysia.
- Quraish Shihab,(2000). Secercah Cahaya Ilahi: Hidup Bersama al-Quran, (Bandung: Mizan, hlm. 273
- Ozdemir (2003), Towards An Understanding Of Environmental Ethic From A Quranic Perspective Ibrahim Ozdemir, *Islam And Ecology : A Bestowed Trust*, 1-37.
- Rapeah Suppian. (2011). Pencemaran dalam rumah dan kesannya terhadap kesihatan.Dlm. Dlm. Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian. *Persekitaran dan Kesihatan Manusia*. Sintok. Universiti Utara Malaysia.
- Rosnah Haji Salleh, Shukri Sulaiman, Che Zainon, (2007). *Geografi Fizikal Teks & Rujukan Lengkap*. Selangor: Aarah Pendidikan Sdn.Bhd.
- Shukeri Mohamad. (2018). Sistem Sosial Islam: Satu Alternatif ke arah Sifar Jenayah. *Al-Basirah*, 8(2), 71–87.

Refleksi Pelajar Terhadap Aktiviti Lestari Di Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan, Chendor, Pahang

Nurhidayah Hilimi & Effa Izzati Mahmud

Jabatan Pelancongan dan Hospitaliti, Politeknik METrO Kuantan, Kuantan, Pahang

hidayah@pmku.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti refleksi pelajar di dalam aktiviti lestari di Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan, Pantai Chendor sebagai salah satu usaha memupuk kesedaran pengamalan amalan hijau di kalangan pelajar Semester 5 Diploma Pengurusan Pelancongan yang mengambil kursus DTM6033 *Sustainable Tourism* di Politeknik METrO Kuantan. Antara aktiviti yang dijalankan adalah penanaman semula pokok bakau dan pembersihan Pantai Chendor. Pelajar sering menyatakan bahawa kursus ini sukar untuk difahami dan memerlukan daya imajinasi terhadap topik yang dipelajari. Jadi, pendedahan kepada aktiviti ini dapat memberi pengalaman baru kepada pelajar dan secara tidak langsung mereka dapat mengaplikasikan topik impak pembangunan pelancongan lestari terhadap alam sekitar. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan analisis deskriptif digunakan untuk dapatan kajian. Saiz sampel seramai 19 orang pelajar dikenalpasti untuk menjawab kaji selidik yang dilakukan selepas tamat aktiviti lestari tersebut. Hasil kajian mendapati purata skor min tertinggi untuk refleksi pelajar ialah 3.89 manakala purata skor min terendah ialah 3.58. Secara keseluruhannya, tahap refleksi pelajar bagi aktiviti lestari iaitu penanaman semula pokok bakau dan pembersihan pantai ini berada pada tahap tinggi berdasarkan skor min keseluruhan 3.76. Ini membuktikan bahawa objektif pelaksanaan aktiviti lestari di kalangan pelajar Politeknik METrO Kuantan tercapai dan masalah kurang memahami topik impak pembangunan pelancongan lestari terhadap alam sekitar dapat diselesaikan sekiranya aktiviti seperti ini dilakukan berterusan di masa akan datang.

Kata Kunci: refleksi pelajar, aktiviti lestari, pendidikan pembangunan lestari

1. PENGENALAN

Konsep pembangunan lestari menitik beratkan keseimbangan di antara aspek ekonomi, sosial dan alam sekitar di dalam kehidupan seharian dan kemajuan negara (Syed Zakaria et al, 2020). Pelajar-pelajar di peringkat sekolah rendah telah diajar untuk menguasai kemahiran sains kerana selain mendapat pengetahuan mengenai fakta-fakta sains, mereka juga tahu mengenai akibat daripada perbuatan mereka apabila berinteraksi dengan persekitaran. Oleh itu, kerajaan perlu memastikan sistem pendidikan sekarang tidak boleh fokus kepada pencapaian akademik sahaja, tetapi perlu menekankan langkah-langkah untuk meningkatkan kesedaran terhadap pembangunan lestari sejak di bangku sekolah lagi.

Pendidikan pembangunan lestari juga perlu terus diaplikasikan kepada pelajar institusi pengajian tinggi awam (IPTA) kerana ianya dapat membangunkan keprihatinan, kemampuan, sikap dan nilai-nilai murni yang ada pada para pelajar. Penglibatan pelajar IPTA di dalam pendidikan pembangunan lestari ini akan mewujudkan rasa tanggungjawab untuk memelihara dan memulihara alam sekitar supaya tidak menjejaskan kualiti alam sekitar terutamanya pencemaran dan kemerosotan sumber alam. Hal ini selari dengan salah satu tunggak Dasar Teknologi Hijau Negara (2009) iaitu alam sekitar di mana kita disaran untuk memulihara dan meminimumkan kesan kepada alam sekitar. Tambahan pula, Teras Strategik

5 yang digariskan di dalam Dasar Teknologi Hijau Negara iaitu Promosi dan Kesedaran Awam sangat bertepatan untuk memupuk budaya menghayati Teknologi Hijau dalam kalangan pelajar melalui pembangunan sistem sukatan pelajaran yang efektif.

Oleh yang demikian, Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) telah menerapkan teknologi hijau ke dalam kurikulum program politeknik di bawah Program Kejuruteraan Alam Sekitar. Ini membuktikan bahawa pendidikan pembangunan lestari telah diamalkan di politeknik sejak 12 tahun dahulu apabila program-program ini diperkenalkan. Merujuk kepada Blueprint Polygreen Politeknik Malaysia (2015), 10 bidang tumpuan kelestarian politeknik ialah Pengurusan Perubahan dan Komunikasi, Perubahan Iklim, Pengurusan Alam Sekitar, Pengurusan Tenaga, Pengurusan Sisa, Pengurusan Air, Pengangkutan, Kualiti Udara, Kepelbagaian Bio dan Landskap serta Perolehan Hijau. Menerusi Bidang Tumpuan 3 iaitu Pengurusan Alam Sekitar, latihan dan program kesedaran dilaksanakan bagi memastikan warga JPPKK diberi pendedahan terhadap amalan baik pengurusan alam sekitar dan secara tidak langsung dapat dipraktikkan melalui kursus yang diajar.

Oleh itu, bagi mempraktikkan amalan hijau ini, Jabatan Pelancongan dan Hospitaliti Politeknik METrO Kuantan di bawah program Diploma Pengurusan Pelancongan telah melaksanakan aktiviti lestari kepada pelajar yang mengambil kursus DTM6033 *Sustainable Tourism* (Pelancongan Lestari). Pelaksanaan aktiviti ini secara tidak langsung dapat memupuk kesedaran dan penerapan budaya hijau di kalangan pelajar. Selain itu, pelaksanaan aktiviti ini juga adalah sebagai salah satu usaha untuk memberi pengalaman kepada pelajar mempelajari kursus ini di luar kelas kerana kursus ini adalah teori sahaja. Pelajar sering menyatakan bahawa kursus ini sukar untuk difahami dan memerlukan daya imaginasi terhadap topik yang dipelajari. Jadi, pendedahan kepada aktiviti ini dapat memberi pengalaman baru kepada pelajar dan secara tidak langsung mereka dapat mengaplikasikan topik impak pembangunan pelancongan lestari terhadap alam sekitar.

Sehubungan dengan itu, kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti refleksi pelajar di dalam aktiviti lestari sebagai salah satu usaha memupuk kesedaran pengamalan amalan hijau di kalangan pelajar Politeknik METrO Kuantan. Kajian ini diharap dapat menjadi panduan kepada pelajar politeknik supaya dapat melibatkan diri di dalam aktiviti lestari tidak kira di dalam politeknik mahupun di luar politeknik.

2. ULASAN LITERATUR

Mahat et al. (2015) menyatakan medium pendidikan adalah dasar kepada komponen pembangunan lestari iaitu sosial, ekonomi dan alam sekitar sebagai langkah terbaik untuk menanamkan kesedaran dan komitmen orang ramai untuk melibatkan diri dalam aktiviti pemuliharaan dan pemeliharaan alam sekitar. Hal ini juga ditegaskan di dalam Dekad Pendidikan untuk Pembangunan Lestari 2005-2014 supaya menjadikan pendidikan sebagai medium perantara untuk menggalakkan masyarakat menyertai program-program kesedaran alam sekitar ini. Terdapat beberapa penyelidikan berkaitan persepsi pelajar terhadap aktiviti lestari antaranya adalah Derahim et al. (2011) yang menjalankan kajian berkaitan tahap pengetahuan pelajar, tahap kesedaran pelajar dan pendapat pelajar terhadap aktiviti kelestarian di Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Hasil kajian mendapati bahawa pelajar kurang mengetahui dengan mendalam tentang konsep pelestarian atau amalan hijau ini tetapi mereka sedar bahawa mereka berperanan besar di dalam pembangunan lestari di kampus. Kajian lain

yang dilakukan oleh Megat Abdullah et al. (2018) terhadap penglibatan mahasiswa dalam program lestari di Universiti Teknologi Malaysia (UTM) mendapati pelajar UTM tidak pasti dan tidak tahu tentang program lestari ini dan majoriti pelajar jarang dan tidak pernah mengamalkan amalan hijau seperti berbasikal ke fakulti, melaksanakan langkah-langkah penjimatan tenaga, membersihkan persekitaran bilik di kolej kediaman dan fakulti serta terlibat di dalam program kitar semula. Oleh yang demikian, untuk memupuk kesedaran berkaitan program lestari ini, promosi perlu dipergiatkan lagi melalui medium media social seperti Facebook dan Instagram. Menurut Samsudin dan H.Iksan (2015), kesedaran akan kepentingan menjaga alam sekitar di kalangan pelajar akan timbul menerusi kerja lapangan kerana mereka dapat merasai pengalaman itu sendiri. Selain itu, pelajar juga menjadi lebih peka terhadap isu alam sekitar dan secara tidak langsung akan menimbulkan rasa tanggungjawab untuk sama-sama terlibat dengan amalan memelihara alam sekitar.

3. METODOLOGI

3.1 Instrumen Kajian

Kajian ini merupakan kajian kuantitatif iaitu maklumat diambil daripada refleksi pelajar yang dianalisis melalui borang kaji selidik. Borang kaji selidik dibahagikan kepada dua bahagian iaitu Bahagian A adalah Profil Demografik manakala Bahagian B Refleksi Pelajar terhadap Aktiviti serta cadangan penambahbaikan. Skala Likert digunakan untuk menilai tahap refleksi pelajar iaitu daripada skala 1 hingga 5 (sangat lemah, lemah, sederhana, baik dan sangat baik). Dapatan kajian dianalisis menerusi *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* dengan menggunakan analisis deskriptif untuk mendapatkan skor min refleksi pelajar terhadap aktiviti lestari. Julat skor min ditentukan menerusi tahap iaitu julat di antara 1.00-2.33 adalah tahap rendah, julat 2.34-3.67 adalah tahap sederhana manakala julat 3.68-5.00 adalah tahap tinggi.

3.2 Sampel Kajian

Seramai 19 orang pelajar semester 5 (DUP5) telah melakukan aktiviti lestari di Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan, Pantai Chendor dengan memberi maklumbalas terhadap aktiviti yang dilakukan selama 1 hari penuh pada 26 Oktober 2020. Antara aktiviti yang dijalankan adalah penanaman semula pokok bakau bagi mengelak hakisan pantai dan pembersihan Pantai Chendor dengan mengutip sampah sarap yang terdapat di sekitar pantai. Senarai para pelajar yang terlibat adalah seperti yang ditunjukkan di Jadual 1.

Jadual 1: Senarai Pelajar yang terlibat dengan Aktiviti Lestari

BIL	PELAJAR	NO MATRIKS	KELAS
R1	Responden 1	29DUP18F1002	DUP5A
R2	Responden 2	29DUP18F1003	DUP5A
R3	Responden 3	29DUP18F1005	DUP5A
R4	Responden 4	29DUP18F1006	DUP5A
R5	Responden 5	29DUP18F1007	DUP5A
R6	Responden 6	29DUP18F1010	DUP5A

R7	Responden 7	29DUP18F1011	DUP5A
R8	Responden 8	29DUP18F1012	DUP5A
R9	Responden 9	29DUP18F1014	DUP5A
R10	Responden 10	29DUP18F1015	DUP5A
R11	Responden 11	29DUP18F1016	DUP5A
R12	Responden 12	29DUP18F1017	DUP5A
R13	Responden 13	29DUP18F1019	DUP5A
R14	Responden 14	29DUP18F1020	DUP5A
R15	Responden 15	29DUP18F1021	DUP5A
R16	Responden 16	29DUP18F1022	DUP5A
R17	Responden 17	29DUP18F1023	DUP5A
R18	Responden 18	29DUP18F1024	DUP5A
R19	Responden 19	29DUP18F1025	DUP5A

3.3 Prosedur Kajian

Dalam kajian ini, pelajar perlu memberi perhatian dan mencatat maklumat yang berkaitan aktiviti lestari menerusi taklimat yang disampaikan oleh Cik Farina Ashrin Ariffin selaku Pengurus dan Encik Fadhil Izzuddin Ariffin selaku Pengurus Operasi di Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan, Pantai Chendor. Seterusnya pelajar perlu mengenalpasti impak aktiviti yang dilakukan terhadap alam sekitar dan mengajukan soalan sekiranya keliru atau tidak memahami sepanjang aktiviti dijalankan. Akhir sekali, pelajar perlu membuat laporan dan video ringkas pelaksanaan aktiviti sebagai rujukan untuk dikongsikan dengan pelajar dan pensyarah di Politeknik METrO Kuantan. Gambar-gambar pelaksanaan aktiviti lestari adalah seperti yang ditunjukkan di Jadual 2.

Jadual 2: Gambar-gambar Pelaksanaan Aktiviti Lestari

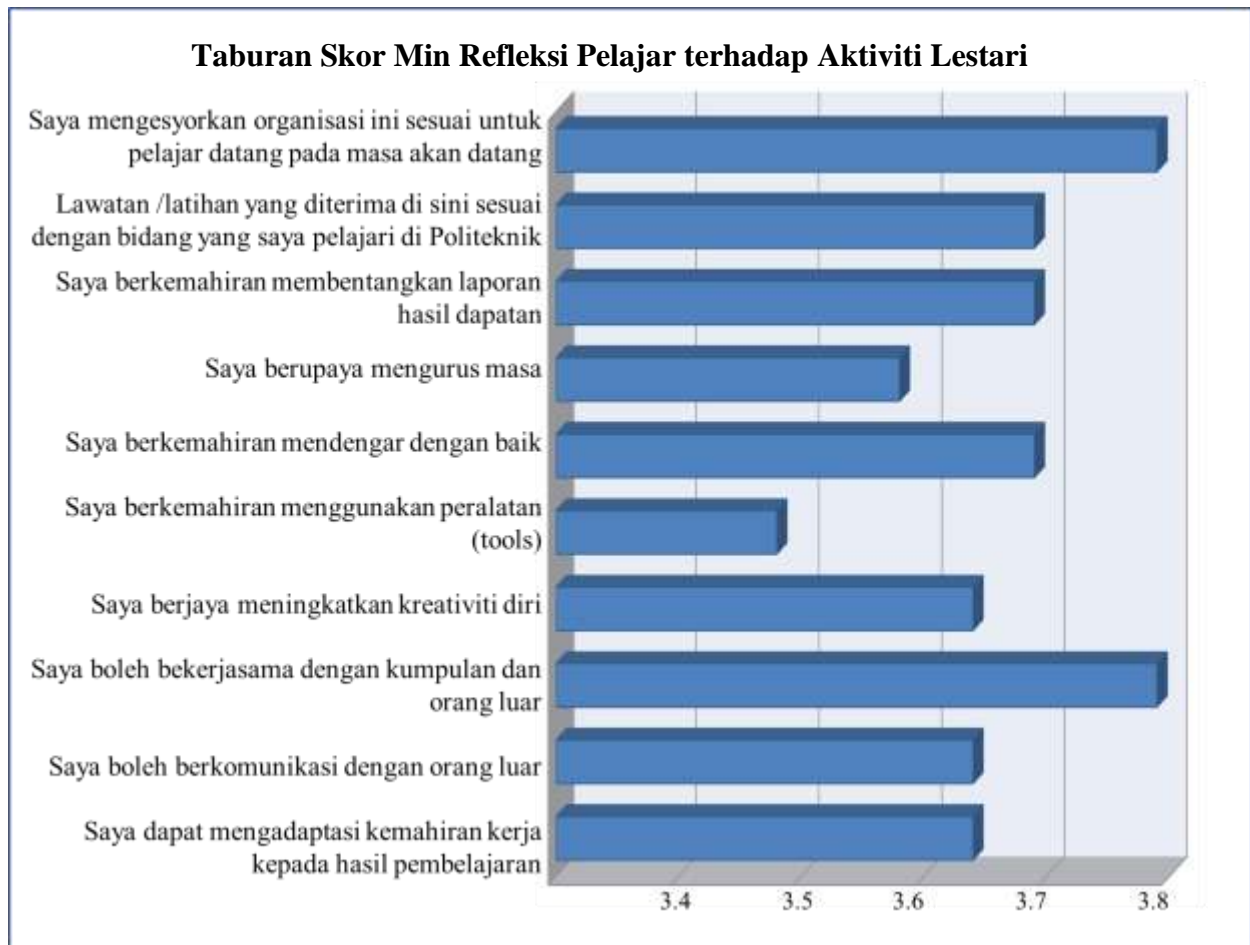
 <p>Taklimat aktiviti disampaikan oleh Encik Fadhil Izzuddin Ariffin (Pengurus Operasi)</p>	 <p>Pelajar DUP5 mencari benih pokok bakau untuk aktiviti penanaman semula</p>
 <p>Aktiviti penanaman semula paya bakau di sekitar Pantai Chendor</p>	 <p>Pelajar DUP5 bersama sampah sarap yang dikumpulkan ketika aktiviti pembersihan Pantai Chendor</p>

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil kajian ini adalah berdasarkan refleksi pelajar terhadap aktiviti lestari yang dijalankan di Pusat Penetasan Penyu Rimbun Dahan, Pantai Chendor. Analisa kajian dianalisis menggunakan SPSS untuk mendapatkan nilai min setiap pernyataan dan carta bar dijana untuk dapatan hasil kajian. Taburan skor min refleksi pelajar terhadap aktiviti lestari dan tahap refleksi pelajar ditunjukkan di Jadual 3 manakala carta bar bagi taburan skor min tertinggi dan terendah ditunjukkan di Rajah 1. Purata skor min tertinggi ialah 3.89 iaitu Item 3 (Saya boleh bekerjasama dengan kumpulan dan orang luar ketika melakukan aktiviti lestari) dan Item 10 (Saya mengesyorkan organisasi ini sesuai untuk pelajar datang pada masa akan datang). Manakala purata skor min terendah ialah 3.58 iaitu Item 5 (Saya berkemahiran menggunakan peralatan(*tools*) ketika melakukan aktiviti lestari).

Jadual 3: Min dan Tahap Refleksi Pelajar terhadap Aktiviti Lestari

Item	Pernyataan	Min	Tahap Refleksi Pelajar
1	Saya dapat mengadaptasi kemahiran kerja di dalam aktiviti lestari kepada hasil pembelajaran	3.74	Tinggi
2	Saya boleh berkomunikasi dengan orang luar ketika melakukan aktiviti lestari	3.74	Tinggi
3	Saya boleh bekerjasama dengan kumpulan dan orang luar ketika melakukan aktiviti lestari	3.89	Tinggi
4	Saya berjaya meningkatkan kreativiti diri untuk melakukan aktiviti lestari	3.74	Tinggi
5	Saya berkemahiran menggunakan peralatan(<i>tools</i>) ketika melakukan aktiviti lestari	3.58	Sederhana
6	Saya berkemahiran mendengar dengan baik ketika melakukan aktiviti lestari	3.79	Tinggi
7	Saya berupaya mengurus masa ketika melakukan aktiviti lestari	3.68	Tinggi
8	Saya berkemahiran membentangkan laporan hasil dapatan setelah melakukan aktiviti lestari	3.79	Tinggi
9	Saya berpendapat lawatan /latihan yang diterima di sini sesuai dengan bidang yang saya pelajari di Politeknik	3.79	Tinggi
10	Saya mengesyorkan organisasi ini sesuai untuk pelajar datang pada masa akan datang	3.89	Tinggi
	Skor min keseluruhan	3.76	Tinggi



Rajah 1 : Carta Bar Taburan Skor Min Refleksi Pelajar terhadap Aktiviti Lestari

Tahap refleksi pelajar pada Item 3 ini tinggi kerana pelajar perlu bersama-sama dengan rakan untuk mencari biji benih paya bakau untuk ditanam semula di kawasan pantai. Responden dapat mengumpul sebanyak 150 biji benih paya bakau dan ditanam di sekitar kawasan pantai, namun hanya 50 peratus biji benih yang hidup menjadi pokok bakau berikutan keadaan cuaca yang tidak menentu selain dihanyutkan ke laut. Oleh itu, sekiranya banyak aktiviti lestari dijalankan, maka lebih banyak biji benih paya bakau dicari dan ditanam dan lebih banyak pokok bakau dapat dipelihara sebagai alat penghalang hakisan pantai.

Selain itu, tahap refleksi pelajar pada Item 10 juga tinggi kerana kawasan sekitar Pusat Penetasan Penyus Rimbun Dahan ini berpotensi untuk dijaga dan dilindungi kerana kaya dengan flora dan fauna seperti penyus Belimbing, ikan belacak dan pokok paya bakau yang berfungsi sebagai perangkap sampah serta penghalang hakisan pantai.

Tahap refleksi pelajar pada Item 5 ini rendah kerana responden kurang mahir menggunakan peralatan seperti sabit dan cangkul ketika melakukan aktiviti penanaman semula dan pembersihan pantai. Walaubagaimanapun, dengan bantuan pengurus dan rakan-rakan, 150 biji benih pokok bakau dapat ditanam dan lebih kurang 100 kilogram sampah dikutip semasa aktiviti ini dijalankan. Ini membuktikan bahawa responden mempunyai kesedaran di dalam memelihara dan memulihara alam sekitar dengan melakukan aktiviti ini dari awal sehingga akhir walaupun jarang atau tidak pernah melakukannya sebelum ini.

Justeru, semua responden mendapat pengalaman baharu mencari biji benih pokok bakau di dalam lecek anak sungai dan merentas denai sungai untuk melakukan aktiviti penanaman semula pokok bakau. Pengalaman ini amat berharga dan tidak akan diperolehi melalui pembelajaran secara teori di dalam kelas dan secara tidak langsung dapat menyumbang khidmat ke arah pembangunan lestari alam sekitar.

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, tahap refleksi pelajar bagi aktiviti lestari iaitu penanaman semula pokok bakau dan pembersihan pantai ini berada pada tahap tinggi berdasarkan skor min keseluruhan 3.76. Ini membuktikan bahawa objektif pelaksanaan aktiviti lestari di kalangan pelajar Politeknik METrO Kuantan tercapai dan masalah kurang memahami topik impak pembangunan pelancongan lestari terhadap alam sekitar dapat diselesaikan sekiranya aktiviti seperti ini dilakukan berterusan di masa akan datang. Impak daripada aktiviti lestari ini ialah para pelajar dapat menambah ilmu pengetahuan serta menjadi langkah awal untuk memupuk kesedaran terhadap aktiviti konservasi alam sekitar. Ini menunjukkan pendidikan melalui pembangunan lestari ini lebih memberi impak yang positif berbanding pendidikan berasaskan pengetahuan semata-mata. Oleh yang demikian, kerajaan perlu memberi penekanan kepada pendidikan pembangunan lestari ini supaya dapat dipupuk seawal usia sekolah rendah agar para pelajar dapat menyedari kepentingan menjaga alam sekitar dari kecil lagi. Nilai-nilai kecintaan terhadap alam sekitar juga sangat penting untuk disemai di dalam diri setiap individu bagi melahirkan warga Malaysia yang bukan sahaja faham, berkebolehan, berkemampuan bahkan mempunyai keprihatinan terhadap pengurusan dan pencemaran alam sekitar. Ibu bapa juga disarankan untuk menanam nilai-nilai mencintai alam sekitar di rumah agar anak-anak lebih peka dan sensitif terhadap isu-isu yang berkaitan dengan alam sekitar. Nilai amalan untuk sama-sama memberi sumbangan kepada usaha memelihara dan memulihara alam sekitar harus ditanam dalam setiap individu dan seharusnya dijadikan satu nilai yang perlu ditekankan untuk melahirkan modal insan yang berkualiti.

RUJUKAN

- Derahim, N., Hashim, H.S., & Ali, N. (2011). Tahap Kelestarian Pelajar Universiti Kebangsaan Malaysia ke Arah Kampus Lestari. *Jurnal Personalia Pelajar*, Bil 14, 1-10. ISSN 0128-273.
- Jabatan Pengajian Politeknik. (2015). *Blueprint POLYGreen Politeknik Malaysia*. Kementerian Pendidikan Malaysia. Perpustakaan Negara, ISBN 978-967-0823-03-4.
- Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air, Malaysia. (2009). *Dasar Teknologi Hijau Negara*. Dewan Bahasa dan Negara. Perpustakaan Negara Malaysia. ISBN 978-983-43893-1-4
- Mahat, H., Che Ngah, M.S.Y., & Ahmad, N.I. (2015). Kajian Tahap Amalan Kelestarian dalam Kalangan Murid Prasekolah Kementerian Pendidikan Malaysia Daerah Hulu Langat, Selangor. *Geografi*, Vol. 3 (1), 25-36.

- Megat Abdullah, A., Jabor, M.K., Shamsuray, S.A., Sharudin, S.I., Jamaluddin, K., & Ahmad, M.F. (2018). Penglibatan Mahasiswa dalam Program Lestari di Universiti Teknologi Malaysia, Kajian Kes: Kolej Tun Hussein Onn, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru. *Persidangan Pembangunan Pelajar Peringkat Kebangsaan Universiti Teknologi Malaysia*, 20-22 September 2018.
- Syed Zakaria, S.Z., Raja Abu Bakar, R.N.A., & Razman, M.R.(2020). Pendidikan Sains dan Kelestarian Alam Sekitar (Science Education And Environmental Sustainability).*Jurnal Arkeologi Malaysia*, Vol.33, 51-57. ISSN 0128-0732 e-ISSN 2590-4302.
- Samsudin,N.A., & H. Iksan, Z. (2015). Kesedaran Alam Sekitar Melalui Aplikasi Kendiri Alam Sekitar (KAKAS). *Jurnal Personalia Pelajar*, 18 (2), 23-31.

Solar Power And Uninterruptible Power Supply (UPS)

Mohd Hafizi Sahabudin, Mohd Rizal Sewang, Norita Alwi

Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Mersing, Johor

mohdhafizi@pmj.edu.my

ABSTRACT

Solar Power and Uninterruptible Power Supply (UPS) are two technologies that are growing rapidly. The demand for solar energy is mainly driven by the trend towards cheaper solar cells, making it economically profitable for a larger range of applications and take makes ways to reduce the costs of solar power systems very important. Solar power with UPS systems, which have been previously researched only form a purely technical point of view. Solar and UPS system might save additional costs compared to regular grid-tied systems, even in a stable power grid. The primary reason is that on-line UPS systems rectifies and inverts all electricity, which means that solar energy can be delivered to the DC part of the UPS system instead of an AC grid, avoiding the installation of additional inverters in the solar power system.

Keywords: solar, ups, power system, electricity, energy

1.0 INTRODUCTION

Renewable energy solutions are becoming increasingly popular and one of them is solar energy. Solar is the Latin word for the sun, a powerful source of energy that can be used to heat, cool and illuminate our homes and businesses. This is because more energy from the sun falls on the earth in an hour than is used by everyone in the world in a year.

The extraction of usable electricity from the sun was made possible by the invention of the photoelectric mechanism and the subsequent development of solar cells, semi-conductive materials that convert visible light into direct current. By using a solar arrangement, a network of electrically connected solar cells, a DC voltage is generated that can be physically applied to the load. Solar arrangements or panels are increasing as efficiency reaches a higher level and are very popular in remote areas where the placement of electrical lines is not economically feasible.

These alternative energy sources continue to gain greater popularity especially since realizing the shortage of fossil fuels. Renewable energy in the form of electricity has been used to some extent for the past 75 or 100 years. Resources such as solar, wind, hydro and geo-thermal have all been used with varying degrees of effectiveness. The most widely used are hydropower and wind, with solar energy being used sparingly around the world. This can be attributed to the relatively high cost of solar cells and their low conversion efficiency.

2.0 LITERATURE REVIEW

The project uses the PIC18F4550 Microcontroller as the BRAIN to receive the signal, process the signal and send the signal to the output device. The PV panel moves when operated by the Arduino Integrated Development Environment (IDE). This device seeks sunlight from east to west to guarantee maximum stored energy. PV solar panels generate electricity so that they can

supply 12V / 5V electricity. Also within 12 hours we can find out how much electricity can be charged and how long that energy can be used. The main purpose of this study was to control the PIC18F4550 microcontroller as a controller circuit to move the PV looking for sunlight at right angles to ensure maximum energy is saved.

3.0 METHODOLOGY

3.1 Introduction

Solar is a word for the sun, a powerful source of energy that can be used to heat, cool and illuminate our homes and businesses. For this project, the first step is finding a research and literature review about solar panel for photovoltaic panel on the internet, journal and book. From the research, obtain information about the history of solar tracker, fundamental of photovoltaic, light dependent resistor, sensor, the design a circuit of dual-axis solar tracker, servo motor and other. From the research, obtain information about the history of solar tracker fundamental of photovoltaic, light dependent resistor, sensor, the design a circuit of dual-axis solar tracker, servo motor and other. This is because more energy from the sun falls on the earth in an hour than is used by everyone in the world in a year.

The second steps are designed the circuit by using the Proteus software by doing a simulation of the circuit that was designed. If the simulations a success, it can proceed to the next stage. If not, the circuit will redesign until its success when simulates it. The third steps, after the simulation of the circuit is completed, it will proceed to design and construct hardware of dual-axis solar tracker for photovoltaic panel. The circuit that is used in the previous step will use and added to a hardware circuit for this project.

Then proceed to the next step which is testing part. In general, testing is the process that covers all of the system that was designed and explained in this project. For this step, the hardware that was designed will be tested to check whether the motor can operate properly well and observe the performance of dual-axis solar tracker output

3.2 Block Diagram Of The Project

Figure 3.1 shows the main block diagram of the proposed circuit in the project. This system have a LDR sensors which provide feedback to a microcontroller after it detects the absences of sun ray. After that, the microcontroller will process sensor input that is obtained and provides Pulse Width Modulation (PWM) signals in order to move the motor. This motor will move a solar panel towards the higher intensity of light after it receives a command from the Arduino Uno controller.

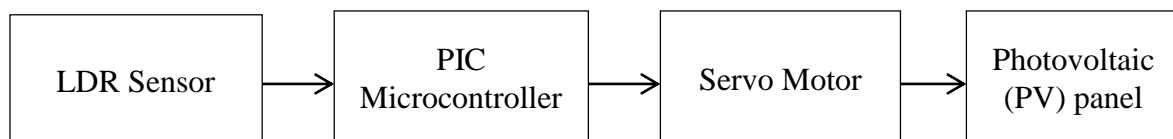


Figure 3.1: Block Diagram Of Circuit

The extraction of usable electricity from the sun was made possible by the invention of the photoelectric mechanism and the subsequent development of solar cells, semi-conductive materials that convert visible light into direct current. By using a solar arrangement, a network of electrically connected solar cells, a DC voltage is generated that can be physically applied to the load. Solar arrangements or panels are increasing as efficiency reaches a higher level and

are very popular in remote areas where the placement of electrical lines is not economically feasible.

3.3 Alternative Energy Sources

These alternative energy sources continue to gain greater popularity especially since realizing the shortage of fossil fuels. Resources such as solar, wind, hydro and geo-thermal have all been used with varying degrees of effectiveness. The most widely used are hydropower and wind, with solar energy being used sparingly around the world.

4.0 RESULT AND DISCUSSION

In the Figure 4.1 show the block diagram of this project. From a purely technical point of view, this project can have a positive impact on the value of our projects. Solar power can help people get enough electricity at a low daily grid rate. With a combination of Solar Power and Uninterruptible Power Supply (UPS) can resolve the issue of people sometimes losing power at home. With the project will also help the people to be environmentally friendly and have an impact on the environment. The use of Microcontroller applied in this project, is able to provide a smart effect in helping the process of maximum energy storage. This system will be more attractive when supported by the use of a more structured Arduino. This is where its uniqueness and significance lies and supply 2 output for load AC and load DC.

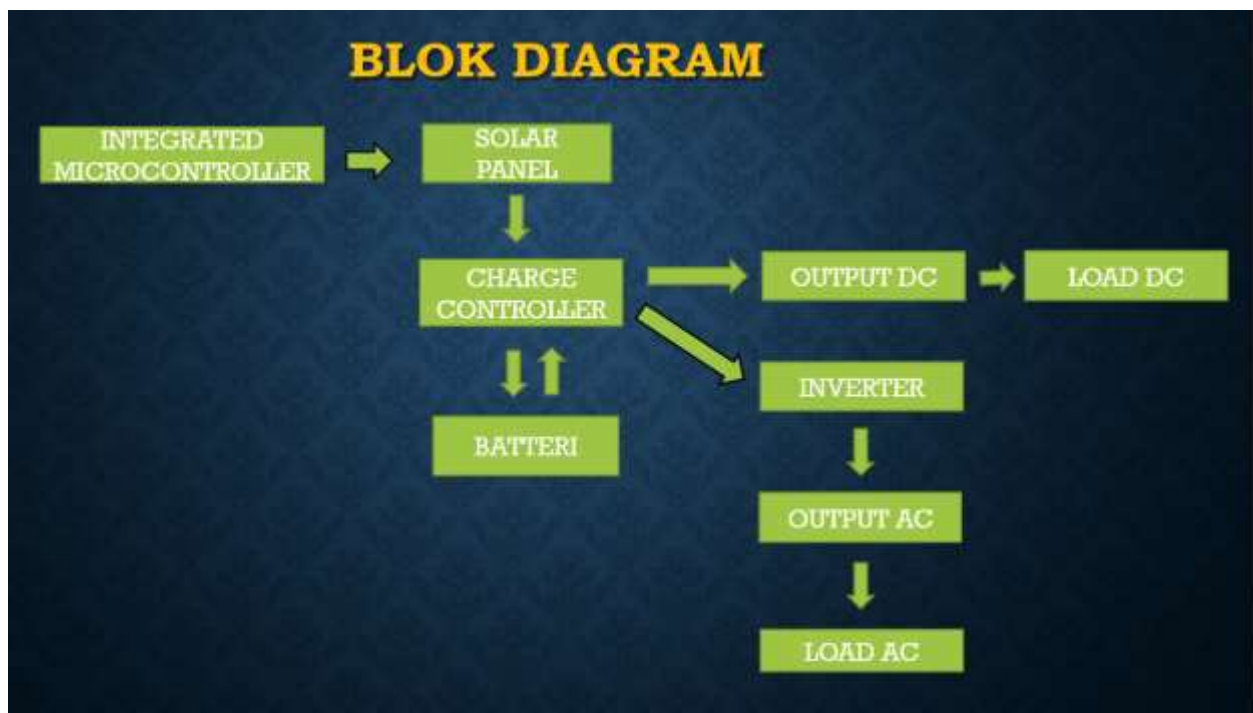


Figure 4.1 : Block Diagram Of UPS

5.0 CONCLUSION

The project is designed aims to give people awareness of the benefits of using solar power to reduce costs in grid energy use. As we know, traditional energy is highly dependent on fossil fuels such as coal and natural gas. This system will be designed and constructed in order to obtain the maximum efficiency of photovoltaic output. The software that is used for this design

is developed via Arduino Uno IDE. Finally, with this project, the people not only have the advantage of using low cost electricity but can reduce global warming on our planet.

6.0 REFERENCE

Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. Mckinlay, Danny Causey (2008). *PIC Microcontroller And Embedded System: Using Assembly And C For PIC18*. Pearson Prentice Hall. ISBN0-13-600902-6

Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. Mckinlay, Danny Causey (2008). *PIC Microcontroller And Embedded System: Using Assembly And C For PIC18, Bank Switching, Table Processing, Macros and Modules* (193-234) Pearson Prentice Hall.

Gary Cook, Lynn Billman, and Rick Adcock. "Photovoltaic Fundamentals." Solar Technical Information Program at Solar Energy Research Institute (SERI), 1995.

Khademul Islam Majumder, Md. Raied Hasan, Raquib Ahmed. "Improvement of Efficiency of Solar Photovoltaic Cell Application." Department of Electrical and Electronic Engineering, BRAC University, Dhaka, Bangladesh, April 2010.

Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. Mckinlay, Danny Causey (2008). *PIC Microcontroller And Embedded System: Using Assembly And C For PIC18, PIC 18 Hardware Connection And ROM Loaders*. (299-323) Pearson Prentice Hall.

Hossein Mousazadeh, Alireza Keyhani, Arzhang Javadi, Hossein Mobli, Karen Abrinia, and Ahmad Sharifi. "A Review of Principle And Sun Tracking Methods for Maximizing Solar Systems Output." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 2009.

<http://evolveindia.in/blog/2015/10/24/solar-tracker-market-expected-to-grow/>

<http://world4engineers.com/photo-conductive-cell-or-light-dependent-resistor-ldr/>

<http://www.electrical4u.com/servo-motor-servo-mechanism-theory-and-working-principle/>

<http://www.electrical4u.com/light-dependent-resistor-ldr-working-principle-of-ldr/>

<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

Study Of Bio-Plastic From Lemon Peels, Coffee And Dates Seed

Nur Shuhada Arbaan, Muhammad Imran Bin Wasri, Azim Ikhwan Bin Muhaiyitdin & Muhammad Zulfaqar Bin Mohamad Nor

Civil Eng Department, Sabak Bernam, Selangor

nshuhada@psis.edu.my

ABSTRACT

Plastic waste flowing into the oceans is expected to nearly triple in volume in the next 20 years, while efforts to stem the tide have so far made barely a dent in the tsunami of waste (Guardian News and Media. 2020, July 23). Plastic pollution is unquestionably a major issue that will have terrible implications for marine life. The usage of bioplastics to replace traditional plastics could be considered as a potential solution to the current plastic pollution problem. The goal of this study is to develop bioplastic from lemon peels, coffee, and dates seed. Bioplastics derived from lemon peels, coffee, and dates seed are an alternative to petroleum-based polymers, which are thought to be the key to enhancing the plastics industry's efficiency. Glycerol and gelatin are used to boost the qualities of bioplastic because they have a high appeal to water-tightness. The effects of glycerol on the characteristics of bioplastics made from lemon peels, coffee, and dates seed are also being studied to determine whether it may be utilized as a replacement for nonbiodegradable plastics.

Keywords: bioplastic, lemon peels, dates seed, coffee, biodegradable

1. INTRODUCTION

1.1 Plastic

Plastics are ubiquitous and are utilized in practically every aspect of modern life, including cutlery, packaging and wrapping items, bottles, food containers, garments, wearable, automotive parts, electronics, pens, and furniture, to name a few. Their widespread use is due to their versatility in 3D modelling, durability, and ease of use in a variety of manufacturing and production processes. The usage of plastics has a disadvantage, particularly in terms of its negative environmental implications, such as landfill and plastic pollution. Plastic materials typically take hundreds of years to degrade naturally in the environment. As the world has become more aware of the numerous environmental issues related with plastics, advances in the production and usage of biodegradable polymers have been made (Richard C. Thompson, 2009). Biodegradable plastics are those that can decompose naturally in the environment. The chemical nature of biodegradable plastics allows them to be easily broken down by natural microbes, resulting in a less damaging end product for the environment. Reducing the dependence on fossil fuels and the related environmental impacts are the contribution of bio-plastics. Bio-based plastics are made with natural based materials. Thus, biodegradable plastics are regarded to be more eco-friendly due to their environmental benefits, which are difficult to dispute when compared to conventional plastics. As a result, this sort of plastic can assist in reducing garbage disposal issues. Furthermore, bioplastics may be made from readily accessible low-cost materials that contain stored or extracted starch and/or cellulose, both of which are naturally occurring polymers. The aims of this research were to study the effectiveness of lemon peels, coffee and dates seed in bioplastic. The colour of flame and speed of burning were also observe. The moisture content of lemon peels, coffee and dates seed were also determine.

This project is being carried out in a Sultan Idris Shah Polytechnic laboratory, applying all of the procedures outlined in the article to produce a mix of the products. The durability of the bioplastics produced will be determined by the results of three tests: biodegradation, moisture content and a burning test. All procedures are conducted only on campus. Journals, internet research and articles are our basic reference sources for carrying out the project due to pandemic Covid-19. We rely on journals rather than other sources to guarantee that we receive more reliable facts and evidence because the information available on the internet may not be accurate. The procedures were also carried out in accordance with the journals we looked for and received, it can be said that all our projects are the result of journals that we study and understand.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Bioplastic

Biodegradable plastics have been studied in recent years (Khabbaz et al., 1998; Erlandsson et al., 1997; Akaranta and Oku, 1999; Arvanitoyannis et al., 1998; Manzur et al. 2004; Nik Abdullah et al., 2014) and various types of plastic products such as plastic bag, garbage bag agricultural mulch film have been commercialized in the manufacturing sector (Nik Abdullah et al. 2014). Biodegradable plastics can be decomposed after disposal to the environment by the activity of microorganisms such as bacteria to produce the final products carbon dioxide (CO₂) and water (H₂O) (Tharanathan, 2003; Nik Abdullah et al., 2014). Degradation of biodegradable was controlled by different factors that include polymer characteristics, type of organism, and nature of pre-treatment (Song, J. & Kay, Martin & Coles, Richard, 2011). The polymer characteristics such as its molecular weight, mobility, crystallinity, tacticity, the type of functional groups and substituents present in its structure, and plasticisers or additives chemical added into the polymer all play an important role in its degradation (Fotopoulou, et al. 2008). Biodegradable plastics will be susceptible to bacteria, fungi or other micro-organisms that use them as food during decomposition process. Biodegradable plastics have been test to biodegradation testing to ensure the plastics can be decomposed. (Nik Abdullah et al.2014).

2.2 Glycerol

Glycerol also known as glycerin, is a simple compound of polyol. It is a colorless, odorless, viscous liquid that is non-toxic and sweet-tasting. In those lipids referred to as glycerides, the glycerol backbone is found. It is widely used in FDA approved wound and burn treatments because it has antimicrobial and antiviral properties. Moreover, it can also be used to measure liver disease as an effective marker. Also, it widely used in the food industry as a sweetener and in pharmaceutical formulations as a moisturizer. Glycerol is mixable with water due to the presence of three hydroxyl groups and is hygroscopic in nature (Christoph et al., 2006).

2.3 Gelatine

Gelatin is a water soluble protein derived from animal sources such as fish and cow. It obtained from the hydrolysis of bone-collagen or connective tissues skin of fish and mammals (S. Fakirov, 2007; A. Gennadios et al., 1994; Peña, Cristina et al., 2013). Gelatin was accepted as “Generally Recognized as Safe” (GRAS) substance in the area of food additives by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) together with its gel-forming properties around 35 °C, excellent film-forming ability (A. Gennadios et al., 1994; Peña, Cristina et al., 2013), excellent versatility due to its abundance, α -amino acid composition, low cost and biodegradability make gelatin an attractive protein in the design and development of functional films.

2.4 Lemon

The transition from fossil-based to renewable bio-plastics necessitates the development of new efficient techniques. VTT's new technique allows pectin-containing agricultural waste, such as citrus peel and sugar beet pulp, to be used as a raw material for bio-based PEF-plastics that can replace fossil-based PET. When PET is replaced with PEF polymers as the raw material, the carbon footprint of plastic bottles can be reduced by 50%, while also providing a longer shelf life for food. Rough lemon is an excellent rootstock for growing huge, vigorous trees, but it produces fruit that is rough in texture and poor in juice. These detrimental impacts could be mitigated to some extent by changing nutrition, although rough lemons tend to produce larger fruits with thicker skins. Root infections, nematodes, and water logging are more damaging to trees. When compared to other rootstocks, mature fruit can be preserved "on tree" for a shorter period of time. Rough lemon thrives in virgin soils and should not be planted in replant soils. Benton citrange, Cox mandarin hybrid, or Troyer citrange (incompatible with Eureka lemon) should be considered when replanting soils.

2.5 Date Seeds

The tree of dates or the palm date has played an important role as a food security crop in the Middle East and North Africa region (MENA), providing valuable food for people for the last 5000 years. In appreciation of its fruits, the date tree is referred to as the sacred tree, the tree of life, and the bread of the desert. The Latin name of the tree is believed to have been derived from Greek Phoenix daktulos, which means purple or red finger. Currently, about 100 million date trees are cultivated globally out of which ~ 90% are grown in the MENA. The annual global production of dates was recorded as 7.5 million tons in 2008. There is massive expansion in land areas being used for cultivation of dates not only in MENA region but also in other countries such as Australia. Date seed carbohydrates are mainly of the insoluble fiber types, e.g. seeds of Deglet Noor contain about 50% cellulose and 20% hemicelluloses. Dates also contain polyhydroxyalkanoates (PHAs) are biocompatible, non-toxic and biodegradable materials, which are accumulated to store carbon and energy in various microorganisms (Phoenix dactylifera L, 2017). PHAs have the potential to replace petroleum-based plastics; as biomedical materials for use in surgical pins, sutures, staples, blood vessel replacements, bone replacements and plates, medical implants and drug delivery devices owing to their superior biodegradability and biocompatibility. Among the candidates for biodegradable plastics, PHAs have drawn much attention due to their complete biodegradability and the similarity of their material properties to conventional plastics.

2.6 Coffee

Coffee grounds contain cellulose, an ingredient for making bioplastics. According to the International Coffee Organization, more than six million tons of coffee grounds are produced worldwide and according to the Agriculture and Food Chemistry journal, more than half of waste coffee grounds end up in landfills. Cellulose nanofibers serve as the foundation for plastic resins that may be converted into biodegradable plastic goods. Earth's most abundant organic compound is cellulose, and coffee grounds are full of it. Cellulose nanofibers from used coffee grounds account for almost half of the volume of weight. Cellulose is key to deriving cellulose nanofibers from spent coffee grounds, as the material that includes the cell walls of the beans and accounts for nearly half the volume and weight of the grounds (Moustafa,2016). Worldwide, there has been an increase in the demand for cellulose nanofibers as industries recognize them as a more environmentally friendly and sustainable means to produce plastics.

3. METHODOLOGY

A detailed planning and research should be included in the project's processing as the groundwork for conducting the project. From the start of the project to the end, a structured plan is developed, including expected data to be measured after the product is completed. A structured flow chart would be preferable to having several of the written paragraphs to help with the implementation of the project since this approach is more likely to be understood. It acts as a proper guidance for the duration of the project.

All highlights and main points of the project procedures can be conveniently described using the flow chart since the structure is in order. The following is a list of 5 samples using various amounts of water, lemon peel, coffee, date seeds, glycerol, and gelatine.

Table 3.1 Samples prepared with different amounts of substances for lemon peels

Sample	Water (ml)	Lemon peels powder (g)	Glycerol (ml)	Gelatin (g)
A	100	5	6	10.0
B	100	10	6	10.0
C	100	15	6	10.0
D	100	20	6	10.0
E	100	25	6	10.0

Table 3.2 Samples prepared with different amounts of substances for coffee

Sample	Water (ml)	Coffee powder (g)	Glycerol (ml)	Gelatin (g)
A	100	5	6	10.0
B	100	10	6	10.0
C	100	15	6	10.0
D	100	20	6	10.0
E	100	25	6	10.0

Table 3.3 Samples prepared with different amounts of substances for date seeds

Sample	Water (ml)	Dates seed powder (g)	Glycerol (ml)	Gelatin (g)
A	100	5	6	10.0
B	100	10	6	10.0
C	100	15	6	10.0
D	100	20	6	10.0
E	100	25	6	10.0

Table 3.4 Samples prepared with different amounts of substances for
Lemon peels + coffee + date seeds

Sample	Water (ml)	Lemon peels + coffee + date seeds powder (g)	Glycerol (ml)	Gelatin (g)
A	100	5	6	10.0
B	100	10	6	10.0
C	100	15	6	10.0
D	100	20	6	10.0
E	100	25	6	10.0

To start a project study, solid research preparation is essential, and the procedure should be in a framework to simplify execution during the study. From the beginning of the project with the title to the ultimate produce and outcome of the investigation, systematic planning should be prepared. The use of flow chart diagrams aided in the study's execution and made the procedure straightforward and easy to grasp. Furthermore, it may be utilised as a guideline for doing research to avoid deviating from the goal, objectives, and scope of the actual investigation.

3.1 Lemon peels, coffee and date seeds collection.

Lemon, coffee and date seeds were bought at a local market and were selected for homogeneity and visual defects. As starting, peel the lemon peels and separate the seeds from the dates. This is why these three components will be included in the experiment. The products were then taken to the laboratory to be processed further. We gathered as many lemon peels, coffee and date seeds as we could. No fixed amounts on how much waste is used because it depends on whether the amount is sufficient for the project.

3.2 Drying the lemon peels and date seeds.

Both lemon peels and date seeds were put on the baking sheet in a big metal bowl. Then, they were dried in the hot oven at 150 oC until fully dry. The lemon peels and date seeds will become darker than previous colour. Once the lemon peels have dried, they will form a crust. Precaution steps must be taken due to hot surfaces.

3.3 Crushing the dry materials.

All of the products are still not in powder form after they have been dried in the oven. As a result, in order to transform it into powder. We may either use scissor or pastel and mortar to make it smaller. When the content is smaller than it was at the start, blend it in a blender until it becomes powder. The powder is then sieved to remove any unnecessary lumpy content.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Production of bio-plastic waste fruits, the sample is tested through three parameters which are soil degradation test, tensile strength and moisture content test. After test of the samples, the findings were compiled and tabulated in various data tables.

4.1 The Moisture Content

The moisture content test is used to determine the amount of moisture or water in the bioplastic. It is one of the most important parameters in plastic testing since it indicates how much water contains in the bioplastic. Moisture content is very important to determine the desirable conditions of microorganism's growth, which causes material deterioration and degradation. Thus, this test was aimed to determine the moisture content on the sample of bioplastic we made. The product or bioplastic was heated in the oven for 30 minutes at temperature 50°C. Then, the samples were weighted and the moisture contents were calculated by using the following formula:

$$\text{Percentage of moisture content (\%)} = \frac{\text{weight loss, g}}{\text{initial weight, g}} \times 100\%$$

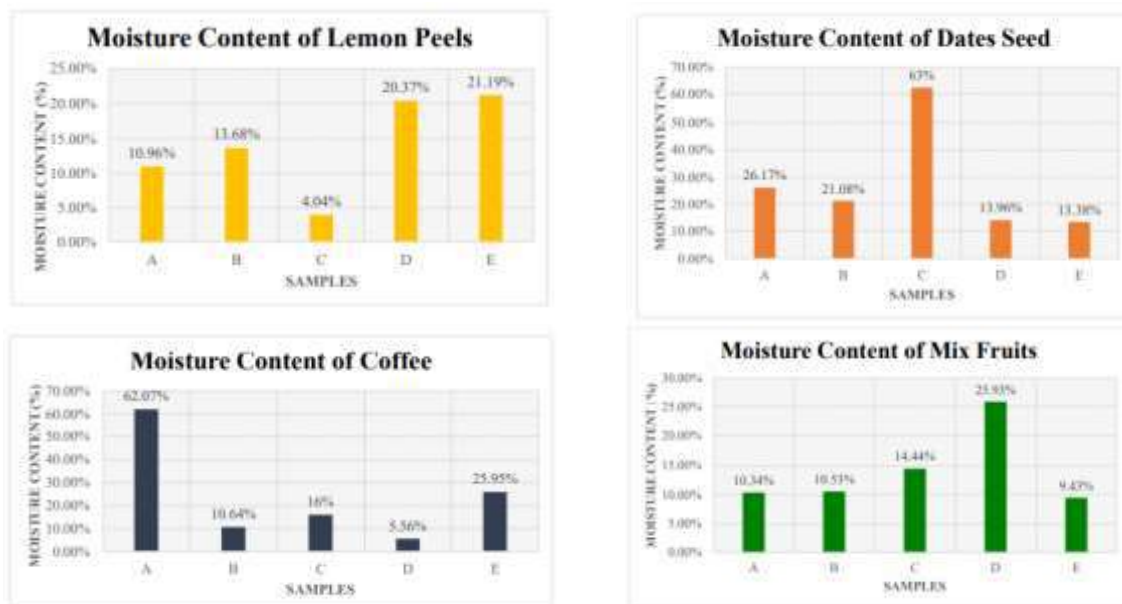


Figure 4.1 Moisture Content

According to the statistics above, sample C that used date seeds had the highest moisture content of all of four samples of fruit waste, i.e 63%. Sample with the least moisture content is sample D that made from lemon peels with 5.56% moisture content. As an outcome of the comparisons and analysis, sample D from lemon peels has a sufficient moisture content because it is significantly lower than the other samples. Sample C from date seeds has the greatest moisture content of all samples, indicating that it may not be suitable for plastic packaging due to the high moisture content, which may reduce its strength and stability but it is not a constraint to be used as a bioplastic.

4.2 The Degradability

Bioplastics are polymers that are manufactured from renewable biomass or can biodegrade at the end of their lifespan when exposed to air, moisture, and microorganisms. Biodegradable plastics must breakdown into carbon dioxide, water, biomass, and mineral salts. Therefore, the purpose of degradability is to break down organic matter so that it does not cause pollution problems when the water is released into the environment. Based on the test, the sample were buried in soil. The sample were checked every day until the sample degraded on the fourth day. After all bio-plastics had been completely degraded, the results were recorded in a data table

and further values calculated to obtain the final result in unit percentage. The formula of bioplastic degradation is as follows:

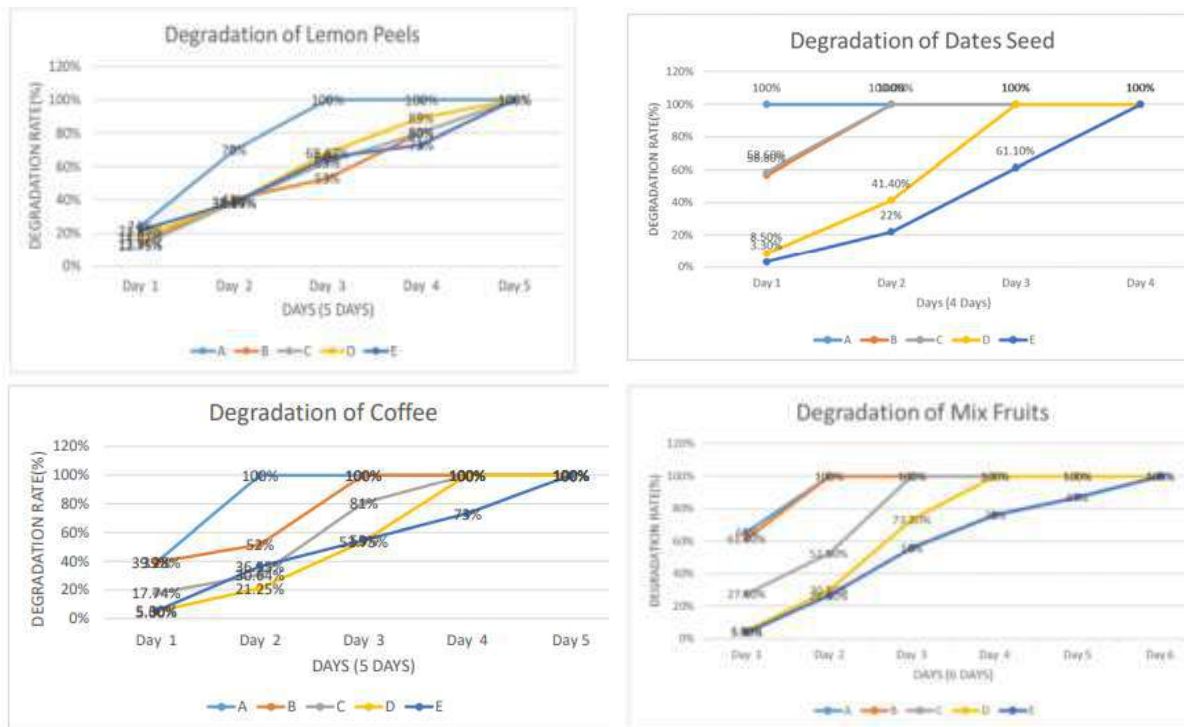


Figure 4.2 Degradation

Based on the data, the product that were produced would not need too long to decompose, however if it is a large amount of fruit waste in bioplastic it would take longer time to decompose. According to the data, product that take a short time and are easy to decompose is date seeds which only take three days for fully degradation. As for the product that made from the mixture of fruit takes four day to complete degradation, the coffee sample takes five days and lemon peels takes six days for degradation. This can be concluded that fruit waste just needed several days or short period for degradation compared to the plastics that we use today which are petroleum-made plastics. The rate of biodegradation is depending on the type of the selected soil environment. The other factor is the microorganisms' population in the soil that could affecting the process of biodegradation of the plastic.

4.3 The Burning Test





Figure 4.3 Burning Test

Burning test is the test to observe the colour of flame and speed of burning of bioplastic. Bioplastic produced from each treatment was burnt by using coconut oil lamp. The sample was burn from bottom to the top of the sample. The burning test is the simplest to pass, and materials that pass it are usually suitable for applications requiring only an HB grade because the specimen is examined vertically, the material burning at the lower end of the sample preheats the material in the higher regions of the specimen; this is a more stringent test than the HB test. The time taken for each sample to fully or complete burning were recorded. Based on the obtained data result, the samples were all can be burn but the time taken for bioplastic to fully burn or complete burning are different from each other. As can be seen through the data, the highest burning rate are sample E, i.e mix ingredients sample. The sample that get the lowest time taken are sample A from coffee sample. When mixing this three ingredients, the time taken to complete burning for this 5 samples are quite high from samples of lemon peels, dates seed and coffee. This high burning rate sample can be used to make product such as electric components. This product could avoid a huge spread of flame. This product also can save our house from burning massively. Although sample E get the highest time taken for complete burning. Extra research must be carried out to understand the sample before it can be fully use to make a product.

5. CONCLUSION

As a conclusion for overall of the project, the most acceptable result for every experiment are from sample B. The weight of 10g sample for every experiment produce a good moisture content compared to other ratio of samples. Most of the sample from ratio B can degrade faster in soil. Sample B also shows that it can withstand with fire for a long time. However, a further study and testing must be carried out to ensure this sample can really be used for our industry. Several flaws can be fixed with futher study and testing. This study of bioplastic from lemon peels, coffee and dates seed can produce varies eco-friendly from different sources of plant. This bioplastic also can minimize our carbon footprint to enhance more greener environment.

REFERENCES

- Christoph, Ralf; Schmidt, Bernd; Steinberner, Udo; Dilla, Wolfgang; Karinen, Reetta (2006). "Glycerol". *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. doi:10.1002/14356007.a12_477.pub2. ISBN 3527306730
- Fotopoulou, Kalliopi & Karapanagioti, Hrisi. (2017). Degradation of Various Plastics in the Environment. 10.1007698_2017_11.

- Khabbaz, F., Albertsson, A. C., & Karlsson, S., 1998. —Trapping of volatile low molecular weight photoproducts in inert and enhanced degradable LDPE. *Polymer Degradation and Stability*, 61, 329–342.
- Moustafa, H., Guizani, C., & Dufresne, A. (2016, October 8). Sustainable biodegradable coffee grounds filler and its effect on the hydrophobicity, mechanical and thermal properties of biodegradable PBAT composites. Wiley Online Library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.44498>.
- Nik Abdullah, Nik Ahmad Faris & Zulkepli, Nik Noriman & Sam, S.T. & Ruzaidi, Che & Omar, Mohd & Ab Wahab, Mohamad Kahar. (2014). *Current Research in Biodegradable Plastics. Applied Mechanics and Materials*. 679. 273-280. [10.4028/www.scientific.net/AMM.679.273](https://www.scientific.net/AMM.679.273).
- Phoenix Dactylifera L (2017) Date fruit : *An underutilized food seeking industrial valorization* Volume 6.
- Richard C. Thompson, Charles J. Moore, Frederick S. vom Saal, and Shanna H. Swan (2009) *Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends agricultural wastes*
- Song, J. & Kay, Martin & Coles, Richard. (2011). Bioplastics. 10.1002/9781444392180.ch11
- Sreekumar, P. & Leblanc, Nathalie & Saiter, J.. (2012). Effect of Glycerol on the Properties of 100 % Biodegradable *Thermoplastic Based on Wheat Flour*. *Journal of Polymers and the Environment*. 21. 10.1007/s10924-012-0497-3.
- Tharanathan, R. N., 2003. —Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 71–78.

Synthesis of Natural Coagulant from Petai Belalang Peel

Sunatrah Abdullahyi, Thavaniish Krishnan, Puvendaran Neelamalai³ & Mohamad Faris Adlan Abdul Majid

¹Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Pagoh, Johor

sunatrah@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Chemical coagulant such as aluminium chloride (Alum) widely used in industries and textile wastewater treatment plants but it produces negative impact onto human health and environment. Therefore, eco-friendly plant based coagulants been introduced as it is low cost and a safe method for textile wastewater treatment purposes. Petai belalang or *Leucaena leucocephala* is used to extract chitin which can be used as a natural coagulant in textile wastewater treatment field. The extraction of chitin is done by using various concentration of dilute *Hydrochloric Acid* (HCl) consisting of 1.0M, 2.0M and 3.0M concentrations. The coagulation experiment using jar test were performed where the effect of coagulant dosage and the amount of color removal were examined. The sample will be sent into UV-Vis Spectrophotometer to analyze the absorbance and transmittance level of the sample thus finding the percentage of color removal through congo red (497nm), methylene blue (609nm) and pro indigo (602nm) wavelength. From the observation, it is found that 30 ml of 3.0M coagulant has the highest percentage of color removal from the sample under all three wavelengths. It can be concluded that 3.0M solution is the most suitable for chitin extraction in synthesis of natural coagulant from Petai belalang peel.

Keywords: Coagulant; textile wastewater; UV-Vis Spectrophotometer; petai belalang.

1. INTRODUCTION

Waste water from textile industry contains non-gradable substances. Textile waste water causes a big environmental problem due to the huge amount of effluent generated from textile and dyeing processes. However, the main problematic pollutants from textile industries in aquatic environment are dyes mixtures. According to Yaseen (2018) the direct discharge of dyes in concentration higher than 1 mg/l, treated or not could increase community complaints and concerns. This is primarily due to the aesthetic problems linked to those dyes, especially for the non-acceptable colors of river such as purple and red compared to accepted colors such as green and blue. In addition, textile dyes in high concentration inhibits sunlight penetration, respiration activities and consequently upsetting the biological and photosynthesis processes in the aquatic environment. To sum up, waste water treatment and reuses of treated effluent in textile industry is a must.

The treatment of water most relies on coagulation, sedimentation, filtration and disinfection process. Due to lack of proper water treatment system in rural or undeveloped communities, the best option is to use simple and relatively cost effective point of use technologies such as coagulant. According to Mengistie A.A. et al. (2008), number of treatment technologies have been used as water treatment such as filtration, adsorption, chemical precipitation, ion exchanges methods. However due to its disadvantages for unable to removing heavy metal at low concentration and relatively high cost method. Therefore, coagulation which is simple and effective low cost method is desirable.

2. LITERATURE REVIEW

Natural coagulant also has been successfully used according to the past investigation where water clarification and reduction of microorganism organic matter removal by extraction of different plant material as natural coagulant (Bhuptawat et al., 2007; Pritchard et al., 2010). Polysaccharides behave as polyelectrolytes when charges are present and positively charged groups are ammonium groups while negatively charged groups are carboxylic groups or sulfate groups. The previous studies on Nirmali seeds, Moringa Oleifera and Cactus show that plant based coagulant capable as natural coagulant (Saenz et al., 2004; Yin, 2010). Chitin is second most abundant polysaccharide in nature and natural polymer that obtained by grinding the shells of shrimps and crabs. However, chitin also can be presence within the plantsuch as mushroom. Chitin and its derivatives are employed as chelating agent that used for waste water andwater treatment by separating compounds and heavy metals and in sewage treatment isby precipitating certain anionic waste and trap pollutant. According to Rinaudo (2006), chitin and its derivatives are applicable in many fields such as food, cosmetics, agriculture, textiles, waste water treatment. The extraction of chitin has no effect to the ecosystem and contain all advantages provided by polysaccharides, considered that as the source of chitosan and both are bio-compatible bio-polymers for animal tissues withlow toxicities.

Therefore, this study focuses on the extraction of chitin from Petai belalang peel for development and naturalcoagulant. The main objectives of this study are to synthesis natural coagulant from Petai belalang peel andto analyse the effectiveness of Petai belalang coagulant in textile waste water treatment. Petai belalang or *Leucaena leucocephala* is a permanent non- climbing shrub tree which is wild and abundant in Malaysia. This plant is preferable since it is easy to find and natural grown in Malaysia. This coagulant is used to analyse the effectiveness in removing color in sample textile waste water. Sample waste water taken from textile company is tested to discover the percentage of color removal. Coagulation process which mainly about neutralization of colloid particles is been experimented through this research.

3. METHODOLOGY

3.1 Raw Material Collection

Petai belalang is collected at Educational Hub Pagoh area. Petai belalang is made sure dried before plucking it from the tree. It was dried naturally under sunlight for a week. The seed was removed from pods of petai belalang.

3.2 Preparation of Dilute Hydrochloric Acid

The hydrochloric acid (HCl) was diluted in distilled water using $M_1V_1 = M_2V_2$ formula. The dilutedacid consists of different concentration which are 1.0M, 2.0M and 3.0M. The process is conductedinside the fume hood which function to limit exposure to Hydrochloric acid fumes.

3.3 Sample Textile Wastewater

Textile wastewater samples is collected from an equalization tank of textile treatment plant of a dye mill in Batu Pahat, Johor.

3.4 Coagulation Preparation

The petai belalang powder was added into three different concentrations of HCl solution consisting 1.0M, 2.0M and 3.0M in three different beakers to determine the chitin. About 5g of petai belalang powder was soaked and stirred until fully dissolved and become super saturated solution. The sample was filtered using filter paper to filter out the entire residue. The solution dried using hotplate at 70 °C until all moisture evaporates. The chitin will form naturally as the moisture evaporates.

3.5 Coagulation Process

In this experiment, jar test was conducted to determine the effects of different coagulant on color removal. A four-paddle stirrer with four beakers were used to conduct the jar test. Each beaker contains 150 mL of the textile wastewater sample. The initial pH of the sample was measured using a pH meter. Then, the coagulant was added to the beakers and the samples were mixed at 60-65 rpm for 3 minutes. When the formed flocs were allowed to settle, the respective settling time was recorded. The final pH for the solution was measured using a pH meter and the supernatant was taken for analysis.

The concentration of dye solutions was measured at a wavelength corresponding to the maximum absorbance by means of a UV-Vis Spectrophotometer. The percentage of color removal was calculated by comparing the absorbance value of supernatant to the initial value obtained before the experiment.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Observation of Physical Properties of Three Different Sample from Different Concentration

As the different concentration of mixture is heated, only certain concentration of mixture managed to produce chitin. For 1.0M, chitin cannot be extracted from the mixture. Due to this, 1.0M mixture is left behind from all the physical and chemical observation. 2.0M and 3.0M mixture managed to produce chitin through heating process. For 2.0M concentration, all three samples managed to show the process of coagulation. Three samples consisting of 10ml, 20ml and 30ml of extracted chitin and 50 ml of sample textile waste water took an average of a day for the particles in the mixture to coagulate and settle down at the bottom of the container.

For 3.0M concentration, the coagulation process occurred much more faster compared to 2.0M concentration samples. All three samples took an average of 3 hours only for the particles to coagulate and settle down at the bottom of the container. For odor properties, after mixing with different volumes of extracted chitin from each concentration, it is seen that the bad odor of sample waste water has been removed during the coagulation process.

4.2 Transmittance Level

Transmittance is the ratio of the light passing through to the light incident of the specimens and the reflectance the ratio of the light reflected to the light incident. 2.0M and 3.0M concentration samples are used to determine transmittance level of the mixture through different wavelengths.

Table 1: Transmittance Value of the Samples

Concentration of coagulant (M)	Transmittance value(T%)			
	Amount of coagulant (ml)	Congo Red (497nm)	Methylene Blue (609nm)	Pro Indigo (602nm)
0	0	53.726	69.108	68.633
2	10	78.916	89.176	88.4
	20	80.983	90.293	89.924
	30	84.634	93.629	93.371
3	10	84.725	93.768	93.67
	20	81.654	90.633	90.319
	30	85.952	94.377	94.022

From the Table 1, it has a huge difference in transmittance level before and after mixing the coagulant with sample textile waste water. As the amount of extracted chitin mixed with sample waste water increases, the transmittance level of the mixture increases.

4.3 Graph for Amount of Color Removal According to Wavelengths

4.3.1 The Amount of Color Removal After Treatment for Congo Red (497nm)

The graph in Figure 1 displays about the amount of color removal under Congo Red (497nm) wavelength for 2.0M and 3.0M concentration samples. The trend of graph fluctuates as the amount of coagulant increases.

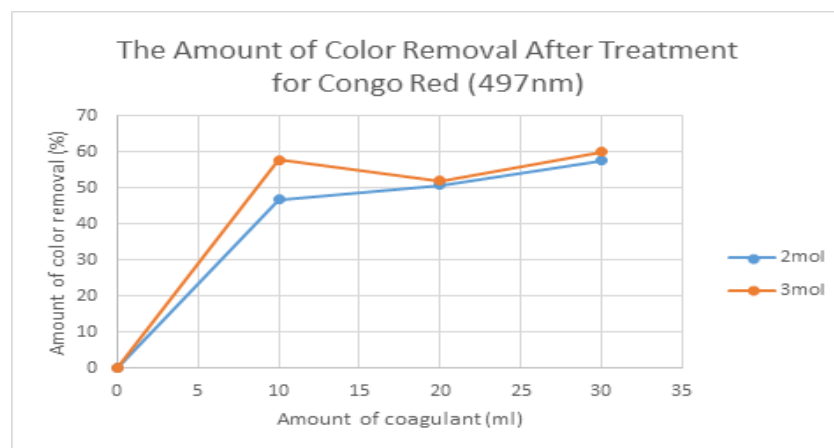


Figure 1: Graph of the Amount of Color Removal After Treatment for Congo Red (497nm)

For 2.0M, the highest amount of color removal is 57.53% after 30 ml of coagulant is mixed with sample textile waste water. The average of color removal for 2.0M concentration samples is 51.71% under CongoRed (497nm) wavelength. For 3.0M, the highest amount of color removal is 59.98% after 30 ml of coagulant is mixed with the sample waste water. The average of color removal for 3.0M concentration samples are 56.55%. To sum up, the amount of color removal increases as the amount of coagulant mixed with sample textile waste water increases.

4.3.2 The Amount of Color Removal After Treatment for Methylene Blue (609nm)

The graph in Figure 2 displays about the amount of color removal under Methylene Blue (609nm) wavelength for 2.0M and 3.0M concentration samples. The trend of graph fluctuates as the amount of coagulant increases.

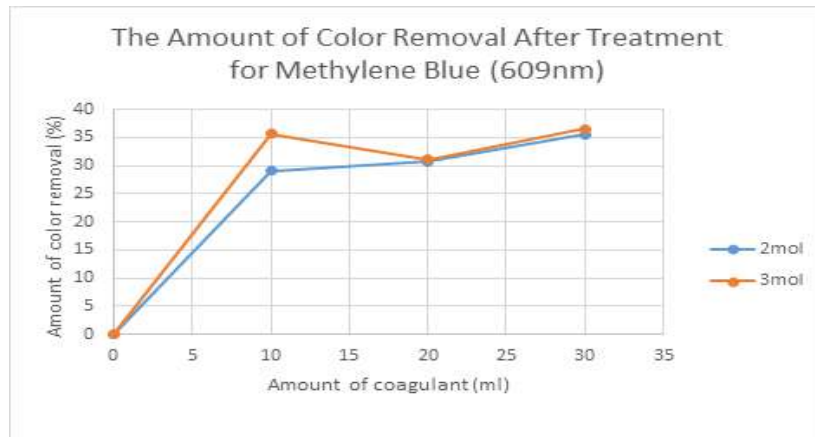


Figure 2: Graph of the Amount of Color Removal After Treatment for Methylene Blue (609nm)

For 2.0M, the highest amount of color removal is 35.48% after 30 ml of coagulant is mixed with sample textile waste water. The average of color removal for 2.0M concentration samples is 31.72% under Methylene Blue (609nm) wavelength. For 3.0M, the highest amount of color removal is 36.56% after 30 ml of coagulant is mixed with the sample waste water. The average of color removal for 3.0M concentration samples are 34.46%. To sum up, the amount of color removal increases as the amount of coagulant mixed with sample textile waste water increases.

4.3.3 The Amount of Color Removal After Treatment for Pro Indigo (602nm)

The graph in Figure 3 displays about the amount of color removal under Pro Indigo (602nm) wavelength for 2.0M and 3.0M concentration samples. The trend of graph fluctuates as the amount of coagulant increases.

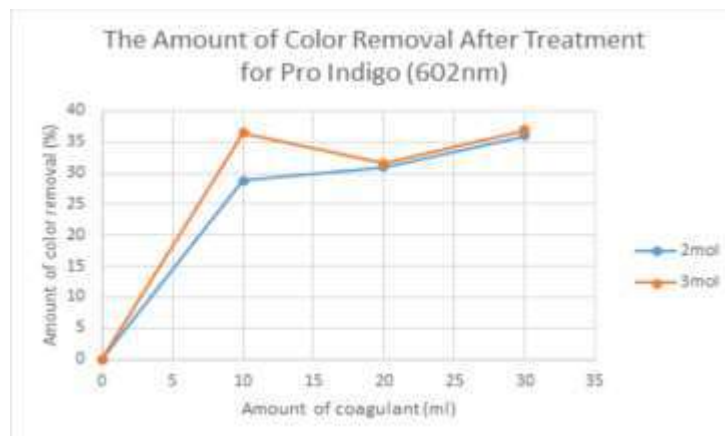


Figure 3: Graph of the Amount of Color Removal After Treatment for Pro Indigo (602nm)

For 2.0M, the highest amount of color removal is 36.04% after 30 ml of coagulant is mixed with sample textile waste water. The average of color removal for 2.0M concentration samples is 31.95% under Pro Indigo (602nm) wavelength. For 3.0M, the highest amount of color removal is 36.99% after 30 ml of coagulant is mixed with the sample waste water. The average of color removal for 3.0M concentration samples are 35.02%. To sum up, the amount of color removal increases as the amount of coagulant mixed with sample textile waste water increases.

5. CONCLUSION

In this study, it shows that for every wavelength, 30 ml of coagulant of 2.0M and 3.0M concentration samples recorded higher amount of color removal compared to 10ml and 20ml of coagulant. In conclusion, the highest amount of color removal is achieved through Congo Red (497nm) wavelength where high transmittance value when 30ml of coagulant mixed with sample textile waste water.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank the Research and Innovation Unit, Department of Petrochemical Engineering staff and Sincerely Dyeing & Finishing Sdn Bhd for their analytical support.

REFERENCES

- Yaseen, D. A., & Scholz, M. (2018). *Treatment of synthetic textile wastewater containing dye mixtures with microcosms*. Environmental Science and Pollution Research, 25(2), 1980-1997
- Mengistie A.A., T.S. Rao, A.P. Rao and M. Singanan, 2008. *Removal of lead (II) ions from aqueous solutions using activated carbon from militia ferruginea plant leaves*. Bull. Chem. Soc. Ethiop., 22: 239-360
- Bhuptawat, H., G.K. Folkard and S. Chandhari, 2007. *Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporating Moringa oleifera seed coagulant*. J. hazard. Mater., 142: 477-482
- Pritchard, M., T. Craven, T. Mkandawire, A.S. Edmondson and J.G. O'Neill, 2010. *A comparison between Moringa oleifera and chemical coagulants in the purification of drinking water – An alternative sustainable solution for developing countries*. Phys. Chem. Earth Parts A/B/C, 35: 798-805
- Saenz, C., E. Sepulveda and B. Matsuhira, 2004. *Opuntia spp mucilages: A functional component with industrial perspectives*. J. Arid Environ., 57: 275-290
- Yin, C.Y., 2010. *Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment*. Process Biochem., 45: 1437-1444
- Rinaudo, M., 2006. *Chitin and chitosan: Properties and applications*. Prog. Polym. Sci., 31: 603-632

Tahap Kesedaran Amalan Hijau Dalam Kalangan Pelajar di Kolej Komuniti Hulu Selangor

Wan Fadhilah W Abu Bakar , Nor Afifah Binti Roslan , Siti Norihan Binti Mohammad, Norain Binti Md Khamijah & Zubaidah Binti Mohd Esa

Kolej Komuniti Hulu Selangor, Batang Kali, Selangor

ABSTRAK

Kajian ini dilaksanakan adalah untuk memahami dan mengenalpasti tahap kesedaran dan amalan pelajar terhadap konsep amalan hijau dalam kalangan pelajar di Kolej Komuniti Hulu Selangor. Seramai 113 responden yang terdiri daripada pelajar semester semasa telah dipilih sebagai responden dengan menggunakan kaedah pengumpulan data kuantitatif di mana borang soal selidik secara atas talian telah diedarkan kepada pelajar sebagai instrumen kajian. Analisis data telah dijalankan dengan menggunakan data peratusan statistik responden kepada semua item soalan yang dikemukakan. Instrumen yang digunakan dalam kajian ini berbentuk soal selidik berskala Likert 1 hingga 5 yang dibahagikan kepada empat bahagian berkaitan profil demografi responden dan soalan berkaitan persoalan kajian. Secara keseluruhannya, hasil kajian mendapati tahap pengetahuan dan kesedaran responden terhadap penjimatan air, penjimatan tenaga dan pengamalan 3R adalah pada yang tahap yang sangat baik. Ini menunjukkan bahawa responden memahami dengan jelas konsep amalan hijau dalam kehidupan seharian mereka. Walaubagaimanapun, pengetahuan dan kesedaran yang baik belum menjamin pembudayaan amalan hijau dipraktikkan dalam kehidupan seharian. Oleh itu pihak institusi boleh menjadikan kajian ini sebagai asas untuk melaksanakan kempen yang lebih berkesan bagi meningkatkan tahap pengetahuan dan kesedaran pelajar dalam membudayakan amalan hijau demi kelestarian alam sekitar dan kehidupan sejahtera.

Kata Kunci: Tahap kesedaran, amalan hijau, penjimatan tenaga, penjimatan air, pengamalan 3R

1. PENGENALAN

Kesejahteraan manusia berkait rapat dengan kesihatan persekitaran. Manusia memerlukan udara bersih untuk bernafas, air untuk diminum dan tempat tinggal yang bebas daripada bahan toksik dan bahaya. Masalah alam sekitar seperti pencemaran, perubahan iklim dan sumber bahan semulajadi yang terhad merupakan isu sedunia yang membimbangkan (Haliza, 2010). Menurut Pertubuhan Kesihatan Sedunia, 24% kematian dapat dikesan berdasarkan kepada faktor persekitaran yang telah dilakukan oleh manusia akibat dari aktiviti pembangunan perindustrian, perhutanan dan termasuk tindakan negatif manusia dalam aktiviti seharian.

Diantara kesan yang akan diperolehi adalah dari segi pemanasan global yang mana akan berlakunya peningkatan suhu yang tinggi daripada suhu biasa. Hal ini akan menyebabkan berlakunya peningkatan gas rumah hijau di atmosfera. Mengikut kajian yang telah dijalankan, telah berlaku peningkatan paras karbon dioksida di atmosfera secara berterusan sejak lima dekad yang lepas yang mana telah membawa kepada pemanasan global. Di dalam laporan yang sama juga telah menunjukkan peningkatan hujan global sebanyak 2% pada abad ke 20.

Sebenarnya, terdapat ramai lagi dalam kalangan masyarakat dunia yang tidak sedar tentang kepentingan dalam melaksanakan amalan hijau dalam kehidupan seharian. Selain itu, masyarakat juga masih kurang mengambil tahu mengenai isu-isu alam sekitar dan kurang mengambil pengajaran daripada kejadian-kejadian bencana alam yang kerap berlaku sejak

kebelakangan ini. Kelestarian alam sekitar adalah tanggungjawab untuk memelihara sumber semulajadi dan melindungi ekosistem global bagi menyokong kesihatan dan kesejahteraan pada masa sekarang dan juga masa hadapan. Aspek utama yang diperlukan untuk menjayakan usaha dalam pengurusan alam sekitar adalah dengan adanya inisiatif pendidikan alam sekitar dan latihan yang akan memberi kesedaran yang berkesan kepada semua. Hal ini dapat dijalankan dengan adanya kerjasama di antara semua pihak samada pihak perseorangan ataupun organisasi.

Di Malaysia, amalan hijau telah diperkenalkan pada tahun 1960. Tetapi, walaupun sudah lama diperkenalkan, masih ramai lagi dalam kalangan masyarakat di Malaysia yang tidak memahami konsep amalan hijau dari persepsi kehidupan seharian mereka. Dalam usaha membangunkan dan menerapkan lagi konsep amalan hijau di Malaysia, pelbagai institusi pendidikan seperti sekolah, kolej dan juga universiti telah mengaplikasikan amalan hijau ini dalam kehidupan seharian mereka. Perkara ini merupakan salah satu usaha yang sangat baik kerana dari sudut pendidikan dan pembelajaran, mereka dapat menyedari dan mengamalkan bagaimana alam sekitar perlu dijaga dan diuruskan dengan baik. Tujuan kajian ini dilaksanakan adalah untuk memahami dan mengenalpasti tahap kesedaran dan amalan pelajar terhadap konsep amalan hijau dalam kehidupan seharian mereka.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Konsep Amalan Hijau

Konsep amalan hijau adalah merujuk kepada aktiviti dan amalan mesra alam sekitar yang melibatkan pengurangan pencemaran dan penggunaan bahan mesra alam semula jadi (Junainah & Hanim, 2020). Kasimu et al. (2012) telah membahagikan amalan hijau kepada empat kategori iaitu pengurusan tenaga, pengurusan sisa, penjimatan air dan sokongan umum untuk amalan hijau manakala Green Journal (2019) pula telah menggariskan dua sebab yang paling penting kenapa masyarakat perlu mengamalkan amalan hijau dalam kehidupan seharian iaitu demi kualiti hidup yang lebih baik dan demi menjaga alam sekitar. Di Malaysia, Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar Dan Perubahan Iklim (MESTECC) pada tahun 2019 telah melancarkan kempen menggalakkan budaya amalan hijau dikalangan pelajar di semua pusat pengajian tinggi awam dan swasta bagi membentuk pelajar untuk memelihara alam sekitar (Fazurawati, 2019). Terdapat kajian lepas yang dijalankan oleh Jessica et al. (2020) mendapati bahawa tiga pembolehubah yang telah digunakan dalam soal selidik iaitu pembolehubah pengetahuan alam sekitar, pengetahuan bahan kitar semula dan amalan penjagaan alam sekitar mendapati bahawa tahap pengetahuan responden dalam pengamalan amalan hijau adalah pada tahap sederhana. Pengkaji juga menyatakan bahawa pengamalan amalan hijau dikalangan pelajar dapat ditingkatkan dengan menerapkan elemen pembolehubah tersebut menerusi kurikulum di sekolah dan juga dengan sokongan serta dorongan ibu bapa dan masyarakat sekitar. Kajian lain pula menyatakan bahawa faktor pengetahuan dan kesedaran persekitaran mempengaruhi tingkah laku amalan hijau seseorang individu. Ini bermaksud bahawa apabila pengetahuan dan tahap kesedaran terhadap amalan hijau meningkat maka pengamalan amalan hijau dalam kehidupan seharian juga akan meningkat (Safari et al, 2018).

2.2 Komponen pembudayaan amalan hijau

2.2.1 Penjimatan Air

Air meliputi lebih dari dua pertiga permukaan bumi, tetapi kebanyakannya masin dan tidak boleh diminum. Dari keseluruhan air yang ada di muka bumi ini hanya 2.7% sahaja adalah terdiri dari sumber air tawar. Akan tetapi hanya 1% sahaja sumber air tawar yang dapat diakses melalui tasik, sungai dan sumber air bawah tanah. Sebilangan besar sumber air tawar yang ada tidak dapat diakses kerana berada di bahagian tersembunyi dari kitaran hidrologi dan di glasier seperti lembaran ais Antartika dan Greenland. Ini bermaksud sumber air yang selamat untuk diminum adalah sangat kecil iaitu lebih kurang 1% sahaja (Megersa Olumana Dinka, 2018). Di Malaysia, menurut statistik yang dikeluarkan oleh Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN), rakyat Malaysia secara puratanya menggunakan 201 liter air setiap orang sehari sedangkan Persatuan Bangsa-bangsa Bersatu (PBB) telah menetapkan bahawa keperluan air bagi setiap orang dalam sehari adalah sebanyak 165 liter orang sehari sahaja (Norshahzura Mat Zuki, 2021). Keadaan ini jelas menunjukkan bahawa tahap kesedaran rakyat Malaysia dalam penggunaan air secara berhemah adalah masih pada tahap yang tidak memuaskan.

2.2.2 Penjimatan Tenaga

Penjimatan tenaga atau lebih spesifiknya adalah merujuk kepada penjimatan tenaga elektrik merupakan salah satu amalan hijau yang wajib dipraktikkan demi kepentingan sejagat. Tenaga elektrik dijana dengan menggunakan sumber tenaga utama yang diperolehi daripada sumber fosil seperti bahan api, gas dan arang batu namun dunia sedang menghadapi cabaran bekalan tenaga yang tidak mencukupi dan mahal hasil dari kesan negatif aktiviti manusia kepada alam sekitar. Oleh itu, bekalan kepada sumber asli ini haruslah dijaga dan dipelihara sebaik mungkin dengan mengamalkan penjimatan tenaga elektrik demi mengekalkan kelestarian alam sekitar dan kesejahteraan generasi akan datang (Tuan Pah Rokiah et al, 2013). Laporan Tahunan Suruhanjaya Tenaga bagi tahun 2019 melaporkan bahawa permintaan maksimum elektrik bagi rakyat Malaysia terus meningkat sebanyak 1.2% kepada 18,566MW di Semenanjung Malaysia manakala permintaan di Sabah juga turut meningkat sebanyak 4.8% kepada 1,001MW. Satu kajian yang telah dijalankan di Universiti Utara Malaysia mendapati peningkatan jumlah penggunaan tenaga elektrik menyebabkan berlakunya pertambahan kadar pelepasan Karbon Dioksida (CO₂) yang memberi kesan kepada perubahan iklim. Keadaan ini telah mendorong pihak pengurusan universiti mengadakan pelbagai langkah pengurusan penjimatan tenaga elektrik, namun masalah peningkatan jumlah penggunaan tenaga elektrik masih berlaku dan memerlukan suatu bentuk kesedaran di kalangan warga kampus. Masalah ini diandaikan berpunca dari tahap kesedaran yang rendah dan langkah pengurusan penjimatan elektrik yang kurang berkesan (Tuan Pah Rokiah et al, 2013). Menurut kajian lain pula mendapati bahawa kebanyakan pelajar tidak mengambil berat berkenaan penjimatan tenaga elektrik. Pelajar hanya tahu menggunakan elektrik tanpa mengambil apa-apa inisiatif untuk mengurangkan penggunaan tenaga elektrik (Muhammad Khaidir Azmi et. al, 2018). Tuan Pah Rokiah et al. (2013) pula telah mengenalpasti hubungkait antara tahap kesedaran dalam diri mengenai penjimatan elektrik akan mewujudkan aspek tanggungjawab sekaligus dapat mengurangkan penggunaan elektrik.

2.2.3 Pengamalan 3R

Menurut Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara, pengamalan 3R adalah merujuk kepada konsep kitar semula iaitu *Reduce*, *Recycle* dan *Reuse*. *Reduce* merujuk kepada pengurangan kuantiti sampah yang dihasilkan. Konsep ini adalah dengan memberi perhatian kepada barang-barang yang dibeli, dihasilkan dan dibuang. *Recycle* secara keseluruhannya merujuk kepada konsep “Kitar Semula” yang bermaksud proses pengasingan sisa dan disalurkan kepada

organisasi atau kilang-kilang untuk diproses semula dan dijadikan produk baru untuk digunakan semula. *Reuse* (Guna Semula) pula merujuk kepada mengurangkan penjana sisa dan pembuangan dengan cara menggunakan semula barangan secara berulang kali. Satu kajian oleh Mior Amran Noor & Azhar (2013) yang dijalankan di sebuah institusi pendidikan telah mendapati bahawa tahap kesedaran ke atas kepentingan kitar semula di kalangan pelajar adalah tinggi dan responden menyatakan pandangan mereka bahawa amalan kitar semula merupakan amalan yang baik, mulia dan terpuji namun untuk mempraktikkannya di peringkat institusi adalah agak sukar. Kajian lain yang dijalankan oleh Junainah & Hanim (2020) pula menyatakan bahawa bimbingan dan galakan merupakan aspek penting dalam meningkatkan kesedaran tentang kepentingan mengamalkan amalan 3R di dalam diri pelajar. Semua pihak perlu memainkan peranan dengan mewujudkan lebih banyak aktiviti yang boleh memberi inspirasi dan motivasi kepada pelajar untuk melaksanakan amalan 3R dalam kehidupan seharian.

3. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan kaedah pengumpulan data kuantitatif melalui edaran borang soal selidik kepada responden secara atas talian. Penggunaan kaedah soal selidik ini digunakan bagi mendapatkan data berkenaan tahap kesedaran amalan hijau di kalangan pelajar Kolej Komuniti Hulu Selangor. Pemilihan sampel daripada responden adalah dipilih daripada pelajar semester semasa dan jumlah keseluruhan sample responden yang diterima adalah sebanyak 113.

Merujuk kepada saranan Roscoe (1975), beliau mencadangkan kadar jumlah sampel yang sesuai bagi menjalankan sesuatu kajian adalah sampel yang lebih besar dari 30 dan kurang dari 500 responden. Anggaran ini dipercayai sesuai untuk semua jenis kajian dan mencukupi untuk menganalisa data dengan lebih tepat. Memandangkan jumlah sampel yang telah dikumpul oleh penyelidik untuk kajian ini adalah sebanyak 113 orang pelajar, pengkaji merumuskan saiz sampel ini adalah kukuh untuk mencapai matlamat kajian bagi mendapatkan hasil dapatan kajian. Data bagi kajian ini dianalisis menggunakan data peratusan statistik responden kepada semua item soalan yang dikemukakan. Semua hasil keputusan yang diperolehi dibentangkan serta dipaparkan dalam bentuk yang lebih mudah dan jelas melalui graf, carta serta jadual. Melalui paparan tersebut data lebih mudah dianalisis dan difahami untuk huraian yang lebih berkesan.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Profil Demografi Responden

Jadual 1 : Ringkasan Demografi Responden

Demografi		Jumlah	Peratus
Jantina	Lelaki	49	43.8
	Perempuan	63	56.3
Umur	18-20 tahun	102	91.1
	21-23 tahun	9	8
	24-26 tahun	1	0.9
Program	Sijil Sistem Komputer dan Rangkaian (SSK)	65	58
	Sijil Pengembaraan Pelancongan	47	42

Semester Pengajian	Semester 1	9	8
	Semester 2	37	33
	Semester 3	26	23.2
	Semester 4	40	35.7

Jadual 1 dalam kajian ini menunjukkan profil demografi responden yang terlibat. Majoriti responden terdiri dalam kalangan perempuan iaitu 43.8 peratus daripada 112 responden. Bagi umur responden yang tertinggi melakukan soal selidik ini iaitu 91.1 peratus adalah dalam lingkungan 18-20 tahun. Manakala 9 responden iaitu 8 peratus dari jumlah keseluruhan dalam lingkungan 21-23 tahun. Analisa bagi program Sijil Sistem Komputer dan Rangkaian mendapati 58 peratus responden manakala bagi Program Sijil Pengembaraan Pelancongan adalah 42 peratus. Bagi Semester pengajian tertinggi adalah responden dari semester 4 iaitu 35.7 peratus.

4.2 Analisa Tahap Pengetahuan Pelajar Terhadap Amalan Hijau

Jadual 2 : Tahap Pengetahuan Pelajar Terhadap Penjimatan Air

Item	Skor 5 (peratus)	Skor 4 (peratus)	Skor 3 (peratus)	Skor 2 (peratus)	Skor 1 (peratus)
Air boleh dijimatkan dengan menutup paip air apabila tidak digunakan	82.1 92 responden	15.2 17 responden	2.7 3 responden	0	0
Air boleh dijimatkan sekiranya tiada kebocoran paip	71.4 80 responden	22.3 25 responden	6.3 7 responden	0	0
Air boleh dijimatkan sekiranya penggunaan air setiap hari dapat dikurangkan.	66.1 74 responden	26.8 30 responden	6.3 7 responden	0.9 1 responden	0
Kempen berkaitan penjimatan air adalah bagi mendidik pengguna seperti pelajar menggunakan air secara berhemah	75 84 responden	18.8 21 responden	5.4 6 responden	0.9 1 responden	0
Penjimatan air adalah tanggungjawab bersama semua pihak	83 93 responden	14.3 16 responden	1.8 2 responden	0.9 1 responden	0

Berdasarkan dari tinjauan soal selidik yang dijalankan, tahap pengetahuan dalam penjimatan air bagi keseluruhan item berada pada skor yang paling tinggi iaitu penjimatan air boleh berlaku sekiranya menutup paip air apabila tidak digunakan. Sebanyak 92 responden (82.1 peratus) menjawab skor 5 dari keseluruhan responden. Penjimatan air juga boleh berlaku sekiranya tiada kebocoran pada paip air. Perkara ini jelas apabila menunjukkan tahap pengetahuan pelajar amat tinggi bagi keseluruhan item berapa pada paras skor yang paling tinggi iaitu 80 responden (71.4 peratus) meletakkan skor 5. Dalam mengurangkan penggunaan air seharian dapat melakukan penjimatan air iaitu sebanyak 74 responden (66.1 peratus) menjawab pada skor 5. Selain itu, pelbagai kempen yang berkaitan penjimatan air yang dijalankan dapat meningkatkan kadar pengetahuan pelajar bagi memupuk kesedaran tentang amalan hijau. Sebanyak 84 responden (75 peratus) iaitu responden menjawab pada skor paling tinggi iaitu 5. Kadar skor 5

melambangkan kesedaran penjimatan air bagi semua pihak adalah sebanyak 93 responden (83 peratus) adalah sangat tinggi.

Jadual 3:Tahap Pengetahuan Pelajar Terhadap Penjimatan Elektrik

Item	Skor 5 (peratus)	Skor 4 (peratus)	Skor 3 (peratus)	Skor 2 (peratus)	Skor 1 (peratus)
Elektrik boleh dijimatkan sekiranya lampu dan kipas dipadamkan apabila tidak digunakan	79.5 89 responden	17.9 20 responden	0.9 1 responden	0.9 1 responden	0.9 1 responden
Elektrik boleh dijimatkan sekiranya peralatan komputer dipadamkan apabila tidak digunakan	75 84 responden	20.5 23 responden	2.7 3 responden	1.8 2 responden	
Elektrik boleh dijimatkan sekiranya aktiviti mengecas bateri telefon dapat dikurangkan	59.8 67 orang	28.6 32 orang	10.7 12 orang		0.9 1 responden
Elektrik boleh dijimatkan sekiranya lampu ditutup ketika tidur	84 75 responden	16.1 18 responden	6.3 7 responden	0.9 1 responden	1.8 2 responden
Penggunaan elektrik antara penyumbang utama kepada pelepasan Karbon Dioksida	43.8 49 responden	27.7 31 responden	24.1 27 responden	0.9 1 responden	3.6 4 responden

Berdasarkan kepada jadual tahap pengetahuan pelajar terhadap penjimatan elektrik, tahap kesedaran pelajar berada pada skor yang tinggi. Jika dilihat seramai 89 orang (79.5 peratus) pelajar yang memahami bahawa elektrik boleh dijimatkan sekiranya lampu dan kipas dipadamkan apabila tidak digunakan. Seramai 84 orang (75 peratus) pelajar mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap elektrik boleh dijimatkan sekiranya peralatan komputer dipadamkan apabila tidak digunakan. Seramai 67 orang (59.8%) pelajar mempunyai kesedaran bahawa elektrik boleh dijimatkan sekiranya aktiviti mengecas bateri telefon dapat dikurangkan. Pelajar juga memahami bahawa elektrik boleh dijimatkan sekiranya lampu ditutup ketika tidur dengan seramai 75 orang (84 peratus) menjawab skor tinggi. Seterusnya seramai 49 orang (43.8 peratus) pelajar mengetahui bahawa penggunaan elektrik antara penyumbang utama kepada pelepasan Karbon Dioksida.

Jadual 4:Tahap Pengetahuan Pelajar Terhadap Amalan 3R

Item	Skor 5 (peratus)	Skor 4 (peratus)	Skor 3 (peratus)	Skor 2 (peratus)	Skor 1 (peratus)
Saya faham hubungan warna tong kitar semula dan jenis sisa buangan yang sesuai dengannya	63.4 71 responden	30.4 34 responden	5.4 6 responden	0.9 1 responden	
Pelbagai jenis bahan kitar semula dimasukkan ke dalam tiga tong dikenali sebagai sistem kitar semula pelbagai aliran	60.7 68 responden	31.3 35 responden	7.1 8 responden	0.9 1 responden	

Saya selalu menggunakan tong kitar semula dengan betul (memasukkan buangan yang betul mengikut warna tong)	44.6 50 responden	38.4 43 responden	14.3 16 responden	1.8 2 responden	0.9 1 responden
--	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------

Berdasarkan kepada jadual tahap pengetahuan pelajar terhadap amalan 3R, berada pada skor yang tinggi yang mana pelajar mempunyai pengetahuan yang luas berkenaan dengan amalan 3R. Seramai 71 orang (63.4 peratus) faham hubungan warna tong kitar semula dan jenis sisa buangan yang sesuai dengannya. Manakala seramai 68 orang (60.7 peratus) faham bahawa pelbagai jenis bahan kitar semula dimasukkan ke dalam tiga tong yang dikenali sebagai sistem kitar semula. Seterusnya 50 orang (44.6 peratus) selalu menggunakan tong kitar semula dengan betul (memasukkan buangan yang betul mengikut warna).

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, tahap kesedaran amalan hijau di kalangan pelajar Kolej Komuniti Hulu Selangor berada pada tahap yang sangat baik. Pengetahuan Pelajar Terhadap Amalan Hijau berada pada kedudukan yang sangat baik di mana pelajar cukup jelas amalan yang baik dalam menjimatkan penggunaan air adalah dengan menutup air apabila tidak digunakan dan faham akan peranan penjimatan air adalah tanggungjawab bersama. Kempen-kempen penjimatan air juga dilihat sebagai satu keperluan bagi mendidik pengguna akan penjimatan air. Selain itu, Tahap pengetahuan pelajar Terhadap Penjimatan Elektrik juga tinggi dan mereka faham tindakan yang boleh dilakukan untuk penjimatan elektrik dengan menutup sumber elektrik apabila tidak digunakan. Tahap Pengetahuan Pelajar Terhadap Amalan 3R juga menunjukkan tahap yang baik. Namun, Amalan 3R seharusnya perlu dipertingkatkan lagi di kalangan para pelajar dengan memberikan penekanan kepada kepentingan Amalan 3R dan membudayakan penggunaan tong kitar semula. Penggunaan bahan elektronik yang jimat tenaga selain pembudayaan Jimat Air dan Elektrik perlu menjadi amalan harian demi memastikan amalan hijau yang baik di sesebuah institusi. Kajian ini mengukur kesedaran amalan hijau di kalangan pelajar Kolej Komuniti, kajian di masa akan datang mungkin boleh ditambahbaik dengan melihat kepada amalan hijau di kalangan warga kerja kerana mereka juga penyumbang kepada penggunaan air dan tenaga. Pemahaman dan pembudayaan amalan hijau menjadi tanggungjawab bersama bagi menjaga dan mengurus alam sekitar dengan lebih baik dan berkesan demi kesinambungan warga yang akan datang.

RUJUKAN

- Green Journal (2019), The Importance of Green Living in Our Life and Environment dimuat turun daripada <https://www.greenjournal.co.uk/2019/12/the-importance-of-green-living-in-our-life-and-environment/>
- Jessica Dato, Hanifah .M & et al. (2019). Pengetahuan dan Amalan Penjagaan Alam Sekitar dalam Kalangan Pelajar Pra-Sekolah. *Akademika* 90(1), April 2020: 3-13, 7-10. Dimuat turun daripada <https://doi.org/10.17576/akad-2020-9001-01>.
- Junainah, I. & Hanim, B. (2020) Pengetahuan dan Pengamalan Amalan Hijau dalam Kalangan Mahasiswa. *Proceeding of the 7th International Conference on Management and Muamalah 2020 (IComm 2020)*, 51-62

- Kasimu, A. B., Zaiton, S., & Hassan, H. (2012). Hotels involvement in sustainable tourism practices in Klang Valley. Malaysia. *International Journal of Economics and Management*, 6(1), 21–34.
- Kitar Semula (2015, 7 September). Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan. Dimuat turun daripada <https://jpspn.kpkt.gov.my/index.php/pages/view/131>
- Laporan Tahunan (2019). Suruhanjaya Tenaga (Energy Commission). Dimuat turun daripada https://www.st.gov.my/en/contents/files/download/87/Laporan_Tahunan_ST_2019.pdf
- Mior Ahmad Noor, M. A. N., & Abd Hamid, A. (2013). Tinjauan Pembudayaan Kitar Semula Dalam Kalangan Pelajar “Technical Vocational Education And Training” (TVET). *Journal of Techno-Social*, 5(2). Dimuat turun daripada <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JTS/article/view/1418>
- Megersa Olumana Dinka (21 Mac 2018). Safe Drinking Water: Concepts, Benefits, Principles and Standards, Water Challenges of an Urbanizing World, Matjaž Glavan, IntechOpen, DOI:10.5772/intechopen.71352. Dimuat turun daripada: <https://www.intechopen.com/books/water-challenges-of-an-urbanizing-world/safe-drinking-water-concepts-benefits-principles-and-standard>
- Muhammad Khaidir, A. & Noorazuan, M.H (2018). Perbandingan Penjimatan Penggunaan Tenaga Elektrik Antara Kolej Kediaman: Satu kajian di Universiti Kebangsaan Malaysia. *Jurnal Wacana Sarjana Vol. 2(4) Dis 2018: 1- 11*
- Norshahzura, M.Z. (2021, 23 Mac). Purata penggunaan air di Malaysia tinggi. Sinar Harian : Kumpulan Kraftangan Dimuat turun daripada <https://www.sinarharian.com.my/article/129828/Purata-penggunaan-air-di-Malaysia-tinggi>
- Safari, A., Salehzadeh, R., Panahi, R. and Abolghasemian, S. (2020), "Multiple pathways linking environmental knowledge and awareness to employees' green behavior", *Corporate Governance*, Vol. 18 No. 1, pp. 81-103 dimuat turun daripada <https://doi.org/10.1108/CG-08-2016-0168>
- Tuan Pah Rokiah, S.H & et al. (2013). Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian Alam Sekitar. *Prosiding PERKEM VIII, Jilid 2*, 979-990.

Tahap Pengetahuan, Kesedaran dan Amalan Terhadap Program Mampan Dalam Kalangan Kakitangan di Politeknik Mersing

Murugan Krishnan, Adzrina Aman & Fatin Nabilah Musa

Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Mersing, Johor

murugan@pmj.edu.my

ABSTRAK

Institusi Pengajian Tinggi di Malaysia yang berperanan sebagai sebuah institusi pendidikan dan penyelidikan perlu memberi penekanan terhadap isu kemampanan bagi menjamin usaha berterusan. Namun, penerimaan daripada staf kampus menyukarkan usaha-usaha kemampanan ini diteruskan lantaran tiada sokongan padu dan kesedaran yang tinggi akan pentingnya penjagaan alam sekitar. Objektif kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti tahap pengetahuan dan kesedaran terhadap kepentingan inisiatif kemampanan, dan mengkaji tahap amalan kemampanan di kalangan kakitangan di PMJ. Pengedaran borang soal-selidik dilakukan dan seramai 135 orang responden terlibat. Hasil kajian mendapati tahap pengetahuan dan kesedaran terhadap kemampanan ini adalah amat tinggi di kalangan warga kampus. Namun amalan dan kesediaan untuk terlibat sama dalam pelaksanaan berada pada tahap yang rendah dan harus dipertingkatkan. Pihak pengurusan wajar menyediakan lebih banyak keperluan secara menyeluruh dan jawatankuasa SmartGreenPolyCC PMJ perlu merangka lebih banyak program kesedaran dan aktiviti yang lebih menarik minat warga kampus agar amalan kelestarian dapat dijadikan satu budaya dalam kehidupan seharian mereka.

Kata Kunci: matlamat pembangunan mampan, kesedaran terhadap mampan, amalan mampan.

1. PENGENALAN

Pada masa kini, dunia sering dilanda dengan pencemaran alam sekitar dan perubahan iklim yang semakin meruncing. Kesan permasalahan ini telah memberi impak negatif kepada alam sekitar, masyarakat, dan ekonomi. Salah satu faktor yang mendorong kepada kesan tersebut adalah pembangunan pesat dan penggunaan sumber alam yang tidak terurus. Kehidupan kita perlu seimbang dan kelestarian bukan hanya bersandarkan ekonomi, tetapi harus melibatkan penjagaan alam. Pembangunan mampan secara amnya tidak hanya menumpukan kepada aspek alam sekitar, sebaliknya mengambil kira faktor seperti sosial dan pertumbuhan ekonomi bagi memastikan agenda pembangunan lebih menyeluruh. Agenda perubahan ini memastikan kepentingan semua lapisan masyarakat dijaga. Namun, ia masih kurang mendapat perhatian masyarakat (Ahmad et al., 2013). Pengetahuan dan kompetensi berkaitan pembangunan mampan tidak diberi penekanan.

Justeru, pihak politeknik dan kolej komuniti sebagai peneraju ilmu wajar memainkan peranan menerapkan pendidikan pembangunan mampan di kalangan warga kampus dan masyarakat. Politeknik telah menyahut saranan kelestarian sejak tahun 2016 dengan membangunkan *Blueprint PolyGreen* Politeknik Malaysia (JPPKK, 2016). JPKK telah mengambil inisiatif untuk melaksanakan pelan transformasi pendidikan mampan dengan menerbitkan *Blueprint SmartGreen PolyCC (BSGPC) - Fasa Kedua (2021-2026)*, iaitu dokumen pelan tindakan yang mengandungi garis panduan pelaksanaan amalan mampan yang bakal melahirkan insan TVET yang berketrampilan, kompeten, dan bertanggungjawab. Oleh hal yang demikian, kerjasama dan penyertaan daripada semua pihak berkepentingan diperlukan untuk mencapai pembangunan mampan secara efektif. Elemen penting dalam pembangunan mampan adalah

peranan yang dimainkan oleh kakitangannya, baik kakitangan pentadbiran dan akademik. Kesedaran terhadap pembangunan mampan perlu didahului dengan perubahan sikap dan amalan kakitangan di kampus sebagai teladan kepada pelajar untuk meneruskan usaha murni ini (Dyball, 2010; Bellou et al., 2017).

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Latar Belakang

Kempen pendidikan dan kesedaran alam sekitar dalam pelbagai bentuk penerangan, bahan bacaan, media cetak dan sosial telah diusahakan oleh pelbagai pihak bertanggungjawab. Walaubagaimanapun, ianya seolah-olah tidak memberi kesan kepada masyarakat. Tahap kesedaran masyarakat mengenai kepentingan menjaga alam sekitar masih pada tahap begitu rendah dan hampir mengecewakan.

Sejak tahun 2016, pelbagai jenis aktiviti penghijauan kampus dilaksanakan bagi menyahut saranan kelestarian mengikut panduan *Blueprint PolyGreen* Politeknik Malaysia - Fasa Pertama (2016-2020) oleh kebanyakan politeknik di Malaysia (JPKK, 2016). Namun hasilnya masih berada pada tahap yang kurang memuaskan. Pelbagai faktor yang menjadi halangan dan cabaran kepada kelestarian di politeknik adalah disebabkan oleh kekurangan dan kelemahan seperti kesedaran, minat dan penglibatan, struktur organisasi, sokongan pentadbiran, kekangan masa, kekurangan latihan berkaitan kemampanan, menolak perubahan dan golongan pihak yang mengharapkan mentaliti keuntungan sahaja. Walaupun tahap kefahaman terhadap kepentingan menjaga alam sekitar dalam kalangan pelajar dan kakitangan adalah tinggi, namun kesediaan untuk terlibat sama dalam amalan mengatasi masalah alam sekitar adalah pada tahap yang sederhana.

2.2 Kajian Kesedaran Terhadap Pembangunan Mampan

Pelbagai strategi, langkah dan tindakan dilakukan untuk meningkatkan penglibatan masyarakat Malaysia ke arah usaha menjaga dan melindungi alam sekitar, namun ternyata usaha ini kurang mendapat sambutan dalam kalangan masyarakat (Bakar et al., 2021). Pelbagai alasan diberikan, antaranya kesibukan seharian, tidak mempunyai masa, kurang berminat dengan isu alam sekitar serta kesukaran mendapatkan maklumat tentang alam sekitar. Sekiranya laporan dibuat terhadap mereka yang mencemari persekitaran, masyarakat sering beranggapan tindakan sewajarnya gagal diambil oleh pihak berkaitan selain kes mengambil masa yang lama untuk didakwa.

Kajian yang dijalankan oleh Bakar et al. (2013) mendapati kesedaran dalam kalangan pengguna yang berpendidikan tinggi terhadap produk mesra alam masih berada pada tahap yang rendah. Kebanyakan responden tidak memberi keutamaan kepada produk hijau semasa membuat pembelian dan tidak bersedia untuk membayar lebih bagi semua produk mesra alam tetapi hanya sanggup melakukan demikian bagi sesetengah produk hijau. Namun, secara keseluruhannya persepsi terhadap produk hijau adalah positif (Saidi et al., 2017).

Dapatan oleh Zurina et al. (2003) mengenai tahap kesedaran alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti mendapati, kesedaran terhadap alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti adalah pada tahap yang tinggi tetapi kesediaan pelajar untuk terlibat sama dalam mengatasi masalah alam sekitar adalah terlalu minimum. Hassan et al. (2011) dan Hashim et al. (2015) mendapati hasil yang sama melalui kajiannya yang mana pengetahuan dan sikap pelajar berada pada tahap yang tinggi namun amalan terhadap alam sekitar berada pada tahap yang sederhana.

Dapatan kajian tersebut selaras dengan pendapat Azizan (2018) yang mengatakan bahawa pelajar-pelajar mempunyai kesedaran yang baik mengenai masalah alam sekitar tetapi kesedaran ini tidak lagi diubahkan kepada satu praktikal. Dapatan kajian tersebut selaras dengan pendapat Ayob et. al. (2004) dan San et al. (2011) yang menyatakan bahawa kesedaran terhadap isu-isu alam sekitar dan kesedaran bahawa alam sekitar perlu dipelihara telah meningkat dalam kalangan masyarakat, tetapi tahap penglibatan individu dalam aktiviti-aktiviti pemeliharaan alam sekitar masih di peringkat yang rendah.

Dalam konteks yang lebih kecil, kakitangan dalam kampus harus mempunyai kesedaran dan memainkan peranan penting dalam mendidik pelajar seterusnya mendidik masyarakat untuk memelihara alam sekitar. Velazquez et al. (2006) menegaskan bahawa kurangnya kesedaran dan pengetahuan kelestarian akan membawa kepada tingkah laku yang tidak lestari. Di samping itu, ia akan mempengaruhi tahap penyertaan di kalangan pelajar, kakitangan dan komuniti. Davis et al. (2009) dalam kajiannya mendapati bahawa kepercayaan dan sikap kakitangan terhadap kelestarian mencerminkan tingkah laku pembangunan lestari di tempat kerja. Selain itu, sikap kakitangan secara tidak lansung boleh mempengaruhi budaya universiti. Penglibatan pelajar dan staf serta penyertaan masyarakat dalam inisiatif kelestarian adalah salah satu prinsip utama untuk perubahan institusi (Tilbury et al. 2005).

2.3 Amalan Aktiviti Mampan di Politeknik Mersing

Pelbagai inisiatif telah dilaksanakan di kampus PMJ bagi menerapkan konsep kemampanan di semua peringkat warga kampus sejak tahun 2015. PMJ juga telah melaksanakan pelbagai aktiviti bagi menyokong penuh pelaksanaan pembangunan mampan. Program *PMJ Towards Carbon Free Campus* yang dilancarkan pada 21 Jun 2007 bertujuan menyelaraskan pelaksanaan pembangunan kemampanan secara menyeluruh dengan menggunakan jawatankuasa polygreen.

Aktiviti tanam pokok buah-buahan ini telah dilaksanakan pada tahun 2015 secara besar-besaran dengan kerjasama warga kampus. Sebanyak 50 pokok buah-buahan telah ditanam dalam program ini. Hampir 80% pokok-pokok ini telah membesar dan ada yang telah mengeluarkan hasil pada hari ini. Hasil aktiviti ini telah memberi kesedaran kepada warga kampus tentang kepentingan udara yang bersih dan persekitaran yang sihat. Matlamat pembangunan mampan yang dicapai menerusi aktiviti ini adalah SDG3: Memastikan Kehidupan yang Sihat dan Menggalakkan Kesejahteraan untuk Semua.

Selain itu, kempen kesedaran penjimatan tenaga elektrik dan kesan pelepasan jejak karbon telah dilaksanakan dalam mengurangkan kos bil elektrik seperti pemasangan Timer, penetapan suhu penyamanan udara kepada 24° Celsius, menghadkan masa operasi *chiller* bagi penyamanan udara pusat bermula 8.30 pagi sehingga 4.30 petang, pemasangan *sensor* PIR pada laluan koridor di bengkel dan makmal. Dengan usahasama semua warga PMJ dapat membuat penjimatan kos sehingga RM35,000 setahun. Matlamat pembangunan mampan yang dicapai menerusi aktiviti ini adalah SDG13: Mengambil Tindakan Segera untuk Memerangi Perubahan Iklim dan Kesan-kesannya.

Satu lagi inisiatif yang dilaksanakan di PMJ adalah melalui projek agro dengan kaedah fertigasi yang menggunakan teknologi IoT dalam sektor pertanian. Hasil daripada geran T-ARGS yang diperolehi, PMJ berjaya mencipta system aplikasi pemantauan aktiviti pertanian dengan menggunakan telefon bimbit dan setiap aktiviti pertanian seperti proses penyiraman,

pembancuhan baja, semburan racun serangga, pemantauan kawalan suhu dan pemantauan tapak projek dilakukan dengan kaedah automatik menggunakan telefon bimbit sahaja. Matlamat pembangunan mampan yang dicapai menerusi aktiviti ini adalah SDG4: Memastikan Pendidikan Berkualiti Inklusif dan Saksama dan Menggalakkan Peluang Pembelajaran Sepanjang Hayat untuk Semua.

Seterusnya, projek kitar semula sisa makanan merupakan salah satu aktiviti yang diusahakan oleh pelajar Kelab Mesra Alam PMJ pada setiap semester. Sisa makanan dari Kafeteria dan kantin dikumpulkan dan seterusnya dijadikan baja komposit. Seterusnya baja komposit tersebut digunakan untuk projek agro dan projek tanaman pokok buah-buahan di kampus. Matlamat pembangunan mampan yang dicapai menerusi aktiviti ini adalah SDG8: Menggalakkan Pertumbuhan Ekonomi Mampan, Inklusif, Gunatenaga Penuh, Produktif dan Kerja yang Bersesuaian untuk Semua.

Projek pengumpulan air hujan ini merupakan penggunaan air hujan untuk projek agro di PMJ. Proses pengumpulan air hujan ini dibina di tapak projek agro dan air hujan dikumpulkan dengan menggunakan sesalur *gutter* yang dipasang pada Rumah Pelindung Hujan. Air hujan ini seterusnya digunakan untuk penyiraman projek pertanian serta digunakan untuk tujuan mengurangkan suhu di tapak projek dimana, pada masa cuaca terlalu panas sprinkler akan berfungsi secara automatik dengan bantuan sensor dan menyembur air hujan dari tangki simpanan ke tapak projek. Matlamat pembangunan mampan yang dicapai menerusi aktiviti ini adalah SDG6: Memastikan Ketersediaan dan Pengurusan Air dan Sanitasi yang Mampan. Selain itu, projek kitar semula 3R ini merupakan aktiviti amalan sepanjang masa yang dilaksanakan. Barang-barang kitar semula seperti kertas, plastik dan botol ini dikumpulkan oleh setiap unit dan jabatan dan seterusnya dijual kepada pihak luar. Hasil jualan ini digunakan untuk aktiviti ekosistem di kampus.

Di samping itu, PMJ telah menetapkan beberapa dasar dan polisi dalam menjayakan program penghijauan kampus untuk dipatuhi oleh warga PMJ dalam aktiviti seharian. Antaranya adalah Polisi Tenaga PMJ dimana setiap warga harus mematuhi garis panduan penggunaan peralatan elektronik di pejabat dan asrama, dasar larangan penggunaan polisterin di kampus, dasar larangan penggunaan barangan plastik pada setiap hari Rabu di kampus, polisi penggunaan e-dokumen untuk urusan rasmi dan mengurangkan penggunaan kertas bercetak.

Secara umumnya, pelbagai inisiatif dan kaedah digunakan untuk melaksanakan aktiviti-aktiviti tersebut dengan kerjasama warga kampus. Namun sokongan dan kesanggupan warga kampus mengambil bahagian dalam aktiviti mampan ini masih pada tahap yang rendah.

3. METODOLOGI

Politeknik Mersing Johor terletak di selatan semenanjung Malaysia, di daerah Mersing, Johor. Dengan keluasan 50 Hektar, Politeknik Mersing merangkumi 34 bangunan dalam pelbagai saiz, 3 blok kediaman asrama dengan kapasiti sebanyak 300 bilik, dan 1 pejabat pentadbiran. Terkini, seramai 1779 orang pelajar serta 193 orang kakitangan sedang berkhidmat di sini.

Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif bagi mendapatkan maklumbalas. Bagi tujuan penyelidikan, borang soal selidik telah diedarkan kepada semua staf PMJ. Bahagian pertama soal selidik berkaitan dengan latar belakang responden seperti jawatan, umur, jantina, jabatan dan tempat kediaman. Manakala bahagian kedua dipecahkan kepada lima elemen penting iaitu

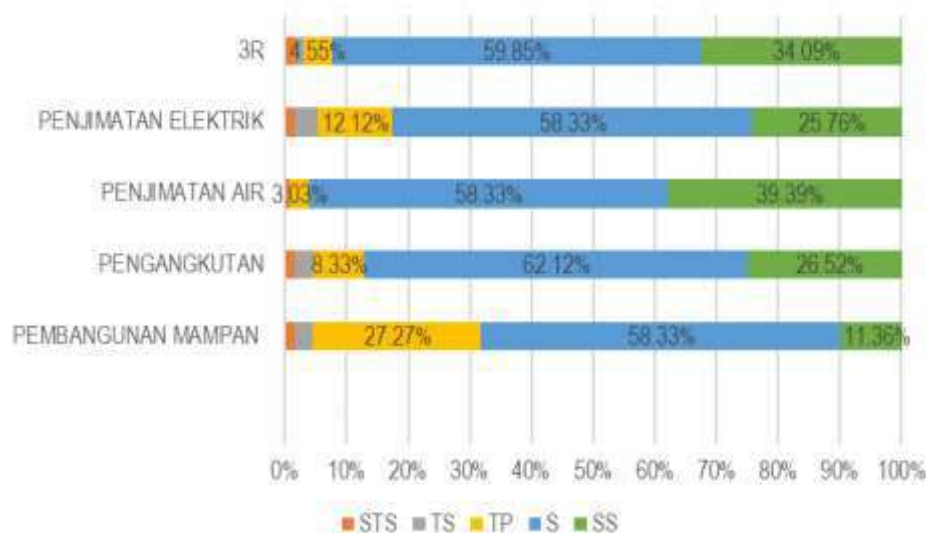
pembangunan mampan, pengangkutan, penjimatan air, penjimatan elektrik dan 3R. Di setiap elemen tersebut merangkumi asas pengetahuan, kesedaran serta amalan terhadap program mampan.

Responden kajian adalah seramai 135 orang yang terdiri daripada 22 orang staf bukan akademik dan 113 orang staf akademik. Pemilihan responden dibuat berdasarkan kaedah persampelan mudah. Instrumen kajian yang digunakan adalah borang soal-selidik berbentuk soalan tertutup. Data kajian dianalisis menggunakan *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 21 dan dihuraikan dalam bentuk deskriptif.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil daripada dapatan soal selidik ini dibahagikan kepada tiga kategori utama iaitu tahap pengetahuan, kesedaran dan amalan warga PMJ terhadap program-program mampan yang dilaksanakan di PMJ iaitu program 3R, program penjimatan elektrik, program penjimatan air, program pengangkutan dan program pembangunan mampan.

4.1 Tahap Pengetahuan Terhadap Program Mampan

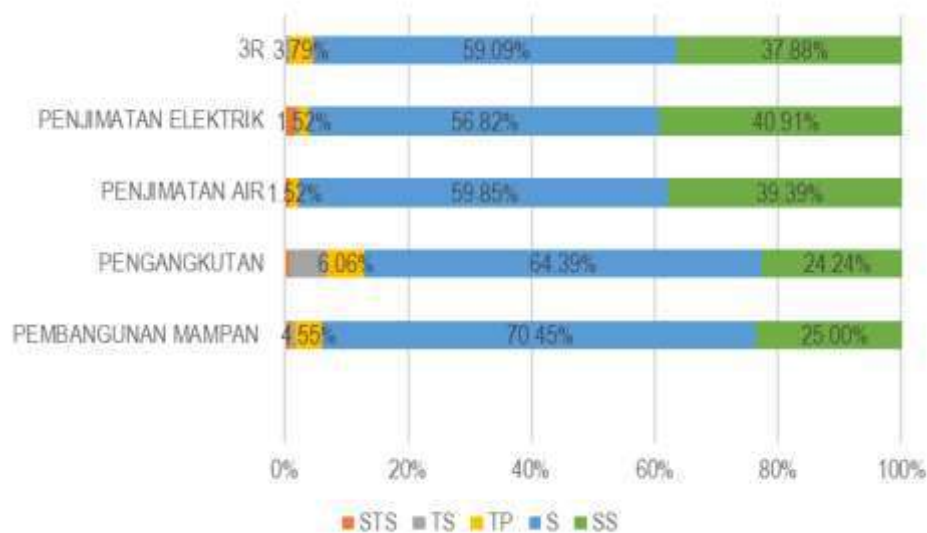


Rajah 1: Pengetahuan terhadap program mampan

Pengetahuan responden terhadap program mampan mengikut elemen ditunjukkan di Rajah 1. Berdasarkan graf ini, didapati sebanyak 39.39% sangat setuju dengan pengetahuan program mampan penjimatan air dan ini merupakan skor tertinggi. Ini diikuti sebanyak 34.09% sangat setuju dengan pengetahuan program mampan 3R. Sebanyak 26.52% sangat setuju dengan pengetahuan program mampan pengangkutan. Sebanyak 25.76% pula sangat setuju dengan pengetahuan program mampan penjimatan elektrik dan 11.36% sangat setuju dengan pengetahuan pembangunan mampan. Seperti yang dapat dianalisa, majoriti responden mempunyai pengetahuan asas mengenai program mampan. Hal ini disebabkan perkembangan teknologi yang secara tidak langsung membantu penyampaian maklumat dengan lebih berkesan dan pantas (Ehrlich et al., 1999). Walaubagaimanapun, analisa menunjukkan responden masih kurang jelas mengenai pembangunan mampan. Hal ini mungkin disebabkan pembangunan mampan tidak mempengaruhi kehidupan responden secara lebih dekat berbanding elemen lain.

4.2 Tahap Kesedaran Terhadap Program Mampan

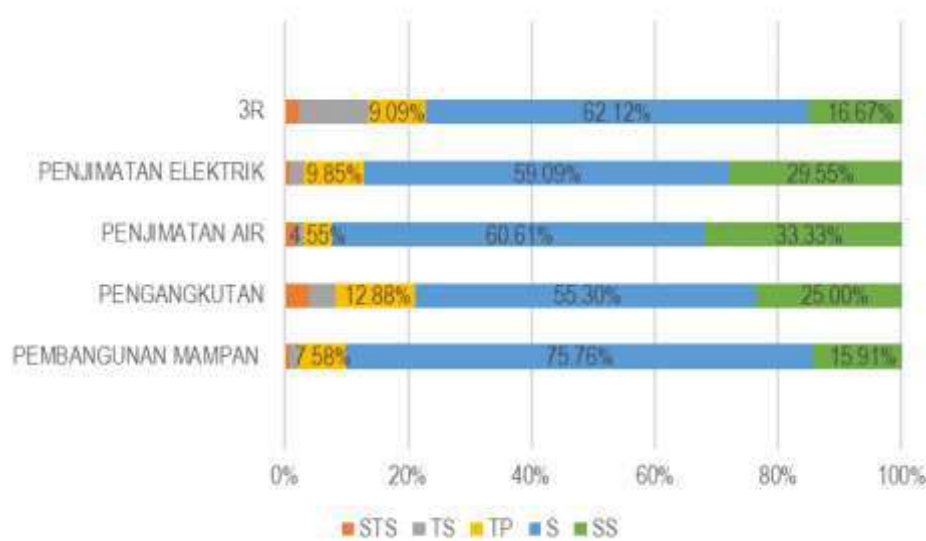
Rajah 2 menunjukkan tahap kesedaran terhadap program mampan. Berdasarkan graf ini, didapati sebanyak 40.91% sangat setuju dengan kesedaran program mampan penjimatan elektrik. Ini diikuti sebanyak 39.39% sangat setuju dengan kesedaran program mampan penjimatan air. Sebanyak 37.88% sangat setuju dengan kesedaran program mampan 3R. Sebanyak 25% pula sangat setuju dengan kesedaran program pembangunan mampan dan 24.24% sangat setuju dengan kesedaran program mampan pengangkutan. Majoriti responden sedar tentang peranan dan tanggungjawab terhadap program-program mampan ini. Ini mungkin disebabkan selari dengan perkembangan teknologi dan kempen kesedaran mampan yang banyak di media sosial (Zita et al., 2014; Hamid et al., 2017). Selain itu, kempen dan program hijau yang dianjurkan oleh pasukan SmartGreen PMJ berjaya memberi impak yang baik dan berkesan dalam menanamkan kesedaran tentang program mampan di kalangan warga PMJ.



Rajah 2: Kesedaran terhadap program mampan

4.3 Tahap Amalan Terhadap Program Mampan

Tahap amalan terhadap program mampan ditunjukkan dalam Rajah 3. Segelintir responden mengamalkan amalan mampan yang baik dalam kehidupan seharian mereka. Walaubagaimanapun, masih ada lagi segelintir responden yang kurang mengamalkan amalan mampan yang baik. Ini dapat dilihat berdasarkan analisis yang dijalankan, didapati tahap amalan penjimatan air merupakan skor tertinggi bagi dapatan sangat setuju iaitu sebanyak 33.33% dan 60.61% setuju. Ini diikuti sebanyak 29.55% sangat setuju dengan amalan penjimatan elektrik dan 59.09% setuju. Sebanyak 25% sangat setuju dengan amalan program mampan berkaitan dengan pengangkutan. Sebanyak 16.67% pula sangat setuju dengan amalan 3R dan 15.91% sangat setuju dengan amalan pembangunan mampan. Amalan-amalan program mampan menjadi kurang diamalkan mungkin disebabkan oleh kurangnya galakan dan inisiatif daripada pelbagai pihak dalam membantu menerapkan amalan mampan ini sebagai amalan dalam kehidupan seharian warga PMJ.



Rajah 3: Amalan terhadap program mampan

5. KESIMPULAN

Hasil kajian mendapati bahawa warga PMJ mempunyai tahap pengetahuan dan kesedaran terhadap program mampan ini adalah tinggi. Namun, tahap amalan dan kesediaan untuk terlibat sama dalam pelaksanaan program mampan berada pada tahap yang rendah. Bagi meningkatkan tahap amalan program mampan di kalangan warga PMJ, semua pihak perlu menggembleng tenaga, idea dan usaha untuk mencapai objektif. Program-program kesedaran dan aktiviti yang lebih menarik perlu dirangka dengan lebih banyak supaya dapat menarik minat warga PMJ agar amalan kelestarian ini dapat dijadikan satu budaya dalam kehidupan seharian mereka.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada semua kakitangan Politeknik Mersing Johor dalam usaha memberi kerjasama yang baik menjawab soal selidik dengan jujur. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pasukan jawatankuasa SmartGreenPolyCC PMJ atas usaha membantu melaksanakan program mampan di PMJ.

RUJUKAN

- Ahmad, A. H., bin Khalid, M. S., & bin Pon, Y. (2013). Ke arah pembangunan mampan setempat: Pelaksanaan Local Agenda 21 oleh pihak berkuasa tempatan di Malaysia. *SOSIOHUMANIKA*, 6(2).
- Ayob, W., Ismail, H., & Hussain, T. R. S. (2004). Sokongan dan penglibatan masyarakat ke arah pemantapan pengurusan alam sekitar mampan. In *Seminar Kebangsaan Geografi dan Alam Sekitar, Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia*.
- Azizan, A. S. (2008). Kita hanya menumpang. Pemanasan global.

- Bakar, M. F. A., & Kadir, N. A. (2021). Persepsi komuniti kampus terhadap inisiatif dan amalan kelestarian di Universiti Sains Malaysia (Campus community's perception of sustainability initiatives and practices in Universiti Sains Malaysia). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 17(1).
- Bakar, H. A., Abd Aziz, N., Narwawi, N. A. M., Abd Latif, N., Ijas, N. M., & Sharaai, A. H. (2013). kajian perhubungan antara kesedaran alam sekitar dengan tingkah laku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti; Kajian kes: pelajar tahun satu Universiti Putra Malaysia (UPM). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
- Bellou, C., Petreniti, V., & Skanavis, C. (2017). Greening the campus intentions: a study of the University of the Aegean non-academic staff. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK). (2021-2025). Blueprint SmartGreen PolyCC
- Davis, G., O'Callaghan, F. & Knox, K. (2009). Sustainable attitudes and behaviours amongst a sample of non-academic staff: A case study from an Information Services Department, Griffith University, Brisbane. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10, 136-151.
- Ehrlich, P. R., Wolff, G., Daily, G. C., Hughes, J. B., Daily, S., Dalton, M., & Goulder, L. (1999). Knowledge and the environment. *Ecological economics*, 30(2), 267-284.
- Hamid, S., Ijab, M. T., Sulaiman, H., Anwar, R. M., & Norman, A. A. (2017). Social media for environmental sustainability awareness in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.
- Hashim, A. A., & Othman, A. A. (2015). Penglibatan terhadap aktiviti kelestarian alam sekitar dalam kalangan pelajar Universiti Utara Malaysia.
- Hassan, A., Rahman, N. A., & Abdullah, S. I. S. S. (2011). The level of environmental knowledge, awareness, attitudes and practices among UKM students. *University Kebangsaan, Malaysia*, 13, 5-8.
- Saidi, Z. A. S. A., & Er, A. C. (2017). Penggunaan bekas makanan mesra alam di Malaysia: Kajian awal pengetahuan dan kesanggupan pelajar Universiti Kebangsaan Malaysia. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 12(10).
- San, T. P., & Azman, N. (2011). Hubungan antara komitmen terhadap alam sekitar dengan tingkah laku mesra alam sekitar dalam kalangan pelajar universiti. *Malaysian Journal On Student Advancement*, (14).
- Tilbury, D., Keogh, A., Leighton, A. & Kent, J. (2005). A National Review of Environmental Education and its Contribution to Sustainability in Australia: Further and Higher Education. Canberra: Australian Government Department of the Environment and Heritage and Australian Research Institute in Education for Sustainability (ARIES).

Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A. & Taddei, J. (2006). Sustainable university: what can be the matter? *Journal of Cleaner Production*,14,810-819.

Zita, M., Burger, C., & Scholtz, B. (2014). The Use of Social Media as an Enabler to Create Environmental Awareness of Staff in Higher Education. In *EnviroInfo* (pp. 405-412).

Zurina, M., & Norjan, Y. (2003). Kesedaran alam sekitar: Tinjauan awal di kalangan pelajar Universiti Kebangsaan Malaysia. In *Prosiding Seminar Kebangsaan Pengurusan Persekitaran* (pp. 8-9).

The Impact Of The Aquaculture Sector On The Environment – A Perspective Review

Siti Norisikin Abas & Mohamad Azri Bin Mohammad

Kolej Komuniti Jerantut, Jerantut, Pahang

sitinorisikinabas@gmail.com

ABSTRACT

The aquaculture and fishing industries each have their own set of advantages and disadvantages in terms of the environment. The diversity of applications for systems such as cage culture, pond culture, and IMTAs has a variety of consequences. Pesticides, herbicides, and other chemicals are used in agriculture and have an impact on fish, ecosystems, the environment, and even people. Maintaining the aquaculture and fishing sectors and ensuring that they do not have any negative consequences is critical. A combination of observation and surveys based on secondary data were utilised in this investigation. The data information is derived from secondary data sources obtained from the Department of Fisheries (DOF), the Ministry of Agriculture and Food Industry (MAFI), and the Department of the Environment (DOE). It is necessary to do both computerised and manual searches of the literature in order to conduct data analysis, in addition to reviewing articles. According to this perspective review, the aquaculture and fisheries sector's consequences for environmental sustainability are discussed in detail.

Keywords: Aquaculture, fisheries, environmental circumstance.

1. INTRODUCTION

Aquaculture, according to the FAO, is aquatic organism farming. Aquatic organisms include fish, mollusks, crustaceans and even aquatic plants. In aquaculture, there are several functions that are closely related to livestock, namely stocking density, nutrition, and water quality care and disease control. Aquaculture is divided into three parts according to the environment, namely freshwater, brackish water and marine water. For freshwater aquaculture, farming methods include ponds, cages, pens, tanks and raceways (Dabi, 2015). The intention of aquaculture production is to produce fish for food. The aquaculture sector is one of the most active developing food trades because of continued demand and overexploitation activities on the wild fish stock over several decades (Bohnes & Laurent, 2021; Rosa et al., 2020). In the global, the aquaculture sector is determined as a growing sector which is important as a primary source supplier of protein to all the generations and population worldwide nowadays (Shamsi, 2019).

The increasing pattern of fish feed production and cultivation results in a negative impact on the environment. For example, it reduces the water quality, stresses the marine population, interrupts the freshwater and brackish ecosystem and also decreases the wild fish population. The sustainable aquaculture system approach, for example, Integrated Multitrophic Aquaculture Systems (IMTAs) and the offshore cage system also have a variety of implications for our natural resources of water and for the fish native population. Aquaculture and its impact on nature is a very complex issue. Various issues related to nature include waste disposal of chemicals such as heavy metals, destruction of areas with high biodiversity such as mangrove forests and wetlands, transfer of diseases and parasites to the surrounding ecosystems, bycatch and benthos destruction (Chary et al., 2020). The impact of aquaculture on the environment is

divided into 5 according to the reduction in the number of fish catches, waste from ponds released into national waters, the spread of disease and introducing alien species. However, there are also some major effects involving aquaculture by pond, cage or in the open sea (Bergqvist & Gunnarsson, 2013).

2. LITERATURE REVIEW

Environmental and economic sustainability are key components of sustainable aquaculture. It also conveys a cohesive and common meaning to the audience. It addresses several critical problems that need to be addressed as a matter of urgency. Environmental sustainability, social sustainability, economic sustainability, and technical sustainability are all important concerns that are intimately connected to the production of sustainable aquaculture. Sustainable Aquaculture is comprised of five components. For example, environmental sustainability helps to keep negative consequences such as pollution to a bare minimum. Economic prospects, for example, offer long-term financial ease by lowering the likelihood of inflation. It provides consumers, mostly individuals, with long-term benefits as a result of the social aspect. Technology, on the other hand, has the potential to increase production while simultaneously decreasing poverty in other developing markets. In aquaculture, there is a significant link between the industry and the environment.

These aquaculture activities have a number of major consequences, including the destruction of mangrove swamps, the deterioration of fish habitat, the reduction of the use of clean water, fish feed-related issues, and biosecurity risks. For example, mangrove swamps are very productive, especially for the people who live in the surrounding area. The roots of the mangrove wetlands will provide oxygen and an anchor on the surface noises that will be breathed. Little trees cling to large trees in the early stages of development. Mangrove swamp forest areas are essential for the fragmentation of biodiversity because they provide a natural barrier. It is possible to find small fish, amphibians, tortoises, and even birds in this area. The mangrove swamp forest provides a haven for a variety of wildlife (Pham & Yoshino, 2016) Moreover, this area of mangroves serves as a nursery for fish and crabs, thus when they are destroyed, the population of these animals is adversely affected. The habitat for fish and shrimp has been destroyed as a result of the destruction of mangrove forests, which has occurred during the construction of fish and shrimp ponds. Furthermore, the cliffs around the coastal area are being eroded as a result. The expansion of the aquaculture sector necessitates the establishment of huge production areas and the use of significant quantities of water supply. In order to produce production, it is absolutely necessary to have a continuous source of energy, such as electricity.

3. METHODOLOGY

Observation and collection data information are from The Department of Fisheries (DoF), Malaysian Ministry of Agriculture and Food Industries (MAFI) and Department of Environment (DOE). The information comes from a secondary data for the aquaculture entrepreneur in Terengganu, Malaysia. Observation is suitable method for this study because it is a preliminary study. For data analysis an electronic and manual research of the literature was done to identify published reports on aquaculture entrepreneur that have been working on cages culture system. Review papers were given a sense of interest.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Antibiotics overused in aquaculture

Antibiotics are used to reduce illness outbreaks while promoting fish growth. Aquaculture is associated with chemical treatment of diseased fish. Antibiotics used in aquaculture are incorporated in feed, but up to 80% are excreted as faeces or fish urinating. Degradation products imbedded in the water column and surroundings include fish excrement, urine, and uneaten fish meal (Lulijwa et al., 2020). Antibiotics are heavily used in Asean, particularly in shrimp aquaculture. Antibiotics have been used for almost 50 years in Asia, Europe, the USA, Canada, and other nations. These include Vietnam (39), China (33) and Bangladesh (32). (21). A major problem with antibiotics is the spread of Antimicrobial Resistance Bacteria (MAR) from the environment to people. Antibiotic residues will accumulate in the riverbed, changing the microbial community. The coral residents have antibiotic resistance to Tetracycline, Vancomycin, and Rifampicin, according to Hedberg et al. (2018). Even though the coral population is 660m distant from the fish farm, antibiotic usage affects our marine ecosystems' flora and fauna. Antibiotic overuse in Vietnam has harmed nearby coral reefs. Normally, mucus protects the coral layer from infection and illness. However, antibiotics have contaminated certain areas and damaged coral reefs (Hedberg et al., 2018). Antibiotic resistance has been shown to have harmful effects on plankton variety, changing the food chain in the water column, affecting both tiny and large fish. Antibiotic resistance genes will be around in the ecology for years.

4.2 Cage Culture With Reverse Impact To Environment

Marine fishes need high technology for their culture systems. Some countries' governments suggested farmers do aquaculture in the offshore compared to the onshore to avoid any pollution to the coastal waters. Most of these technologies apply to developed countries, for example, the United States and China. When mass aquaculture production increases, the nearing area has an impact on the environment. The net-pen culture system has an influence on the wild fish and ocean ecosystem (Debruyn et al., 2006). Salmon sea farming in Ahousaht First Nation located on Vancouver Island was detected to raise the mercury concentration in the body of rockfish species (Fig 2). It is because of this fish habitat near to the farm. Waste feed and fish faeces increase the amount of methylmercury inside the body of fish. It appears there is in return the fish production also affects the wild fish population. There are several effects on the local ecosystem. For example, salmon farming can not only cause fish escape but it can also cause genetic contamination to wild stock and increase the level of parasitism to wild fish. 156 tonnes of copper have been released to the environment as an antifouling treatment in cage salmon farming (Mente et al., 2006).



Figure 2: Showed the rockfish species is a native species and the area (Debruyn et al., 2006)

The cage Aquaculture farming is always connected with the highest losses of feed. The water quality in return will decrease because of the abundance of the uneaten feed and of the faeces from the fish. The uneaten fish feed and the faeces will result in eutrophication. The abundance of the unexpected nutrient will increase the ammonia percentage in the water column (Molisani et al., 2015). Fish farming in cages also has side effects on the environment. It has a negative impact on nature. For example, uneaten food and fish faeces will cause sediment under the cage to rise high. For example, the change in benthos content near the fish cage area is due to the stocking density in the cage. This can also be attributed to over-feeding and not following the proper methods recommended by the FAO (Mente et al., 2006).

Salmon farming contributes to 6% of total Nitrogen and 13% of Phosphorus input to the marine environment. The impact on this benthos can be up to 25m away from the cage depending on the ecosystem and the environment. Studies show that sea beds near fish cages will experience chronic pollution. This situation will take up to a year to recover. In addition, nutrient release from uneaten food and faeces will react with temperature. If the area is experiencing hot temperatures such as summer and early autumn, there will definitely be nutrient enrichment which causes algal bloom and oxygen level will decrease at a rapid rate. Algal bloom due to the ecosystem in nutrient-rich water has caused high mortality for wild species close to the area. Excess nutrient effects do not just apply to salmon farming. But this case is also associated with the farming of marine lobster (*Panulirus ornatus*) and (*Panulirus Homarus*) in Vietnam. Organic waste from uneaten food and faeces causes damage to the fauna and causes high nutrient content in marine ecosystems. This effect is exacerbated when, in one area, there are so many cages that more and more food waste causes pollution (Ton et al., 2020).

4.3 Reverse Affect From The Sustainable Aquaculture Production IMTAs

Integrated Multitrophic Aquaculture Systems (IMTAs) is one of the sustainable approaches that have been implemented to help reduce the impacts of aquaculture farming. The concept of the IMTAs is to culture more than one species at the same time (polyculture) for an example as in Fig 3, at the different levels of the ocean trophic where the objective is to limit the environmental risk and promote the ecological approach in Jiaozhou Bay, Shandong, the macroalgal cultivation in the IMTAs has resulted in competition with the phytoplankton for nutrients consumption, repressing the food source of filter-feeding bivalves. The problem also occurs when the escape of cultivated stock agitates the native population. Phytoplankton is very important to the zooplankton and fish juveniles as feed intake in a natural ecosystem (Wartenberg et al., 2017).

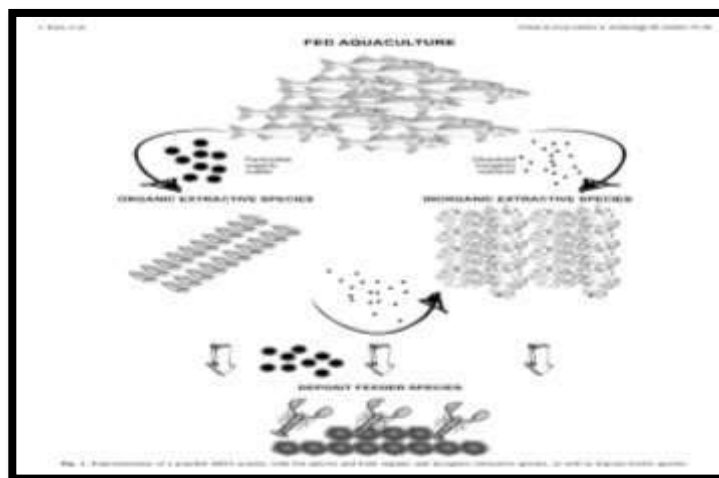


Figure 3: Integrated Multitrophic Aquaculture Systems (Rosa et al., 2020)

4.5 Ornamental Fish Culture Introduce the Alien Species in Natural Ecosystem

Currently, there the activities of importing ornamental fish for supply the hobbyist person purposes are increasing. The good thing is that these species are very beautiful to be kept in the aquarium. But the effect is when these hobbyists are no longer interested in aquarium activities; they in turn have thrown these fish into the river or lake. Among the fish imported and dumped into the lake are peacock bass, arapaima, *plecostamus* and alligator gar. Pleco fish for example is used in pond system to control algae plants because of its permeability routine. But, currently in Malaysia this species has been dumped into rivers and made it an alien species that has caused damage to ecosystems in some rivers. Saba et al., (2020) in the study mentioned that the occurrences of this species results in negative impact to the Malaysian river ecosystem. The impacts include a reduction in native species population, reduce the water quality because the male species digging activities in the water column and reduce the abundance of the native aquatic plant.



Figure 6: Pleco fish (Saba et al., 2020)

Invasive alien species (IAS) also have an impact on the environment. Among the species that are currently hotly debated in Malaysia are crayfishes or freshwater lobster. This species is mostly brought into Malaysia from Australia. There is a community that makes this crayfish livestock as a source of income. Studies show that *Procambrus clarkii* makes all bivalves species food. Bivalves are native species that live in certain ecosystems. In the current scenario, there are many breeders bringing in this species and breeding in the pond. When floods occur, these freshwater lobsters escape into rivers in Malaysia and cause habitat destruction. The Malaysian Fisheries Department is still developing rules and regulations on the breeding of this species. This species is in great demand because it tastes as good as regular shrimp. This crayfish is dominant and very aggressive especially *P.clarkii* (Meira et al., 2019). These crayfish are omnivorous and can eat macrophytes, invertebrates, algae and organic detritus. It is resistant to pollution, disease and also has high resistance to environmental changes. It grows fast and reproduces easily making it an easy-to-live species (Palmas et al., 2019). This species lives at the bottom of an ecosystem like at the bottom of a river. It will dig holes when there are predators. Because it also provides damage to the environment like other alien species, it is also categorized as aquatic animals that cannot be farmed by the Department of Fisheries Malaysia.

4.5 Aquaculture Affect Mangrove Area

More than half of the mangrove area has been destroyed over the past 20 years. In some countries, more than 80% of mangrove swamps have been lost. Asia is famous for its largest mangrove area with more than 40 percent (Kaleel & Nijamir, 2017). Mangrove area is an important area that stabilizes the waves, cleans the water, and protects the soil from erosion, sea level rise and as a protection against rain, storms and more (Pham & Yoshino, 2016). In Vietnam, the logging of mangrove forests is for shrimp farming (*Penaeus Monodon*) especially

in the areas of Bang La and Trang Cat. Destroying mangrove swamps for aquaculture development purposes is also reported in India. This is due to the high demand for species. Aquaculture is also a source of income for the people in this area. Most local farmers cut down mangrove swamp forests to build livestock ponds.

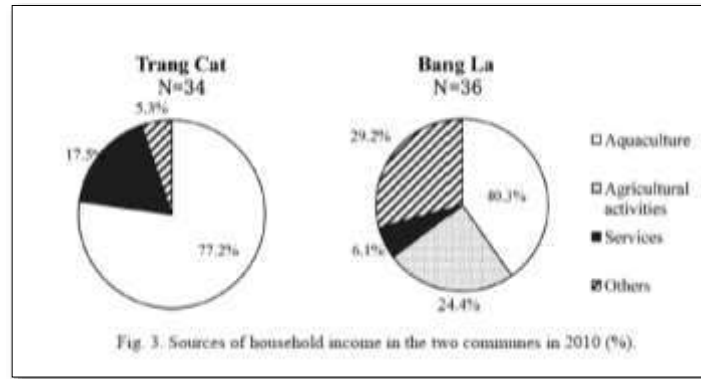


Figure 8: Aquaculture is a major sector of mangrove logging (Pham & Yoshino, 2016)

The mangrove swamp area is a very productive area, especially for the population in the area. The roots of mangrove swamps will inhale oxygen, and also as an anchor over the soft soils of the area. Small trees cling to large trees before they grow. Mangrove swamp forest areas are important for biodiversity fragmentation. It is home to small fish, amphibians, tortoises and even birds. The mangrove swamp forest area is rich in biodiversity resources. This mangrove area is also a place for fish and crabs to breed, but when it is destroyed the fish and crab population is also affected.

5. CONCLUSION

There are various environmental issues regarding aquaculture production. The aquaculture and fisheries sector harms the environment not only in the brackish, freshwater and marine ecosystem but also to the whole of the animal population and then to humans. The information amongst the stakeholders needs to be scattered to all stakeholders. These natural resources need to be transferred to our future generations for their natural resource consumption. Immediately respond to make sure the environmental issues that arise from these fishing or aquaculture activities deserve consideration. Preliminary studies related to environmental impacts such as the Aquaculture Impact Assessment (AIA) for an aquaculture activity need to be tightened in use and ensure that the owner understands the risks that will occur. It is important to implement mangrove conservation related activities to reduce the effects such as soil erosion and so on. For fish feed management, research needs to be conducted to improve its quality. It should be suitable for livestock methods such as fish raised in cages should be created to be easy to digest, have low N excretion content as well as low protein content to reduce the amount of N released into the marine environment. To overcome the problem of excess fish feed, knowledge of the FCR rate for a species must be studied first. For example, the use of floating fish feed. Any uneaten fish feed, it can be removed and removed from the cage.

Cages to be built for a species of fish or marine lobster must be planned in advance. While for invasive species or alien species strategy management must be implemented. The use of electrofishing, for example, can be used to reduce these alien species. Apart from that, we can also use biological control for invasive species population control. The use of antibiotics has many negative effects on the environment. So its use can be replaced with the use of vaccines

or probiotics that are safer and more environmentally friendly. Much research needs to be done to ensure that the use of environmentally friendly materials can be emphasized by fish farmers. The replacement regarding the system that can contribute to the environmental mitigate the impacts from the waste from aquaculture, for an example, using integrating system culture is more effective. Polyculture techniques should be considered. Mollusc species can be used in terms of improving carbon requesting while seaweed culture with the fish cage system can be done in terms of reducing nutrient charging from the fish waste and uneaten food. The implement of biosecurity as a security management to protect not only the fish but also the environment for the whole. The Food Agriculture Organization (FAO) mentioned that through biosecurity system will manage all biological and environmental risks that are linked with aquaculture. The implementation of biosecurity is higher in cost but, in this system, the farmer is needed to take care of their aquaculture production. Finally, the policy link between aquaculture management needed to be considered and revised for environmental purposes.

REFERENCES

- Beneli, T. M., Pereira, P. H. C., Nunes, J. A. C. C., & Barros, F. (2020). Ghost fishing impacts on hydrocorals and associated reef fish assemblages. *Marine Environmental Research*, 161(August), 105129. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105129>
- Bergqvist, J., & Gunnarsson, S. (2013). *Finfish Aquaculture : Animal Welfare , the Environment , and Ethical Implications*. 75–99. <https://doi.org/10.1007/s10806-011-9346-y>
- Bibiana, S., Araujo, J. K., Penha, J. M. F., Nunes, C., Stevenson, P. R., & Anderson, J. T. (2015). *Over fi shing disrupts an ancient mutualism between frugivorous fi shes and plants in Neotropical wetlands*. 191, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.019>
- Bohnes, F. A., & Laurent, A. (2021). Environmental impacts of existing and future aquaculture production: Comparison of technologies and feed options in Singapore. *Aquaculture*, 532(January 2020), 736001. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736001>
- Chary, K., Aubin, J., Sadoul, B., Fiandrino, A., Covès, D., & Callier, M. D. (2020). Integrated multi-trophic aquaculture of red drum (*Sciaenops ocellatus*) and sea cucumber (*Holothuria scabra*): Assessing bioremediation and life-cycle impacts. *Aquaculture*, 516(July 2019), 734621. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734621>
- Dabi, M. (2015). *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLEDGE The Impact of Aquaculture on the Environment : A Ghanaian Perspective*. July.
- Debruyn, A. M. H., Trudel, M., Eyding, N., Harding, J., McNally, H., Mountain, R., Orr, C., Urban, D., Verenitch, S., & Mazumder, A. (2006). Ecosystemic effects of salmon farming increase mercury contamination in wild fish. *Environmental Science and Technology*, 40(11), 3489–3493. <https://doi.org/10.1021/es0520161>

- Hedberg, N., Stenson, I., Nitz Pettersson, M., Warshan, D., Nguyen-Kim, H., Tedengren, M., & Kautsky, N. (2018). Antibiotic use in Vietnamese fish and lobster sea cage farms; implications for coral reefs and human health. *Aquaculture*, 495(June), 366–375. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.005>
- Kaleel, M. I. M., & Nijamir, K. (2017). The environmental challenges of declining mangroves: an analytical survey in Puttalam District in Sri Lanka. *World News of Natural Sciences*, 14, 106–115. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.psjd-e8ae67c5-39b2-419b-b64d-dc56e7b87839>
- Lulijwa, R., Rupia, E. J., & Alfaro, A. C. (2020). *Antibiotic use in aquaculture , policies and regulation , health and environmental risks : a review of the top 15 major producers. 2000*, 640–663. <https://doi.org/10.1111/raq.12344>
- Meira, A., Lopes-lima, M., Varandas, S., Teixeira, A., Arenas, F., & Sousa, R. (2019). *Science of the Total Environment Invasive crayfishes as a threat to freshwater bivalves : Interspecific differences and conservation implications. 649*, 938–948. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.341>
- Mente, E., Pierce, Æ. G. J., & Neofitou, Æ. C. (2006). *Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment : a synthesis for European aquaculture. 499–522*. <https://doi.org/10.1007/s10499-006-9051-4>
- Molisani, M. M., do Monte, T. M., Vasconcellos, G. H., de Souza Barroso, H., Moreira, M. O. P., Becker, H., de Rezende, C. E., Franco, M. A. L., de Farias, E. G. G., & de Camargo, P. B. (2015). Relative effects of nutrient emission from intensive cage aquaculture on the semiarid reservoir water quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11). <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4925-4>
- Palmas, F., Podda, C., Frau, G., Cau, A., Moccia, D., Peddio, S., Solari, P., Pusceddu, A., & Sabatini, A. (2019). Estuarine , Coastal and Shelf Science Invasive crayfish (*Procambarus clarkii* , Girard , 1852) in a managed brackish wetland (Sardinia , Italy): Controlling factors and effects on sedimentary organic matter. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 231(May), 106459. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106459>
- Pham, T. D., & Yoshino, K. (2016). Impacts of mangrove management systems on mangrove changes in the Northern Coast of Vietnam. *Tropics*, 24(4), 141–151. <https://doi.org/10.3759/tropics.24.141>
- Rosa, J., Lemos, M. F. L., Crespo, D., Nunes, M., Freitas, A., Ramos, F., Pardal, M. Â., & Leston, S. (2020). Integrated multitrophic aquaculture systems – Potential risks for food safety. *Trends in Food Science and Technology*, 96(November 2019), 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.008>

- Saba, A. O., Rasli, N. F., Ismail, A., Zulkifli, S. Z., Ghani, I. F. A., Muhammad-Rasul, A. H., & Amal, M. N. A. (2020). A Report on Introduced Amazon Sailfin Catfish, *Pterygoplichthys pardalis* in Gombak Basin, Selangor, with Notes on Two Body Patterns of the Species. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 43(4), 693–703.
<https://doi.org/10.47836/pjtas.43.4.19>
- Shamsi, S. (2019). Seafood-borne parasitic diseases: A “one-health” approach is needed. *Fishes*, 4(1). <https://doi.org/10.3390/fishes4010009>
- Sutrisno, E. (2019). *The legal problem of using non environmentally friendly fishing gear in the fisher community of Indonesia*. 2109(October), 2105–2109.
- Ton, A., Hai, N., Meensel, J. Van, & Speelman, S. (2020). The factors in influencing environmental performance of marine aquaculture : A combined material balance-based and meta-frontier approach. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122342.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122342>
- Wartenberg, R., Feng, L., Wu, J. J., Mak, Y. L., Chan, L. L., Telfer, C., Lam, P. K. S., Wartenberg, R., Feng, L., Wu, J. J., Mak, Y. L., & Chan, L. L. (2017). The impacts of suspended mariculture on coastal zones in China and the scope for Integrated Multi-Trophic Aquaculture The impacts of suspended mariculture on coastal zones in China and the. *Ecosystem Health and Sustainability*, 3(6).
<https://doi.org/10.1080/20964129.2017.1340268>

The Indicators That Influence Employers In Hiring Person With Disabilities

Tshin Lip Vui

Department of Tourism and Hospitality, Politechnic of Kota Kinabalu, Kota Kinabalu, Sabah

tshin@polikk.edu.my

ABSTRACT

Employment for people with disability (PWD) is a challenging issue. It is common for PWD to experiencing severe economic deprivation and social disadvantages. To acknowledge and ensure their employment right, almost all of the governments in the world has managed to bring in policies relating to PWD. These have been reflected in the enactments, laws, regulations, schemes, and also institutions established for the development and wellbeing of PWD. Malaysian and international law defends the rights of people with disabilities, especially in Malaysia. The main act concerning PWDs is the Persons with Disabilities Act 2008. Internationally, we have the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities. A previous mentioned that the PWDs graduates find it hard to be employed. However, this research is carried out the definition of a person with disabilities from the employer's point of view. Also, to find out the employers' indicators when hiring a person with disabilities and the acceptance level of persons with disabilities into their organization. There are 12 indicators that have been generated through the data clustering, and the majority of the respondent is willing to employ people with disabilities. The result of this research will contribute to the Social Welfare Department of Malaysia, hotel industries and most importantly for the persons with disabilities themselves. This research has suggested a future study to measure the effectiveness of the indicators of hiring PWDs to be applied in the industry.

Keywords- People with disabilities, employers, hotel industry, PWDs

1. INTRODUCTION

1.1 Overview

An United Nation officer, Yukiko Oka, who observes the developed countries in the Asia Pacific, including Malaysia, has discovered that disabled persons have become more aware of their rights. This increasing awareness adds up the transformation of the existing welfare policies as well as welfare organizations. Regarding the situation in Malaysia, little systematic scholarly research on the employment of disabled persons is in evidence. Krishnan (1995) maintains that there are no detailed statistics on the exact number of the disabled persons in Malaysia.

Also, there are no data available on the number of the disabled persons who are currently employed. However, several seminars have been conducted over the years where employment opportunities for the disabled persons were the focus of intense attention and discussion. Hussain (1995) argues that the number of the disabled persons in Malaysia can be increasing. However, the country has no specific legislation that directly address the employment of the disabled. He also points out that despite the existence of numerous labour laws, the legislation having an effect on the disability matter are "very limited". Olen (2002), concurs that although the disabled people have the right to be employed, there is no special labour laws or special provision in Malaysia which ensure the employment of the disabled people.

Furthermore, according to Khor (2002), Malaysian society has not fully accepted disabled persons as a part of the country's labour force. Instead, disabled persons are "often stereotyped into welfare cases" and are thus denied an opportunity to contribute to the country's economy. Malaysian government provided various financial supports to disabled person. For example, the government introduced the "Disabled worker allowance".

Under this scheme, RM200 per month has been provided if the disabled workers' monthly income of less than RM750 per month. In 2008, the allowance increased to RM 300 if the disabled workers' monthly income is less than RM1,200 per month. Ismail (2003), argued that Malaysian government had implemented initiatives to promote job opportunities for the disabled person. From 1999 to 2001, a total of 4,017 disabled persons were registered with the Department of Labour. Out of 4,017, a total of 2,529 disabled persons were placed in various sector of employment. Nevertheless, the Malaysian government showed its awareness of the matter and concern regarding the employment of the disabled people.

1.2 Problem Statement

A person with disabilities is significantly less likely to participate in the world paid work. Lower employment rates are associated with more severe restrictions on activity and with particular types of impairment. National Disability Authority (2004), In particular, people with intellectual, physical and mental disabilities predominantly work in the hotel industry. PWD represent an untapped source of skills and talent. Hiring PWDs' not only contributes to the overall labour pool as well as diversity, creativity and workplace morale.

However, in many parts of Asia, governments and corporations have yet to provide an enabling environment to encourage inclusive and accessible workplaces. Employment of PWDs is lagging. The Malaysian government is encouraging the hiring of [PWDs] and has put in place a 1% quota. According to the Labour Department of Peninsular Malaysia, there are currently about 6,750 PWDs employed in the private sector, a tiny percentage of total PWDs (MHLW, 2011).

Furthermore, the number of companies that are willing to employ PWDs is slowly increasing. Organization like IBM Malaysia have taken a clear lead in employing PWDs. In 2010, apart from hiring five employees with disabilities, they also took in their first PWD intern. There is a long way to go, but such examples in both private and public sectors deserve recognition, showing that the inclusiveness of PWD need not be philanthropic in nature. (Business with Human Rights Resource Centre)

According to the data provided by the head of program Certificate in Hotel and catering Polytechnic Kota Kinabalu, showed that there is only 60 percent of the overall hearing impairment students have been employed. This research is very important in carrying out the employers' intention in hiring people with disabilities.

1.3 Research Questions

There are three research questions raised after summarizing the research gaps from a literature review from the previous research

1. What are the criteria of employment for PWDs?
2. How will a company adapt with PWDs when working in the industry?
3. How to standardize the employment process for PWDs in the industry?

1.4 Research Objectives

There are three research objectives to be achieved after analyzed the research questions

1. To define what is the meaning of PWDs 9 (People with Disabilities) based on the understanding of the employers nowadays.
2. To identify the indicators that the employers emphasize when hiring PWDs into their organization.
3. To investigate the level of acceptance of the employment for PWDs into the hotel industry and to know the awareness of PWDs legislation amongst the employers.

1.5 Research Scope

This research will be a focus on the indicators of employment that should be considered by the employers when hiring PWDs in the industry. The respondent is from the hotel management that are related in hiring people with disability, and they will be an interview to obtain a qualitative data.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Introduction

Disability is a contested concept with different meanings in different communities. It may use to refer to physical or mental attributes that some institutions, particularly medicine, view as needing to be fixed. It may refer to limitations imposed on people by the constraints of an ableist society (Khor, 2010). Or the term may serve to refer to the identity of disabled people. Physiological Functional Capacity (PFC) is a related term that describes an individual's performance level. It gauges one's ability to perform the physical tasks of daily life and the ease with which these tasks are performed. Physiological Functional Capacity (PFC) declines with advancing age to result in frailty, cognitive disorders or physical disorders, all of which may lead to labelling individuals as disabled. The causes of a physical disability are as varied as the conditions themselves (Khor, 2010).

They usually fall into one of two categories. First categories a Hereditary/Congenital. This is where a person has been born with a physical disability or developed one due to inherited genetic problems, has suffered an injury at birth or has issues with their muscles. An acquired physical disability could be due to a road traffic accident, workplace incident, via infection or disease or as a side effect of a medical condition such as a stroke or cancer (Liff, 1999).

Around 10% of Australians, some 2.6 million people, have some physical disability. People with physical disabilities have a physical impairment which has a substantial and long-term effect on their ability to carry day to day activities. Other physical disabilities include impairments that limit other facets of daily living, such as respiratory disorders, blindness and epilepsy (Wattenberg, 2004).

Traumatic brain is a brain injured that is a physical disability that has occur through accidents, stroke, tumour, infection, degenerative neurological disease or lack of oxygen. Our brains are terribly fragile and vulnerable and can be damaged to the cognitive, physical, emotional and sensory functions of the brain resulting in minor or profound disabilities that can be temporary or permanent. Epilepsy is a disruption of the normal electrochemical activity of the brain that triggers recurring unprovoked seizures. The causes of epilepsy are not known, but brain trauma, strokes, brain cancer and drugs and alcohol are thought to be significant factors. Cerebral palsy

(CP). Cerebral palsy is a blanket term commonly referred to as ‘CP’. It describes a loss or impairment of motor function that interferes with the way the brain controls the body’s muscles resulting in speech, movement and posture difficulties. It is caused by brain injury or abnormal development of the brain before birth, during birth or immediately after birth. Cystic fibrosis (CF) (Meager, 2008).

2.2 PWDs Issues

This is another milestone to discuss issues for the disabled in the upper level because the council is chaired by YB Minister of Women, Family and Community Development. The goal of establishing the National Council for persons with disabilities is consistent with the Disability Policy and the National Action Plan for persons with disabilities in society (Ismail, 2003). To achieve this, a collective effort has been made by the council by using multi-sectoral and multi-collaboration approaches with other relevant agencies. Among the functions and roles of the council are to oversee the implementation of national policies and national action plans relating to the OKU, to make recommendations to the government on matters relating to the disabled such as the support, care, protection, rehabilitation, development and well-being of the disabled, ministries, agencies, bodies or organizations, government and the private sector involved in the implementation, national policies and national action plans relating to the disabled and recommend to the government changes to existing laws and also propose new legislation to ensure full participation OKU in society (Ismail, 2003).

In addition, the National Council for Disabled also serves to develop programs and strategies aimed at educating the public to raise awareness about disabled persons, advising the government in issues of disability, including international development, data collection, information and promoting research related to OKU, to promote the development of early and ongoing training for professionals and staff working in habilitation and rehabilitation services and to promote employment opportunities and career advancement for disabled persons in the labour market (Batavia, 2001).

The meeting which meets at least three times a year, will discuss various issues that require the decision and views of the agency representatives and OKU representatives. Its membership consists of 10 representatives from government agencies and ten individuals with experience, knowledge and expertise on the issues and problem of the disabled. Six committees have been set up to assist the council in playing its role and function in developing the disabled (OKU) in the country (Ismail, 2003). The establishment of this Committee was made at the first Meeting of the Council held on 14 August 2008. These Committees are the Universal and Architectural Design Committee, Transport Committee, Quality Life Care Committee, Education Committee, Employment Committee and the People’s Registration Committee Effort. Each committee is chaired by the top official of the Ministry, namely the Secretary General of the Ministry (KSU). Although disabled people are often underestimated by some employers but they can prove that defects are not a barrier to progress and success. Among the achievements achieved by the disabled is the man with his own mini-market empire (Ismail, 2003).

Most of us KL folk would probably know 99Speedmart. Heck, this writer saw some opening in his hometown of Ipoh. The founder of the 99Speedmart chain is a wheelchair-bound man by the name of Lee Thiam Wah. Lee had polio when he was only eight months old. Coming from a poor background, he only received formal education up to Standard 6 before selling snacks by the roadside to earn some money. At 23, thanks to savings from his roadside snack selling business, Lee managed to save up to Rm17,000. With that money, he opened his first

convenience store. He sold it in 1992, shortly before opening up another convenience store called Mini Market 99 (Lee, 2003).

Khor, 2003 stated that he opened his own motorcycle workshop despite being handicapped. The tale of Mamat Abdullah is not about the rags to riches story of a disabled person founding his own business empire. But it was still pretty impressive and something most of us would not be able to do. Mamat Abdullah originates from Kampung Felda Bukit Bading. He got infected with a high fever when he was only three years old, and it was then that his life would change, and he could have to get used to being handicapped. However, he is still managed to open up his own motorcycle workshop. He had originally joined the Society of the Orthopaedically Handicapped (POCAM-Persatuan Orang-Orang Cacat Anggota Malaysia) back in the 1980s. There, he had joined some courses which taught him how to work on motorcycles. With that knowledge, he applied it as much as he could to earn a living before finally opening up his own workshop (Bengkel Din Motor) in his home owned and now has plans to expand his business. He credits his success to this attitude of his, where he refuses to depend on others in order to achieve something he wants in life

3. METHODOLOGY

This research will conduct by using the qualitative method. Many social and behavioral scientist considers qualitative method to be as much as perspective on how to approach investigating a research problem as it is a method. The strength of qualitative research is its ability to provide complex textual descriptions of how people experience a given research issue. It provides information about the ‘human’ side of an issue- that is, the often contradictory behaviors, beliefs, opinions, emotions and relationships of individuals.

This method is suitable for applying in this research because this research need to be explore and interview the respondent and get more feedback from the interview session. Semi-structured interviews are optimal for collecting data of an individuals’ personal histories, perspectives and experiences, particularly when sensitive topics are being explored. Purposive sample sizes are often determined by theoretical saturation (the point in data collection when new data no longer bring additional insight to the research questions). Purposive sampling is, therefore, most successful when data review and analysis are done in conjunction with data collection. Data triangulation also will be used to validate the reliability

3.1 Research framework

Research framework describes as the abstract, logical structure of the meaning that guides the development of the study. All the framework is based on the identification of and relationships among key concepts.

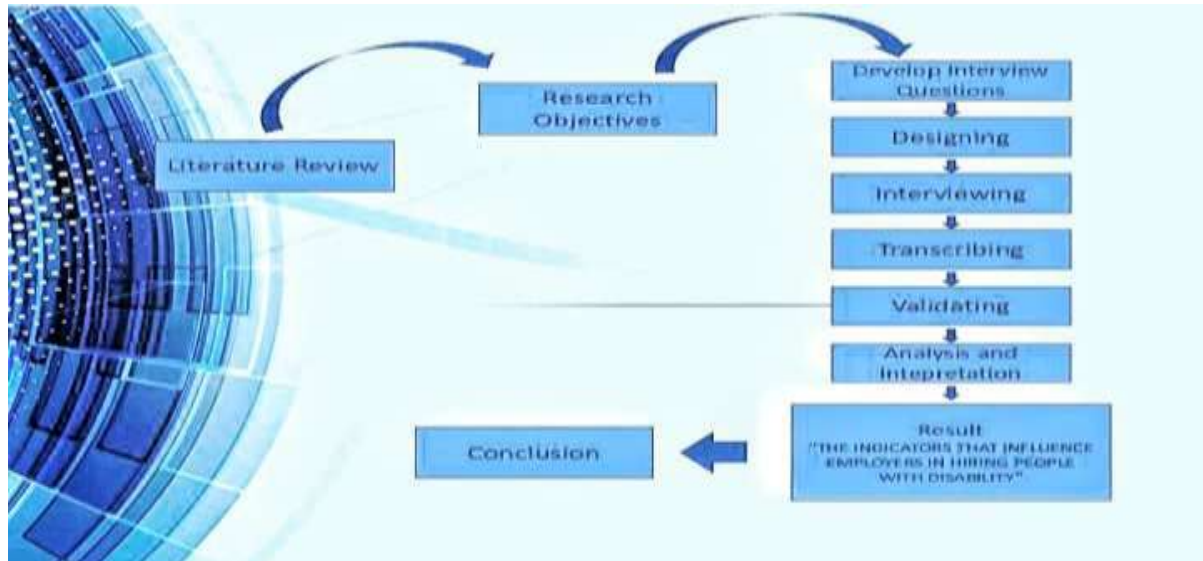


Figure 1: The relationships in research framework

3.2 Respondents

There are 18 respondents who have been interviewed to obtain the data. There is no specific number of respondents as long as the data is saturated, which means the same answer is repeated by a few respondents. The respondents were chosen from the hotel management that involve in hiring people with disabilities.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Research finding 1

This research finding is about the meaning of PWDs. There are nine respondents have been interviewed, and the respondents' thoughts and understanding are gathered then collected as data that defines the meaning of PWDs.

The majority of the respondent stated that PWDs is an individual that is blind by means the state or condition of being unable to see because of injury, disease, or congenital condition. A mute individual, mute is an inability to speak, often caused by a speech disorder or surgery. Also, a deaf individual, it is an inability to comprehend verbal language due to an inability to hear characterizes deafness.

Other than blind, mute and deaf, the respondent also mentions about physical handicap and mental disability such as autism and Down syndrome. The definition of physical handicap is loss of or failure to develop a specific bodily function or functions, whether of movement, sensation, coordination or speech but excluding mental impairments or disabilities. The meaning of mental disability is a condition that limits a person's intellectual capacity, resulting directly or indirectly from injury to the brain of from abnormal neurological development for example Autism, mental condition, present from early childhood, characterized by great difficulty in communicating and forming relationship with other people and in using forming relationships with other people and in using language and abstract concepts. Another example, Down syndrome, a congenital disorder arising from a chromosome defect, causing intellectual impairment and physical abnormalities, including short stature and broad facial profile. It arises from a defect involving chromosome 21, usually an extra copy (trisomy-21).

In addition to that, respondent also mentioned PWDs is an individual that needs attention and special care, their movement is limited, and due to that statement, respondents added the individual has gone through difficulties while working and their shortcomings may affect their studies or job search. As explained in the second paragraph, blind, mute, deaf, physical handicap and mental disabilities are the most quoted statement. For example, respondent number five quoted, “That is a really good question. My understanding towards people with disabilities is people who are deaf, mute and blind. Other than that, I have seen people who are disabled because of their lack of body organs such as arm and leg. People who paralyzed, they are not being able to walk but only depend on a wheelchair or a walking stick. To add to that, I also have met a person who is mentally disabled, some were Down syndrome and even Autism. For now, that is all I know about people with disabilities.”

Another respondent also quoted, “I have met some of PWDs before, so for me, they are the kind of people who needs special care. They are blind, mute, deaf, and some of them having to face are difficulties to work with their hands and not being able to walk properly.” This proves that, the majority has mentioned blind, mute and deaf, alongside the physical handicap and people with mental disabilities, and overall it defines the meaning of PWDs.

The researcher found that most of the respondent, answers blind, mute and deaf, including physical disability such as lacking of arms and limbs and even mental disability, which includes Autism and Down syndrome. This was quoted maybe because those are the common traits that they have seen or encounter in real life. Therefore, through this finding the researcher can conclude that those traits define PWDs.

The respondent also mentioned about the individual that PWDs movements are limited, these individual needs special care and attention, their accommodation and facilities that they are using is also custom made so that it is easier for them to move around in public area, this statement were not discussed as often as the blind, mute and deaf because they are less to be seen on public.

Despite that, respondents are aware of PWDs are facing difficulties and their coping with their shortcomings in their daily life. And they understand the obstacle of PWDs in pursuing their study and even job hunting. Hence, that is what defines PWDs for the majority of the respondent.

4.2 Research finding 2

This research finding is about the indicators that the employer emphasizes when hiring PWDs in their organization. There are ten indicators that have been found after the data clustering the indicator is rank by the following:

No.	Indicators	Frequency of indicators stated
1	Types of disabilities	9
2	Communication	7
3	Mental strength	4
4	Ability to learn	3
5	Commitment	2
6	Ability to handle technology	2
7	Adaptability	1
8	Discipline	1

9	Optimistic	1
10	Alertness	1
11	Intelligent	1
12	Working experience	1

4.3 Research findings 3

This research finding is about the acceptance level of respondent towards hiring PWDs in their organization. There are nine respondents have been interviewed and the majority of the respondent willing to hire PWDs in their organization.

Thus, the majority of the respondent agreed on allowing PWDs working in their organization with a reason that supports their point of view towards the capability of PWDs. As quoted on the caption answered by one of the respondents, he has seen a process of training that proofs PWDs are able to perform equally well or better than a normal individual.

The respondent suggested it will create a positive impact on the organization if they hire PWDs, this shows a win-win situation between both sides. This circumstance not only contributes to the PWDs by raising the employment rate it also gives a positive impact to the hotel industry by adding workforce into the organization.

Furthermore, the respondent agreed to accepts PWDs into the hotel industry in the future with reason that PWDs have more effort than normal people. And can be considered to be placed in resort and spa hotel or inn. So that, the surrounding of the places that stated suits them with their disability. Most of the organization also thought that PWDs is acceptable to be adds up into the workforce. This positive mindset leads to an opportunity for the PWDs' to take part as an independent individual.

Ultimately, majority is giving PWDs' a chance to earn a living. Thus, an opportunity must be given in order for them to take part as a workforce in this industry. The last result finding is about the awareness of the right to work as human right is recognized through Article 23 (1) of the Universal Human Rights Declaration of 1948. According to "World Health Survey 2010"

However, the number of companies that are willing to employ PWDs is slowly increasing. Organizations like IBM Malaysia have taken a clear lead in employing PWDs. In 2010, apart from hiring five employees with disabilities, they also took in their first PWD intern. There is a long way to go, but such examples in both private and public sectors deserve recognition, showing that inclusiveness of PWD need not be philanthropic in nature."

In conclusion, the researcher found that this awareness is not fully known to the majority of the respondents. It is important for decision-makers to increase their awareness about the abilities of persons with disabilities in the job market. Given a chance, most persons with disabilities can perform and can be as productive as the other workers. The important issue is for employers to understand the cultural and the social construct of disability. When disability is understood as a social construct, the policy structure will involve integration or inclusion of people with disabilities to help remove of social barriers. Therefore, legislation on equity and anti-discrimination laws are important, to put persons with disabilities on an equal footing with others in all aspects of life. Thus, the government should enhance the rights for the PWDs to recognize by the respondents.

6. CONTRIBUTION

Our research will contribute and can benefit some parties. Among them is can contribute to institutions of higher learning in assisting disabled people to become skilled and semi-skilled workers by strengthening the existing syllabus or curriculum. In addition, this study can also contribute to the welfare department by providing guidelines in determining the act or law of recruitment. Furthermore, it facilitates the welfare department to plan or strategize to increase the rate of recruitment among people with disabilities. Next, our study could contribute to the hotel industry by providing guidelines to the hotel in taking employees among people with disabilities.

7. CONCLUSION

Overall, through respondent from the hotel, we find that some hotel industries accept disabled people to work in the hotel industry if they get the approval from the top. Hotel Ming Garden recommends that disabled people be given the opportunity to work because they are not very frequent in communicating with customers, and they are able to do the rest of the work rather than the hotel, which requires sufficient energy to do the work. This statement is supported by Training Manager Hotel Ming Garden, MrPatro. However, differing opinions from the Nexus Resort Karambunai which say they are not ready to accept disabled people working on their rescheduling because it is difficult to give directions. Unless their resort has a skilled worker in speaking and using sign language. This statement is supported by the Nexus Resort Karambunai Resort Manager, Miss Nurfalijan James. In conclusion, employers should open up more job opportunities for people with disabilities as they are individuals who have a high level of workability. They are able to do their job well and have a high level of commitment to work. They are diligent to work and have the curious nature of a new job.

REFERENCES

- Asia Community Service (2011). "Stepping stone work centre: See our activities, not our disabilities", <http://www.asiacommunityservice.org/index.php?page=SteppingStone> [accessed on June 1, 2011]
- Batavia, A. I. and Schriener, K. (2001). "The Americans with Disabilities Act as Engine of Social Change: Models of Disability and the Potential of a Civil Rights Approach", *Policy Studies Journal*, 29(4): 690-702.
- Bureau of Labour Statistics (BLS) (2011). "Data on the employment status of people with disability", <http://www.bls.gov/cps/cpsdisability.htm>, [accessed on June 1, 2011]
- Dibben, P., James, P, Cunningham, I. and Smythe, D. (2002). "Employers and employees with disabilities in the UK. An economically beneficial relationship?", *International journal of social economics*, Vol.29, No.6, pp.453-467.
- Hussain, M.(1995). "Employment of the Disabled: Rule and Responsibilities", paper presented in the National Seminar on Vocational Rehabilitation and Employment of the Disabled, December 11-12, 1995, Kuala Lumpur, Malaysia.

- International Labor Organization (2005b), "Policy and Legislative Framework for an Effective Placementservice', http://www.ilo.org/public/english/region/asro/bangkok/ability/placementtext_02.htm, [accessed on November 8, 2005].
- Ismail, R. (2003). "Country Paper: Malaysia", paper presented in Seminar on an international convention to protect and promote the rights and dignity of persons with disabilities, 2-4, June, 2003, Bangkok, Thailand.
- Japan Organisation for Employment of the Elderly and Person with Disabilities (JEED) (2005). Supporting the Employment of People with Disabilities: Employment Guide for Employers and Person with Disabilities, Tokyo: JEED.
- Khor, H.T. (2002). "The employment of persons with disabilities in Malaysia" ,<http://jobs4disabled.jobstreet.com/resources1.htm>, [accessed on April 6, 2009]
- Krishnan, B. (1995). "The National Welfare Policy and Employment for the Disabled", paper presented in the National Seminar on Vocational Rehabilitation and Employment of the Disabled, December 11-12,1995, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Lee, B.A. (2003). "A decade of the Americans with Disabilities Act: Judicial outcomes and unresolved problems". *Industrial Relations* 42(1): 11-30
- Liff, S. (1999). "Diversity and equal opportunities: room for a constructive compromise", *Human resource management journal*, Vol.9, No.1, pp.65-75.
- Matsui, R. (1998). "An Overview of the Impact of Employment Quota System in Japan", *Asia Pacific Disability Rehabilitation Journal*, Vol.2, No.1, pp.1-11.
- Meager, N., Bates, P., Dench, S and Williams, M. (1998).*Employment of disabled people: Assessing the extent of participation*, London, Department for education and employment.
- Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW) (2005). "Employment Situation of Physically and Intellectually Disabled People (Shintai-shogaisha oyobi Chiteki-shogaisha no Koyo-jokyo nitsuite)", <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/12/h1228-3.html> [accessed on November 10, 2005]
- Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW) (2011). "Results of research on employment of people with disabilities" (Shogaisha koyou jokyo no shukei kekka <http://www.mhlw.go.jp/bunya/koyou/shougaisha/data.html> [accessed on May 30, 2011]

The Study of Sugarcane Bagasse as a Biosorbent for Zinc Ion Removals

Nor Fariah Adnan, Siti Qurratu' Aini Mahat & Ronny Rianagustinus Mohd Ynus

Jabatan Kejuruteraan Petrokimia, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Pagoh, Johor.

fariah@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Heavy metals are hazardous to the environment and living organisms in large concentrations. In terms of the environment, toxicity can affect plant uptake, food chains, water contamination, and changes in soil pH, porosity, colour, and natural chemistry, which also have an impact on soil quality. The use of sugarcane bagasse as a biosorbent has been described as a less expensive and more effective method for removing metal ions, due to the natural adsorption capacity derived from the primary components of the bagasse, such as cellulose, hemicellulose, and lignin. Sugarcane bagasse, modified or otherwise, has shown some possibility as a biosorbent in the removal of heavy metals from wastewater. While analyzing the qualities of created biosorbent from sugarcane bagasse, biosorption was found to be superior due to its low cost and great availability. Cleaning, drying, grinding, and screening sugarcane bagasse yields the biosorbent by the first variation uses NaOH solution, and the second uses acetic acid and H₂SO₄. Zinc concentration in percentage, pH of solution, and turbidity were measured using ICP-OES, pH metre, and APHA 2130B, respectively, in a thorough analysis. Sugarcane bagasse changed with NaOH solution has the lowest Zinc percentage and has the most neutral pH value, whereas sugarcane bagasse modified with acetic acid and H₂SO₄ has the lowest turbidity.

Keywords: Sugarcane Bagasse, heavy metal removal, *biosorbent*

1. INTRODUCTION

1.1 The Agriculture Waste

A high number of farm activities resulted to a high number of agro-industrial waste disposals, and millions of tonnes of waste were discarded for no reason. However, there are many advantages to be used from agriculture waste that need to be explored and can be turn into useful product. Agriculture waste such as sugarcane bagasse (SB), coconut husk, rice husk and so on, have been take into consideration in extensively study as a potential sorbent material that can be used for reducing the contamination especially in heavy metal from water or wastewater (Nguyen *et al.*, 2013). SB is a common agricultural residue that has shown potential as a biosorbent in the treatment of industrial wastewater (Zhang *et al.*, 2013). Thousands of tons of SB have been produced every year by the sugarcane industry such as food and beverage sector. This encourage researcher to reuse and recycling of SB to be turn into more useful product other than for production of sugar and ethanol. There are many advantages of uses SB as biosorbent such as low cost, good mechanical strength and flexible and easy to access. Hence, agricultural waste especially SB has been used for wastewater treatment that contaminated with dyes and heavy metal (Ferreira *et al.*, 2015; Martins *et al.*, 2017). Table 1 shows bagasse potential as a source of reducing sugars from the cellulose and hemicellulose present in the bagasse.

Table 1: Composition of Dry Base Sugarcane Bagasse

Composition (%) Dry Base	Bagasse
Glucose	19.50
Xylose	10.50
Arabinose	1.50
Galactose	0.55
Lignin	9.91
Organo solubles	2.70
Reducing sugars	1.85
Uronic acids	1.91
Ash	1.60
Moisture	50.00
Total hexoses	20.04
Total pentoses	12.00

1.2 The Heavy Metal in Environment

Malaysia's processing industries have grown at a rapid pace. There are numerous advantages to these industries, all of which contribute to Malaysia's better economic condition. Despite all of this progress, there are some concerns to environment where the release of industrial effluent is one of the key issues. As a result, some operations use a lot of chemicals, there will be a excessive number of chemicals and pollutants in industrial waste. One of the major environmental problems today is pollution of heavy metal and toxicity. This heavy metal ions with non-degradable are persistent in environment and being toxic to living organism. Therefore, low quantity of heavy metal ions in water and effluent streams of waste water are key to preserve human health as well as ecosystem in water life. In order to overcome this issue, treatment of effluent from industrial wastewater need to done until it achieve standard of effluent discharge to open water area. However, the removal of heavy metal from water or wastewater is not cheaper and usage of biosorbent come into effort to reduce the cost and implement as environmental friendly methods before discharge the industrial waste as good effluent (Nguyen *et al.*, 2013; Pranata Putra *et al.*, 2014). Hence, the main focus of this research was to study the properties of generate biosorbent from sugarcane bagasse and to emphasize the biosorption superiority for its low-cost and high availability.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Concept/Theory

The removal or reduce in number oh heavy metal ions from water and wastewater are essential in order to protect human health and environmental safety. Sugarcane bagasse, a by-product of agriculture, has been intensively researched as a potential sorbent material for removing pollutants from water and wastewater.

There are many method to be used for removal of heavy metal ions in water and waste water treatment depending on its composition and economic aspect. For example, solid waste that consist of high-grade contaminated in water and poor colour must be subjected to tertiary water treatment after primary and secondary water treatment process. However, water that no contaminataion of solid and contain of organic, inorganic and biological pollutants, only suffiecient with thernary water treatment without undergo primary and secondary water treatment process.

2.2 Adsorption

Adsorption process is one of the low cost method use for removal of heavy metal ions. Other than that, adsorption has several advantages compare to standard technique such as high efficiency, minimise the sludge of biological and chemical, able to regeneration for next batch and high percentage to recovery the metal used. Example of adsorbents which have already used for removal of heavy metal are plant derived biomass, microbial, marine algae, fungal biosorbent, bacteria biosorbent, coconut coir pith (Suksabye and Thiravetyan, 2012), sunflower (Jain, Garg and Kadirvelu, 2010), hazelnut shells (Kobyta *et al.*, 2005), manganese oxide, zeolite, and activated carbon (Sardella *et al.*, 2015).

I. Activated carbon adsorbents:

Activated carbon is commonly work as adsorbent for heavy metal removal. It can be obtained from material that consist of high carbon quantity such as waste of industrial, but this material have expensive in prices as of restricted uses in industry (Anirudhan and Sreekumari, 2011). Reseacher have developed the characteristics of activated carbon in terms of internal surface area and pores for better adsorption process. There are many sources for preparation of activated carbon from agricultural wastes with low cost dust such as (Karthikeyan, Rajgopal and Miranda, 2005; Bohli *et al.*, 2015; Sardella *et al.*, 2015), olive stone (Bohli *et al.*, 2015), grape (Sardella *et al.*, 2015), moso and ma bamboo (Lo *et al.*, 2012) and coconut button (Anirudhan and Sreekumari, 2011). From this study, Anirudhan and Sreekumari, (2011) have prepared natural waste from coconut button as activated carbon for removal of copper, lead and Mercury in wastewater. Beside that, according to the author, optimum adsorption for Hg(II) at pH 7.0 while for Cu(II) and Pb(II) at pH 6.0. The adsorption capacities of the activated carbon reduce from Pb(II) > Hg(II) > Cu(II). The capacity of adsorption have been recorded as 94.35 mg/g, 82.09 mg/g and 75.78 mg/g respectively. By using activated carbon as adsorbent, the percentage of removal obtained for mercury and copper it is >95% and lead is >90%. By adsorption capacities of activated carbon prepared from red mud is lower (64.79, 34.72, 12.61 mg/g) compared to adsorption capacities of adsorbent made up from coconut buttons, rice husk ash and carbon aerogel for lead removal. However, base on Lo *et al.*, (2012) preparation of adsorbent of activated carbon by using moso and ma bamboo fore removal of cadmium, chromium, copper and lead. Efficiency of this heavy metal removal was found in decreasing order: Pb > Cu > Cr > Cd for moso and ma bamboo as activated carbons where the efficiency of removal for cadmium, chromium, copper and lead are 96.4%, 100%, 100% and 99.9% respectively. Sardella *et al.*, (2015) has prepared adsorbent of activated carbon by use waste from grape factory such as pomance, lex, grape stalk, Argentina and Cuyo Region for eliminate of cadmium and lead. The capacity of adsorption for cadmium and lead removal was found as 0.67 mmol/g and 1.93 mmol/g respectively. Meanwhile, Bohli *et al.*, (2015) has produce of activated carbon for removal of Pb(II), Cd(II), Cu(II) by using olive stones with adsorption capacity of 57.098 mg/g and 17.667 mg/g for cadmium and copper respectively.

II. Carbon nano tube adsorbents:

In the past decade, adsorbents of carbon nano tubes have come to attraction and focus in industry as they have excellent mechanical and electrical properties, good adsorbent properties, large surface area and high stability (Salam, Makki and Abdelaal, 2011; Ihsanullah *et al.*, 2015). According to Sankararamakrishnan, Jaiswal and Verma, (2014), chemical vapour deposition methods has been used in order to grow carbon nanotubes over Ni and Fe to enhance the performance of activated alumina. Nano floral clusters are

produces for removal of cadmium and chromium. The capacity of adsorption was observed 229.9 mg/g for cadmium and 264.5 mg/g for chromium. The efficiency for removal of cadmium was reported more than 80% by using eight-hydroxyquinoline as modified multi-walled carbon for removal of zinc, lead, copper and cadmium (Kosa, Al-Zhrani and Abdel Salam, 2012).

3. METHODOLOGY

3.1 Preparation of Raw Materials

After the juice extraction procedure, the sugarcane bagasse was collected from adjacent sugarcane bagasse processing industry as a waste product. To eliminate all dirt particles, the outer skin of sugarcane was peeled off and washed repeatedly with distilled water. The sample was dried in an oven at 60°C for 24 hours. The natural fibre that resulted was used as the starting material for making modified sugarcane bagasse. A few chemicals were added to the natural fibre of sugarcane bagasse to test the material's effectiveness.

3.2 Sorption Experiments

The cleansing and washing process were apply for all three biosorbents in same technique. The natural sugarcane bagasse biosorbent will be dried at 60°C for 24 hours. The sugarcane bagasse is then immersed in a 10% NaOH solution for 2 hours at 3°C for the next biosorbent. The sugarcane bagasse is treated with 200mL acetic acid and 1mL H₂SO₄ and agitated for 6 hours for the final biosorbent. The second and third biosorbents are then dried in the same method as the natural sugarcane bagasse biosorbent, at the same temperature and for the same period of time. After all of the bagasse has dried, it will be crushed into small particles. After that, the biosorbent is sieved through a 30-mesh screen. Natural sugarcane bagasse was labeled as SB, sugarcane bagasse with NaOH solution was labeled as SB-N, and sugarcane bagasse with acetic acid and H₂SO₄ was labeled as SB-A.

A Zinc solution was prepared with a concentration of 100mg/lit or 100ppm then dilute the stock solution to make a work solution. By immersing 3.0g of biosorbent in 150ml of Zinc solution, sample sorption was evaluated and analyse. The sorbent was removed after 3 hours and dried for 24 hours at room temperature. Afterwards, the solution is submitted to ChemLab for data analysis.

4. RESULTS AND DISCUSSION

This section contains a detailed presentation and discussion of the data analysis as well as the study's findings. Zinc concentration in percentage, pH number, and turbidity are among the findings. Standard Zinc solution, Zinc solution test with alum, Zinc solution test with natural sugarcane bagasse, Zinc solution test with sugarcane bagasse modified with NaOH solution, and Zinc solution test with sugarcane bagasse modified with acetic acid and H₂SO₄ are the five samples to be analyzed in this study. All of the samples will be compared to Malaysia's specified water quality standards.

4.1 Observation

All three biosorbents begin with the same cleansing and washing procedure by using distilled water. The natural sugarcane bagasse biosorbent will undergo a 24-hour drying procedure at 60°C. After drying, there are no visible changes in colour or texture. The sugarcane bagasse is then immersed in a 10% NaOH solution for 2 hours at 3°C for the next biosorbent. Because of

the properties ion Na^+ , the sugarcane bagasse turns yellowish quickly after soaking in NaOH solution. The sugarcane bagasse is agitated for 6 hours with 200mL acetic acid and 1mL H_2SO_4 for the final biosorbent. Because of the ion $(\text{SO}_4)^{2-}$, the sugarcane bagasse has changed colour to a greyish tone. The second and third biosorbents are then dried at the same temperature and for the same duration of time as the natural sugarcane bagasse biosorbent.

4.2 Performance of Zinc Removal

From the result obtained, the initial zinc concentration reading is 0.17 percent, which is the highest percentage number for zinc concentration. The SB-A value had the second best percentage of zinc concentration removal, followed by Alum, SB, and SB-N. The SB-N sample had the lowest percentage of zinc concentration. SB-N has reduced the amount of zinc in its original values by 29%. The difference in Zinc concentration between SB-N and SB-A is 23% while SB performed slightly better than alum, with a difference of 6%. In a zinc solution, all biosorbents and alum were evaluated, and the data revealed that SB-N samples had the best efficiency, containing the lowest percentage of zinc content.

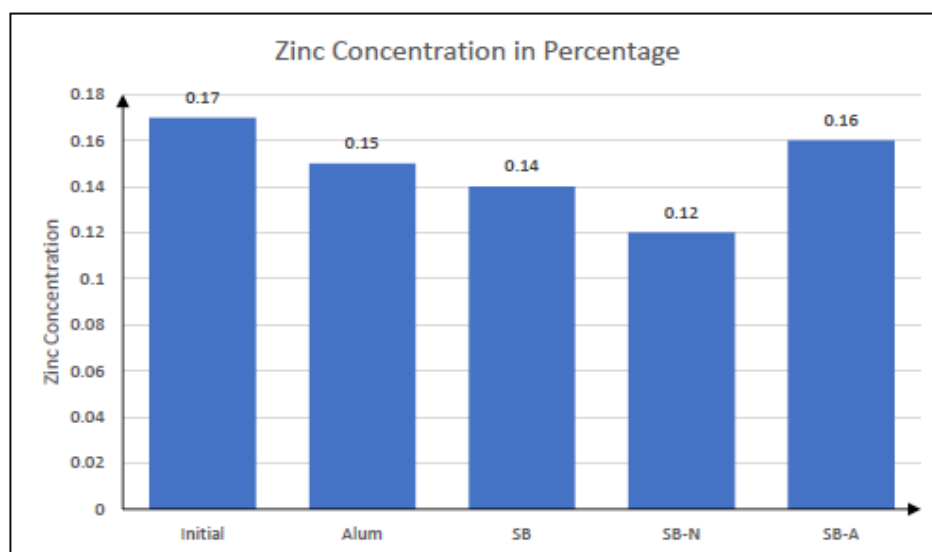


Figure 1: Graph of 5 different sample from zinc concentration in percentage

4.3 PH value of Sample Solution

The data obtained that the SB-N sample yielded the maximum amount of pH value, followed by the starting sample, SB-A sample, SB sample, and alum sample. The value of the sample must be near to the value of pH 7, which is a neutral value, in order to identify the sample with the highest effectiveness. The pH value is used to determine how basic or acidic a solution is. The pH neutral value is significant since it is one of the parameters that might have an impact on the environment and organisms. As a result of the obtained data, the most effective sample is the SB-N sample, which is closest to the pH 7 value, whereas the alum solution is the most acidic.

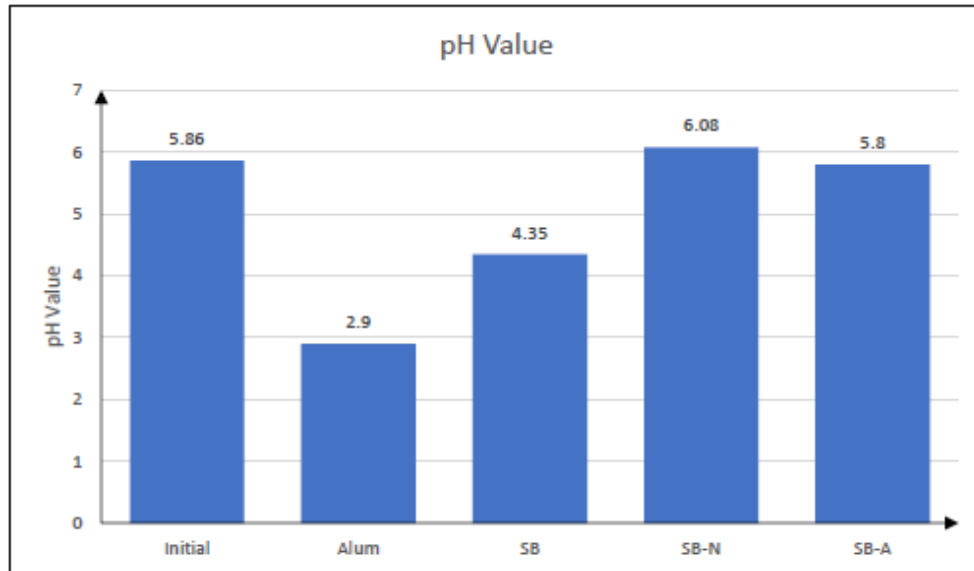


Figure 2: Graph of 5 different sample from pH value

4.4 Turbidity

According to the data in the graph below, the initial sample had the highest turbidity value, followed by the SB, SB-N, and SB-A samples, while the alum sample had the lowest turbidity value. Turbidity analysis is one of the most essential metrics used to determine water quality in water standards. According to the findings, the best sample is alum, which has the lowest turbidity value among the other samples, indicating that alum is capable of providing the best water quality in terms of turbidity. Because the aluminium ion can hydrolyze quickly in water and generate a variety of metal hydrolysis species that can adsorb negatively charged particles in the water, alum is able to adsorb particles in water content more efficiently than other materials.

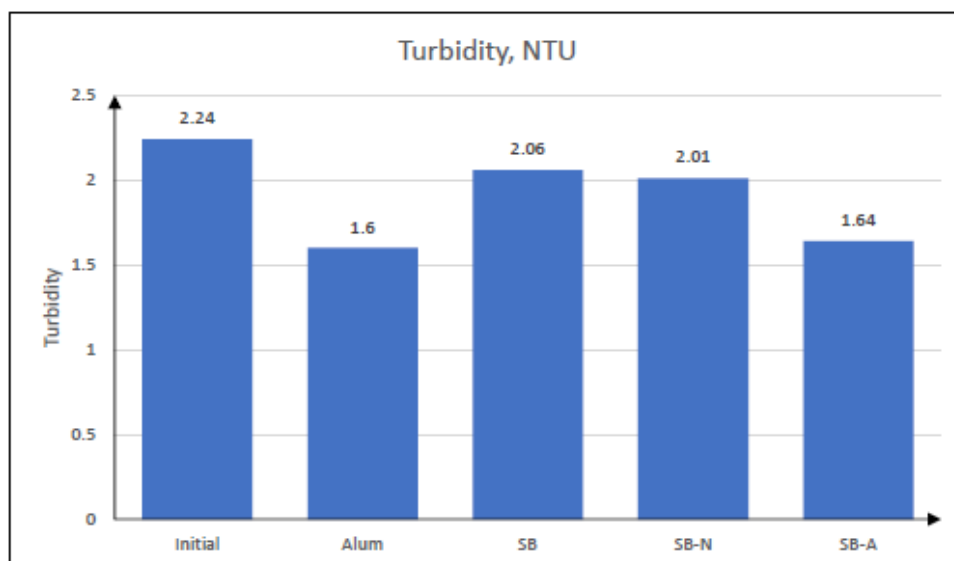


Figure 3: Graph of 5 different sample from turbidity value

5. CONCLUSION

Sugarcane bagasse has proved to be effective as a biosorbent for heavy metal removal in industrial wastewater in both its natural and chemically modified forms. This research meets the research goals of developing a novel biosorbent from sugarcane bagasse in three variations: SB, SB-N, and SB-A. Furthermore, the biosorption superiority can be observed by percentage of Zinc ion removal from the sample solution. As a consequence of the results, the SB-N has demonstrated excellent performance for Zinc ion removal, with a removal rate of 29% and a pH value of 6.08. Alum is efficient against turbidity with a turbidity of 1.60, whereas biosorbents can replicate Alum characteristics to boost turbidity efficacy in further study. All of the methods and research have contributed to a significant increase in knowledge in a variety of fields.

REFERENCES

- Anirudhan, T. S. and Sreekumari, S. S. (2011) 'Adsorptive removal of heavy metal ions from industrial effluents using activated carbon derived from waste coconut buttons', *Journal of Environmental Sciences*, 23(12), pp. 1989–1998. doi: 10.1016/S1001-0742(10)60515-3.
- Bohli, T. *et al.* (2015) 'Evaluation of an activated carbon from olive stones used as an adsorbent for heavy metal removal from aqueous phases', *Comptes Rendus Chimie*, 18(1), pp. 88–99. doi: 10.1016/j.crci.2014.05.009.
- Ferreira, B. C. S. *et al.* (2015) 'Application of a new carboxylate-functionalized sugarcane bagasse for adsorptive removal of crystal violet from aqueous solution: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies', *Industrial Crops and Products*, 65(1), pp. 521–534. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.10.020.
- Ihsanullah *et al.* (2015) 'Adsorptive removal of cadmium(II) ions from liquid phase using acid modified carbon-based adsorbents', *Journal of Molecular Liquids*, 204, pp. 255–263. doi: 10.1016/j.molliq.2015.01.033.
- Jain, M., Garg, V. K. and Kadirvelu, K. (2010) 'Adsorption of hexavalent chromium from aqueous medium onto carbonaceous adsorbents prepared from waste biomass', *Journal of Environmental Management*, 91(4), pp. 949–957. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.12.002.
- Karthikeyan, T., Rajgopal, S. and Miranda, L. R. (2005) 'Chromium(VI) adsorption from aqueous solution by Hevea Brasiliensis sawdust activated carbon', *Journal of Hazardous Materials*, 124(1–3), pp. 192–199. doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.05.003.
- Kobyas, M. *et al.* (2005) 'Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone', *Bioresource Technology*, 96(13), pp. 1518–1521. doi: 10.1016/j.biortech.2004.12.005.
- Kosa, S. A., Al-Zhrani, G. and Abdel Salam, M. (2012) 'Removal of heavy metals from aqueous solutions by multi-walled carbon nanotubes modified with 8-hydroxyquinoline', *Chemical Engineering Journal*, 181–182, pp. 159–168. doi: 10.1016/j.cej.2011.11.044.

- Lo, S.-F. *et al.* (2012) 'Adsorption capacity and removal efficiency of heavy metal ions by Moso and Ma bamboo activated carbons', *Chemical Engineering Research and Design*, 90, pp. 1397–1406. doi: 10.1016/j.cherd.2011.11.020.
- Martins, L. R. *et al.* (2017) 'Optimization of cellulose and sugarcane bagasse oxidation: Application for adsorptive removal of crystal violet and auramine-O from aqueous solution', *Journal of Colloid and Interface Science*, 494, pp. 223–241. doi: 10.1016/j.jcis.2017.01.085.
- Nguyen, T. A. H. *et al.* (2013) 'Applicability of agricultural waste and by-products for adsorptive removal of heavy metals from wastewater', *Bioresource Technology*, 148, pp. 574–585. doi: 10.1016/j.biortech.2013.08.124.
- Pranata Putra, W. *et al.* (2014) 'Biosorption of Cu(II), Pb(II) and Zn(II) Ions from Aqueous Solutions Using Selected Waste Materials: Adsorption and Characterisation Studies', *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*, 04(01), pp. 25–35. doi: 10.4236/jeas.2014.41004.
- Salam, M. A., Makki, M. S. I. and Abdelaal, M. Y. A. (2011) 'Preparation and characterization of multi-walled carbon nanotubes/chitosan nanocomposite and its application for the removal of heavy metals from aqueous solution', *Journal of Alloys and Compounds*, 509(5), pp. 2582–2587. doi: 10.1016/j.jallcom.2010.11.094.
- Sankararamkrishnan, N., Jaiswal, M. and Verma, N. (2014) 'Composite nanofloral clusters of carbon nanotubes and activated alumina: An efficient sorbent for heavy metal removal', *Chemical Engineering Journal*, 235, pp. 1–9. doi: 10.1016/j.cej.2013.08.070.
- Sardella, F. *et al.* (2015) 'Conversion of viticultural industry wastes into activated carbons for removal of lead and cadmium', *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(1), pp. 253–260. doi: 10.1016/j.jece.2014.06.026
- Suksabye, P. and Thiravetyan, P. (2012) 'Cr(VI) adsorption from electroplating plating wastewater by chemically modified coir pith', *Journal of Environmental Management*, 102, pp. 1–8. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.10.020.
- Zhang, Z. *et al.* (2013) 'Comparative study on adsorption of two cationic dyes by milled sugarcane bagasse', *Industrial Crops and Products*, 42(1), pp. 41–49. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.05.008.



Bidang 2

PENGURUSAN TENAGA & PERUBAHAN IKLIM

Pengekalan & Peningkatan Kecekapan Penggunaan Tenaga, Serta Galakan Penggunaan Tenaga Boleh di Perbaharui Bagi Mengurangkan Pelepasan Karbon.

Dual-Axis Solar Tracker Prototype

Mohd Naim Marzuki, Muhammad Firdaus Mohd Azly Lee

Department of Mechanical Engineering, POLISAS, Kuantan, Pahang

naim@polisas.edu.my

ABSTRACT

The dual-axis solar tracker prototype is one of the most promising solar energy applications for environmental and economic benefits. It is made from a photovoltaic panel that turns sunlight into electricity. However, the solar panel needs to be perpendicular to the sun's array to ensure maximum power is harvested. The installed photovoltaic system uses the tracker to have more generated power and the battery storage bank to restore. Since a solar panel prohibits it from moving toward the sun as the sun moves from east to west, a solar tracker was devised. A motor in the solar tracker allows the solar panel to move closer to the sun's direction for maximum power output. The primary goal of this study was to use the Arduino platform to develop and manufacture a dual-axis solar prototype. This article also aimed to examine several solar tracking systems that boost solar power generation. A power bank is used to test the energy store. When compared to a static solar system, a dual-axis solar tracking system gains more electricity. Compared to a static solar system, the active tracker saves twice as much energy in system operation. The solar tracking system has obtained 4400mAh maximum power daily in a real scenario. This result shows that a tracking solar system is more efficient than a stationary solar system. Overall, the solar tracker is advantageous and should be more widely utilized.

Keywords: Photovoltaic, Solar Tracker, Active Tracker, Microcontroller, LDR

1. INTRODUCTION

1.1 Background

Malaysia's geographical location allows for ample solar energy, with maximum daily global solar radiation of 1068.10 W/m^2 and direct normal radiation of 915 W/m^2 on average. (Mohammad et al., 2020). It has a solid potential for solar energy development. Photovoltaic (PV) modules are devices that convert sunlight into electricity in an environmentally friendly manner. They provide a realistic answer to power generation in rural regions (Gómez-Uceda et al., 2020). To boost electricity production, the solar tracker plays a role. The solar tracker follows the sun and concentrates as much sunlight as possible on the PV module, creating power (Kasburg & Frizzo Stefenon, 2019). When a solar tracker is used, the electricity generated can be greater than the annual average. There are many different solar trackers, but active trackers were used to getting the most electricity. The system was developed with Light Dependent Resistor (LDR) sensors for sunlight detection. It uses a servo motor to tilt the PV panel to always face the most intense sunshine. LDR sensors are placed in the four corners of the PV panel. The demand for electricity increases year by year (Gul et al., 2016). New factories, houses, hotels, and other structures and activities necessitate the use of electricity. As Malaysia is a developing country, the electrical generators are unable to meet the demand completely. Solar power is utilized as a renewable energy source to solve this problem. The design and manufacture of a dual-axis solar tracker are presented in this study. This study also aims to compare the performance of the different orientations for PV system-fixed mounting with dual-axis solar tracker installed in the campus area of Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Kuantan, Malaysia.

1.2 Problem Statement

Most of the solar panels are permanently installed. As a result, there are a couple of issues that can be discovered. Due to the continual motion of the planet, the fixed solar does not aim straight at the sun Racharla & Rajan, (2017). The watts generated by a solar panel are reduced as the sun's relative angle to the earth changes. Thus, the fixed solar panel are lack energy collection by the sun throughout the day. The initial expense of the equipment needed to harness the sun's energy, particularly solar panels, is one of the most significant downsides. Since the solar panel is imported from abroad and the materials used in an existing solar panel are expensive, the price for a solar panel in Malaysia is relatively high (Abdullah & Rus, 2015). According to Imthiyas et al., (2020), the fixed solar panel is expensive since it requires more solar panels to create enough power. Overall, the dual-axis solar tracker costs less, is easier to install, and delivers the same efficiency.

1.3 Objectives

The goal of this project is to create a solar panel that tracks and follows the sun. Then, it is to create a solar tracker that can rotate vertically and horizontally. The final step is to put a solar tracker to the test, following the sun and collecting solar energy. In addition, it is also to compare the different orientations of fixed solar panels with dual-axis solar panels in terms of energy storage.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Application of PV

Photovoltaic (PV) technologies are one of the best strategies for sustainable electricity production based on renewable. It is also the most environmentally friendly option. Various environmental conditions like dust, direction, irradiance, and shade significantly impact the output of a solar system (Atalaya et al., 2019). The PV panel's ability to increase the intensity of the light received is the most crucial factor impacting photovoltaic efficiency. Solar tracking has been utilized to improve photovoltaic (PV) system performance. A solar tracker is a device that maintains a solar panel pointed in the direction of the sun. According to Díaz-Dorado et al., (2011) the photovoltaic solar trackers (PV trackers) can capture up to 40% more solar radiation than fixed PV arrays. Their inclination angle determines the efficiency with which solar systems convert solar energy concerning the horizontal plane (Nfaoui & El-Hami, 2018). Using active solar trackers may maximize the generating of electricity capacity (Kasburg & Frizzo Stefenon, 2019).

Single-axis and dual-axis solar trackers are the two most common varieties. A single-axis solar tracker can only monitor the sun's daily course in one direction because it has only one freedom degree and is aligned with the local north meridian. A dual-axis solar tracker can track the sun's movement daily and seasonal directions with two degrees of freedom. The proposed offline sensor less dual-axis solar tracker is the work's contribution. It not only has a simple design, but it also has a cheaper manufacturing cost than sensor-based solar trackers.

Photovoltaic systems and solar concentrators can both benefit from the tracker. It has been built, and experimental findings have been provided to assess its performance from several perspectives. Due to its ability to monitor the sun directly with minor tracking errors, the dual-axis solar tracker has an advantage (Fathabadi, 2016). Furthermore, because the tracker works with offline data, there is no feedback signal. As a result, external disruptions and meteorological conditions like a cloudy sky do not affect the system's performance.

2.2 Solar Panel

In the photovoltaic field, a photovoltaic module or panel is a bundled interconnected assembly of photovoltaic cells, also known as solar cells. A solar array is a collection of photovoltaic modules or panels. In general, photovoltaic cells require environmental protection. For financial and practical reasons, several cells are electrically coupled and bundled in a solar module. A photovoltaic panel, also known as a solar panel, is a group of mechanically connected modules that are wired and designed to be field-installable, with a glass covering and a metal, plastic, or fiberglass frame and backing.

To increase PV system collecting efficiency, a variety of photovoltaic (PV) system variants, such as PV concentration, maximum power point tracking (MPPT), and solar tracking systems, are constantly explored (Ruelas et al., 2019). Because the sun's position changes throughout the day, a solar tracker is one of the most effective ways to boost energy generation efficiency (Hoffmann et al., 2018). Solar tracking systems can be classified based on their mode of motion, and the most common sun trackers are used, as illustrated in Table 1: Summary of the previous type of solar tracker.

Table 1: Summary of the previous type of solar tracker

Types	Methods
Two Axes Mount	Because of its structural simplicity and small size, a large telescope mount was developed. The device can be swung to a compass point using one axis, which is a vertical pivot shaft or horizontal ring mount. A horizontal elevation pivot installed on the azimuth platform serves as the second axis. Any position in the ascending hemisphere can be pointed by combining the two axes.
Polar Solar Tracker	The earth's axis of rotation around the north and south poles is roughly parallel to one of the axes. As good afternoon performance is significant for grid-tied solar systems, single-axis tracking is frequently utilized in conjunction with time-of-use metering because production at this time corresponds to the peak demand period for air conditioning throughout the summer season.
Passive Solar Tracker	As a means of tilting the panel, use pressurized gas fluid. Heat is applied to a canister on the tracker's sun side, causing gas pressure to rise and liquid to be pushed from one side to the other. The tracker's equilibrium was thrown off, causing it to tilt. This system is highly dependable and requires very little maintenance. While reliable and almost maintenance-free, the passive gas tracker rarely directs the solar modules directly towards the sun. The temperature varies from day to day, and the system is unable to account for this.
Horizontal Axle	Bearings installed on towers or frames provide support. The tube's axis is oriented north-south. The line, which spins on its axis to monitor the sun's apparent motion throughout the day, is covered in panels. They are not particularly efficient during winter daytime since they do not tilt toward the equator. At higher latitudes, these devices are less effective.

3. METHODOLOGY

The solar panel is intended to follow the sun so that the maximum amount of light rays fall on it. Sensing the location of the sun is an essential component of a dual-axis solar tracker. Four light-dependent resistors (LDR) are used to improve the accuracy of the sensors. Azimuth is one of the axes that permits the solar panel to move left and right. The elevation axis allows the panel to be rotated up and down. As a result of this breakthrough, solar panels now have a

great deal of mobility. The circuit of a solar tracking system is divided into two portions. The servo unit is driven by sensors, a programmable microcontroller, and a control circuit. The input unit is made up of four LDRs and a voltage regulator. An ATmega328 microcontroller is used in the embedded system, which is programmed in C.

Several steps need to be taken to complete this prototype. The first step is to create a concept sketch. Figure 1 shows the Dual-Axis Solar Tracker Prototype's Idea concept as part of the procedure. By comparing the notion to the reference concept, evaluation and selection are examined (Datum). The final stage is to identify which idea is the best by assigning points to the value of each concept. This technique is known as Matrix Evaluation Method.

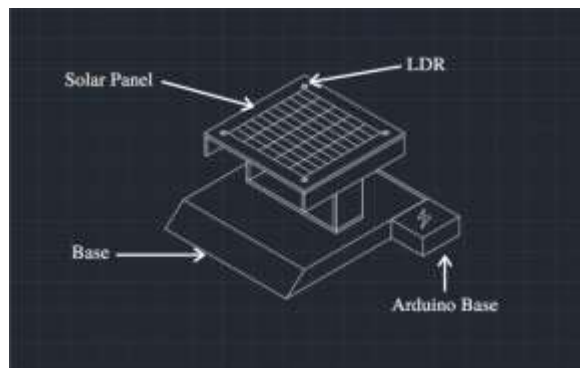


Figure 1: Idea concept of Dual-Axis Solar Tracker Prototype

Then, finalizing the best idea concept using CAD software to find a suitable dimension and material specification and fabricate the prototype. The final design is shown in Figure 2, a 3D Drawing of Dual-Axis Solar Tracker.

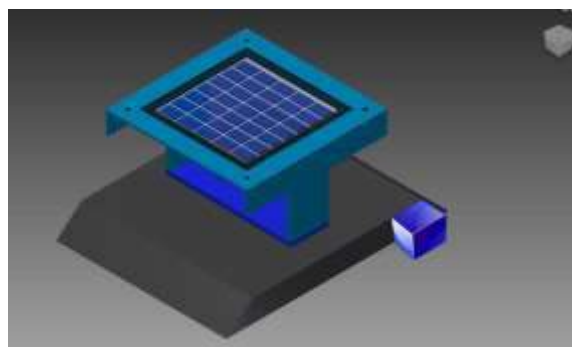


Figure 2: 3D Drawing of Dual-Axis Solar Tracker

The next step is materials selection, as shown in Table 2: Materials. It is essential in the aspect of environment or ability, depending on the usability of the dual-axis solar tracker. It also can help to estimate the total price to fabricate the prototype.

Table 2: Materials

Bil	Item
1.	Solar Panel 12V 250mA
2.	Light Dependent Resistor (LDR)
3.	Metal Gear Servo Moto
4.	Arduino UNO
5.	Arduino Case
6.	Resistor

7.	Power Bank
8	Arduino Wire Set
9.	Perspex 6mm
10.	Acrylic Glue

4. RESULTS AND DISCUSSION

The solar trackers and a microcontroller designed and fabricated for this research have been tested. The physical observation was done to make sure the prototype was working correctly. The panel follows the path of the sun as if it were a sunflower. In the morning, the panel is placed facing the sun. As the sun moves across the sky, the panel tilts to follow it. The exact process repeated until the evening. According to the research findings, the prototype can always follow the path of incoming sunlight. Following the sun's path, the solar panel rotates in the appropriate direction to gather the most significant energy. The solar panel's efficiency would improve because of this setup. The power generated by the power bank rises by expectations.

The observation was made from a different view. The examined sun-tracking process is that the solar panels' attitude angle is modified three times daily at three fixed points in the morning (9 a.m. – 12 p.m.), noon (12 p.m. – 3 p.m.), and evening (3 p.m. – 6 p.m.) orientations. For every 3 hours, the output data from the power bank was recorded. The solar panel's output is recorded from a fixed position with a different orientation based on the energy store in a power bank. The same experiment was repeated for the dual-axis solar tracker prototype. The reading of solar panel data on a bright sunny day is recorded and shown in Table 3: Solar Panel Data.

Several experiments have been conducted, and it was concluded that dual-axis solar trackers are efficient than fixing solar systems in power consumption. The application of the dual-axis solar tracker system increased the average power consumptions compared to a fixed panel were 52% to 175%, respectively. The results from this project can determine which one is the best method to use. The power consumption varies from one to another and its effect on the voltage output. The experiment results were analyzed as shown in Figure 3: Bar Chart Solar Panel Data.

Table 3: Solar Panel Data

Time	Fixed Solar Panel Morning Position	Fixed Solar Panel Noon Position	Fixed Solar Panel Evening Position	Dual-Axis Solar Tracker
	Energy Store (mAh)			
9 a.m – 12 p.m	1300	900	100	1400
12 p.m – 3 p.m	600	1500	400	1700
3 p.m – 6 p.m	200	500	1100	1300
Total	2100	2900	1600	4400

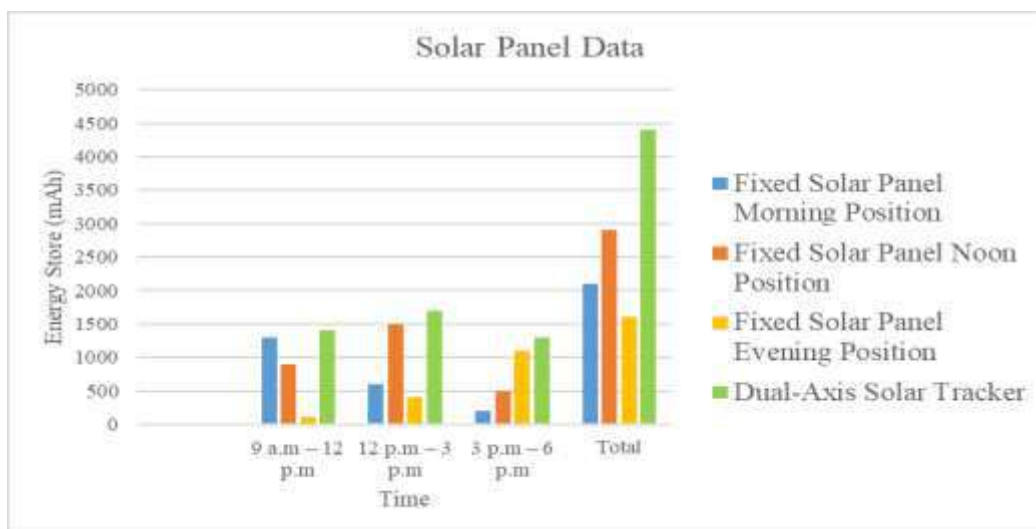


Figure 3: Bar Chart Solar Panel Data

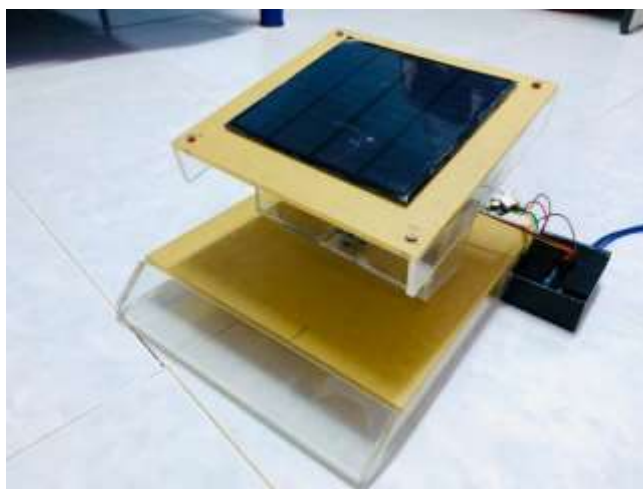


Figure 4: Dual-Axis Solar Tracker Prototype

4.1 Data Analysis

A sun-tracking solar panel was created and tested. Based on the results that have been collected, there were a lot of differences in the amount for each category. For example, in the morning, it shows that Fixed Solar Panel Morning Position stored only 100 mAh less than Dual-Axis Solar Tracker, which is 1400 mAh. While others only stored 900 mAh for Fixed Solar Panel Noon Position and 100 mAh for Fixed Solar Panel Evening Position.

Hence, from 12 p.m; until 3 p.m, we gained 1700 mAh for Dual-Axis Solar Tracker, and it was the highest among others, 600 mAh stored for Morning Position, 1500 mAh for Noon and 400 mAh for Evening Position.

While at 3 p.m; until 6 p.m, Dual Axis Solar Tracker again had the highest value, 1300 mAh of energy store. For the Fixed Solar Panel, each stored 200 mAh, 500 mAh, and 1100 mAh for Morning Position, Noon Position, and Evening Position.

In total, it shows that Dual-Axis Solar Tracker had the highest energy store compared to others, with 4400 mAh had been collected. Fixed Solar Panel stored 2100 mAh for Morning Position, 2900 mAh for Noon Position and 1600 for Evening Position. Compared to any other Fixed Solar Panel, the results revealed that the Dual-Axis Solar Tracker is the most efficient. The

Fixed Solar Panel still has an incredible amount of energy store but only in their specific position.

5. CONCLUSION

In the conclusion of this project, we successfully accomplished all the objectives in this project. This project has been designed successfully to track and follow the movement of the sunlight by using the light sensors in each corner to make sure it can detect the sunlight position more precisely.

The light sensor has operated successfully with the command of Arduino Coding to track the sunlight. It can be proven that when sunlight hits directly to any of the light sensors, the system will command the servo to rotate and face the most or the highest intensity of light. The light sensors have to work successfully to detect the correct way of the sunlight.

Thus, this project has been named as Dual-Axis Solar Tracker because it can move or rotate the solar panel vertically and horizontally. With these two types of axes, this prototype can turn 360 degrees to collect energy from any angle. This prototype is rotated by two servo motors where one has a built-in base that helps to rotate horizontally, and the other is on the supporting frame to rotate vertically.

Lastly, the project tested that it could follow the sunlight and collect the solar energy into the power bank to be stored. Results revealed that the dual-axis solar tracker is very efficient in boosting the energy collection of solar panels. It has shown that the solar tracker is completely working to comprehend its functionality.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to acknowledge colleagues for encouragement and the Department of Mechanical Engineering of POLISAS, for technical support and facilities provided.

REFERENCES

- Abdullah, M. F. L., & Rus, A. Z. M. (2015). Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Performance Analysis Based on Series Circuit. *Applied Mechanics and Materials*, 773–774, 691–695. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.691>
- Atalaya, O. F. C., Santillan, D. Y. A., & Choque, M. D. (2019). Comparative analysis between a photovoltaic system with Two-Axis Solar Tracker and one with a fixed base. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(10), 124–129. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0101018>
- Díaz-Dorado, E., Suárez-García, A., Carrillo, C. J., & Cidrás, J. (2011). Optimal distribution for photovoltaic solar trackers to minimize power losses caused by shadows. *Renewable Energy*, 36(6), 1826–1835. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.12.002>
- Fathabadi, H. (2016). Novel high efficient offline sensorless dual-axis solar tracker for using in photovoltaic systems and solar concentrators. *Renewable Energy*, 95, 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.063>

- Gómez-Uceda, F. J., Moreno-Garcia, I. M., Jiménez-Martínez, J. M., López-Luque, R., & Fernández-Ahumada, L. M. (2020). Analysis of the influence of terrain orientation on the design of pv facilities with single-axis trackers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), 1–16. <https://doi.org/10.3390/app10238531>
- Gul, M., Kotak, Y., & Muneer, T. (2016). Review on recent trend of solar photovoltaic technology. In *Energy Exploration and Exploitation* (Vol. 34, Issue 4). <https://doi.org/10.1177/0144598716650552>
- Hoffmann, F. M., Molz, R. F., Kothe, J. V., Nara, E. O. B., & Tedesco, L. P. C. (2018). Monthly profile analysis based on a two-axis solar tracker proposal for photovoltaic panels. *Renewable Energy*, 115, 750–759. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.08.079>
- Imthiyas, A., Prakash, S., Vijay, N., Alwin Abraham, A., & Ganesh Kumar, B. (2020). Increasing the efficiency of solar panel by solar tracking system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 993(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/993/1/012124>
- Kasburg, C., & Frizzo Stefenon, S. (2019). Deep Learning for Photovoltaic Generation Forecast in Active Solar Trackers. *IEEE Latin America Transactions*, 17(12), 2013–2019. <https://doi.org/10.1109/TLA.2019.9011546>
- Mohammad, S. T., Al-Kayiem, H. H., Aurybi, M. A., & Khelif, A. K. (2020). Measurement of global and direct normal solar energy radiation in Seri Iskandar and comparison with other cities of Malaysia. *Case Studies in Thermal Engineering*, 18(October 2019), 100591. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100591>
- Nfaoui, M., & El-Hami, K. (2018). Extracting the maximum energy from solar panels. *Energy Reports*, 4, 536–545. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.05.002>
- Racharla, S., & Rajan, K. (2017). Solar tracking system—a review. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(2), 72–81. <https://doi.org/10.1080/19397038.2016.1267816>
- Ruelas, J., Muñoz, F., Lucero, B., & Palomares, J. (2019). PV tracking design methodology based on an orientation efficiency chart. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/app9050894>

Keberkesanan Penjimatan Tenaga Melalui Penyaman Udara Plat Termal Elektrik (PUPTE)

Sharul Nizam Yaakop¹ & Muhamad Asrul Affendi Mat Nor²

¹Kolej Komuniti Kota Marudu, Sabah

²Kolej Komuniti Pasir Salak, Perak

ABSTRAK

Penggunaan tenaga daripada peralatan elektrik seperti penyaman udara di bangunan domestik menyumbang kepada hampir 40% jumlah penggunaan tenaga keseluruhan. Melalui penilaian yang telah dijalankan, kebanyakan penyaman udara yang digunakan dalam sesuatu ruang kecil seperti pejabat peribadi adalah melebihi kapasiti penyejukannya. Hal ini menyebabkan berlakunya pembaziran penggunaan tenaga apabila sesuatu ruang kecil di sejukkan oleh penyaman udara berkapasiti besar. Tujuan utama kajian ini dijalankan adalah untuk menghasilkan penyaman udara berkapasiti kecil untuk ruang yang kecil dengan menggunakan teknologi plat termal elektrik. Objektif kajian ini adalah untuk membangunkan sistem penyaman udara termal elektrik (PUPTE) yang dipeluwap melalui penyejukan penyejukan dan mengkaji keupayaan penyejukan penyejukan. Piawai American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) di jadikan sebagai penanda aras tahap keselesaan suhu dalam kajian ini. Sistem penghawa dingin termal elektrik terdiri daripada modul termal elektrik (model TEC-12706), aluminium penyerap haba, kotak aluminium penyerap haba, pam air, paip air tembaga, radiator, dan penyejuk penyejukan. Hasil eksperimen mendapati bahawa pekali prestasi penghawa dingin termal elektrik yang dipeluwapkan melalui penyejukan penyejukan adalah 1.718. Selain itu, arus elektrik yang digunakan adalah sekitar 3A hingga 6A, mampu mencapai tahap keselesaan suhu manakala pekali prestasi suhu menunjukkan pertambahan selaras dengan pertambahan masa operasi. Kadar elektrik yang optimum untuk sistem ini adalah 5A dimana ia telah mencapai pekali prestasi tertinggi pada akhir eksperimen. Akhir sekali, kajian ini boleh dilanjutkan bagi tujuan perkomersilan kepada pengguna domestik mahupun komersil.

Kata Kunci: penyaman udara, termal elektrik, penyejukan, penyejuk penyejukan.

1. PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Zon termal yang selesa penting bagi manusia untuk mendapatkan gaya hidup yang lebih baik dan memberikan keselesaan fizikal dan mental. Menurut formula keselesaan Nicol, suhu udara neutral perlu dipertahankan pada 26.2°C (Humphreys dan Nicol, 2002). Untuk menyediakan zon termal selesa, suhu panas mesti dikeluarkan dari ruang pejabat yang mempunyai penghuni dengan aktiviti ringan mengandungi beban penyejukan yang rendah. Selaras dengan dasar penjimatan tenaga, penggunaan tenaga yang rendah dalam sistem penyejukan dapat memberikan impak yang besar terhadap kadar penggunaan tenaga elektrik. Bagi mengawal suhu dan kelembapan sesuatu ruang kebanyakan pengguna akan menggunakan unit penyaman udara konvensional berasaskan pemampat. Unit berasaskan pemampat menggunakan tenaga untuk mengkondisikan udara di mana haba di ruang diserap dan dikeluarkan ke persekitaran. Malangnya, unit konvensional menggunakan banyak tenaga untuk menjalankan sistem dan terdapat pembaziran berlaku dengan menggunakan unit konvensional ini. Seterusnya, unit konvensional ini juga menggunakan bahan pendingin sebagai medium untuk pengaliran haba dan tenaga. Kebanyakan bahan pendingin dalam sistem penyaman udara konvensional akan membebaskan gas berbahaya dan ia tidak mesra alam. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengatasi dua masalah utama dalam unit konvensional ini.

1.2 Pernyataan Masalah

Unit penyaman udara konvensional merupakan peralatan elektrik yang digunakan bagi memberikan keselesaan termal di kawasan khusus contohnya di pejabat persendirian. Menurut (ASHRAE Standard 55, 2004), zon selesa termal yang diseragamkan oleh American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Standard 55 adalah sekitar 22°C - 27°C untuk kebanyakan bangunan di Malaysia. Zon selesa ini bersesuaian dengan perubahan iklim semasa di mana menurut Perjanjian Paris pada tahun 2016, suhu semasa meningkat sehingga 2°C yang memerlukan tindakan selanjutnya untuk mengatasi kenaikan suhu tidak melebihi dari 1.5°C (A. Yaduvanshi et al., 2019). Oleh itu, penggunaan penyaman udara berasaskan pemampat yang menyebabkan terhasilnya udara panas perlu dikurangkan. Beban penyejukan di dalam pejabat yang diperlukan adalah rendah tetapi kapasiti penyejukan yang disediakan oleh unit konvensional adalah lebih tinggi daripada beban yang diperlukan. Menurut teknikal spesifikasi yang dikeluarkan oleh pengeluar penyaman udara jenama DAIKIN, kapasiti penyaman udara paling rendah adalah 8,000btu/hr menerusi unit penyaman udara mudah alih (Daikin, 2020). (Sahu, 2014), menyatakan bahawa beban penyejukan pejabat peribadi kecil memerlukan kapasiti penyejukan yang rendah untuk menghilangkan beban panas yang sekitar 3000btu/hr hingga 5000btu/hr sahaja. Beban pendinginan pejabat adalah rendah disebabkan oleh aktiviti kerja yang ringan dan penggunaan peralatan elektrik yang minima. Oleh itu, penggunaan unit berasaskan pemampat adalah melebihi kapasiti yang diperlukan untuk pejabat peribadi atau tempat yang mempunyai beban penyejukan yang rendah kerana unit tersebut menggunakan tenaga yang tinggi untuk proses penyaman udara. Oleh itu telah berlaku pembaziran semasa proses penyejukan di dalam bangunan kerana penggunaan tenaga yang banyak semasa sistem beroperasi. Seterusnya, kos pemasangan dan penyelenggaraan yang tinggi kerana sistem yang kompleks yang mempunyai banyak komponen mekanikal. Penggunaan bahan pendingin di unit berasaskan pemampat membahayakan persekitaran di mana sifat yang terdapat dalam bahan pendingin akan menyebabkan penipisan ozon dan pemanasan global (Mahmood et al 2016). Sistem yang sesuai untuk ruang kecil adalah penghawa dingin mudah alih yang kecil. Komponen bukan mekanikal akan mengurangkan kos penyelenggaraan dan penggunaan tenaga kerana kurang tenaga kerja yang diperlukan untuk mengendalikan unit ini. Oleh itu, hanya penyaman udara mudah alih yang kecil dan menggunakan jumlah tenaga elektrik yang rendah sahaja sesuai digunakan untuk ruang yang kecil.

1.3 Objektif Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk mengembangkan sistem penyaman udara mudah alih dengan menerapkan plat termal elektrik (PTE) yang memberikan keselesaan termal di kawasan khusus. Sistem ini diharapkan dapat mengurangkan penggunaan tenaga, mengurangkan pelepasan gas yang merbahaya serta mengurangkan kos penyelenggaraan dan pemasangan. Objektif khusus bagi kajian ini adalah:

- a) Mereka bentuk sistem penghawa dingin berdasarkan konsep penghawa dingin termal elektrik mudah alih.
- b) Menilai keberkesanan penyejukan ruang melalui sistem yang dihasilkan

2. KAJIAN LITERATUR

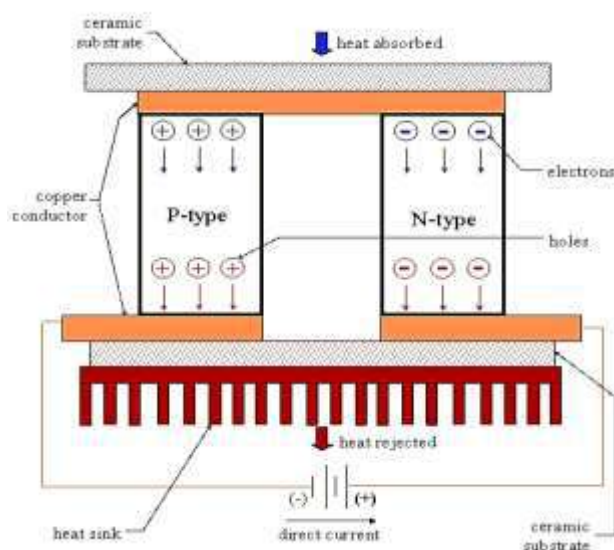
Penggunaan PTE merangkumi sistem pendinginan, sistem penyejukan elektronik dan automobil, sistem penyaman udara termal elektrik, sistem penyejukan hibrid fotovoltaik-termal elektrik, sistem penyejukan bangunan aktif, pengeluaran air tawar dan sistem penyejukan untuk tujuan perubatan. Dalam merancang penghawa dingin PTE, kapasiti penyejukan dan *Coefficient of Performance* (COP) adalah dua parameter penting. Beberapa kaedah telah

dilakukan dari kajian terdahulu untuk meningkatkan kesan penyejukan PTE dengan merawat sisi panas PTE. Pelbagai kaedah rawatan untuk mendapatkan sistem pembekuan terbaik yang dihasilkan oleh PTE (Mirmanto et al., 2018) seperti (a) penyejukan paip haba yang ditingkatkan kipas, (b) penyejukan air perolakan paksa, dan (c) perolakan paksa penyejukan udara, dan dua kaedah penyejukan pasif berdasarkan (d) penyejukan udara perolakan bebas, dan (e) penyejukan udara perolakan bebas. Hasil kajian menunjukkan bahawa COP adalah (a) 0.314, (b) 0.309, (c) 0.3174, (d) 0.293, dan (e) 0.243. Menurut Dai, Wang, Zhang, dan Yu (2001), para penyelidik meningkatkan COP PTE *air cooler* sekitar 50% dengan penggunaan kaedah perforasi dan bukannya pendingin panas sederhana. Terdapat sebilangan besar kerja penyejukan PTE meliputi kajian teori dan eksperimen. Menurut kajian mengenai prestasi PTE, terdapat beberapa pertimbangan parameter yang telah dilakukan untuk meningkatkan COP peltier. Jadual 1 adalah ringkasan kajian terkini yang diperolehi.

Jadual 1: Ringkasan penemuan kajian terbaru mengenai COP PTE

Rujukan	Teknologi / Model PTE	Sisi Panas "heat sink"	Sisi Sejuk "heat sink"	COP
(Manikandan et al., 2017)	Modified pulse operation 24 PTEs in series	Natural convection	Natural convection	1.01
(Gokcek & Sahin, 2017)	Single PTE / TEC1-12709	Minichannel water	Forced Air	0.18
(Astrain et al., 2016)	96 PTE in parallel	Forced Air	Air Convection	0.42 – 0.77
(Qian & Ren, 2016)	Transverse PTE	N/A	N/A	0.59 – 1.5
(Martinez et al., 2016)	Two PTEs in series / Marlow RC12-6L	Forced Air	Natural convection	0.1 – 0.33
(Hu et al., 2016)	Single PTE / TEC1-26315	Forced Water	Electric heater	0.5 – 1.4
(Ohara et al., 2015)	Single PTE / Laird PT 40	Forced Air	Planar heat pipe	0.3
(Jeong, 2014)	Single TE	N/A	N/A	1.1

Modul termal elektrik menukarkan secara langsung dari voltan elektrik kepada tenaga pemanasan dan penyejukan atau sebaliknya. Arah aliran haba dapat diubah dengan mengubah kekutuban sumber elektrik. Kesan PTE memberikan tenaga pemanasan dan penyejukan pada plat dengan tenaga elektrik yang dibekalkan. PTE berfungsi di mana plat di dua sempadan berbeza menghasilkan sisi panas dan sisi sejuk kerana arus elektrik mengalir di plat TE (Egolf et al., 2014). PTE terdiri dari komposisi semikonduktor jenis-n dan jenis-p yang digunakan untuk memastikan pengaliran ke arah yang sama semasa aliran arus di plat dan mengisi elektron. Elektron negatif akan tertarik pada cas positif (lubang negatif) dan berbeza dengan elektron positif (lubang positif) pada semikonduktor. Jenis-p lebih bertenaga di sebelah kiri, tetapi jenis-n lebih bertenaga di sebelah kanan. Oleh itu, cas negatif akan ditolak dari jenis p bertenaga tinggi yang bermaksud semua cas negatif akan terletak di sebelah kiri dan cas positif terletak di sebelah kanan plat (Egolf et al., 2014).



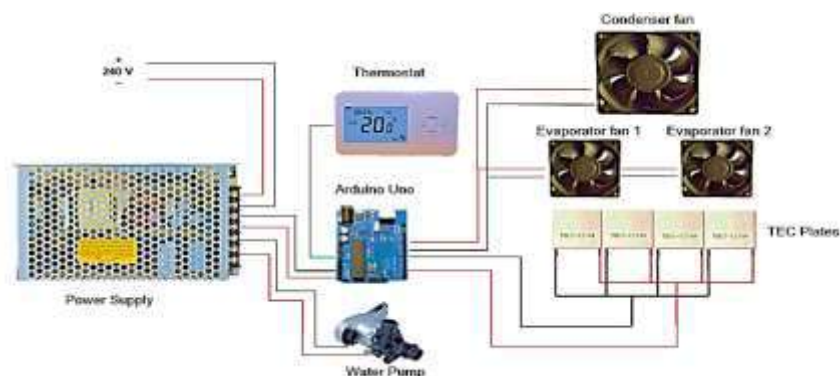
Rajah 1: Pergerakan elektron semasa proses penyejukan dan pemanasan.

Rajah 1 menunjukkan mekanisme pergerakan elektron semasa proses pemanasan dan penyejukan secara terperinci. Elektron mengalir melalui konduktor tembaga di sisi sejuk, elektron kembali ke tahap tenaga yang lebih tinggi dan haba diserap dalam proses ini. Peningkatan kepadatan pembawa tempatan diperiksa oleh penyebaran pembawa dengan tenaga yang lebih tinggi ke arah hujung sejuk, yang menyebabkan medan elektrik dipasang di antara hujung bar dalam semikonduktor. Seterusnya, elektron yang bergerak bebas diantara sisi sejuk (jenis-n) menggunakan tenaga yang tinggi bagi melalui plat tembaga membolehkan aliran elektron melalui semikonduktor.

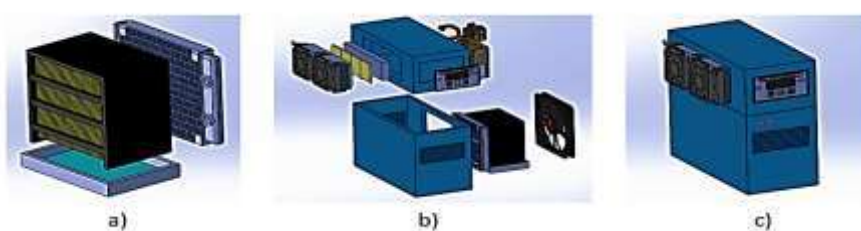
3. METODOLOGI

3.1 Fabrikasi

Sistem terdiri daripada PTE (TEC-12076 x 4 Unit), pendingin sejuk (40mm x 60mm x 40mm), kipas peniup penyejat (7 CFM x 2 Unit), bekas air panas (120mm x 40mm x 10mm), kipas peniup kondensor (10 CFM x 1 Unit), radiator bertindak sebagai pendingin panas (200mm x 20mm x 100 mm), pam air elektronik (2 Liter/minit), paip tembaga, kartrij evapolar bertindak sebagai penyejat, kuasa bekalan (30A, 12V DC), Arduino Uno, termostat, dan selongsong. Penyaman udara PTE yang dikondensikan oleh selongsong penyejatan evaporatif dibuat oleh kayu dengan penebat dalaman menggunakan polietilena (PE) dengan ketebalan 10mm. Sistem ini dikuasakan oleh bekalan kuasa 30A / 12V DC untuk mengoperasikan bahagian-bahagian tertentu produk seperti thermostat, penyejat dan pemeluwap, PTE, dan pam air. Pengawal sistem menggunakan Arduino untuk bertindak sebagai perintang untuk mengawal jumlah aliran arus ke PTE. Thermostat digunakan untuk menerima input dari pengguna untuk mengawal produk berfungsi seperti jumlah arus elektrik dan kelajuan blower. Rajah 2 adalah rajah pendawaian produk untuk menggambarkan pengawalan sistem.



Rajah 2: Pendawaian skematik penghawa dingin PTE yang dipeluwap oleh sistem penyejukan penyejat



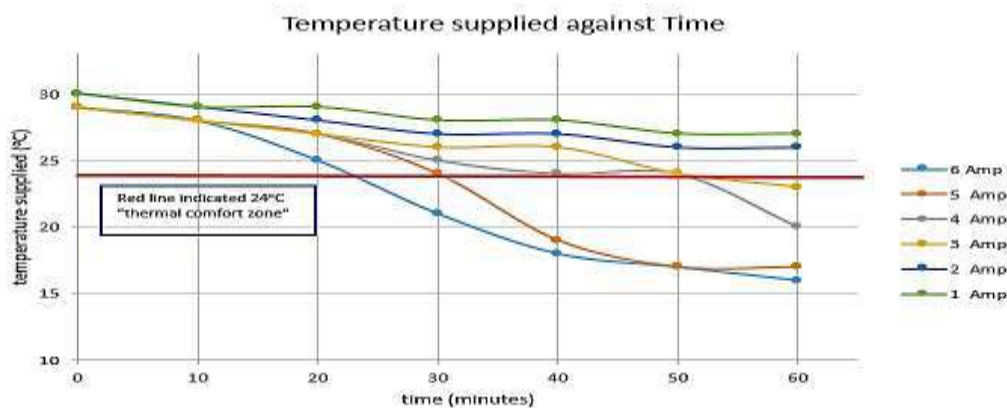
Rajah 3: (a) penghawa dingin PTE yang disejat oleh penyejukan, (b) Pandangan sistem yang dieksplotasi (c), dan sistem penyejukan penyejukan sepenuhnya

PTE diapit oleh sink pendingin dan kotak air penyejat. Heat sink evaporator dan kipas blower yang dipasang berfungsi sebagai penyejat dalam sistem ini yang membekalkan udara sejuk ke sekitarnya. Kotak air, radiator dan penyejat akan menjadi pemeluwap sistem. Air paip biasa digunakan sebagai medium untuk mengangkut haba dari sisi panas PTE ke radiator untuk penyebaran haba. Peredaran paip adalah dari kotak air ke radiator dan ia menggunakan pam air untuk membuat peredaran air yang lengkap. Seterusnya, radiator panas akan dirawat menggunakan penyejat sebelum melepaskan haba ke sekitarnya. Kartrij Evapolar pada rajah 3 (c) digunakan untuk bertindak sebagai penyejuk penyejukan di mana pitch Evapolar disalurkan ke dalam tangki air untuk menyerap air dan membuat mekanisme penyejukan. Kipas tambahan dipasang pada Evapolar untuk meningkatkan kadar pemindahan haba dalam sistem ini. Pemasangan komponen di jelaskan dalam Rajah 3 (a) dan (b).

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Prestasi Penghawa Dingin TE Dengan Penyejukan

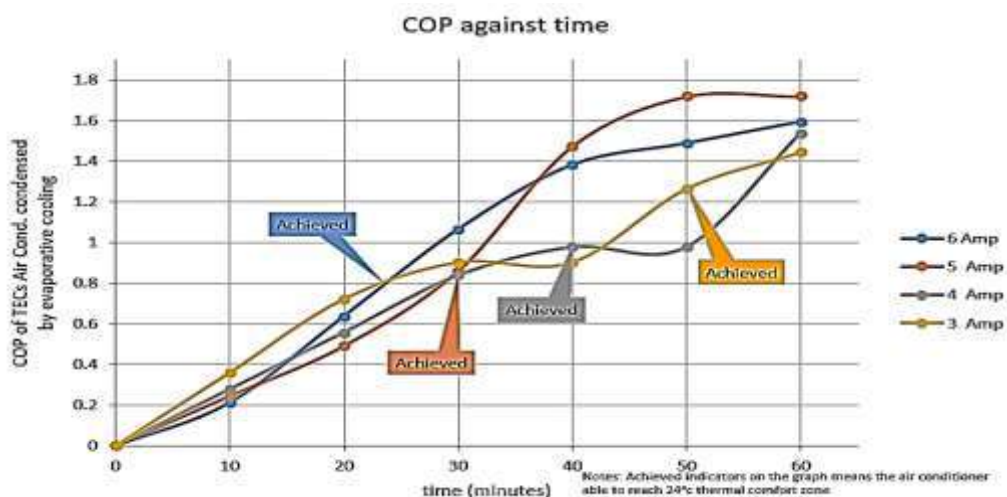
Berdasarkan rajah 8, garis lurus merah merujuk suhu yang dikehendaki dalam kajian ini iaitu 24°C. Suhu 24°C adalah suhu zon selesa yang dapat diterima atau titik tolak dalam kajian kes ini dan hasil yang diperolehi akan dianggap tidak lulus jika tidak dapat mencapai titik yang ditentukan. Graf pada rajah 8 menunjukkan nilai suhu udara bekalan yang diukur 1.5m secara periferan oleh pelbagai bekalan semasa menuju PTE. Corak graf yang ditunjukkan dalam rajah 4 secara tidak langsung berkadar dengan suhu mulai turun seiring dengan kenaikan masa.



Rajah 4: Suhu berkadar masa

Berdasarkan suhu titik penunjuk merah, arus 1A dan 2A tidak dapat mencapai zon selesa termal dalam tempoh ujian. Oleh itu, suhu yang diinginkan untuk 1A dan 2A tidak akan dibincangkan dalam ujian prestasi produk yang dibangunkan kerana tujuan kajian ini adalah untuk memberikan keselesaan termal untuk aplikasi pejabat. Semasa membekalkan arus rendah ke arah PTE, ia menghasilkan fluks haba yang rendah melalui permukaan PTE kerana jumlah arus akan mempengaruhi suhu maksimum dan minimum kedua-dua sisi. Selain itu, kehilangan haba dari sisi sejuk ke bahagian pendingin sirip semasa proses pengaliran akan mempengaruhi suhu udara bekalan.

Hasil dari pengaliran arus 3A, 4A, 5A, dan 6A berjaya mencapai suhu titik ditetapkan dalam tempoh ujian. Dengan itu, setiap arus berjalan dapat menurunkan suhu sekitar 1.5 m kawasan periferal ke titik yang ditetapkan pada jangka masa yang berlainan. Dalam rajah 4, masa yang diperlukan untuk mencapai suhu keselesaan termal kajian ini adalah (i)55, (ii)40, (iii)31, dan (iv)23 minit masing-masing dengan arus 3A, 4A, 5A, dan 6A. Bekalan arus yang lebih tinggi akan memendekkan masa untuk produk mencapai suhu yang diinginkan. Jumlah bekalan arus ke PTE dan suhu sisi sejuk mempunyai hubungan berkadar langsung yang kuat kerana kenaikan arus dapat menurunkan suhu sisi sejuk seperti yang disebutkan dalam graf di rajah 4. Oleh itu, suhu rendah sisi sejuk bertindak sebagai peranan penting untuk mengurangkan masa yang diperlukan untuk mencapai suhu titik yang di set.



Rajah 5: COP berkadar masa

Berdasarkan graf pada rajah 5, kajian ini hanya tertumpu pada bekalan arus yang mempengaruhi sekitarnya untuk mencapai zon selesa termal. Secara amnya, kenaikan COP untuk setiap bekalan arus adalah sama sepanjang masa. Graf ini juga menunjukkan bahawa tidak banyak perbezaan pada akhir eksperimen 60 minit data yang diambil, COP adalah (i) 1.445, (ii) 1.536, (iii) 1.718, dan (iv) 1.594 masing-masing untuk 3A, 4A, 5A, dan 6A. Nilai maksimum COP yang diperoleh ketika meningkatkan arus elektrik COP tertinggi dicapai dengan menggunakan bekalan arus 5A kerana penggunaan kuasa kurang tetapi kesan penyejukan hampir sama dengan berjalan pada 6A seperti yang ditunjukkan pada rajah 5. Perbezaan antara pelbagai nilai semasa adalah masa yang diperlukan untuk mencapai zon selesa termal berdasarkan suhu yang diperlukan 24°C untuk aplikasi pejabat. Seperti pada rajah 9, petunjuk "dicapai" adalah titik di mana eksperimen mencapai 24°C sebagai penggunaan suhu yang disasarkan dalam eksperimen ini. Data tersebut menyatakan bahawa (i) 50 min, (ii) 40 min, (iii) 30 min dan (iv) 25 min untuk menjatuhkan kawasan yang disasarkan ke suhu zon selesa. Arus 6A adalah masa terpantas yang diambil untuk mencapai penyelesaian termal yang mampu turun hingga 24°C kerana perbezaan suhu yang dibuat antara plat panas dan sejuk adalah yang tertinggi. Ini bermaksud, tenaga penyejuk yang lebih tinggi mampu menyerap haba di sekitarnya dengan lebih pantas. Dalam keadaan ini, (i) 1.265, (ii) 0.977, (iii) 0.859 dan (iv) 0.856 adalah COP yang diperoleh dari data yang diambil masing-masing untuk 3A, 4A, 5A, dan 6A. Jelas, arus berjalan 3A adalah COP tertinggi untuk sistem kerana graf COP meningkat dengan masa. Namun, masa yang diperlukan untuk mencapai zon selesa terlalu lama dan tidak sesuai untuk aplikasi penghawa dingin. Kajian ini juga mendapati bahawa arus 5A akan menjadi yang terbaik dan optimum sesuai dengan aplikasi penghawa dingin kerana waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu sekitar ke suhu set yang diinginkan sedikit berbeza dari bekalan dengan arus 6A yang 5 minit perbezaan antara kedua-dua arus bekalan ini. Di samping itu, arus 5A menghasilkan COP yang lebih tinggi iaitu 1.718.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kepada hasil ujikaji di dapati objektif kajian telah dicapai. Suhu sekitar kawasan ujian telah mencapai suhu penyelesaian mengikut piawaian zon selesa termal oleh ASHRAE iaitu 24°C semasa beroperasi dengan menggunakan 3A, 4A, 5A, dan 6A arus elektrik. Didapati juga COP penyaman udara PTE yang disejatkan oleh penyejukan sangat berkesan semasa beroperasi menggunakan bekalan arus 5A dimana ia mampu mencapai COP 1.718. Berdasarkan hasil dan perbincangan, kesimpulan yang dapat dinyatakan melalui kajian ini adalah objektif kajian telah dicapai di mana reka bentuk penyaman udara berkonsepkan PTE telah dihasilkan. Semua ciri kejuruteraan ditentukan dengan menggunakan House of Quality (HOQ). Melalui kaedah ini pelbagai kriteria kejuruteraan dipertimbangkan seperti mudah alih, ringan, penggunaan kuasa rendah, kawalan suhu dan mudah dikendalikan. Kajian ini berjaya menjadi satu platform awal untuk pengkomersilan kepada pengguna.

Kajian lanjutan yang boleh dijalankan di masa akan datang adalah mengkaji tahap bunyi yang dihasilkan oleh rekabentuk penyaman udara PTE ini supaya tidak melebihi kadar tahap bunyi zon selesa di dalam sesuatu ruang pejabat. Selain itu, kajian lanjut boleh dijalankan dengan menilai keberkesanan penyaman udara PTE ini jika digunakan dalam jangka masa yang panjang. Impaknya adalah, satu pelan penyelenggaraan dapat dibina apabila data jangka hayat setiap komponen diperolehi. Bagi meningkatkan keupayaan rekabentuk penyaman udara PTE ini sejajar dengan teknologi *Industrial Revolution (IR 4.0)*, sistem *Internet of Things (IOT)* boleh di aplikasi supaya setiap mod pengendalian boleh di kawal dari jauh seperti melalui telefon pintar.

RUJUKAN

- ASHRAE, A. S. (2019). *HVAC applications. ASHRAE Handbook, Fundamentals*.
- Astrain, D., Aranguren, P., Martínez, A., Rodríguez, A., and Pérez, M. G. (2016). A comparative study of different heat exchange systems in a thermoelectric refrigerator and their influence on the efficiency. *Applied Thermal Engineering*, 103, 1289-1298.
- A. Yaduvanshi., R. Bendapudi., T. Nkemelang., and M. New. (2019). "Temperature and rainfall extremes change under current and future warming global warming levels across Indian climate zones," *Weather Clim. Extrem.*, vol. 31, no. December 2019, p. 100291, 2021, doi: 10.1016/j.wace.2020.100291.
- Dai, Y. J., Wang, R. Z., Zhang, H. F., and Yu, J. D. (2001). Use of liquid desiccant cooling to improve the performance of vapor compression air conditioning. *Applied Thermal Engineering*, 21(12), 185-201.
- Daikin. (2020). *Daikin Malaysia*. Retrieved from Air Conditioner Catalogue: <https://www.daikin.com.my/product-type/air-conditioner/>
- Egolf, P. W., Gravier, L., Francfort, T., Pawlowski, A. G., Courret, G., and Croci, M. (2014). High frequency magnetocaloric modules with heat gates operating with the Peltier effect. *International Journal of Refrigeration*, 37, 176 - 184.
- Gokçek, M., and Şahin, F. (2017). Experimental performance investigation of mini channel water cooled-thermoelectric refrigerator. *Case Studies in Thermal Engineering*, 10, 54-62.
- Hu, H. M., Ge, T. S., Dai, Y. J., and Wang, R. Z. (2016). Experimental study on water-cooled thermoelectric cooler for CPU under severe environment. *International journal of refrigeration*, 62, 30-38.
- Humphreys, M. A., and Nicol, J. F. (2002). The Validity of ISO-PMV for Predicting Comfort Votes in Every-day Thermal Environments. *Moving Thermal Comfort Standards*. Ibañez-Puy, M., Bermejo-Busto, J., Martín-Gómez, C., Vidaurre-Arbizu, M., and Sacristán-Fernández, J. A., 2017. Thermoelectric cooling heating unit performance under real conditions. *Applied Energy*, 200, 303-314.
- Jeong, E. (2014). A new approach to optimize thermoelectric cooling modules. *Cryogenics*, 59, 38.
- Mahmood MH., Sultan M., Miyazaki T., Koyama S., and Maisotsenko VS. (2016). Overview of the Maisotsenko cycle – A way towards dew point evaporative cooling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66: 537–555.
- Manikandan, S., and Kaushik, S. C. (2015). Energy and exergy analysis of an annular thermoelectric cooler. *Energy Conversion and Management*, 106, 804-814.
- Martinez, A., Astrain, D., Rodriguez, A., and Aranguren, P. (2016). Advanced computational model for Peltier effect-based refrigerators. *Applied Thermal Engineering*, 95, 339-347.

- Mirmanto, M., Sayoga, I. M., Sutanto, R., Alit, I. B., Nurchayati, N., and Mulyanto, A. (2018). Experimental cooler box performance using two different heat removal units: a heat sink fin-fan, and a double fan heat pipe. *Frontiers in Heat and Mass Transfer (FHMT)*, 10.
- Ohara, B., Sitar, R., Soares, J., Novisoff, P., Nunez-Perez, A., and Lee, H. (2015). Optimization Strategies for a Portable Thermoelectric Vaccine Refrigeration System in Developing Communities. *Journal of Electronic Materials*, 44(6), 1614-1626.
- Sahu, S. K. (2014). *Cooling Load Estimation for a Multi-story office building*. Retrieved from Ethesis @ NIT Rourkela: <http://ethesis.nitrkl.ac.in/5804/>
- Qian, B., and Ren, F. (2016). Cooling performance of transverse thermoelectric devices. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 95, 787-794.

Analisa Penggunaan Elektrik Tahun 2019 dan 2020 Di Politeknik Port Dickson

Azrinawati Samaon, Jumaliah Jahuri & Zamri Zakaria

Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Port Dickson, Port Dickson, Negeri Sembilan

ABSTRAK

Penggunaan tenaga elektrik merupakan sumber tenaga utama dalam mewujudkan persekitaran pembelajaran dan kediaman kondusif dikalangan kakitangan dan pelajar Politeknik Port Dickson. Pengurusan tenaga elektrik yang komprehensif amat dititikberatkan bagi menangani isu kenaikan kadar tarif bil elektrik bagi kegunaan PPD. Kajian ini menggunakan kaedah analisis bil elektrik bulanan sebagai langkah untuk mendapatkan gambaran menyeluruh berkaitan dengan kos tadbir urus yang lebih efektif. Kaedah ini sebagai tanda aras polisi pengukuran indeks kecekapan tenaga dan seterusnya dapat mengurangkan penggunaan tenaga elektrik. Kajian ini diperlukan bagi mengenalpasti faktor penggunaan tenaga elektrik di bangunan akademik, bengkel dan kolej kediaman pelajar sebagai langkah penjimatan diperingkat PPD. Kaedah kajian yang digunakan adalah melalui perbandingan bil penggunaan setiap bulan selama 2 tahun dari tahun 2019 hingga 2020 dari aspek kos penggunaan tenaga. Secara purata pada tahun 2019, pihak politeknik membelanjakan RM130,358 sebulan manakala pada tahun 2020 hanya membelanjakan RM87,903 sebulan. Penjimatan yang dicapai secara purata adalah RM 42,455 iaitu 32.57%. Hasil kajian ini boleh dijadikan rujukan kepada strategi jangka pendek dan jangka panjang untuk menjamin kecekapan dan penjimatan penggunaan tenaga elektrik yang dapat menjadikan PPD sebagai kampus lestari. Kesimpulan yang diperolehi daripada kajian ini adalah faktor hari kehadiran staf dan pelajar ke PPD merupakan faktor yang akan mempengaruhi penggunaan tenaga elektrik.

Kata Kunci: pengurusan, kecekapan, penjimatan, tenaga elektrik

1. PENGENALAN

1.1 Amalan Berhemah Dalam Penggunaan Tenaga

Tenaga elektrik merupakan salah satu sumber yang sangat penting dalam sesebuah institusi pendidikan, ekonomi, industri dan apa jua sektor yang ada di Malaysia ini. Ia memainkan peranan yang sangat utama dalam pembangunan semua sektor tersebut. Peningkatan penggunaan tenaga mengakibatkan meningkatnya aliran tenaga elektrik yang mengakibatkan berlakunya pelepasan gas rumah hijau yang memberi kesan negatif kepada negara (Sharif et al., 2019). Penggunaan tenaga untuk jangka masa panjang dan membantu memanjangkan jangka hayat sumber tersebut, sebenarnya ia sangat-sangat bergantung kepada amalan berhemah dalam penggunaan tenaga oleh pengguna. Amalan berhemah ini juga dapat melindungi alam sekitar dengan pengurangan penghasilan karbon serta menjadikan persekitaran yang lebih bersih.

Bagaimanapun tingkahlaku pengguna untuk sentiasa memupuk perilaku yang positif merupakan salah satu pendekatan yang tidak melibatkan kos malah dapat memberikan kesan bagi jangka masa yang panjang terutamanya dalam sikap pembentukan budaya penjimatan tenaga. Cabaran utama dalam usaha pelestarian alam ialah kesedaran dan penerimaan masyarakat (Mazaitul, et al., 2015).

2. ULASAN LITERATUR

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Imanurezeki et al, (2018), peningkatan kos penggunaan bergantung kepada perubahan penggunaan jumlah tenaga. Kaedah kajian diaplikasikan dengan mengukur hubungan penggunaan tenaga dengan kos pengurusan untuk jangka masa pendek dan jangka masa panjang. Untuk jangka masa pendek, pihak pengurusan boleh membuat penyelenggaraan dan menaik taraf pengurusan fasiliti sedia ada dengan menggunakan peralatan cekap tenaga. Manakala bagi jangka masa panjang bergantung kepada jangkaan penggunaan tenaga pada masa hadapan yang bersandarkan kepada jumlah kemasukan pelajar dan pelan induk pembangunan UTM ke arah kampus lestari yang dirangka bermula tahun 2017 sehingga 2035 boleh di gunakan dalam kajian implikasi kos penggunaan tenaga.

Menurut kajian Muhammad Khaidir dan Noorazuan (2018), Tarif tenaga elektrik semakin meningkat seiring dengan penggunaannya di mana secara tidak langsung akan memberi impak kepada institusi itu sendiri. Perbandingan yang dilakukan adalah dengan melihat data penggunaan elektrik secara bulana juga secara harian. Penggunaan data secara harian lebih mudah dianalisa dalam mendapatkan perkadaran penggunaan tenaga seterusnya faktor bagi peningkatan kadar penggunaan secara purata oleh pengguna dapat dikenalpasti.

3. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif iaitu melalui pemantauan dan analisa dokumen. Kaedah yang telah dilakukan adalah dengan membuat pemantauan seterusnya menganalisa data yang diperolehi melalui penggunaan *Desktop Electrical System Audit*. Maklumat penggunaan tenaga dianalisa daripada data yang diperolehi. Pengkaji telah mengenalpasti data yang diperolehi iaitu melalui *bill analysis* dan *summary bills* bagi melihat perbezaan penggunaan tenaga serta permintaan maksimum bagi tahun 2019 dan 2020.

3.1 Pemantauan Penggunaan Tenaga Elektrik Di Politeknik Port Dickson

Dalam memupuk kelestarian generasi akan datang, kewujudan *Smart Green Polycc* dalam melaksanakan penggunaan teknologi hijau dikawasan sekitar PPD seharusnya terus diutamakan. Perkara yang diusahakan pelaksanaannya adalah yang berkaitan dengan pengurusan tenaga serta penggunaan tenaga yang boleh diperbaharui di dalam kampus serta mengutamakan pembelian produk dalam kampus dengan mengambilkira penjimatan tenaga dan label 'ecogreen' serta mewujudkan organisasi dalam memantau pelaksanaan teknologi hijau tersebut (Nur Jannah et al., 2019).

Pemantauan penggunaan tenaga di dalam kampus perlu dilaksanakan dalam memastikan penggunaan tenaga adalah cekap dan jimat. Untuk mengawal penggunaan tenaga secara berkesan dalam organisasi antara proses yang boleh dilakukan adalah dengan cara melaksanakan kerja pengauditan tenaga elektrik secara dalaman (S. N. Kamaruzzaman & Raha, 2012). Audit tenaga ini boleh digunakan dalam menentukan kuantiti dan kos tenaga elektrik sebuah bangunan mengikut tempoh masa tertentu seperti harian, mingguan, bulanan atau tahunan (Li et al., 2017). Pengauditan ini diperlukan untuk mengenalpasti jumlah sebenar penggunaan tenaga elektrik dimana data digunakan dalam mengukur Indeks kecekapan tenaga (EEI).

$$EEI = \frac{\text{Energy input}}{\text{Factor related to the energy using component}}$$

Data penggunaan tenaga elektrik telah dikumpulkan untuk tahun Januari 2019 hingga Disember 2020. Berdasarkan penggunaan tenaga elektrik dan kadar penggunaan maksimum tenaga pada setiap bulan. Daripada pengumpulan data, analisis dapat dilakukan pada tahun 2020 untuk memperolehi trend penurunan data adalah berdasarkan kadar bilangan hari kelas dan kehadiran staf bertugas dalam masa sebulan. Penggunaan ukuran jumlah penggunaan tenaga elektrik yang digunakan dalam unit kilowatt per jam (kWh) bagi setiap bangunan dapat dipantau, pastinya langkah-langkah lain dapat diambil dalam mengapai hasrat mengurangkan penggunaan tenaga elektrik.

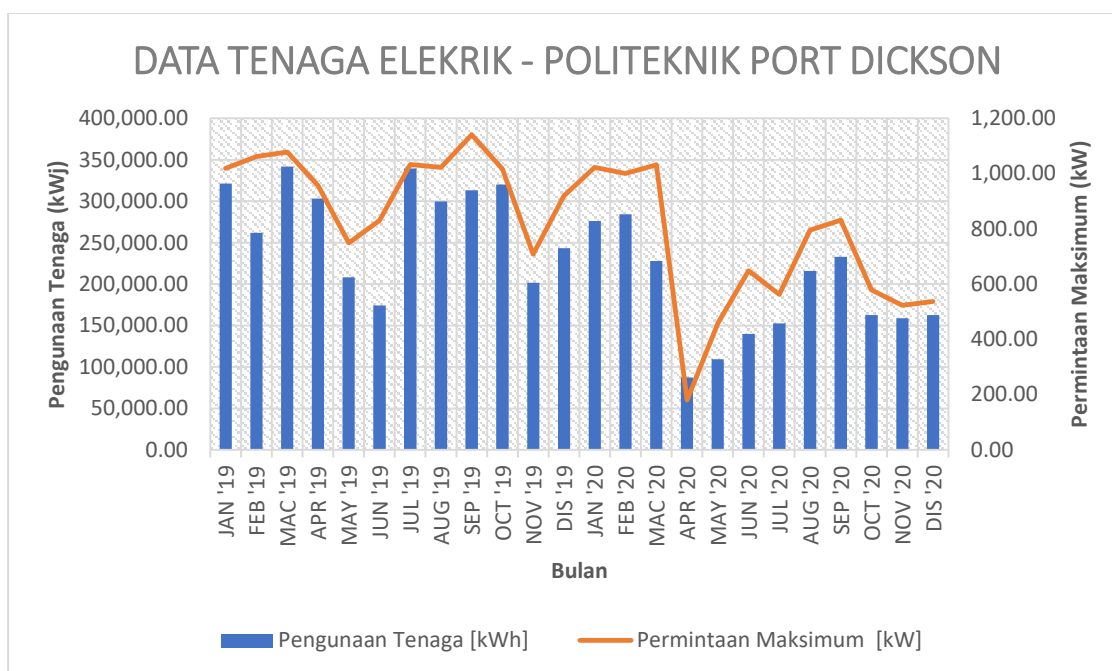
3.1.1 Penggunaan Tenaga

Data ini memberikan fokus kepada perbandingan penggunaan tenaga berdasarkan penggunaan pada setiap bulan disepanjang tahun 2019 dan 2020. Data ini diperolehi melalui bil bulanan penggunaan elektrik daripada pihak Tenaga Nasional Berhad (TNB) dalam menentukan purata penggunaan dan kos tahunan yang perlu ditanggung oleh PPD.

Jadual 1 menunjukkan perincian pecahan penggunaan tenaga PPD pada setiap bulan bagi tempoh bermula Januari 2019 hingga Disember 2020. Penurunan data pada bulan April 2020 hingga bulan Julai 2020 adalah mengambilkira keadaan luar jangka susulan daripada penutupan sementara pengoperasian PPD dan tiada kehadiran pelajar ke kampus. Daripada tempoh tersebut bulan April 2020 menunjukkan penggunaan elektrik yang paling minimum (baseload) ini disebabkan oleh penutupan sepenuhnya operasi fizikal di kampus dan tiada kehadiran staf dan pelajar. Sedikit peningkatan diperolehi pada bulan Ogos 2020 dan bulan September 2020 disebabkan pembukaan sesi kuliah pada 3 Ogos 2020 pendaftaran pelajar baru Sesi Julai 2020. Manakala trend penurunan data pada bulan Oktober 2020 hingga bulan Disember 2020 adalah disebabkan oleh pendekatan pembelajarn sepenuhnya secara atas talian di mana tiada kehadiran pelajar ke kampus.

Jadual 1: Dapatan data pemantauan bulanan tahun 2019 dan tahun 2020 – Politeknik Port Dickson.

BULAN	2019		2020	
	PENGUNAAN TENAGA	PERMINTAAN MAKSIMUM	PENGUNAAN TENAGA	PERMINTAAN MAKSIMUM
	[kWh]	[kW]	[kWh]	[kW]
JAN	321,518.00	1,019.00	276,106.00	1,023
FEB	261,824.00	1,062.00	284,208.00	1,001
MAC	341,834.00	1,078.00	227,983.00	1,032
APR	303,071.00	957.00	87,566.00	180
MAY	208,242.00	749.00	109,503.00	459
JUN	174,071.00	830.00	139,904.00	649
JUL	339,461.00	1,033.00	152,826.00	563
AUG	299,571.00	1,023.00	215,975.00	796
SEP	313,141.00	1,141.00	232,926.00	832
OCT	320,076.00	1,017.00	162,744.00	579
NOV	201,795.00	709.00	158,846.00	523
DIS	243,315.00	920.00	162,817.00	537
AVG	277,327	962	184,284	681
RM	130,358		87,903	



Rajah 1: Perbezaan data penggunaan tenaga dan permintaan maksimum Data-Politeknik Port Dickson tahun 2019 dan 2020

3.1.2 Bilangan hari kelas dan staf hadir bekerja

Data ini adalah untuk menyokong kepada kadar penjimatan penggunaan tenaga yang terdapat pada jadual 1. Jadual 2 menunjukkan perincian jumlah bilangan hari kelas dan staf yang hadir ke pejabat di sepanjang tahun 2019 dan 2020. Pada tahun 2019, pada bulan Mei dan Jun tiada kelas dijalankan kerana pelajar cuti semester maka pengurangan penggunaan tenaga dapat diperhatikan. Manakala pada tahun 2020, pada bulan April boleh diperhatikan bilangan hari kelas dan staf hadir bekerja adalah sifar disebabkan penutupan sepenuhnya operasi di kampus PPD. Penggunaan tenaga elektrik adalah yang paling minimum pada bulan April 2020 ini.

Staf dibenarkan untuk hadir bertugas ke pejabat mulai 11 Mei 2020 mengikut jadual yang disediakan oleh Ketua Program dan dipantau bilangan oleh Ketua Jabatan. Pada bulan Jun kehadiran staf hadir berkerja hanya dibenarkan 70% sahaja tetapi pada 15 Jun semua staf dibenarkan bekerja sepenuhnya. Pada bulan Julai Lab Green yang merupakan makmal di Jabatan Kejuruteraan Elektrik telah dibuka dan penempatan sejumlah 5 staf tetapi operasi belum sepenuhnya. Pada bulan 3 haribulan Ogos adalah pendaftaran pelajar baru dan seminggu selepas adalah kehadiran pelajar senior yang dilaksanakan kehadiran secara berperingkat bagi penangani masalah penularan virus Covid-19. Pada penghujung bulan September (28 haribulan September hingga 4 Oktober) cuti pertengahan semester bagi pelajar. Kehadiran staf daripada bulan Ogos sehingga bulan Oktober kehadiran bekerja adalah sepenuhnya. Manakala pada 10 November kehadiran staf ke pejabat hanya dibenarkan 30% sahaja sehingga bulan Disember.

Jadual 2: Dapatan data pemantauan bilangan hari kehadiran staf sepanjang tahun 2019 dan 2020 – Politeknik Port Dickson.

BULAN	BILANGAN HARI (KELAS -PELAJAR)	BILANGAN HARI (HADIR BEKERJA -STAF)
Jan-20	15	19
Feb-20	20	21
Mar-20	12	12
Apr-20	0	0
May-20	0	10
Jun-20	0	22
Jul-20	0	22
Aug-20	19	20
Sep-20	18	22
Okt-20	0	21
Nov-20	0	21
Dis-20	0	22
BULAN	BILANGAN HARI (KELAS -PELAJAR)	BILANGAN HARI (HADIR BEKERJA -STAF)
Jan-19	22	21
Feb-19	15	19
Mar-19	21	21
Apr-19	20	22
May-19	0	21
Jun-19	0	18
Jul-19	22	22
Aug-19	15	20
Sep-19	19	19
Okt-19	22	22
Nov-19	6	21
Dis-19	10	21

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil daripada dapatan data bil elektrik, tahun 2019 lebih tinggi dan hanya berkurangan ketika cuti semester. Pada tahun 2020 trend penurunan kadar bil elektrik adalah paling ketara disebabkan oleh Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) akibat penularan wabak Covid-19. Kesan pandemik ini di PPD telah menyebabkan kelewatan masa pendaftaran pelajar baru dan lama ke bulan Ogos yang sepatutnya mendaftar pada bulan Jun. Penurunan bermula pada bulan Mac hingga bulan Ogos tahun 2020 disebabkan oleh PKP. Hasil dapatan yang penting telah diperolehi ketika staf dan pelajar tiada di PPD pada bulan April 2020 di mana penggunaan elektrik yang paling minimum. Pada bulan Ogos dan bulan September tahun 2020 peningkatan penggunaan bermula disebabkan pendaftaran pelajar baru dan pelaksanaan praktikal. Pada bulan Oktober hingga bulan disember tahun 2020 bil penggunaan tenaga elektrik berkurangan disebabkan oleh pembelajaran sepenuhnya secara atas talian. Pendekatan norma baru iaitu kuliah secara atas talian turut diperkenalkan bagi memastikan kelancaran dan memenuhi 'Student Learning Time (SLT)' yang telah ditetapkan oleh Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK).

4.1 Langkah-langkah penjimatan tenaga.

Bagi memastikan segala perancangan dan pelaksanaan yang telah dilaksanakan di PPD dapat terus dikekalkan. Tingkahlaku pengguna untuk sentiasa memupuk perilaku yang positif

merupakan salah satu pendekatan yang tidak melibatkan kos malah dapat memberikan kesan bagi jangka masa yang panjang terutamanya dalam sikap pembentuk budaya penjimatan tenaga.

4.1.1 Kempen dan kesedaran pengguna

Penggunaan poster biasa digunakan dalam kempen jimat tenaga. Diantara amalan berhemah yang mesti dilakukan oleh pengguna terutamanya yang melibatkan bangunan kerajaan adalah dengan cara sentiasa menetapkan suhu penghawa dingin pada 24°C, Tutup semua pintu dan tingkap apabila penghawa dingin digunakan, Tutup semua alatan elektrik sebelum pulang ke rumah, tutup semua suis lampu dan penghawa dingin apabila tiada di bilik, tutup semua suis komputer apabila tidak digunakan, gunakan pencahayaan semulajadi. Antara langkah mudah lain yang boleh dilakukan dalam penjimatan tenaga adalah dengan mencabut palam atau plag peranti yang tidak digunakan pada soket ini disebabkan oleh sesetengah peranti masih menggunakan tenaga apabila palam atau plag bersambung kepada soket elektrik walaupun suis telah dimatikan. Penjimatan tenaga elektrik melalui penggunaan secara cekap dan optimum adalah langkah terbaik dalam memberikan pulangan kewangan daripada penjimatan (Tuan Pah Rokiah et al., 2013). Selain itu, penggunaan email kepada semua staf PPD secara berkala iaitu pada setiap hari Jumaat tentang kepentingan penjimatan tenaga elektrik turut memberi kesan kepada penggunaan tenaga elektrik di PPD.

4.1.2 Penggunaan peralatan cekap tenaga

Selain melakukan aktiviti yang berkaitan dengan penjimatan tenaga, pengguna seharusnya juga meningkatkan kecekapan dalam menggunakan tenaga (Zaidi & Sharina, 2019). Sebagai pengguna, amalan kecekapan tenaga boleh mengurangkan perbelanjaan, menjimatkan kos dan mengelakkan pembaziran tenaga. Antara kaedah yang telah dilakukan PPD antaranya adalah dengan menggantikan lampu kalimantang dengan lampu 'Light Emitting Diode' (LED) yang lebih jimat dan cekap tenaga. Selain itu, penghawa dingin yang rosak turut diganti dengan penghawa dingin yang cekap tenaga.

Pengamalan budaya cekap tenaga memerlukan kesedaran dikalangan pengguna antaranya dengan cara memilih barangan dan alatan yang menggunakan label kecekapan tenaga yang mempamerkan label kadaran tenaga 1 hingga ke 5 bintang. Penguatkuasaan dalam memastikan pengguna sentiasa memilih barangan yang betul untuk cekap dalam penggunaan elektrik perlu dititikberatkan bagi memastikan kelestarian dapat dilaksanakan dengan lebih efektif.

4.1.3 Penggunaan tenaga boleh diperbaharui

Penggunaan tenaga boleh diperbaharui seperti tenaga solar, angin, biomass dan lain-lain adalah satu langkah yang harus disokong untuk kelestarian alam. Walaupun kos permulaan agak tinggi pada masa sekarang namun dengan teknologi dan penyelidikan terkini dapat mengurangkan kos permulaan dan pembaikan dapat seterusnya penggunaan tenaga boleh diperbaharui amat berbaloi dibangunkan. Dengan sokongan kerajaan dan badan badan berkanun, diharap tenaga boleh diperbaharui dapat direalisasikan di PPD.

Penggunaan tenaga solar di PPD telah mula dijalankan dengan skala yang kecil. Projek tenaga solar yang dijalankan hanya melibatkan penggunaan beberapa lampu di koridor. Walaupun penjimatan yang diperolehi sedikit tetapi kesan yang besar dapat diperolehi tentang kepentingan tenaga boleh diperbaharui ini.

Hasil daripada laporan audit ini seterusnya akan terus menyumbang kepada kecekapan tenaga yang efisien membantu dalam menyumbang kepada penggunaan tenaga yang berkualiti tanpa

menjejaskan produktiviti sesuatu organisasi tersebut. Dengan ini audit yang dilaksanakan dapat memberikan gambaran menyeluruh berkaitan dengan kos pengurusan yang lebih efektif selain boleh dijadikan sebagai tanda aras pengukuran indek kecekapan tenaga. Pelaksanaan pemantauan penggunaan tenaga ini dapat menjimatkan pengurusan kewangan yang boleh digunakan dalam pembangunan intitusi.

Kempen dan kesedaran dikalangan staff dan pelajar PPD perlu ditekankan untuk bagaimana penjimatan tenaga elektrik dapat dilakukan. Kempen ini dapat memberi penjimatan kepada bil tenaga elektrik khususnya dan amalan ini diharap dapat dibawa oleh pelajar ketempat lain seperti rumah sendiri dan tempat kerja.

Selain itu, pihak-pihak berkenaan dapat membuat pilihan yang bijak semasa membuat pembelian aset dan peralatan elektrik yang cekap tenaga di masa hadapan. Penggunaan tenaga boleh diperbaharui juga salah satu cara untuk memastikan kelestarian alam dan kos yang amat efektif dapat dibangunkan melalui penyelidikan dan pembangunan untuk pelan jangka panjang.

5. KESIMPULAN

Kajian ini membuat pemerhatian pemantauan pengumpulan data dari aspek penggunaan tenaga elektrik dan permintaan maksimum bulanan bagi melihat perbezaan data pada tahun 2019 dan 2020. Analisa ini dibuat dalam sela masa dua tahun bagi melihat perbezaan. Perubahan lebih spesifik dapat dihat melalui analisa pada setiap bulan. Penggunaan tenaga elektrik pada setiap bulan adalah dipengaruhi oleh bilangan hari kelas dan kehadiran staf ke pejabat. Nilai indeks penggunaan tenaga elektrik yang digunakan oleh PPD pada tahap yang boleh dikawal. Kaedah kajian yang telah diaplikasikan adalah melalui pemantauan data secara bulanan bagi memudahkan proses analisa dibuat. Secara keseluruhan, bagi memastikan pengurusan tenaga yang lebih komprehensif, hasil kajian boleh digunakan untuk merangka pendekatan jangka pendek yang boleh diambil seperti kempen jom jimat tenaga dan program kesedaran penjimatan tenaga elektrik dikalangan pelajar dan kakitangan di PPD.

Untuk pelan jangka panjang penggunaan peralatan elektrik jimat tenaga haruslah dititik beratkan oleh pihak berkenaan semasa pembelian asset oleh Politeknik. Pelan penggunaan tenaga boleh diperbaharui haruslah dirangka agar dapat memastikan kos yang efektif dapat direalisasikan dan demi kelestarian alam.

RUJUKAN

- Imanurezeki Mohamad., Nurul Adzura Ismail, Siti Noraishah Mohammad Ramlan, Nurhamieza Md Huzir, Nurul Nadrah Mohd Zabidi. (2018). Pengurusan Penggunaan Tenaga Elektrik Di Kolej Kediaman Ke Arah Kampus Lestari. eISBN 978-967-2171-38-6, *National Student Development Conference (NASDEQ 2018)* https://www.researchgate.net/publication/330898140_
- Li, L., Tong, Z., Linhua, Z. & Hongchang, S. (2017). Energy consumption investigation and data analysis for one university of Guangzhou. *Procedia Engineering*. 205 (2017): 2118 – 2125. <https://www.researchgate.net/publication/343627313>

- Mazaitul Shima Mazlan, Shahirah Umamah Abdul Mutalib, Er Ah Choy (2015) Faktor sikap pelajar dalam peningkatan tahap kelestarian kampus: Kajian kes Universiti Kebangsaan Malaysia *Malaysian Journal of Society and Space II issue 8 (52 - 65)*
<https://ejournal.ukm.my/gmjss/article/view/18818>
- Muhammad Khaidir Azmi & Noorazuan Md Hashim (2018) Perbandingan Penjimatan Penggunaan Tenaga Elektrik Antara Kolej Kediaman: Satu kajian di Universiti Kebangsaan Malaysia. *Jurnal Wacana Sarjana Vol. 2(4) Dis 2018: 1-11*
<http://spaj.ukm.my/jws/index.php/jws/article/view/183>
- Nur Jannah Azman¹, Wan Mohd Rizlan Wan Idris & Alice Shanthi (2019). Inovasi Smartfan Dalam Usaha Menjimatkan Penggunaan Tenaga Elektrik DI Tempat Kerja *Jurnal Inovasi Malaysia (JURIM)* <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/29754/>
- Sharif Shofirun Sharif Ali, Muhammad Rizal Razman & Azahan Awang (2019) Tren Penggunaan Tenaga Elektrik Dan Pembebasan Gas Rumah Hijau di Malaysia *Asian Journal of Environment, History and Heritage June 2019, Vol. 3, Issue. 1, p.39-45*
<http://spaj.ukm.my/ajehh/index.php/ajehh/article/view/104>
- S. N. Kamaruzzaman and Raha Sulaiman (2012). *Energy Audit of Old Buildings In Malaysia: An Indicative Survey on Electricity Services Performance*. University of Malaya.
- Tuan Pah Rokiah Syed Hussain, Hamidi Ismail, Mat Khalid Md Noh (2013) Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian Alam Sekitar. *Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia ke VIII (PERKEM VIII) "Dasar Awam Dalam Era Transformasi Ekonomi: Cabaran dan Halatuju" Johor Bahru*,
https://www.ukm.my/fep/perkem/pdf/perkemVIII/PKEM2013_4B3.pdf

An Overview on Sustainability Development by Waste to Energy Concept in Malaysia

Muhammad Habibullah Yahaya, Azierah Zawiyah Azmi & Muhamad Hissammuddin Shah Zainal Abidin

Department of Chemical & Food Technology, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Muar, Johor

habib@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Considering that fossil fuels and their impact on the environment are exhaustible, countries have sought renewables while simultaneously reconsidering their energy consumption pattern. One solution would be to produce bioenergy from agricultural, industrial, or municipal waste. Bioenergy is considered renewable energy that improves sustainability development. Waste to Energy (WTE) from municipal solid waste (MSW), palm oil mill effluent (POME) and waste cooking oil (WCO) was discussed in this paper. The energy from MSW is generated by two types of process: thermal decomposition and biological activity. Thermal decomposition can generate energy in terms of heat, hydrogen, and methane depending on the kind of process undergo by MSW. In contrast, biological activity can generate energy through anaerobic digestion and fermentation of MSW. POME can also produce energy, which is a by-product of palm oil extraction to generate methane. While WCO can be the feedstock to produce biodiesel through the esterification process. All this waste has enormous potential to be used for clean energy production in Malaysia. Now, the concept of WTE has been implemented in Malaysia to promote sustainable development on a small scale. Hopefully, the idea will be developed to full scale in Malaysia to reduce municipal, agricultural and industrial waste.

Keywords: bioenergy, sustainability development, waste to energy

1. INTRODUCTION

Power is now a central factor in sustainable development discussions. Therefore, sustainable development requires a sustainable supply of renewable energy sources that are clean and affordable and have no detrimental effect on society (Kothari et al., 2010). Energy sources such as solar radiation, winds, waves and tides are widely considered renewable and sustainable in the long term. While energy recovery is needed to ensure the unrecyclable waste can be used to its full potential for sustainable development.

Biomass is a renewable energy source that tackles fossil fuel's negative impact on the atmosphere and other issues. It is typically available in agricultural waste and other waste, for example, industrial and municipal waste. In addition, the bioenergy produced by biomass digestion, including biogas, is a promising source of energy for heat, electricity and hydrogen production for fuel cells or vehicle fuel (Sadeghi et al., 2014).

Waste to Energy (WTE) includes all waste processes for converting non-recyclable waste material to useable energy, including combustion, gasification, pyrolysis, digestion, and recovery of landfill gas (LFG). Due to the tremendous amount of municipal solid waste (MSW) generated every day in urban areas, MSW processing is the priority. The most popular MSW-to energy technologies are combined heat and power (CHP), incineration, and LFG capturing in a controlled landfill (Sadeghi et al., 2014). Economic growth can be increased by a higher volume of MSW generated with proper technology to harness the energy. Moreover, it would provide lucrative investments in appropriate MSW therapy compared to other energy

generation feedstock, its fuel obtained almost for free, thus optimizing the revenue margins for the WTE plant operators. Nevertheless, the growing rate of environmental awareness and specific financial and technological parameters have blocked the rapid spread of such technologies. The truth is while WTE technologies use MSW as feed materials.

WTE is not just a waste-to-energy process (Shamsudheen et al., 2019). WTE is a central component of the sustainable waste management chain and complements recycling. This is a way to bring renewable energy back. Green energy recycling resolves solid waste disposal by recovering energy from waste material that is increasingly known as a renewable source of power and environmental quality benefits. So, the discussion in this paper will focus on the WTE from municipal solid waste (MSW), palm oil mill effluent (POME), and waste cooking oil in Malaysia.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Waste to Energy from Municipal Solid Waste (MSW)

The average composition of the Malaysian MSW is 45% food, 24% plastic, 7% paper, 6% iron, 4% wood and 3% glass. Thus, it indicates that large quantities of Malaysian MSW are recyclable. (Sadeghi et al., 2014). Malaysian MSW's moisture level varies from 52-66 percent, decreasing their calorific value. The total daily generation of MSW was 29.711 tons per day in 2012, 30.518 tons per day in 2013, and ranges from 45 tons per day in Klang to 3000 tons per day in Kuala Lumpur. It also predicts a total of 36,165 tons per day of waste by 2020, with an estimate of 70% of total waste produced in the country and currently only 1-5% recycled.

The energy from MSW can be generated by two types of processes: thermal decomposition and biological activity. Thermal decomposition can generate energy in terms of heat, hydrogen, and methane depending on the kind of process undergo by MWS. There are three types of the method currently used: incineration, gasification, and pyrolysis. Since 1996 incineration in the Labuan, Langkawi, Pangkor and Tioman resort islands has been used on a small scale (Abd Kadir et al., 2013). The administration of MSW on these tourist islands is under the local authority's jurisdiction. The famous tourist attraction Tioman Island, east of Peninsular Malaysia, presents an interesting case study concerning MSW incineration. The Tioman Development Authority (TDA) is the Tioman Island municipal authority responsible for collecting, transporting, and incinerating solid waste. It subcontracts solid waste collection to five village leaders and their village committees on the island. However, the use of those incinerators was discontinued recently due to the high operational costs associated with the high humidity content of waste, which contribute to high fuel costs and poor technological expertise in the maintenance of incinerators.

Conversion of MSW to energy by biological approach can be divided into two. There are anaerobic digestion and fermentation. Both produce a different end product. Anaerobic digestion will produce biogas (methane), while fermentation produces biofuel (ethanol). The anaerobic digestion process is performed in a warm, sealed airless (digester) tube, which provides the optimal conditions for the organic material to ferment in oxygen-free conditions for the bacteria (Kothari et al., 2010). The digestive tank must be thoroughly warmed and combined so that bacteria can turn organic matter into biogas, a mixture of carbon dioxide, methane, and small amounts of other gases. In ethanol production, MSW is an attractive raw substance. The carbohydrate portion of MSW (e.g., glucose, fructose, starch, cellulose) can be converted to ethanol. While proteins and minerals in MSW are needed to grow microorganisms (Matsakas et al., 2017).

2.2 Waste to Energy from Palm Oil Mill Effluent (POME)

The palm oil industry produces an enormous volume of palm oil mill effluent (POME) during the extraction of oil (Ahmed et al., 2015a). The crude palm oil (CPO) extracted needs a massive amount of water. Approximately 1.5 m³ of water is required in each ton of fresh fruit bunches (FFB) processing and nearly half of water discharge as POME. Due to its contaminants, POME generation and crude palm oil production have created an environmental problem for the palm oil industry in Malaysia (Chin et al., 2013). POME is a source of great potential with high organic content. POME is generally handled with an open ponding system only to obey government regulations without collecting biogas from the process. Biogas produced by anaerobic digestion of POME can substitute palm kernel shell and mesocarp fibre with a higher economic value than boiler fuel. It can be upgraded to be used for power generation in the gas engine.

Over the years, anaerobic digestion has been used due to the significant growing deployment of renewable energy for greenhouse gas reduction and promoting sustainable industrial wastewater treatment (Ahmed et al., 2015b). In the absence of oxygen, it is restricted as the methanogenic anaerobic degradation of organic and inorganic matter. It involves numerous species of anaerobic microbes responsible for the deterioration of organic matter and takes time to adapt to new conditions before the organic matter can be eaten. The efficacy of this method depends mainly on the composition of microbial communities and environmental factors such as pH and temperature (Weiland, 2010). It is a multiple-stage degradation (hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis and methanogenesis), which by the action of microorganisms is transformed into CH₄ (methane) and CO₂ (carbon dioxide).

The use of methane gas as renewable energy by anaerobic digestion can be used to achieve a certified emission reduction (CER) credit under the Kyoto Protocol through a Clean Development Mechanism (CDM) (Poh & Chong, 2009). CDM has the benefit of offering developing countries, such as Malaysia, to draw international investment in support of renewable energy projects in addition to helping to minimize CO₂ emissions into the atmosphere. Palm oil mills could also gain carbon credit by using methane gas as renewable energy from the anaerobic digestion of palm oil waste. Since the introduction of the CDM, anaerobic treatment for POME has been more emphasized. There are currently two CDM projects to extract methane from palm oil mill effluent hosted by Kim Loong Power Sdn. Bhd. Bhd. And Unified Plantings Bhd. Bhd.

In general, the biogas collected can be used to produce thermal energy and electricity on-site. Biogas may be an alternative fuel for the replacement of biomass and diesel. Indeed, the mesocarp fibre (MF) and palm kernel shell (PKS) alone will provide more than ample electricity to meet the palm oil mill's energy needs (Choong et al., 2018). MF and PKS are, however, the most valuable biomass fuels to be sold on the boiler market. In addition, biogas can generate electricity to substitute diesel power and local grid power for energy usage on site. As surplus energy is available in palm oil mills, the collected biogas can produce heat and then sell to the other factory.

2.3 Waste to Energy from Waste Cooking Oil (WCO)

Waste cooking oil is a significant problem in treating municipal wastewater. Usually, the consumer will dump it away through their home pipeline. It will increase the production cost of treating the wastewater. Instead of throwing it away, WCO can be a sustainable alternative to green energy. Through the process known as esterification, WCO can be converted to biodiesel. Thanks to its biodegradability and low carbon dioxide emissions, free sulphur and

non-toxicity, biodiesel is one of the most promising alternatives to energy (Mansir et al., 2018). Another fascinating thing about biodiesel is that it has all the chemical and physical characteristics of conventional fossil fuels, such as increased cetane and a high flash point. Due to rapid population growth, scientific and technological development in developing countries, biodiesel demand is expected to double or triple by 2020 and beyond. However, the related studies have thoroughly checked the number of problems with biodiesel which have not yet been addressed convincingly.

Any materials containing fatty acids, whether linked to other molecules or present as free fatty acids, may produce biodiesel (Abdullah et al., 2013). Different vegetable oils, animal fats, waste greases, and edible oil wastes may also fuel the production of biodiesel. The feedstock selection is focused on variables like local availability, cost, government support and fuel efficiency. The primary feedstock is vegetable oil or animal fat, and biodiesel is known to be generally sustainable. Since the carbon produced comes from sustainable sources, biodiesel's contribution to global warming is considered much more minor than fossil fuels. In addition, biodiesel diesel engines have lower emissions than petroleum-based diesel fuel from carbon monoxide, uncombusted hydrocarbons, particulate matter and air poisoning.

In 2008, 17.7 million tons of palm oil were on 4.5 million hectares of land in Malaysia. It was the second-largest palm oil producer with more than 570000 employees (Chhetri et al., 2008). Malaysia is the world's biggest palm oil exporter. About 40% of the palm oil is primarily made from cooking oil, margarine, fats and oleochemical products. The cooking oil is mainly made of palm oil. A single division serving fried food, such as fried chicken, French fries and burgers, alone can produce up to 15 litres of used cooking oil per day in the fast-food industry (Abdullah et al., 2013). Since there are hundreds of these outlets in Malaysia, several thousand litres may produce every day. The properties of deteriorated used cooking oil following its introduction into the wastewater system are conducive to metal corrosion and affect wastewater treatment plants. It, therefore, increases the expense of treating wastewater or pollutes waterways.

During frying, three types of reactions occur: thermolytic, oxidative, and hydrolytic. A thermolytic reaction occurs at very high temperatures without oxygen (Kulkarni & Dalai, 2006). When very high-temperature triglycerides containing saturated fatty acids (180 °C) are heated in the absence of oxygen, normal alkanes, alkenes, lower fatty acids, symmetrical cetones, oxopropyl esters, CO and CO₂ are formed. The major dimeric compounds, including dehydrodimers, saturated dimers and polycyclics, form non-saturated fatty acids. The Diels-Alder reaction, which forms dimers and trimers, also interacts with other unsaturated fatty acids. While for oxidation reaction, the unsaturated fatty acids can react via a free-radical mechanism with molecular oxygen. During the reaction, hydroperoxides formed as a primary product can also form several other compounds, such as isomeric hydroperoxides containing conjugated diene groups (Kulkarni & Dalai, 2006). Hydroperoxides also contain many chemicals with considerable molecular weight, aroma threshold and biological sense variations. The radical alcohol is formed by the splitting of the O-O in hydroperoxide bond. This radical alcohol will obtain or lose H atom(s) to form the derivatives of hydroxy or keto, respectively. The decomposition of alcoholic radicals is a mixture of different chemicals such as aldehydes, hydrocarbons, semi-aldehydes and acids. Alkoxy and peroxide radicals in the presence of excess oxygen can be converted into dimeric and oligomeric compounds.

Figure 1 shows the steps to produce biodiesel, starting from waste cooking oil as the raw material. If the percentage of free fatty acids (FFA) signifies is more than 2% the oil needs to undergo the esterification process, the change FFA into fatty acid methyl ester (FAME). While,

if the percentage of FFA is less than 2%, the oil can directly go to the transesterification process. The process of using sodium hydroxide as a catalyst and methanol as the reagent for the reaction (Abdullah et al., 2013). Afterwards, FAME produced will be wash with water to remove the remaining catalyst and soap produced during the reaction. The drying process is needed to ensure the remaining water in biodiesel is wholly removed. Lastly, biodiesel produced will be tested by physical analysis to ensure the purity of biodiesel at the highest possible value.

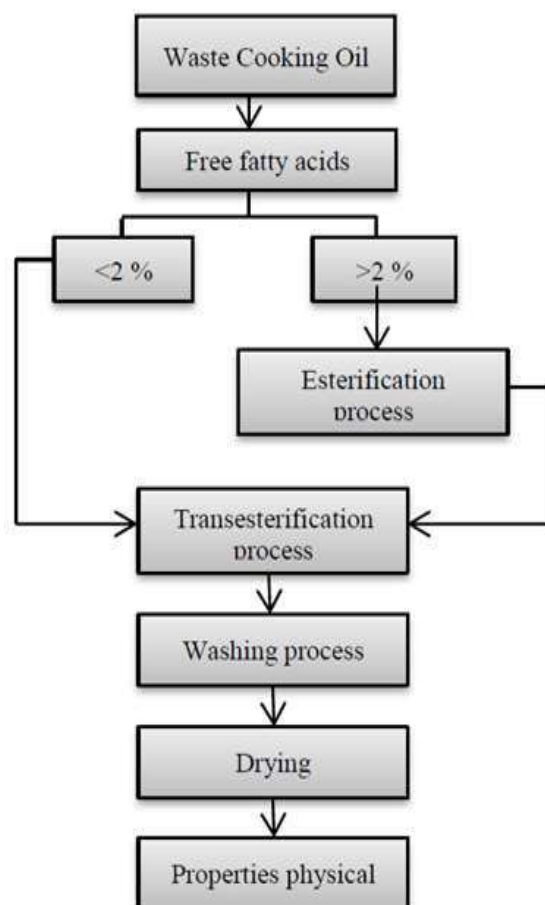


Figure 1: The flow chart for production of biodiesel from WCO (Abdullah et al., 2013)

3. CONCLUSION

The concept of WTE has been implemented in Malaysia to promote sustainable development on a small scale. Hopefully, the idea will be developed to full scale in Malaysia to reduce municipal, agricultural and industrial waste. Each type of waste can produce bioenergy that can be utilized to generate electricity and transportation in the form of biogas, biofuel and biodiesel. Furthermore, the energy harnessed from each waste will emit fewer pollutants compared to the existing fossil fuel. Therefore, developing WTE technology will reduce carbon emissions worldwide and make the earth a better place to live.

REFERENCES

- Abd Kadir, S. A. S., Yin, C. Y., Rosli Sulaiman, M., Chen, X., & El-Harbawi, M. (2013). Incineration of municipal solid waste in Malaysia: Salient issues, policies and waste-to-energy initiatives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *24*, 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.041>
- Abdullah, N. H., Hasan, S. H., & Yusoff, N. R. M. (2013). Biodiesel Production Based on Waste Cooking Oil (WCO). *International Journal of Materials Science and Engineering*, *1*(2), 94–99. <https://doi.org/10.12720/ijmse.1.2.94-99>
- Ahmed, Y., Yaakob, Z., Akhtar, P., & Sopian, K. (2015a). Production of biogas and performance evaluation of existing treatment processes in palm oil mill effluent (POME). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *42*, 1260–1278. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.073>
- Ahmed, Y., Yaakob, Z., Akhtar, P., & Sopian, K. (2015b). Production of biogas and performance evaluation of existing treatment processes in palm oil mill effluent (POME). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *42*, 1260–1278. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.073>
- Chhetri, A., Watts, K., & Islam, M. (2008). Waste Cooking Oil as an Alternate Feedstock for Biodiesel Production. *Energies*, *1*(1), 3–18. <https://doi.org/10.3390/en1010003>
- Chin, M. J., Poh, P. E., Tey, B. T., Chan, E. S., & Chin, K. L. (2013). Biogas from palm oil mill effluent (POME): Opportunities and challenges from Malaysia's perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *26*, 717–726. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.008>
- Choong, Y. Y., Chou, K. W., & Norli, I. (2018). Strategies for improving biogas production of palm oil mill effluent (POME) anaerobic digestion: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*(August), 2993–3006. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.036>
- Kothari, R., Tyagi, V. V., & Pathak, A. (2010). Waste-to-energy: A way from renewable energy sources to sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(9), 3164–3170. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.05.005>
- Kulkarni, M. G., & Dalai, A. K. (2006). Waste cooking oil - An economical source for biodiesel: A review. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, *45*(9), 2901–2913. <https://doi.org/10.1021/ie0510526>
- Mansir, N., Teo, S. H., Rashid, U., Saiman, M. I., Tan, Y. P., Alsultan, G. A., & Taufiq-Yap, Y. H. (2018). Modified waste eggshell derived bifunctional catalyst for biodiesel production from high FFA waste cooking oil. A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*(November 2016), 3645–3655. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.098>

- Matsakas, L., Gao, Q., Jansson, S., Rova, U., & Christakopoulos, P. (2017). Green conversion of municipal solid wastes into fuels and chemicals. *Electronic Journal of Biotechnology*, 26, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2017.01.004>
- Poh, P. E., & Chong, M. F. (2009). Development of anaerobic digestion methods for palm oil mill effluent (POME) treatment. *Bioresource Technology*, 100(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.022>
- Sadeghi, O., Fazeli, A., Bakhtiarinejad, M., & Che Sidik, N. A. (2014). An Overview of Waste-to-Energy in Malaysia. *Applied Mechanics and Materials*, 695, 792–796. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.695.792>
- Shamsudheen, S., Mn, S., Cp, N., & Shine, K. (2019). *Green Energy Recovery for Sustainable Development*. June 1043–1047.
- Weiland, P. (2010). *Biogas production: current state and perspectives*. 849–860. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2246-7>

Design and Fabrication of Solar Powered Tricycle Prototype for Green Transportation Application

M.S. Manda & M. Safian

Department of Mechanical Engineering, POLISAS, Kuantan, Pahang

soffi@polisas.edu.my

ABSTRACT

Transportation is the largest source of environmental pollution as results of carbon emission. which promotes greenhouse effect that can accelerate global warming. This paper present design and fabrication of solar powered tricycle; transportation device with three wheels to benefit solar as a renewable energy resources. To integrate solar PV system in the tricycle, the major component required are electrical load, battery, solar PV panel and solar charge controller. The design process starts with the generation of design concepts which resulting in the final design concept and a technical drawing of the prototype. Then, fabrication process is initiate which involves the tricycle frame and body prior to installation of mechanical components. After painting, the solar PV system are integrated into the tricycle, resulting in finish product of solar power tricycle prototype. The prototype is successfully functional with solar power; thus, it can be concluded that the design of solar power tricycle can be used to promote green and sustainable transportation.

Keywords: Solar, Tricycle, Green, Emission, Global Warming, Sustainability, Design, Fabrication

1. INTRODUCTION

Solar energy is the most abundant and freely available source of energy on Earth, especially Malaysia as its' geographically located on the equator line which received the most sunlight exposure. According to Solangi et al. (2013), Malaysia's tropical climate makes it suitable to apply solar energy as it receives an annual average solar irradiance of 1643 kWh/m². Solar energy may be harvested either in the form of its thermal energy or electrical energy. To produce electricity from solar energy, the simplest method is by using photovoltaic cells (PV) which consist of N type and P type semiconductor material. Under sunlight exposure, photons in the sunlight will increase the electronegativity of N type semiconductor material and by short circuiting both semiconductor materials, electrons will flow from N type to P type semiconductor thus producing electrical current. Even though solar PV efficiency is still below 30% (Saleem et al., 2019), the application of solar energy using solar PV is still ahead of other sources of energy in terms of energy cost, cleanest, inahazardous and as one of renewable energy resources. Cost of solar energy resources is freely available almost anywhere in Malaysia. Solar energy also does not produce any waste to make it as clean enough as energy resources. In addition to that, solar energy also is not hazardous as nuclear energy which could cause radioactive contamination, or as hydro energy which could endanger natural life, or even as combustion-based energy generation which could produce carbon emission. Currently, in Malaysia our energy resources are mainly acquired through gas turbine power plants. However, natural gas is a nonrenewable type of energy resource, and it cannot last forever. Therefore, being solely dependent on natural gas or any type of petroleum product as energy resources must be avoided by preparing to power the nation with renewable energy such as solar energy. Thus, by focusing on the application of solar PV cells to convert solar energy into electricity, a project to design and fabricate a tricycle powered by solar PV system is introduced. According to the European Environment Agency (EEA) on air quality report in 2017,

transportation is the largest source of environmental pollution in urban areas. This is the result of carbon emission from transportation in the form of carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂). This project is also intended to promote green and sustainability practice through the application of solar energy especially in transportation in Malaysia.

The main issues in solar energy application are not performance and efficiency but the abundance of its resources with the addition of its status as the cleanest and nonhazardous energy resources compared to others. However, in Malaysia, the most popular commute transportation is motorcycle, especially in urban areas. This situation has also contributed to carbon emission even though Malaysia is rich with solar energy resources. According to Huisinh et al. (2015), the main factor causing climate change and global warming is the increase of global carbon emissions produced by human activities. Therefore, for the sake of contributing towards green and sustainability, a design project is proposed to introduce solar powered tricycle as one of the commute transportations to reduce carbon emission.

The first objective of this project is to design a prototype tricycle that is powered by a solar PV system to benefit solar as renewable energy resources. Then, the second objective of this project is to fabricate the tricycle complete with an off-grid solar PV charging system. Finally, the third objective is to test the tricycle prototype in the aspect of its solar charging system and the prototype functionality.

2. LITERATURE REVIEW

Application of solar energy using solar PV cells can produce electricity. Solar energy is a renewable resource which follows sustainable future as suggested by United Nation (UN) Sustainable Development Goals (SDGs) introduced in 2016 which aimed to prepare for UN 2030 Agenda calls to end poverty, protect the planet, bring peace and prosperity to all. In conjunction with UN SDGs, Malaysia also launched SDGs in 2018 through the Economic Planning Unit, Prime Minister Office. According to Malaysia SDGs, goal 7 consists of 3 outcome targets and 2 means of implementation targets, seeks to promote broader energy access and increased use of renewable energy, including through enhanced international cooperation and expanded infrastructure and technology for clean energy. Therefore, affordable, and clean energy is a global demand where every nation is channeling their policy based on these goals.

Air quality report in 2017 by EEA has revealed that transportation is the large source of environmental pollution in urban areas. Besides that, according to Azhari et al. (2016), vehicle emission has been a major source of air pollution in Malaysia for the past 30 years. Carbon emission promotes greenhouse effect that can accelerated global warming. However, in transportation, solar application is hardly commercialized as energy resources instead of combustion energy. According to Florez and Ghazali (2020), the barrier for applying solar technology in Malaysia is lack of awareness. In conjunction with that, 10 years back, Islam et al. (2010) has reported that green campaign is one of the hot topics among the Malaysian on that year. The main objective of green campaign is to create awareness among the public to protect our environment. Today, even the awareness on solar as green energy are still not widely applied but the research and development on solar application especially in transportation has already started. To start applying solar in transportation, it must begin with innovation in small transportation device such as bicycle or tricycle, and then the design evolution would gradually growth until solar can be applied in larger transportation such as cars, vans, buses, or even aircrafts. This is the nature of a design process. Today, there was

even no commercially available solar powered bicycle or tricycle, so how can we expect to produce commercial solar car. Therefore, in promoting green transportation, there are available research and innovation that has been report in bicycle and tricycle power by solar.

Bicycle is a transportation device with two wheels while a tricycle is a transportation device with three wheels. In Malaysia, the innovation involving solar powered bicycles or tricycles are still limited even though the nation received among the highest solar energy exposure compared to other countries. Previously, there have been several papers reporting on the design of solar power bicycles and tricycles. Table 1 summarizes some of the previous works.

Table 1: Summary of previous study in solar powered bicycle and Tricycle

Study	Types	Methods	Findings
Asrori et al. (2020)	Bicycle	Compare PWM and MPPT of the Charging Controller from the flexible solar panels to work optimally as a battery charging system on electric bicycles.	The results showed that the PWM Solar charger can produce the average power output of 29.92 Watt, while the MPPT type is 38.89 Watts.
Apostolou et al. (2018)		Bicycles equipped with electric motors that can be powered by pedal or by solar PV charging on electric motor supply.	Solar-powered e-bikes are concluded to have potential as a sustainable way of transportation in urban areas and cities.
Adhisuwignjo et al. (2017)		Electric bicycle battery charging system with solar energy sources using fuzzy logic algorithms.	Fuzzy logic controllers can keep the battery charging current in solar-powered electric bicycles to remain stable.
Mishra et al. (2016)		Solar hybrid bicycle consists of the following components: hub motor, solar panel, lead acid battery, motor controller, accelerator, bicycle & dynamo.	Hybrid bicycles combine the use of solar energy as well as the dynamo that successfully runs through the pedal to charge the battery to run the bicycle.
Masud et al. (2017)	Tricycle	The main content of the tricycle is Solar PV panel, Brushless PMDC motor, controller, and battery. Power transmission of the solar tricycle is simple.	It is found that the tricycle serves 24% back up for running, by the solar panel. Also, the tricycle has zero impact on the environment.
Kandasamy et al. (2013)		The main component of the tricycle is Solar PV panel, Brushless PMDC motor, Charge controller and battery.	The tricycle is successfully effective in providing mobility for persons who have disabilities.

Solar PV system is one of the renewable energy systems which uses PV modules to convert sunlight into electricity. According to Boxwell (2017), The off-grid solar power system is an independent self-sufficient renewable energy power supply system. A typical off-grid solar PV system is made up of five parts, including solar panels, electrical loads, solar charge controller, off-grid inverter, and batteries. The solar panels are connected to the solar charge controller, where it regulates the power to recharge the battery by preventing overcharged and by filtering the voltage supply. If the electrical loads are AC appliances, then an inverter is required to invert the DC output signal from either battery or solar charge controller. The off-grid solar power system design is different from the grid-tie solar power system.

3. METHODOLOGY

In the design process, the main concern is mechanical work to produce a tricycle frame, body, and power transmission. The project starts with the sketching of a design concept. In sketching design concept activity, several concepts have been produced and design concept evaluation has been performed to select the concepts that are considered simple, reliable, and lightweight based on design concept evaluation criteria. Figure 1 shows the final design concept after evaluation.

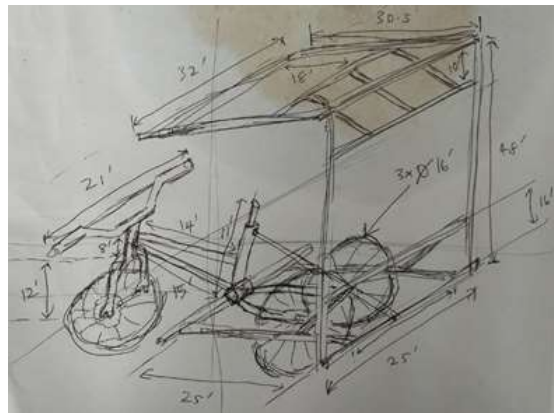


Figure 1: Design concept of solar powered tricycle prototype

After design concept of the solar tricycle has been finalized by locating a suitable dimension and material specification, a technical drawing is made through CAD software. The technical drawing will be the main reference upon mechanical fabrication process. Fabrication process will begin by cutting, joining and assembly parts based on technical drawing.



Figure 2: 3D Drawing of solar powered tricycle

To facilitate material selection and acquisition, the required mechanical and electrical parts are listed in Table 2. First, the mechanical parts will be cut, jointed and assembled. Each mounting and brackets are precisely measured to fit with mechanical and electrical components upon assembly. Before wiring, the tricycle frame is properly painted for styling and corrosion control.

Table 2: The required mechanical and electrical parts

Mechanical Part	Electrical Part
Hollow MS pipe 1'	DC Motor 24V 300W
Hollow MS Square 3/4'	SLA Battery 24V 14.4 Ah
2mm MS Flat Bar 1'	PWM Solar charge controller 24V 40A
Hollow MS Rec. 1x 1/2'	
MS Angle Section 1'	PWM DC Motor controller 20A
MS Angle Section 1/2'	
Pillow block 8mm Bearing	ON/OFF switch NO
25H Sprocket 68T and 8T	1.5mm power Cable
25H Chain 128 link	300W Monocrystalline Solar PV Panel
16' Aluminum Wheel	

4. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the design and fabrication process are reported by graphically presenting the fabrication process to form the tricycle frame and body as previously planned in the design stage. Figure 3 and Figure 4 shows the fabrication process of the solar powered tricycle prototype. Then, to include an off grid solar PV system, the wiring process is performed based on Figure 5 and Figure 6. The calculation for solar PV system sizing is also present. The result is shown in Figure 7. The prototype is also demonstrated to assess its capability in general. Several parameters are measured using quantitative and qualitative measurement. Demonstration modes are set as independent variables. The observation shows that an off grid solar PV system is the best method to power up the tricycle prototype as it maintains the power supply, capable of achieving the highest speed and the battery is hardly drained as it is continuously charged by the solar system. Table 3 summarized the findings of the tricycle prototype demonstration.

Table 3: Final prototype demonstration data

Demonstration Mode	Voltage Generation	Speed Condition	Battery Condition
Moving with solar power without battery	16.3V-24.9V	Slow	N/A
Moving with battery power without solar	21.3V-24V	Moderate	Drain Quickly
Moving with off grid solar PV power	24.9V	High	Hardly Drain

4.1 Mechanical Fabrication Process

The mechanical fabrication process starts by cutting mild steels (MS) structure into parts as depicted in the technical drawing. Figure 3. (a) show the process of MS cutting to form frame parts on the rear section of the prototype. After all the MS parts are ready, every required thru hole for brackets, mounting and bolt joints are prepared prior to joining as shown in Figure 3 (b). Then, in Figure 3. (c), the rear frame is arranged to support the rear wheel shaft on the outer section. Figure 3. (d) and (e) shows the vertical frame that is extended on the rear wheel frame to support the solar panel on the top of the tricycle prototype. The vertical frame is further extended by joining another rectangular frame as roof and solar panel mounting frame through a welding joint as shown in Figure 3. (f). After the rear part is ready, the front section is

prepared to allow power transmission to be installed using chain drive. Then, as shown in Figure 3. (g), major arrangement is being made to install chain drive on the front section of the prototype involves mounting of drive and driven sprockets. Here, a mounting is customized to support the DC motor drive which is extended from the front tricycle fork so that it will move based on front fork rotation. Finally, after installing a DC motor, alignment is performed on the power transmission between drive sprocket and driven sprocket to ensure chain drive failure during prototype demonstration. Figure 4. (a) – (d) shows the finishing process on mechanical fabrication by installing a solar panel on top of the mounting frame, joint finishing through permanent welding, painting of the prototype's frame and tidying up all mechanical component's installation on the tricycle prototype frame and body.



Figure 3. (a) MS cutting for frame parts. (b) Drilling for brackets and mountings.
(c) Arrangement of rear wheel frame. (d) Vertical frame for solar mounting.
(e) Alignment of vertical frame. (f) Preparation for top solar panel mounting frame.
(g) Arrangement of chain drive on front wheel for power transmission.
(h) Alignment of power transmission system.



Figure 4. (a) Solar panel mounting (b) Weld joint on frame parts (c) Spray painting on frames (d) Installing

4.2 Electrical Parts Installation Process

Before installation and wiring of electrical parts, design of solar PV systems is performed by component sizing and calculation. Because this is a DC system, the major components are electrical load, battery, solar PV panel and solar charge controller. Figure 5 shows a schematic wiring diagram for the solar power system of the tricycle. Figure 6 shows the wiring process.

i. Loads.

The project used a 300W 24V DC Motor to drive the front wheel of the tricycle. One full day usage is not considered.

So, total load = **300Watt-hour**

ii. Battery.

Consider 100% DOD. Usage of one hour until battery drains out is applicable.

Sizing battery based on load, so 24V SLA battery is to be used.

Battery Ah capacity, $I=P/V=300/24=$ **12.5Ah minimum**

iii. Solar PV Panel.

Solar PV panel based on one hour of consumption.

So, paired with load, solar panel = **300Watt**

iv. Solar Charge Controller.

Consider a charge controller to regulate and stabilize voltage from the solar panel.

Solar charge controller voltage = system voltage = 24V

Current rating of solar charger, $I = P/V = 300W/24V = 12.5A$

Solar charger controller; **24V @ 12.5A minimum.**



Figure 5: Schematic wiring diagram for solar power system

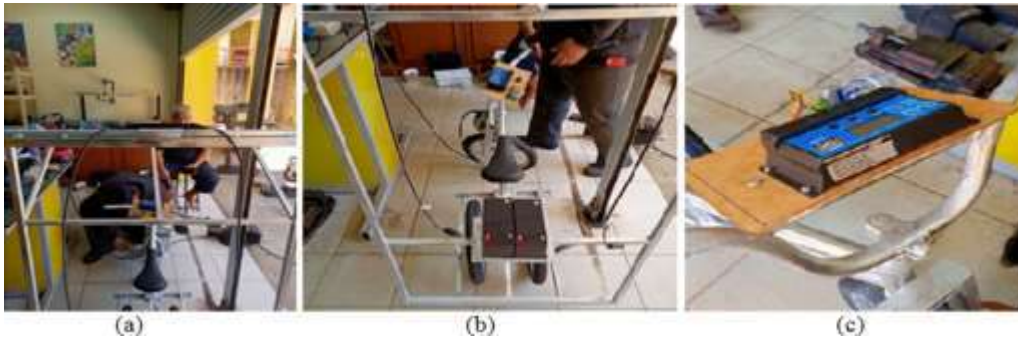


Figure 6. (a) Solar Panel wiring (b) Battery connection (c) Controller installation

4.3 Final Outcome of Solar Powered Tricycle Prototype



Figure 7. Solar Powered Tricycle Prototype for Green Transportation

5. CONCLUSION

As the prototypes are successfully functional with solar power, it can be concluded that the design of solar power tricycles can be used to promote green and sustainable transportation. By this achievement, continuous study is suggested to upgrade the transportation device powered by solar gradually starting by endurance and speed improvement.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors would like to acknowledge colleagues for encouragement and the Department of Mechanical Engineering, POLISAS for technical support and facilities provided.

REFERENCES

- Adhisuwignjo, S., Siradjuddin, I., Rifa'i, M., Putri, R.I. (2017). Development of a Solar-Powered Electric Bicycle in Bikesharing Transportation System. 3rd International Conference of Planning in the Era of Uncertainty IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 70 (2017) 012025 doi:10.1088/1755-1315/70/1/012025
- Apostolou, G., Reinders, A., and Geurs, K. (2018). An Overview of Existing Experiences with Solar-Powered E-Bikes. *Energies* 2018, 11, 2129; doi:10.3390/en11082129
- Asrori, A., Rohman, F., Faizal, E., and Karis, M. (2020). The Design and Performance Investigation of Solar E-Bike using Flexible Solar Panel by Different Battery Charging Controller. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) (P): 2249–6890; ISSN (E): 2249–8001. Vol. 10, Issue 3, Jun 2020, 14431–14442.*
- Azhari, A., Mohamed, A.F., and Latif, M.T. (2016). Carbon Emission from Vehicular Source in Selected Industrial Areas in Malaysia. *International Journal of the Malay World and Civilisation (Iman) 4(Special Issue 1), 2016: 89 – 93.*
(<http://dx.doi.org/10.17576/IMAN-2016-04SI1-10>)
- Boxwell, M. (2017). *Solar Electricity Handbook; (Eleventh Edition).* Greenstream Publishing Limited, 70 Olton Boulevard East, Birmingham.
- European Environment Agency. *Air Quality in Europe–2017 Report; EEA Report; No. 13/2017; Publication Office of the European Union: Luxemburg, 2017.*
- Florez, L., and Ghazali, N.N. (2020). Barriers to Implementing Solar Energy Systems in Buildings: The Resident's Perspective In Malaysia. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA. <https://doi.org/10.24928/2020/0059>
- Huisinigh, D., Zhang, Z., Moore, J.C. Qiao, Q., and Li, Q. (2015). Recent advances in carbon emissions reduction: policies, technologies, monitoring, assessment, and modeling. *Journal of Cleaner Production* 103, 1-12.
- Islam, M. R., Saidur, R., Rahim, N. A., and Solangi, K. H. (2010). Usage of Solar Energy and its Status in Malaysia. *Engineering e-Transaction (ISSN 1823-6379) Vol. 5, No. 1, June 2010, pp 6-10.*
- Kandasamy, R. Raut, S. Varma, D., and There, G. (2013). Design of Solar Tricycle for Handicapped Person. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684 Volume 5, Issue 2 (Jan. - Feb. 2013), PP 11-24*
- Masud, M.H. Akhter, M.S. Islam, S., Parvej, A.M., and Mahmud, S. (2017). Design, Construction and Performance Study of a Solar Assisted Tri-cycle. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. 61(3), pp. 234-241, 2017.*
<https://doi.org/10.3311/PPme.10240>

Mishra, K.S., Gadhawe, S.V., Chaudhari, D.C., BhupendraVarma, and Barve, B. B. (2016). Design and Development of Solar Hybrid Bicycle. International Journal of Current Engineering and Technology E-ISSN 2277 – 4106, P-ISSN 2347 – 5161

Saleem, A., Rashid, F., and Mehmood, K. (2016). The Efficiency of Solar PV System. Proceedings of 2nd International Multi-Disciplinary Conference 19-20 December 2016, Gujrat

Solangi, K.H., Badarudin, A., Kazi, S.N., Lwin T.N.W., and Aman, M. M. (2013). Public acceptance of solar energy: The case of Peninsular Malaysia. IEEE 2013 Tencon - Spring. DOI: 10.1109/TENCONSpring.2013.6584503.

Sustainable Development Goals (SDG) Indicators Malaysia 2018 (2019). Department of Statistics, Malaysia.

United Nation. Sustainable Development Goals Report. 2016. New York.

Kajian Teknologi Hijau Pemulihan Automatik Bahan Pendingin Dalam Penyaman Udara Domestik

Muhamad Asrul Affendi Mat Nor¹ & Sharul Nizam Yaakop²

¹Kolej Komuniti Pasir Salak, Perak

²Kolej Komuniti Kota Marudu, Sabah

ABSTRAK

Proses pemulihan bahan pendingin ataupun “pump down” adalah proses mengepam dan menyimpan bahan pendingin yang diedarkan di dalam sistem penghawa dingin ke unit luar dimana terletaknya komponen seperti kompressor. Kebiasaannya, proses pemulihan bahan pendingin dilakukan secara manual sebelum sebarang servis atau pembaikan dilakukan pada sistem penyaman udara unit split. Projek eksperimental ini memfokuskan pada pengembangan sistem berteknologi baharu dengan mengepam bahan pendingin secara automatik ke dalam unit luar. Sistem ini terpasang pada penyejuk udara split unit jenis domestik bagi mencegah daripada berlakunya kebocoran bahan pendingin terbebas ke ruang udara. Bahan pendingin yang masih banyak digunakan pada penyaman udara domestik seperti R22 yang terbebas ke ruang udara akan menyebabkan berlakunya penipisan lapisan ozon (ODP) dalam kadar 0.055 dan kadar peningkatan pemanasan global (GWP) sebanyak 1800 berbanding karbon dioksida. Unit pemisah 1hp dihubungkan dengan dua set suis tekanan dan injap solenoid di pasang sebagai penyekat untuk menutup kedua-dua arah bahan pendingin di pipa keluar dan masuk sekiranya berlaku kebocoran. Pemampat terus berjalan sehingga semua bahan pendingin dipam ke unit luar. Beberapa kes kebocoran dipilih untuk memeriksa kemampuan sistem pam automatik baru untuk melindungi bahan pendingin yang terbebas ke atmosfera. Sistem ini sangat disarankan dan diselaraskan untuk dilaksanakan di semua sistem split unit bagi mencegah kebocoran bahan pendingin daripada terkena atmosfera. Hasil kajian menunjukkan bahawa 99.98% penyejuk dapat dipulihkan dengan menggunakan teknologi yang berjaya di rekabentuk.

Kata Kunci: penyaman udara, bahan pendingin, pemulihan automatic, solenoid, pemampat.

1. PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Dan Penyataan Masalah

Sistem penyaman udara mestilah bebas dari berlakunya kebocoran bahan pendingin untuk beroperasi kerana bahan pendingin hanya berfungsi sebagai agen pemindahan haba. Sistem kitaran daripada pemampat diperlukan untuk mengawal tekanan dan mengelakkan sistem beroperasi dalam keadaan tidak normal. Kebocoran mungkin berlaku antara paip dan komponen penyambungan disebabkan oleh pemasangan atau proses penipisan diameter paip dan kerosakan pada komponen mekanikal. Kehilangan bahan pendingin juga menyumbang kepada pengurangan kecekapan operasi sistem yang akan menyebabkan peningkatan penggunaan tenaga dan pelepasan gas rumah hijau. Menurut (Grace et al., 2005), kos penyelenggaraan juga akan menjadi lebih tinggi dan akhirnya kegagalan sistem akan berlaku. Bahan pendingin yang bocor akan menyebabkan kecekapan yang kurang dalam sistem penyaman udara. Keadaan tekanan yang terlalu rendah menghasilkan suhu yang lebih tinggi daripada biasa dan juga penyejukan yang lebih rendah. Ini boleh memberi kesan buruk pada pemampatan motor pemampat. Oleh itu, kadar bahan pendingin yang kurang dari spesifikasi akan mengurangkan kapasiti penyejukan sistem (Deymi-Dashtebayaz et al., 2018). Sekiranya sistem mengalami kebocoran, pemampat akan beroperasi dengan ampere yang tinggi. Oleh kerana kekurangan gas, pemampat bekerja lebih yang menyebabkan pemampat akhirnya akan berisiko untuk rosak. Kehilangan bahan pendingin dalam pemampat juga akan menyebabkan pemampat beroperasi dengan getaran dan bunyi yang bising, dan menjadi rosak. Perkara ini

harus disedari oleh semua orang yang terlibat dalam industri penyaman udara atau penyejukan. Hasil kebocoran yang berlaku akan menyebabkan berlakunya tindak balas kimia pada permukaan kristal ais di awan dan akan menyebabkan penurunan ozon bermula, dan "lubang" ozon berlaku (Campbell et al., 2010). Pelepasan bahan pendingin seperti Chlorofluorocarbons (CFC) dan Hydro chlorofluorocarbon (HCFC) yang digunakan dalam unit pendingin udara kerana kebocoran, dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon dan peningkatan pemanasan global. Objektif projek ini adalah untuk merekabentuk sistem baharu secara automatik mengepam penyejuk dalam sistem jika berlakunya kebocoran bahan pendingin.

1.2 Objektif Kajian

Objektif utama bagi kajian ini adalah:

- a) Mereka bentuk sistem pam automatik bahan pendingin di dalam system penyaman udara domestik.
- b) Menilai keberkesanan sistem yang di bina bagi menyelesaikan masalah pembebasan bahan pendingin ke udara.

2. KAJIAN LITERATUR

Menurut (Campbell et al., 2010) masalah berkaitan dengan kebocoran bahan pendingin jenis HFC dan HCFC perlu di ketengahkan. Kebocoran bahan pendingin mempunyai kesan buruk terhadap iklim bumi. Meningkatkan kos kewangan untuk memperbaiki sistem penyaman udara pada pengguna. Kesan secara tidak langsung oleh kebocoran bahan pendingin mempengaruhi kecekapan sistem penyaman udara. Ia juga memberi kesan keselesaan penyejukan kepada pengguna kerana ketidakcekapan system beroperasi. Teknologi masa kini perlu ada kaedah untuk mencegah kebocoran bahan pendingin. Pam automatik adalah alat untuk mengelakkan bahan bocor penyejuk. Kesan kebocoran bahan pendingin ke persekitaran seperti penipisan ozon dan perubahan iklim. Perubahan iklim global akan menyulitkan aktiviti harian dunia. (Grace et al., 2005) menyatakan bahawa kesan sistem penyejukan pada persekitaran dapat dikurangkan dengan beroperasi pada tahap kecekapan tenaga yang lebih tinggi dan dengan mengurangkan kebocoran bahan pendingin. Kesan rumah hijau menentukan iklim Bumi dan meningkatkan pelepasan gas rumah hijau yang berkaitan dengan aktiviti harian manusia dan mempengaruhi iklim semasa.

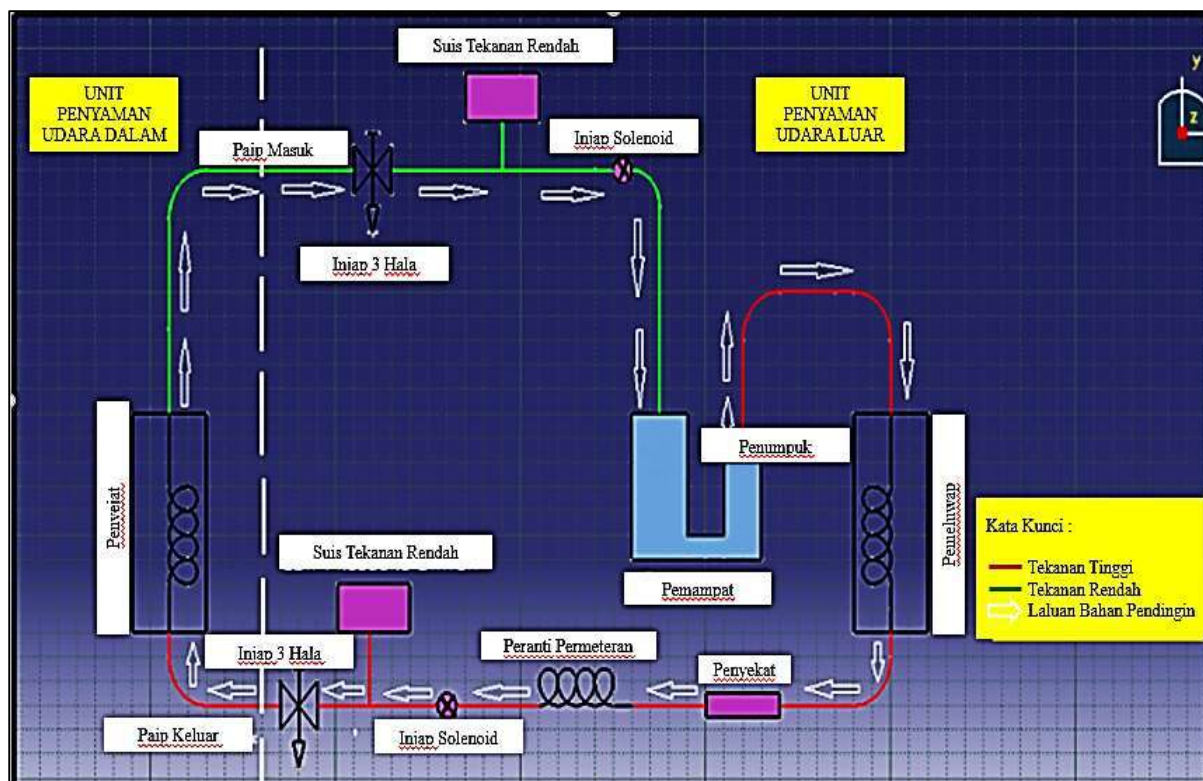
Pencampuran bahan kimia yang terkandung dalam bahan pendingin adalah sumbangan besar terhadap penipisan ozon dan perubahan iklim di dunia. Sebilangan besar cecair bahan pendingin telah digunakan sebagai bahan pendingin selama bertahun-tahun dalam sistem penyaman udara dan sistem penyejukan, dan penggunaan semasa didominasi oleh pelbagai bahan kimia fluorinasi, yang dikenal sebagai HFC, selain hidrokarbon dan beberapa sebatian anorganik, termasuk amonia dan karbon dioksida (CO_2). Generasi pendingin terdahulu, klorofluorokarbon (CFC) dan hidro klorofluorokarbon (HCFC) mengandungi klorin, dan kesan persekitaran yang berkaitan dengan penipisan ozon mengakibatkan fasa yang dijadualkan keluar dari penyejuk CFC dan HCFC di bawah Protokol Montreal (Polonara et al., 2017). Keprihatinan terhadap perubahan iklim global oleh masyarakat dunia telah memusatkan perhatian pada HFC penyejuk. Ada beberapa negara yang memperhatikan HFC dan memberikan sekatan terhadap penggunaan bahan pendingin. Pemanasan global berlaku kerana masalah terlalu banyak karbon dioksida (CO_2) di atmosfera. Kebocoran bahan pendingin juga boleh menyebabkan pemanasan global. Tenaga yang digunakan oleh sistem penyejukan sering dihasilkan dari bahan bakar fosil yang mengakibatkan pelepasan CO_2 , penyumbang kepada perubahan iklim global (Dilshad et al., 2020). Jumlah tenaga yang terkandung dalam bahan

yang menyebabkan udara pendingin CO₂ dilepaskan ke atmosfer apabila terdapat kebocoran dalam sistem. Pelepasan CO₂ ke atmosfera akan menyumbang kepada perubahan iklim global dan pemanasan global.

3. METODOLOGI

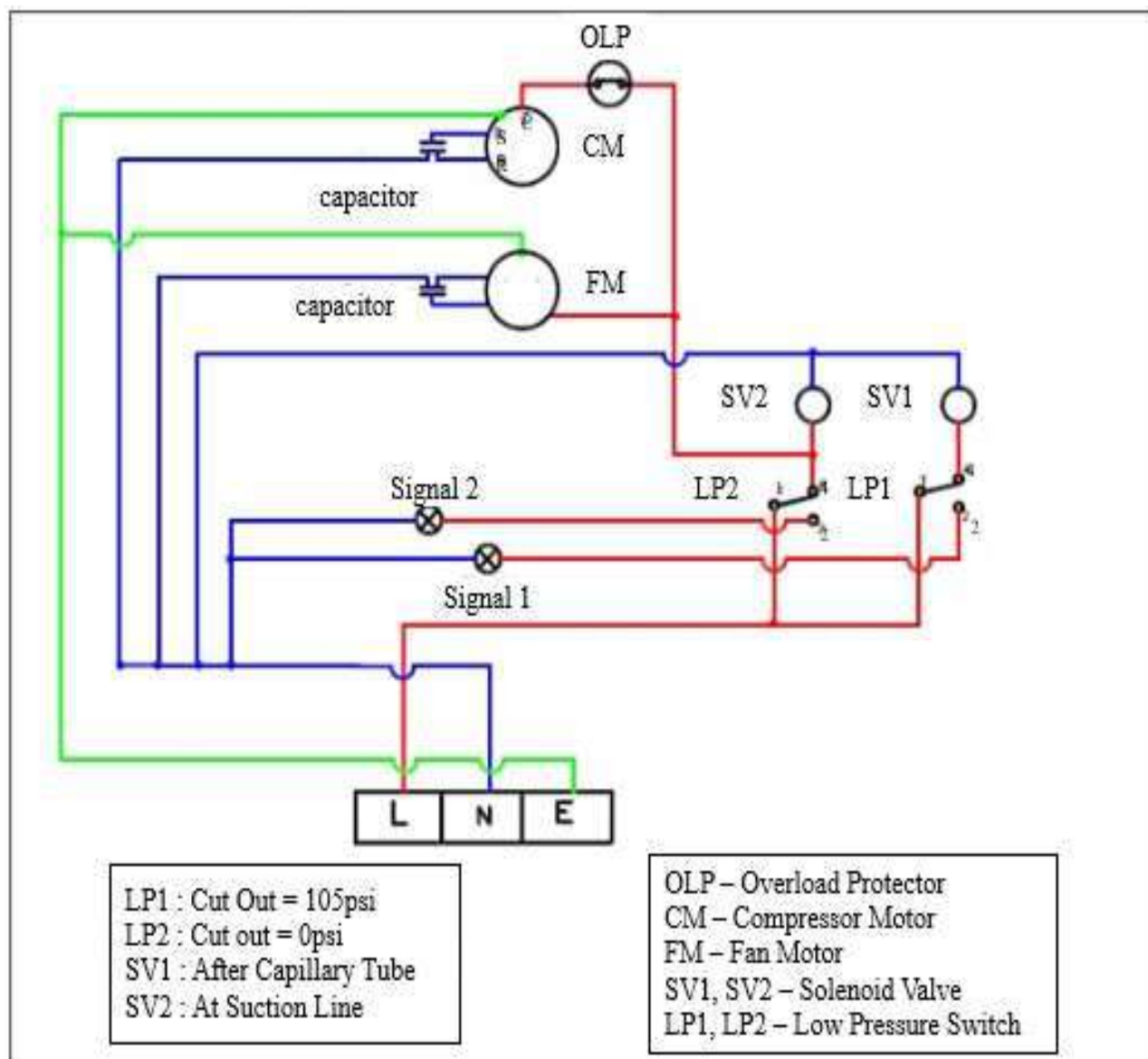
3.1 Cadangan Rekabentuk

Bahagian pertama adalah pemilihan reka bentuk yang sesuai, kedua adalah proses fabrikasi dan terakhir adalah analisis data. Suis tekanan rendah dan injap solenoid akan dipasang pada penghisap gelombang 3 arah dan sebelum pemampat paip penyedut. Satu lagi suis tekanan rendah dan gelombang solenoid akan dipasang pada paip tembaga tiub kapilari sebelum melepaskan gelombang 3 arah. Rajah 1 menunjukkan pengubahsuaian bahagian pada unit luaran jenis domestik.



Rajah 1: Lukisan skematik modifikasi unit penyaman udara luar

Sistem kawalan dan pendawaian diubah dengan mengisi semula suis tekanan pendawaian dan gelombang solenoid 3 arah. Sumber kipas elektrik bekalan, suis tekanan, gelombang solenoid dan pemampat akan digabungkan untuk mendapatkan bekalan elektrik dari unit dalaman. Neutral dari kipas, injap solenoid, pemampat dan suis tekanan akan digabungkan sekaligus. Apabila pengaturan tekanan pada suis tekanan rendah mengesan perubahan tekanan pendingin, injap solenoid akan mula beroperasi. Injap solenoid dalam pembuangan akan menyekat bahan pendingin. Pada masa itu, pemampat beroperasi dengan menyedut semua bahan pendingin ke unit luar. Apabila tekanan pada hisapan sifar, suis tekanan akan beroperasi menghantar isyarat ke gelombang solenoid. Solenoid akan beroperasi dan menyekat bahan pendingin keluar dari unit luar. Selain itu, suis tekanan rendah dapat mematikan unit luaran bekalan kuasa. Pada masa yang sama, lampu penunjuk (merah) dapat beroperasi pam proses penamat turun. Rajah 2 menunjukkan pengubahsuaian unit pintu keluar.



Rajah 2: Lukisan pendawaian unit penyaman udara luar

3.2 Kaedah Eksperimen

Tetapkan paip penyedut tekanan rendah pertama pada 0psi. Seterusnya, tetapkan suis tekanan rendah kedua di paip pelepasan pada 110psi. Selepas itu, jalankan unit. Seterusnya, perhatikan pembacaan arus elektrik dan pendingin tekanan di tempat rendah, dengan meter kaput dan tolok manifold yang terpasang pada unit luar. Perhatikan operasi injap solenoid dengan membaca tekanan rendah sama ada mencapai 0psi atau tidak. Perhatikan operasi unit luar dimatikan atau tidak selepas proses pam habis. Tetapkan pada suis tekanan rendah dalam bacaan 110psi, 105psi, 100psi, 95psi, 90psi, 85psi dan 80psi. Rekodkan data untuk hasil eksperimen dan analisis data ini. Analisis masa proses pam turun. Analisis data masa proses pam turun, jumlah baki penyejuk, jumlah kurang penyejuk dan arus elektrik di bincangkan dalam topik seterusnya.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Prestasi Pam Automatik Bahan Pendingin

Analisis data ini didasarkan pada pengaturan suis tekanan semasa eksperimen dan data dikumpulkan dari keseimbangan jumlah pendingin yang dapat disimpan di unit luar, proses pam turun dan sistem operasi semasa. Jadual 1 menunjukkan bahawa data ringkasan hasil dari jumlah pendingin keseimbangan, pam proses masa turun dan semasa eksperimen 1 hingga 7.

Jadual 1: Data kajian eksperimen 1 hingga 7

Eksperimen	Nilai tetapan suis tekanan (psi)	Kandungan baki bahan pendingin (gram)	Masa (saat)	Kadar Arus (A)
1	110	600.00	13.62	3.8
2	105	599.97	13.00	3.7
3	100	599.88	12.20	3.6
4	95	599.74	10.75	3.5
5	90	599.57	10.29	3.4
6	85	599.35	10.23	3.3
7	80	599.15	8.96	3.2



Rajah 3: Ringkuman data dari hasil semasa, perubahan masa, baki jumlah bahan pendingin dan tetapan suis tekanan

Rajah 3 menunjukkan hubungan antara arus, proses pam yang diturunkan, jumlah penyejuk dan pengaturan suis tekanan. Hasil yang diperoleh terdiri dari satu set nilai pengaturan suis tekanan. Berdasarkan jadual 1 juga, penetapan suis tekanan pada pengaturan 110psi adalah yang terbaik untuk digunakan ketika mengurangi dan mengendalikan kebocoran bahan pendingin dari penyejuk udara satu unit daya terpasang di dinding daya kuda jenis ini kerana Dari jadual di atas, sebagai kesimpulan bahawa pada 110psi tetapan suis tekanan adalah yang terbaik. Pilihan kerana jumlah penyejuk yang dapat dijimatkan sebanyak 600 gram. Walaupun masa yang diperlukan untuk memproses pengurangan pam adalah 13.62 saat, jumlah penyejuk tidak mengurangkan kapasiti sistem yang diperlukan. Jumlah arus yang diperlukan adalah 3.8 amp sehingga jumlah sistem serasi. Ia dapat melindungi dan mengurangkan risiko kerosakan pada pemampat. Kelebihan pengaturan suis tekanan yang lain adalah lebih cepat kerana perbezaan masa yang perlu diproses turun. Walaupun memerlukan sedikit masa, jumlah bahan pendingin dan sistem semasa tidak sesuai dengan kapasiti sistem. Nilai yang diperoleh daripada graf di dalam Rajah 3 dikategorikan seperti di bawah:

4.1.1 Suis tekanan ditetapkan pada 110psi

Apabila suis tekanan diatur ke 110psi, hasilnya menunjukkan bahawa arus elektrik adalah 3.8-amp, masa pam turun adalah 13.62 saat dan berat bahan pendingin disimpan di unit luar 600g. Kandungan bahan pendingin mengikut spesifikasi yang disarankan pengeluaran adalah 0.6kg. Kandungan bahan pendingin berkadar terus dengan bahan pendingin tekanan.

4.1.2 Suis tekanan ditetapkan pada 95psi

Apabila suis tekanan diatur ke 95psi, hasilnya menunjukkan penurunan arus 3.5 amp, penurunan pam proses yang diambil turun 10.75 saat dan penurunan kandungan bahan pendingin adalah 599.74 g. Kejadian ini disebabkan oleh penurunan arus kerana arus berkadar terus dengan pendingin tekanan.

4.1.3 Set suis tekanan 80psi

Apabila suis tekanan diatur ke 80 Psi, hasilnya menunjukkan penurunan arus 3.2 amp, penurunan pam proses yang diambil masa turun 8.96 saat dan penurunan kandungan bahan pendingin 599.15 g. Hubungan antara kandungan masa proses pendingin, arus dan pam turun sangat berkaitan 0.85 g dari 600 g hingga kekurangan bahan pendingin dalam sistem, kehilangan arus 4.7-amp akan menyebabkan pelbagai kemungkinan kesan pada sistem. Kelebihannya, apabila suis tekanan ditetapkan pada 80 Psi, masa yang diperlukan untuk memproses pengepaman cepat hanya memerlukan 8.96 saat keseluruhan pendingin yang disimpan di unit luar. Kandungan penyejuk dan arus menurun. Pelbagai kesan pada sistem.

4.1.4 Masa pada set suis tekanan 90psi dan 85psi

Tidak jauh berbeza dalam masa yang diambil dari 10.75 saat hingga 10.23 saat. Ini kerana bahan pendingin yang dikeluarkan disimpan di dalam tangki servis. Kemungkinan besar peti penyejukan dalam tangki servis sebahagiannya penuh. Sekiranya bahan pendingin dilepaskan ke sekitarnya, masa yang diambil mungkin akan menunjukkan bacaan yang ketara.

5. KESIMPULAN

Rekabentuk sistem pam automatik pada penyejukan udara domestic dapat dirancang dan dilaksanakan dengan berjaya untuk menyelesaikan masalah yang telah dikenalpasti. Pada masa kini banyak kebocoran berlaku antara paip dan sambungan komponen yang disebabkan oleh proses pemasangan atau haus dan kerosakan yang berlaku pada komponen perpaipan. Sistem pencegahan perlu dirancang untuk mengelakkan kebocoran bahan pendingin kerana kebocoran

bahan pendingin boleh menimbulkan beberapa masalah kepada persekitaran dan kepada masyarakat secara langsung dan tidak langsung. Di samping itu, projek ini juga diharapkan dapat mengurangkan dan mengawal kebocoran bahan pendingin dari penyaman udara. Berdasarkan objektif yang dinyatakan, sistem ini berjaya dikembangkan untuk memenuhi kriteria yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tersebut, merancang dan memilih sistem pam automatik yang terpasang pada unit split AC dan menganalisis kemampuan sistem dalam keadaan yang berbeza. Penting bagi pengguna untuk mengurangkan kerosakan sistem penyaman udara. Ia juga penting untuk mengurangkan penipisan ozon dan pemanasan global. Projek ini mencapai objektif di mana pemerhatian untuk mengurangkan dan mengawal kebocoran bahan pendingin dari system dapat dilaksanakan. Sekiranya sistem kerosakan dikurangkan, ia dapat menjimatkan wang, ozon dan pemanasan global. Walau bagaimanapun, projek ini juga terhad dan mempunyai kekangan dalam cara tertentu. Projek ini hanya menggunakan jenama penyaman udara Acson. Satu kuasa kuda penyaman udara domestik digunakan dalam kajian ini. Cadangan kajian seterusnya adalah, skop eksperimen boleh di perluaskan kepada sistem penyaman udara kenderaan kerana penggunaan bahan pendingin pada kenderaan di Malaysia masih tidak selamat kepada ozon dan global.

RUJUKAN

- Campbell, A., Ceng, H., & Mcibse, M. (2010). the Institute of Refrigeration. *Building*, 1–8.
- Deymi-Dashtebayaz, M., Farahnak, M., Moraffa, M., Ghalami, A., & Mohammadi, N. (2018). Experimental evaluation of refrigerant mass charge and ambient air temperature effects on performance of air-conditioning systems. *Heat and Mass Transfer/Waerme-Und Stoffuebertragung*, 54(3), 803–812. <https://doi.org/10.1007/s00231-017-2173-6>
- Dilshad, S., Kalair, A. R., & Khan, N. (2020). Review of carbon dioxide (CO₂) based heating and cooling technologies: Past, present, and future outlook. *International Journal of Energy Research*, 44(3), 1408–1463. <https://doi.org/10.1002/er.5024>
- Grace, I. N., Datta, D., & Tassou, S. A. (2005). Sensitivity of refrigeration system performance to charge levels and parameters for on-line leak detection. *Applied Thermal Engineering*, 25(4), 557–566. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2004.07.008>
- Polonara, F., Kuijpers, L. J. M., & Peixoto, R. A. (2017). Potential impacts of the montreal protocol kigali amendment to the choice of refrigerant alternatives. *International Journal of Heat and Technology*, 35(Special Issue 1), S1–S8. <https://doi.org/10.18280/ijht.35Sp0101>

Kecekapan Tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) Antara Penyamanan Udara Konvensional Dengan Penyamanan Udara Teknologi Inverter

Muhamad Asrul Affendi Mat Nor, Farah Waheda Othman & Nurul Syahirah Mohd Nor

Kolej Komuniti Pasir Salak, Perak

ABSTRAK

Eksperimen ini memfokuskan kepada perbandingan antara dua jenis penyamanan udara iaitu penyamanan udara teknologi inverter dengan penyamanan udara konvensional. Perbezaan antara keduanya menyebabkan ramai pengguna sukar untuk menentukan kesesuaian jenis penyamanan udara dikehendaki. Eksperimen ini adalah untuk mendapatkan kecekapan penggunaan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) antara jenis penyamanan udara jenis konvensional dengan teknologi inverter. Analisa penggunaan tenaga (*coefficient of Performance (COP)*) yang dibuat berdasarkan spesifikasi jenama penyamanan udara Panasonic 1.5hp (kuasa kuda). Metodologi eksperimen ini dilaksanakan secara eksperimen untuk mendapatkan data kedua-dua jenis penyamanan udara ini semasa beroperasi. Data yang diambil akan diplot pada gambar rajah p-h untuk pengiraan kecekapan penggunaan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) untuk mendapatkan kecekapan tenaga pada penyamanan udara. Hasil daripada eksperimen ini, didapati penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) yang tinggi berbanding penyamanan udara konvensional. Keberkesanan dan kecekapan tenaga penyamanan udara teknologi inverter akan membawa penggunaan tenaga elektrik yang lebih efisien serta penjimatan tenaga elektrik.

Kata Kunci: penyamanan udara, kecekapan tenaga, penjimatan tenaga.

1. PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

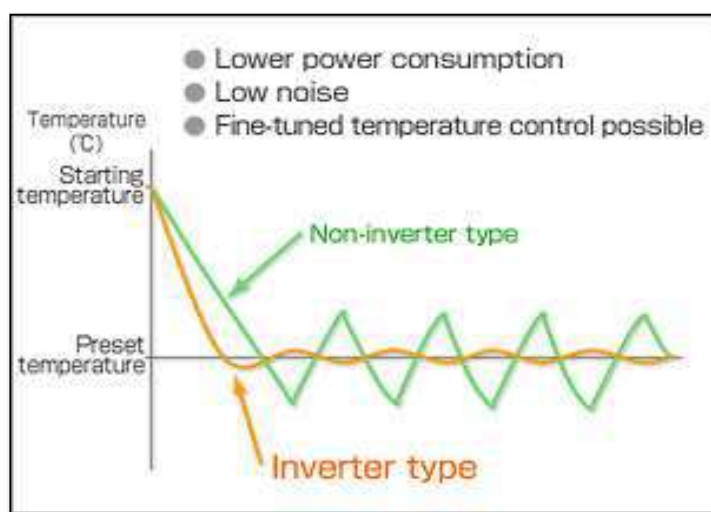
Penyamanan udara adalah satu sistem penyejukan sesuatu ruang yang tertutup untuk mendapatkan keselesaan kepada penggunanya. Penyamanan udara adalah sistem pendinginan, pemanasan, pengawalan suhu, pengawalan kelembapan, pembersihan dan pengagihan udara untuk mencapai kehendak tempat yang dinyamankan. Pada masa kini, penyamanan udara adalah satu peralatan yang penting digunakan pada setiap rumah. Terdapat dua kategori penyamanan udara jenis pisah iaitu penyamanan udara konvensional dan penyamanan udara teknologi inverter. Eksperimen ini bertujuan untuk perbandingan kecekapan penggunaan tenaga (*coefficient of performance (COP)*) antara kedua-dua kategori penyamanan udara.

Penyamanan udara teknologi inverter dalam sistem penyamanan udara yang dapat meningkatkan kecekapan tenaga, memberikan keselesaan yang lebih baik dan menawarkan operasi yang lebih senyap. Sistem teknologi inverter digunakan untuk mengawal kelajuan motor pemampat serta mengawal suhu dengan mengekalkan suhu malar akan membawa kepada penggunaan elektrik yang efisien serta penjimatan penggunaan tenaga elektrik. Dengan adanya teknologi inverter, unit penyamanan udara dapat meningkatkan kecekapan dan menghapuskan aktiviti turun naik mendadak pada beban. Oleh itu, ia dapat memberikan suhu yang sekata dan lebih selesa. Dengan kawalan kelajuan motor dalam teknologi inverter, boleh memastikan unit penyamanan udara akan beroperasi dengan lebih senyap.

Penyaman udara jenis konvensional beroperasi apabila pemampat (*compressor*) bekerja pada kapasiti maksimum sehingga suhu bilik mencapai tahap yang dikehendaki oleh pengguna. Pemampat akan berhenti beroperasi setelah suhu bilik yang dikehendaki tercapai. Proses ini akan berulang-ulang sehingga sistem penyaman udara akan dimatikan. Keadaan ini menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang tinggi.

Perbezaan ketara antara teknologi bukan inverter dan inverter adalah tahap penggunaan elektrik. Berdasarkan maklumat daripada pengeluar penyaman udara, permulaan pemampat akan beroperasi di dalam keadaan ampere yang tinggi, yang menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang tinggi. Berbanding penyaman udara teknologi inverter, pemampat akan beroperasi dengan kadar ampere yang rendah dan mengikut beban di dalam bilik. Hal ini menyebabkan penggunaan tenaga elektrik yang rendah. Berdasarkan pada graf pada rajah 1, keadaan ampere untuk penyaman udara konvensional beroperasi dalam keadaan naik turun manakala untuk operasi penyaman udara teknologi inverter beroperasi secara malar (*constant*). Hal ini bermaksud, penggunaan tenaga elektrik berbeza setiap jenis penyaman udara.

Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji operasi sistem dan perbandingan kecekapan tenaga (*Coefficient Of Performance (COP)*), antara penyaman udara konvensional dengan penyaman udara teknologi inverter.



Rajah 1: Graf perbandingan penyaman udara teknologi inverter dan penyaman udara konvensional

2. KAJIAN LITERATUR

Terdapat dua kategori penyaman udara di pasaran iaitu jenis penyaman udara konvensional dan penyaman udara teknologi inverter. Perbezaan antara keduanya menyebabkan ramai pengguna sukar untuk menentukan kesesuaian jenis penyaman udara dikehendaki. Untuk pemasangan penyaman udara teknologi inverter lebih mahal berbanding penyaman udara konvensional, tetapi daripada segi kos penggunaan tenaga elektrik akan memberikan penjimatan tenaga elektrik 60%- 70% kerana penyaman udara jenis ini tidak menggunakan banyak tenaga semasa proses menurunkan suhu bilik. Jelas bahawa penyaman udara disokong oleh teknologi inverter berperanan besar dalam menjimatkan tenaga dan mengurangkan bil elektrik (Mohammed Ali Sami, 2019). Untuk pemasangan penyaman udara konvensional, ianya murah berbanding dengan penyaman udara teknologi inverter, tetapi

kos penggunaan tenaga elektrik lebih tinggi untuk proses penurunan suhu bilik. Untuk kedua-dua jenis penyamanan udara ini dengan kuasa kuda (hp) dan beban penyejukan yang sama, analisa perbandingan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) diperlukan. Oleh itu, kajian dilakukan untuk kedua-dua jenis penyamanan udara ini yang mempunyai spesifikasi yang sama seperti jenama dan tenaga yang sama. Kecekapan tenaga bermaksud menggunakan tenaga minimum untuk menyelesaikan kerja yang sama rumah atau pejabat. COP yang lebih tinggi menunjukkan penggunaan tenaga sistem yang lebih rendah. COP meningkat kerana penggunaan tenaga dan kelajuan pemampat yang lebih rendah (Henry et al, 2016). Nilai COP maksimum akan menghasilkan penjimatan maksimum dalam penggunaan tenaga elektrik juga. (Ismail et al, 2019). Ini bermaksud untuk mengurangkan penggunaan tenaga yang menggunakan peralatan yang serupa. Penyamanan udara mempunyai penilaian kecekapan tenaga (*Energy Efficiency Ratio, (EER)*). EER adalah kecekapan penukaran tenaga peralatan, semakin banyak nilainya semakin terbaik untuk peralatan. EER kapasiti penyejukan penyamanan udara menggunakan nisbah kuasa kuda. Rujukan daripada buku , Efficiency Energy, Center for Education and Training in Renewable Energy and Energy Efficiency, Diakses pada 17 Febuari 2021 dari www.ktak.gov.my.

3. METODOLOGI

3.1 Penggunaan Peralatan

Peralatan yang digunakan semasa melakukan eksperimen ini, penyamanan udara konvensional menggunakan bahan pendingin jenis (R22), penyamanan udara teknologi inverter menggunakan bahan pendingin (R410a), tolok tekanan dan *thermocouple* Jenis-K.

3.2 Prosedur

Prosedur eksperimen dijalankan melalui lapan langkah untuk mendapatkan bacaan bagi data yang akan digunakan. Langkah pertama adalah dengan mengambil bacaan tekanan bahan pendingin yang pertama (P1) dan suhu yang pertama (T1) yang diukur di saluran masuk pemampat. P adalah tekanan bahan pendingin manakala T adalah suhu bahan pendingin. Langkah kedua adalah mengambil bacaan tekanan bahan pendingin yang kedua (P2) dan suhu (T2) yang di ukur pada bahagian keluar pemampat. Seterusnya langkah ketiga adalah mengambil bacaan suhu yang ketiga (T3) di saluran keluar pemeluwap dan saluran injap pengembangan. Langkah yang seterusnya adalah mengambil bacaan suhu ke empat (T4) di saluran keluar injap pengembangan dan saluran masuk penyejat. Langkah kelima pula mengambil bacaan suhu udara (T) yang keluar dari pemeluwap dan langkah keenam adalah mengambil bacaan suhu udara (T) masuk ke pemeluwap. Seterusnya, Langkah ketujuh adalah mengambil kesemua data yang diukur dan dimasukkan kedalam jadual 1,2,3 dan 4. Langkah terakhir sekali adalah memplotkan data yang diperolehi pada rajah p-h.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengumpulan data

Kesemua data diukur dan direkodkan ke dalam Jadual 1,2,3 dan 4 untuk plot ke dalam rajah p-h untuk proses pengiraan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*). Data yang di perolehi seperti di dalam jadual di bawah:

Jadual 1: Data yang diperolehi untuk penyamanan udara konvensional

	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
P1 [MPa]	0.4827	0.4964	0.4895	0.4964	0.4964
P2[MPa]	0.8143	0.8204	0.8273	0.8273	0.8273

T1[°C]	35.4	33.2	32	31.5	29.8
T2[°C]	75	70.3	68.4	60.2	59.4
T3[°C]	40.7	38.2	37.1	36.8	35.2
T4[°C]	29.0	26.2	24.7	23.2	22.8

Tekanan bahan pendingin saluran masuk pemampat (P1). Tekanan bahan pendingin masuk ke pemampat (P2), suhu bahan pendingin pada saluran masuk pemampat (T1), suhu bahan pendingin keluar pemampat (T2), suhu bahan pendingin pada saluran keluar pemeluwap (T3), suhu bahan pendingin pada saluran keluar injap pengembangan dan masuk penyejat (T4) diukur dan direkodkan ke dalam jadual 1. Kesemua data akan di plotkan ke dalam rajah p-h. Setiap data di ambil setiap 5 minit.

Jadual 2: Data yang diperolehi untuk penyamanan udara teknologi inverter

	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
P1 [MPa]	1.0342	1.1031	0.9652	0.9997	8963
P2[MPa]	1.6828	1.7236	1.71679	1.6547	1.7099
T1[°C]	32.0	31.4	30.1	29.3	29.0
T2[°C]	44.5	42.2	41.6	39.7	38.1
T3[°C]	30.4	28.5	28.0	27.4	26.3
T4[°C]	22.8	21.8	21.1	19.7	19.0

Tekanan bahan pendingin saluran masuk pemampat (P1). Tekanan bahan pendingin masuk ke pemampat (P2), suhu bahan pendingin pada saluran masuk pemampat (T1), suhu bahan pendingin keluar pemampat (T2), suhu bahan pendingin pada saluran keluar pemeluwap (T3), suhu bahan pendingin pada saluran keluar injap pengembangan dan masuk penyejat (T4) diukur dan di rekodkan kedalam jadual 2. Kesemua data akan diplot ke dalam rajah p-h. Setiap data di ambil setiap 5 minit.

Jadual 3: Suhu bagi pengiraan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) untuk penyamanan udara konvensional.

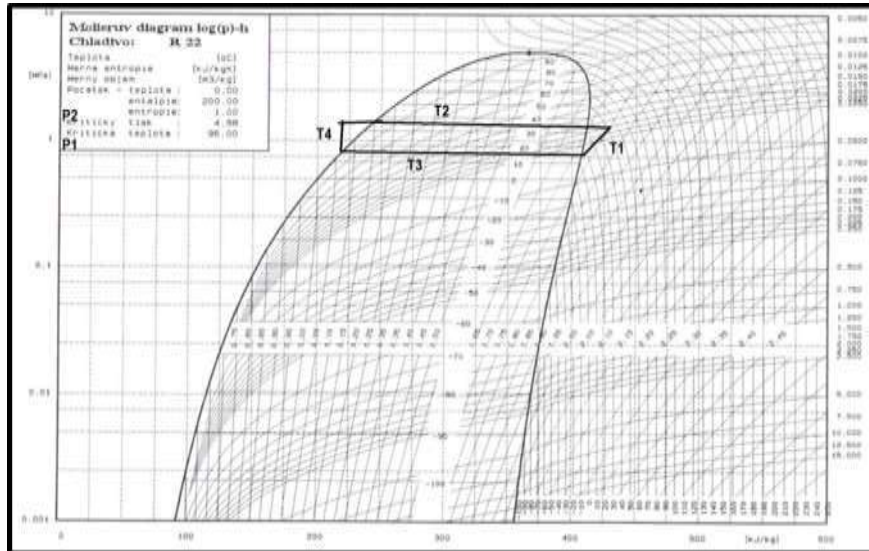
	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
T _{hot} [K]	304.2	302.4	300.8	300.4	299.8
T _{cold} [K]	300.2	298.4	296.6	294.4	292.8

Suhu udara panas (T) sebelum dan selepas memasuki pemeluwap dan akan diplot ke dalam rajah p-h. Setiap data diambil setiap 5 minit.

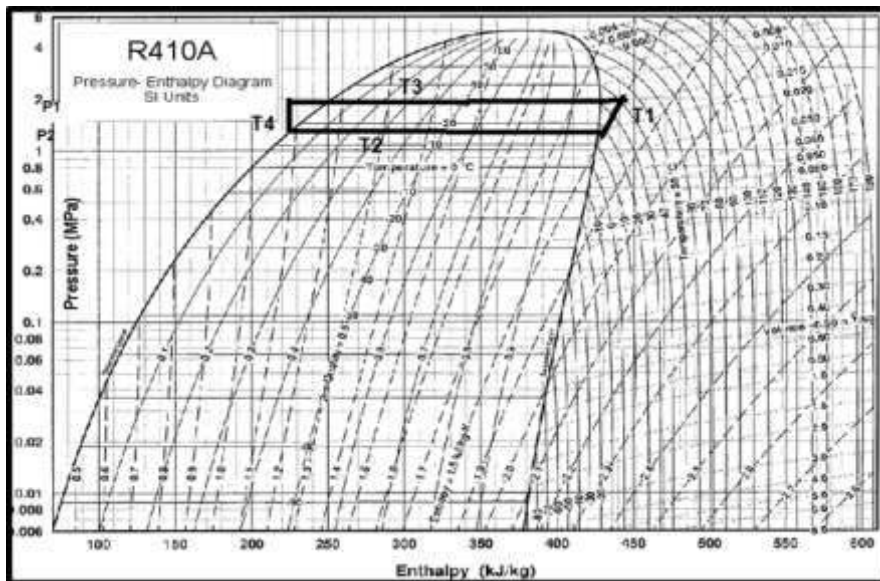
Jadual 4: Suhu bagi pengiraan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) untuk penyamanan udara teknologi inverter.

	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
T _{hot} [K]	302.4	301.2	300.6	298.8	297.6
T _{cold} [K]	297.2	285.8	294.4	292.2	290

Suhu udara panas (T) sebelum dan selepas memasuki pemeluwap dan akan diplotkan ke dalam rajah p-h. Setiap data diambil setiap 5 minit.



Rajah 2: Data yang di plot pada rajah P-h R22



Rajah 3: Data yang di plot pada rajah P-h R410A

4.2 Pengiraan Untuk Penyamanan Udara Konvensional

- a) Kesan Penyejukan (kJ/kg)

$$Q_e = h_1 - h_4$$

$$428 \text{ kJ/kg} - 230 \text{ kJ/kg} = \mathbf{198 \text{ kJ/kg}}$$

- b) Calculate the mass flow rate at compressor suction (kg/s)

$$m(\text{kg/s}) = \frac{Q_0 (\text{kJ/s})}{Q_e (h_1 - h_4)} \quad Q_0 = \text{rated cooling capacity} = 4.20 \text{ kW}$$

$$m(\text{kg/s}) = \frac{4.20 \text{ kJ/s}}{198 \text{ kJ/kg} (428 - 230) \text{ kJ/kg}}$$

$$m(\text{kg/s}) = \mathbf{1.07 \times 10 \text{ kg/s}}$$

- c) Calculate work done by compressor @ power required by compressor (KW)

$$\begin{aligned} W &= m (h_{2is} - h_1) \\ &= (1.07 \times 10 \text{ kg/s}) \times (1.90 \text{ kJ/kg.k} - 428 \text{ kJ/kg}) \\ &= \mathbf{0.046 \text{ kJ/s @ KW}} \end{aligned}$$

- d) Pembuangan haba oleh pemeluwap (KW)

$$\begin{aligned} Q_c &= m (h_2 - h_4) \\ &= (1.07 \times 10 \text{ kg/s}) (240 - 450) \text{ kJ/kg} \\ &= \mathbf{0.022 \text{ kJ/s @ KW}} \end{aligned}$$

- e) Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance*) (COP)

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{Q_o}{W_{\text{net in}}} \\ &= \frac{4.20 \text{ KW}}{0.046 \text{ KW}} \\ &= \mathbf{91.30} \end{aligned}$$

4.3 Pengiraan Untuk Penyamanan Udara Teknologi Inverter

- a) Kesan Penyejukan (kJ/kg)

$$\begin{aligned} Q_e &= h_1 - h_4 \\ 450/\text{kg} - 230 \text{ kJ/kg} &= \mathbf{220 \text{ kJ/kg}} \end{aligned}$$

- b) Calculate the mass flow rate at compressor suction (kg/s)

$$\begin{aligned} m(\text{kg/s}) &= \frac{Q_o (\text{kJ/s})}{Q_e (h_1 - h_4)} \quad Q_o = \text{rated cooling capacity} = 4.20 \text{ kW} \\ m(\text{kg/s}) &= \frac{4.20 \text{ kJ/s}}{220 \text{ kJ/kg} (450 - 230) \text{ kJ/kg}} \\ m(\text{kg/s}) &= \mathbf{8.68 \times 10 \text{ kg/s}} \end{aligned}$$

- c) Calculate work done by compressor @ power required by compressor (KW)

$$\begin{aligned} W &= m (h_{2is} - h_1) \\ &= (8.68 \times 10 \text{ kg/s}) \times (1.90 \text{ kJ/kg.k} - 450 \text{ kJ/kg}) \\ &= \mathbf{0.039 \text{ kJ/s @ KW}} \end{aligned}$$

- d) Pengiraan pembuangan haba oleh pemeluwap (KW)

$$\begin{aligned} Q_c &= m (h_2 - h_4) \\ &= (8.68 \times 10 \text{ kg/s}) (461 - 248) \text{ kJ/kg} \\ &= \mathbf{0.018 \text{ kJ/s @ KW}} \end{aligned}$$

- e) Pengiraan Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance*) (COP) Sistem

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{Q_o}{W_{\text{net in}}} \\ &= \frac{4.20 \text{ KW}}{0.039 \text{ KW}} \\ &= \mathbf{107.69} \end{aligned}$$

5. PERBINCANGAN

Berdasarkan pengiraan di atas, kesan penyejukan (Q_e) untuk unit Inverter adalah 220 KJ/Kg sedangkan nilainya pada (Q_e) adalah 198kJ/kg. Semakin tinggi nilai kesan penyejukan berlaku, menunjukkan bahawa proses untuk merendahkan suhu pada bilik adalah yang lebih baik. Penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan kesan penyejukan (Q_e) yang lebih tinggi

daripada penyamanan udara konvensional dimana ianya menunjukkan kecekapan pada model teknologi inverter. *Mass flow rate at compressor suction* (m) pada penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan jumlah pada $8.68 \times 10 \text{ kg/s}$ dan untuk penyamanan udara konvensional menunjukkan nilai pada $1.07 \times 10 \text{ kg/s}$. Semakin tinggi nilai *mass flow rate* pada sistem, ianya bagus untuk kecekapan pada sistem semasa beroperasi. Untuk eksperimen ini, penyamanan udara konvensional mempunyai kadar aliran yang lebih tinggi daripada penyamanan udara teknologi inverter. Tenaga (*Power*) yang digunakan untuk penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan 0.039 kJ/s dan tenaga (*Power*) yang digunakan pada penyamanan udara konvensional ialah 0.046 kJ/s . Semakin rendah tenaga (*Power*) yang digunakan semakin tenaga operasi pemampat. Haba yang di singkirkan oleh pemeluwap (Q_c) untuk penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan nilai 0.018 kJ/s dan penyamanan udara konvensional pula menunjukkan nilai 0.022 kJ/s . Semakin tinggi haba yang disingkirkan oleh pemeluwap (Q_c), semakin baik prestasi sistem.

Dalam eksperimen ini, penyamanan udara konvensional menunjukkan penyingkiran haba yang lebih tinggi (Q_c), yang bermaksud prestasi haba yang disingkirkan oleh pemeluwap adalah lebih baik. Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*), penyamanan udara teknologi inverter menunjukkan 107.69 dan manakala penyamanan udara konvensional mempunyai nilai 91.30 . Semakin tinggi kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*), terbaik untuk sistem penyamanan udara. Berdasarkan pengiraan kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*), penyamanan udara teknologi inverter mempunyai prestasi yang terbaik diantara pemilihan kategori penyamanan udara. Menurut Rizalman b. Mahmood (2011), penyamanan udara jenis bukan inverter menggunakan banyak tenaga, secara tidak langsung tenaga elektrik yang digunakan adalah tinggi. Dari segi harga seunit penyamanan udara ini agak murah berbanding inverter. Hal ini menunjukkan keberkesanan Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*), penyamanan udara teknologi inverter lebih tinggi berbanding penyamanan udara konvensional dan penggunaan tenaga elektrik yang rendah dan kesan penyejukan lebih efisien.

Sistem penyamanan udara konvensional beroperasi berdasarkan suhu yang ditetapkan oleh alat kawalan suhu, pemampat akan beroperasi mengikut suhu yang telah ditetapkan, Acson.com.my (2018, 9 April). Teknologi Inverter Dalam Penyamanan Udara Bagi Penjimatan Tenaga. Diakses pada 16 Februari 2021, dari [www.acson.com.my/teknologi inverter dalam penyamanan udara bagi penjimatan tenaga](http://www.acson.com.my/teknologi-inverter-dalam-penyamanan-udara-bagi-penjimatan-tenaga).

Pemampat (*compressor*) adalah sistem penyamanan udara yang berfungsi pada kapasiti maksimum atau dimatikan sama sekali. Ia dihidupkan apabila bilik memerlukan penyejukan dan berhenti apabila suhu yang dikehendaki telah dicapai dan kitaran ini berulang. Suhu bilik telah dicapai mengikut tetapan oleh pengguna, pemampat akan berhenti beroperasi. Pemampat akan beroperasi semula apabila suhu didalam bilik tidak dapat dicapai dengan penatapan suhu daripada alat kawalan suhu. Sementara itu, sistem penyamanan udara inverter beroperasi dengan jumlah beban haba di dalam ruangan, pemampat akan beroperasi mengikut jumlah haba didalam ruang, jika haba didalam ruang bilik tersebut tinggi, pemampat akan beroperasi dengan kadar yang laju dan tinggi manakala jika ruang bilik tersebut mempunyai jumlah haba berkurangan, pemampat akan beroperasi dengan kelajuan yang rendah dan perlahan. acson.com.my (2018, 9 April). Teknologi Inverter Dalam Penyamanan Udara Bagi Penjimatan Tenaga. Diakses pada 16 Februari 2021, dari [www.acson.com.my/teknologi inverter dalam penyamanan udara bagi penjimatan tenaga](http://www.acson.com.my/teknologi-inverter-dalam-penyamanan-udara-bagi-penjimatan-tenaga). Inverter digunakan untuk mengawal kelajuan motor pemampat, untuk terus mengawal suhu. Keupayaan untuk menyesuaikan outputnya

dengan kenaikan kecil untuk mengekalkan suhu malar akan membawa kepada penggunaan elektrik yang efisien dan bil elektrik yang lebih rendah.

Berdasarkan pemerhatian dalam eksperimen ini, didapati suhu yang berbeza ketika sistem unit beroperasi pada jangka masa 5 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit. Kecekapan tenaga tinggi apabila sistem penyaman udara beroperasi lebih lama kerana penyejat menyerap beban haba di ruangan bilik dan pemeluwap akan menyebarkan haba. Apabila berlakunya proses penyerapan dan penyirkulan haba di dalam bilik, penurunan suhu akan berlaku di penyejat. Proses ini juga akan menghasilkan perbezaan suhu pada 5 minit, 10 minit, 15 minit, 20 minit dan 30 minit semasa data diambil. Ketepatan data yang dikumpulkan tidak akan tepat kerana unit ini beroperasi di tempat terbuka kerana semasa eksperimen ini dilaksanakan didalam bengkel yang mempunyai ruang kapasiti besar tidak dapat menampung beban haba yang banyak daripada sumber lain. Oleh yang demikian, pemampat beroperasi dengan kadar maksimum.

6. KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, terdapat perbezaan pada data suhu yang berbeza bagi penyaman udara konvensional dan penyaman udara teknologi inverter. Parameter yang paling jelas menunjukkan perbezaan untuk kedua-dua model ini tekanan bahan pendingin, suhu dan aliran suhu dalam jangka masa tertentu serta jenis bahan pendingin yang di gunakan.

Untuk penyaman udara teknologi inverter, Jenis bahan pendingin yang digunakan adalah R410. Bahan pendingin R410A adalah jenis HFC. Penggunaan bahan pendingin lebih kepada “*ozone friendly*”. Perlepasan gas ini tidak memberi kesan kepada alam sekitar terutama sistem sistem penipisan ozon dunia. Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) dapat ditingkatkan dengan penggunaan penyaman udara teknologi inverter. Kawalan kelajuan motor pemampat dapat memanjangkan hayat penyaman udara teknologi inverter dapat mengekalkan kecekapan suhu yang dikehendaki, ianya dapat mengelakkan perubahan suhu yang mendadak dari rendah ke tinggi. Oleh yang demikian, sistem ini dapat memberikan keselesaan kepada pengguna. Ia juga dapat mengatasi kehilangan kuasa dan dapat menjimatkan sehingga 30%-40% lebih banyak tenaga sekaligus menghasilkan penjimatan yang lebih besar dalam jangka masa panjang. Teknologi penjimatan tenaga ini juga menjamin penyejukan kuasa sebenar dalam tempoh masa yang lebih singkat. Hasil daripada eksperimen ini dapat membantu pada pengguna untuk pemilihan jenis penyaman udara di antara konvensional dengan teknologi inverter. Kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) untuk penyaman udara teknologi inverter lebih tinggi berbanding penyaman konvensional.

Secara keseluruhan, semakin tinggi nilai kecekapan tenaga (*Coefficient of Performance (COP)*) dalam sistem penyaman udara adalah yang terbaik untuk operasi sistem penyaman udara. Penyaman udara dapat memberikan keselesaan kepada pengguna.

RUJUKAN

Acson, (9 April 2018), *Teknologi Inverter Dalam Penyaman Udara Bagi Penjimatan Tenaga*. www.acson.com.my/teknologi-inverter-dalam-penyaman-udara-bagi-penjimatan-tenaga (diakses pada 16 Febuari 2021).

ASHRAE, A. S., 2019. HVAC applications. ASHRAE Handbook, Fundamentals.

- Ahmed Almogbel, F. A. (2020). Comparison of energy consumption between non-inverter. *Energy Transitions (2020)*, 191-197.
- Henry Nasutiona, A. A. (2016). Indoor Temperature Control And Energy Saving Potential Of Split- Type Air Conditioning System Using Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 88-96.
- Ismail Wellid, Y. P. (2019). Kaji Experimental Perbandingan Kinerja Pengkondisi Udara Antara Menggunakan Inverter Dan Non-Inverter. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2019*, 7.
- Jamali, M. F. (2018). Economics Analysis Of An Inverter And Non-Inverter Type. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9.
- Kementerian Tenaga, Air dan Komunikasi, (Januari 2013), Efficiency Energy, Center for Education and Training in Renewable Energy and Energy Efficiency. Viewed 25 November 2020. www.ktak.gov.my
- Namal, M. S. (2017). Comparison of Energy Consumption between a Standard Air Conditioner. *SLEMA Journal, Volume 20*, 6.
<http://doi.org/10.4038/slemaj.v20i1-2.5>
- Rizalman b. Mahmood 2011. *The Suitability of Inverter Air-Conditioning Compared to Non-Inverter Type For Household Application*, Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM), *Tesis Bachelor of Mechanical Engineering*
- Sami, M. A. (2019). Economic feasibility of an inverter and conventional air conditioners for residential buildings in Iraq. *International Journal of Thermal Technologies*, 4.

Kesan Sudut Pencahayaan Pada Panel Solar *Photovoltaic* Untuk Unit Penyamanan Udara

Muhamad Asrul Affendi Mat Nor, Farah Waheda Othman &
Nurul Syahirah Mohd Nor

Kolej Komuniti Pasir Salak, Perak

ABSTRAK

Sistem tenaga suria komersial menjana elektrik dari sinar matahari untuk bangunan. Ianya terdiri dari sel fotovoltaik (PV), modul suria sistem menuai tenaga matahari dan bertukar menjadi elektrik yang dapat digunakan untuk memberi tenaga unit penyamanan udara, lampu, komputer dan alat elektrik yang lain. Eksperimen ini memfokuskan kepada sudut pencahayaan pada panel solar *photovoltaic* yang diguna pakai untuk penyamanan udara. Eksperimen merangkumi satu set modul PV yang condong pada sudut 30°, 45°, 90°, 30° (terbalik), dan 45° (terbalik). Pada posisi ini, nilai arus, voltan, daya dan intensiti sinaran matahari diukur. Posisi optimum ditentukan sebagai posisi di mana nilai maksimum intensiti sinaran matahari dan daya maksimum dapat diperolehi. Kecekapan sistem PV merujuk kepada bahagian tenaga dalam bentuk cahaya matahari yang dapat ditukarkan melalui fotovoltaik menjadi tenaga elektrik. Kecekapan sel suria yang digunakan dalam sistem fotovoltaik, dalam kombinasi dengan garis lintang dan iklim, menentukan keluaran tenaga tahunan sistem. Panel akan mengumpulkan sinaran matahari dengan paling cekap apabila sinar matahari berserenjang dengan permukaan panel. Sudut kecondongan yang berbeza bagi sistem PV dapat menghasilkan arus dan nilai voltan yang berbeza. Terbukti bahawa sudut yang paling optimum bagi sistem PV adalah ketika condong pada 45° dan 45° terbalik kerana data telah menunjukkan daya optimum tertinggi. Oleh itu, bagi mendapatkan lebih banyak tenaga untuk menjana tenaga elektrik melalui sistem PV adalah dengan mencondongkan sel suria pada 45° secara mendatar dan secara langsung di bawah cahaya matahari. Pengendalian cas solar yang baik akan meningkatkan jangka hayat bateri serta mengoptimalkan unjuk kerja sistem solar itu sendiri. Semakin banyak tenaga yang optimum yang dapat diperolehi untuk menjana tenaga elektrik.

Kata Kunci: Penyamanan Udara, tenaga suria, condong sudut, tenaga elektrik.

1. PENGENALAN

Sistem tenaga suria komersial menjana elektrik dari sinar matahari untuk bangunan. Ianya terdiri daripada sel fotovoltaik (PV), yang menuai tenaga matahari dan menukarkannya menjadi tenaga kepada alat elektrik. Menurut Nur Azfahani Ahmad, Nur Huzeima Hussain, Norazmi Anas, Jasrul Jamani Jamian (2020), potensi untuk menghasilkan tenaga elektrik dari janaan solar di Malaysia adalah sangat baik memandangkan Malaysia menerima keamatan tenaga suria sebanyak 4 hingga 5 kWh/m² setiap hari sepanjang tahun. Sistem tenaga suria telah dibahagikan kepada dua jenis utama iaitu sistem yang berdiri sendiri dan bersambung dengan grid (atau interaktif utiliti). Sistem kuasa yang disambungkan ke grid beroperasi selari dan saling berkaitan dengan grid utiliti elektrik. Oleh itu, ia membenarkan kuasa penyamanan udara yang dihasilkan oleh sistem suria untuk membekalkan elektrik ke bangunan, atau kembali grid ketika output sistem suria lebih besar daripada keperluan elektrik bangunan.

Di samping itu, sistem yang dirancang untuk beroperasi secara bebas dari grid utiliti elektrik dan bersaiz digunakan untuk membekalkan beban DC atau AC tertentu. Tambahan pula, sistem tenaga suria banyak yang berfungsi secara sendiri dan sebagai bateri yang digunakan untuk penyimpanan tenaga. Sistem ini juga berfungsi sebagai modul suria di mana ianya memberi bekalan elektrik terus ke unit bumbung di satu titik sambungan, menggunakan kuasa yang

ditukar untuk menjalankan sistem pemanasan dan penyejukan pusat bangunan. Sekiranya bumbung muncul tidak beroperasi, lebih banyak tenaga suria dibekalkan kepada alat lain yang menggunakan elektrik, seperti pencahayaan, kipas angin, komputer dan banyak lagi. Oleh itu, apabila sistem menghasilkan lebih banyak kuasa daripada keperluan bangunan, ia dihantar kembali ke grid elektrik tempatan.

1.1 Objektif Eksperimen

Tujuan eksperimen dilaksanakan adalah untuk mengkaji operasi sistem solar fotovoltaik (PV) dan untuk mengkaji kesan sudut kilat pada panel PV solar. Dengan melaksanakan eksperimen ini diharapkan dapat mengurangkan penggunaan tenaga elektrik pada penyamanan udara.

2. KAJIAN LITERATUR

Dunia menghadapi krisis tenaga yang agak meruncing dengan penemuan telaga minyak baharu semakin berkurangan berbanding penggunaan bahan api berasaskan petroleum sangat tinggi. Satu langkah penjimatan tenaga perlu diusahakan di mana penggunaan tenaga terbaru perlu dicari dan dimajukan. Sistem penyamanan udara menggunakan tenaga elektrik yang tinggi di mana dianggarkan 60% penggunaan tenaga elektrik adalah dari sistem penyamanan udara. Teknologi fotovoltaik mempunyai potensi jangka panjang yang penting untuk membekalkan tenaga mampan untuk keperluan di dunia. Fotovoltaik bersifat senyap, bersih dalam operasi, sangat dipercayai, penyelenggaraan yang rendah dan amat teguh, dengan jangkaan hayat sekurang-kurangnya 20 atau 30 tahun. Mereka juga sangat modular dan boleh disesuaikan untuk banyak lokasi atau mudah dilanjutkan.

Sumber elektrik daripada tenaga suria juga boleh menggantikan penggunaan bahan api fosil dengan memberi banyak faedah kepada alam sekitar. Tenaga yang terlibat dalam pembuatan panel boleh cepat diambil alih oleh tenaga yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik. Menurut Era Sains, Teknologi dan Inovasi, Mosti 2009, pelbagai pihak didapati telah menyumbang kepada masalah kesan Rumah Hijau. Sebagai contoh, penglibatan kumpulan individu dalam bidang pembangunan dan aplikasi produk, peralatan serta sistem didapati boleh memberikan impak kepada penghasilan karbon dioksida yang akhirnya mencetus kepada pemanasan global dan kesan rumah hijau. Aktiviti seperti penerokaan tanah dalam bidang pembangunan boleh menjejaskan ekosistem semula jadi.

3. METODOLOGI

3.1 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan semasa melakukan eksperimen ini ialah dengan menggunakan Multimeter yang digunakan untuk mengukur voltan dan arus, *PV Control Panel*, *PV Panel*, *Electron Generation Panel*, *dual light*, *black and red wire*.

3.2 Prosedur melaksanakan eksperimen

Prosedur eksperimen dijalankan melalui dua belas langkah untuk mendapatkan bacaan bagi data yang akan digunakan. Langkah pertama adalah pendawaian terhadap rajah pendawaian skematik disahkan. Langkah kedua pula menyambungkan kabel multimeter merah dan hitam ke titik sambungan paling kiri di barisan bawah blok sambungan panel kawalan PV sehingga bersambung dengan wayar warna yang sama. Langkah seterusnya menetapkan Multimeter kepada DCV 20 volt. Langkah keempat, suis putus diletakkan dalam kedudukan tertutup (sehingga arus dapat melaluinya). Seterusnya Panel PV dipusingkan ke tengah menegak dengan rel hujung menegak panel Penjana Elektron Bersih. Langkah keenam ialah sumber

cahaya berganda dipasangkan dengan yang boleh disesuaikan, diletakkan sehingga pemegangnya berpusat pada panel PV. Ketinggian yang sesuai dilaraskan sehingga lampu berpusat pada panel atas 90°. Kemudian, lampu dihidupkan dan bacaan voltan dan arus yang dihasilkan dicatatkan dalam jadual yang disediakan. Langkah seterusnya menggerakkan lampu dan menyinari panel PV pada sudut kira-kira 30° dari panel dan masih mengekalkan jarak 1 kaki. Langkah kesembilan ialah menghidupkan lampu dan bacaan voltan dan arus yang dihasilkan diambil. Seterusnya, sinar matahari pagi diambil dengan meletakkan sumber cahaya sehingga bersinar pada panel PV pada sudut sekitar 45°. Jaraknya masih kira-kira 1 kaki dari panel. Langkah kesebelas menghidupkan lampu dan voltan dan arus yang dihasilkan dicatatkan dalam jadual yang disediakan. Langkah terakhir adalah mengulangi langkah pertama hingga langkah keempat menggunakan sudut dari seberang dan panel. Ianya mewakili cahaya matahari pagi dan petang. Voltan dan arus yang dihasilkan dicatatkan.

4. HASIL DAN DATA PENEMUAN

Jadual 1: Data voltan dan arus yang diperolehi

SUDUT (°)	I (Amps)	V (Volts)	P = V * I (Watt)
30	0.45	18.60	8.37
45	1.00	19.50	19.50
90	0.75	20.00	15.00
30 (reversed)	0.35	18.50	6.48
45 (reversed)	0.85	19.20	16.32

Formula: $P = V * I$

Untuk sudut 30°:

V = 18.6V, I = 0.45A

P = 18.6*0.45

P = 8.37 Watt

Untuk sudut 45°:

V = 19.5V, I = 1.0A

P = 19.5*1.0

P = 19.5 Watt

Untuk sudut 90°:

V = 20.0V, I = 0.75A

P = 20.0*0.75

P = 8.37 Watt

Untuk sudut 45° (reversed):

V = 19.2V, I = 0.85A

P = 19.2*0.85

P = 16.32 Watt

Pengiraan Kuasa (*Power (P)*) untuk setiap sudut menggunakan formula $P = V * I$. Ini bermaksud kuasa yang digunakan bergantung kepada nilai voltan dan arus. Nilai kuasa yang diukur dalam unit watt diukur untuk setiap set modul PV yang condong pada sudut 30°, 45°, 90°, 30° (terbalik), dan 45° (terbalik). Sudut kecondongan yang berbeza bagi sistem PV dapat menghasilkan arus dan nilai voltan yang berbeza. Pada sudut 30°, nilai I ialah 0.45 Amp sedangkan nilai voltan ialah 18.6 Volt yang menghasilkan kuasa 8.37 Watt. Pada sudut 45°, nilai I ialah 1.0 Amp sedangkan nilai voltan ialah 19.5 Volt yang menghasilkan kuasa 19.5 Watt. Pada sudut 90°, nilai I ialah 0.75 Amp sedangkan nilai voltan ialah 20.0 Volt yang menghasilkan kuasa 15.0 Watt. Manakala pada sudut 30° terbalik, nilai I ialah 0.35 Amp

sedangkan nilai voltan ialah 18.5 Volt yang menghasilkan daya 6.48 Watt. Dan akhirnya pada 45° terbalik, nilai I ialah 0.85 Amp sedangkan nilai voltan adalah 19.20 Volt yang menghasilkan kuasa 16.32 Watt. Ini membuktikan bahawa sudut yang paling optimum bagi sistem PV adalah ketika condong pada 45° dan 45° terbalik kerana data telah menunjukkan daya optimum tertinggi.

5. PERBINCANGAN

Operasi modul suria fotovoltaik (PV) dipengaruhi oleh sudut kecondongan dan orientasinya dengan satah mendatar. Menurut Pangestuningtyas D.L, Hermawan dan Karnoto (2013), semakin besar intensiti matahari yang diterima oleh panel maka semakin besar daya yang dapat dihasilkan oleh *photovoltaic* tersebut. Sistem PV adalah salah satu sumber tenaga boleh diperbaharui yang paling penting dalam permintaan tenaga dunia. Kajian menunjukkan pentingnya sudut kecondongan terhadap prestasi fotovoltaik. Kajian ini merangkumi satu set modul PV yang condong pada sudut 30°, 45°, 90°, 30° (terbalik), dan 45° (terbalik). Pada posisi ini, nilai arus, voltan, daya dan intensiti sinaran matahari diukur. Posisi optimum ditentukan sebagai posisi di mana nilai maksimum intensiti sinaran matahari dan daya maksimum dapat diperoleh. Hasil simulasi diuji dengan menggunakan lampu yang memberikan sinaran berterusan dan ini membawa kepada hasil yang bukannya menggunakan sinaran matahari.

Panel PV diarahkan pada sudut kecondongan untuk memaksimumkan paparannya terhadap sinaran matahari langsung akan mengoptimumkan operasi sistem fotovoltaik. Penentu atau pemasang sistem perlu ditentukan sudut kecondongan terlebih dahulu dan orientasi panel PV yang optimum bagi lokasi sistem. Bagi menentukan orientasi dan sudut kecondongan panel PV yang optimum adalah dengan meninjau lokasi di mana sistem pencahayaan PV akan dipasang. Pokok, bangunan besar, dan struktur atau halangan lain yang mengelilingi berkemungkinan akan membuat bayangan kepada panel PV yang condong pada pelbagai sudut dalam sehari. Oleh yang demikian, panel PV dipasang secara mendatar dengan menghadap langit secara langsung. Ini membolehkan panel untuk mengumpulkan sinaran matahari semaksimum yang mungkin dengan halangan yang minima. Walau bagaimanapun, panel mendatar akan menjadi lebih cepat kotor. Secara umum, untuk mengoptimumkan operasi panel PV, panel tersebut perlu dicondongkan dari arah mendatar pada sudut 15 ° lebih besar daripada garis melintang. Kecekapan sistem PV merujuk kepada bahagian tenaga dalam bentuk cahaya matahari yang dapat ditukarkan melalui fotovoltaik menjadi elektrik.

Menurut Sukmajati dan Mohammad Hafidz (2015), cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul suria yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron-proton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron hole. Kecekapan sel suria yang digunakan dalam sistem fotovoltaik, dalam kombinasi dengan garis lintang dan iklim, menentukan output tenaga tahunan sistem. Panel akan mengumpulkan sinaran matahari dengan paling cekap apabila sinar matahari berserenjang dengan permukaan panel.

Beberapa faktor mempengaruhi kecekapan sistem PV, termasuk kecekapan pantulannya, kecekapan termodinamik, kecekapan pemisahan pembawa cas, dan nilai kecekapan konduksi. Menurut Muslizainun Mustapha, Ahmad Fudholi dan Nurul Syakirah Nazri (2018), faktor yang perlu diambil kira bagi mendapatkan kecekapan tenaga pengumpul PVT yang tinggi adalah jenis sel PV yang digunakan seperti silikon monohablur, silikon multihablur, silikon amorfus, sel suria terpeka pewarna dan sel suria organik. Parameter ini sukar diukur secara langsung.

Walau bagaimanapun, parameter yang lain diukur termasuk kecekapan kuantum, nisbah VOC, dan faktor pengisian. Kehilangan pantulan juga dipertimbangkan oleh nilai kecekapan kuantum, kerana ia mempengaruhi oleh kecekapan kuantum luaran. Kehilangan daya tahan juga adalah disebabkan oleh nilai faktor pengisian, dan menyumbang kepada kecekapan kuantum dan nilai nisbah VOC.

Sistem fotovoltaiik dirancang untuk memenuhi beban tertentu dalam konfigurasi dan penggunaan komponen. Beberapa susunan PV disambungkan ke grid menggunakan beratus-ratus modul yang dihubungkan secara bersiri dan selari untuk menghasilkan sejumlah besar kuasa. Nilai voltan operasi berkemungkinan melebihi 600volt dc dan arus di aras *subfield* juga berkemungkinan beratus ampere. Banyak sistem yang beroperasi sendiri mempunyai modul yang lebih sedikit tetapi menggunakan bateri untuk menyimpan tenaga bagi digunakan kemudian. Salah satu bateri 12volt khas ini boleh menghasilkan lebih daripada 6000 ampere jika dipendekkan.

Susunan PV pada rumah boleh mempunyai jumlah modul antara 15° hingga 40°, bergantung pada keperluan elektrik dan reka bentuk rumah. Sistem PV rumah biasa ialah 3 hingga 4 kilowatt dan dapat menghasilkan antara 120 hingga 600volt DC pada arus dari 5 hingga 9amp pada waktu siang bergantung kepada intensiti cahaya matahari. Dengan pendedahan cahaya matahari yang optimum, susunan PV dapat menghasilkan antara 2,000 hingga 5,000 watt, atau 2 hingga 5kilowatt jam daya DC setiap hari. Menurut Muhamad Syafiq Bin AbdulHalim (2019), efek sinaran matahari dan suhu ambien juga memainkan peranan penting terhadap unjuk kerja rangkaian pengendalian cas fotovoltaiik.

6. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, bagi mendapatkan lebih banyak tenaga untuk menjana elektrik melalui sistem PV adalah dengan mencondongkan sel suria pada 45° secara mendatar dan secara langsung di bawah cahaya matahari. Menurut Shalih (2019), arah posisi pemasangan panel suria sangat berpengaruh terhadap daya keluaran panel suria, panel suria yang menghadap timur dan utara sangat dominan dibandingkan posisi panel suria menghadap selatan. Intensiti cahaya matahari berpengaruh terhadap daya keluaran panel suria iaitu semakin besar intensiti cahaya matahari maka semakin besar pula daya keluaran yang dihasilkan oleh panel suria.

Semakin terdedah sel suria ke matahari, Menurut Muhamad Syafiq (2019), sistem solar memerlukan pengendalian untuk sistem berjalan lancar. Pengendalian cas solar yang baik akan meningkatkan jangka hayat bateri serta mengoptimumkan unjuk kerja sistem solar itu sendiri. semakin banyak tenaga yang optimum yang dapat diperoleh untuk menjana elektrik.

RUJUKAN

Allan. James, D. Zahir. S. Siniska dan Mauricette. L, (2015), *Performance Testing Of Thermal and Photovoltaic Thermal Solar Collectors*, Inggeris: School of Engineering and Design, Brunel University

Bahari, S., Laka, A dan Rosmiati, 2017, Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya terhadap Tegangan, SemNasTek 2017, *Journal UMJ*, e-ISSN: 2460-8416

Era Sains, Teknologi dan Inovasi, Mosti 2009 rds.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2010), *Strategi Pengolahan Energi Nasional dalam Menjamin keamanan ketersediaan Energi*

Muhamad Syafiq Bin Abdul Halim, 2019, Pengendalian Cas Fotovoltaik Berdasarkan Pengatur Tegangan LM317, *Journal Saintek ITM, Volume 32, Nomor 2, Juli – Desember 2019*, PP 50-56

Muslizainun Mustapha, A. F. (2018). Ulasan Analisis Kecekapan Tenaga dan Eksergi Pengumpul Fotovoltan-Terma (PVT). *Jurnal Kejuruteraan SI 1(3) 2018*, 23-30.

Shalih, Y. (2019). PENGARUH ARAH POSISI PEMASANGAN PANEL SURYA. *Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi*, 12-17.

Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Grid Di Yogyakarta. *Energi & Kelistrikan*, 7(1), 49-63. <https://doi.org/10.33322/energi.v7i1.582>

Zondag dan H. A, (2008), Flat-plat PV-Thermal collectors and systems: *A Review, Renewable and sustainable Energy Reviews Journal, vol 12*, PP 891-959

Penilaian Tahap Keselesaan Pengudaraan Di Wad Intensif Bayi (Neonatal Intensive Care Unit-NICU) Di Bangunan Hospital Dalam Konteks Pengurusan Fasiliti

Muhamad Zakwan Zakariah¹, Che Ku Ahmad Fuad Che Ku Abdullah¹ & Saidi Khairul Alimi Othhant²

¹Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Kuching Sarawak, Kuching, Sarawak

²Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Kolej Komuniti Santubong, Kuching, Sarawak

ABSTRAK

Pengudaraan yang baik dan sihat amat diperlukan terutama bagi kawasan yang berintensiti tinggi seperti di wad hospital. Objektif kajian adalah untuk mengenalpasti tahap keselesaan pengudaraan, mengukur tahap suhu bilik, kelajuan udara, kelembapan, serta cadangan penambahbaikan untuk memastikan keselesaan pengguna dan keseimbangan ekosistem bagi mencapai persekitaran yang kondusif dan mesra alam. Kajian telah dijalankan di wad insentif bayi iaitu *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU) bagi tiga (3) hospital berbeza. Penggunaan peralatan seperti digital multimeter, anometer dan *humidity* meter AW001-1 digunakan bagi mencapai tujuan kajian. Metodologi kajian adalah berpandukan piawaian dari kod amalan *Malaysia Standard* MS1525. Ini adalah standard yang diperlukan dalam usaha mewujudkan persekitaran dalaman bangunan bersifat mesra alam, cekap tenaga dan kondusif. Hasil dapatan mendapati terdapat sistem penyamanan udara tidak berfungsi dengan baik, penggunaan gas yang tidak mesra alam serta tidak diselenggara dengan baik. Kesan daripada amalan tersebut akan memberi impak yang negatif kepada ekosistem alam dan manusia khususnya penghuni hospital. Terdapat juga pihak pengurus fasiliti yang tidak mengikut piawaian bagi parameter fizikal yang ditetapkan oleh pihak Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKKP). Selain itu terdapat kepadatan pengguna yang tinggi dalam sesuatu bilik atau ruang. Beberapa cadangan dianjurkan kepada pihak pengurus fasiliti seperti sistem pengudaraan perlu sentiasa dipantau dan dikemaskini untuk keselesaan dan keselamatan pengguna serta penggunaan mesin didalam bilik perlulah ditutup jika tidak diperlukan. Bilangan pengguna sesuatu bilik perlu dihadkan bagi memastikan penggunaan ruang lebih selesa dan kondusif. Semua ini bagi memastikan sistem pengudaraan yang sihat serta persekitaran yang baik dan mesra alam boleh dicapai.

Kata Kunci: pengudaraan, keselesaan, pengurusan bangunan, wad NICU, Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKKP).

1. PENGENALAN

Malaysia merupakan negara yang terletak di garisan khatulistiwa dan mempunyai suhu hampir seragam dengan kelembapan yang tinggi serta taburan hujan yang banyak. Purata suhu minimum di zon ini berbeza-beza antara siang dan malam iaitu antara 20°C hingga 32°C pada siang hari dan pada waktu malam suhu minimum adalah diantara 21°C hingga 27°C. Kelembapan relatif di zon khatulistiwa adalah di antara 55 peratus dan 100 peratus. Namun bacaan sekitar 75 peratus telah dicatatkan dengan hujan yang tinggi sepanjang tahun disertai dengan angin kencang dan ribut (Razman, R. 2009).

Kelajuan angin di Malaysia adalah lemah dan berubah-ubah arahnya mengikut corak tiupan angin. Di Malaysia terdapat empat perubahan musim arah angin yang berlaku seperti angin monsun barat daya, angin monsun timur laut dan musim peralihan monsun yang lebih pendek. Angin secara lazimnya adalah aliran udara yang diperlukan untuk mempercepat penyejatan peluh yang dihasilkan oleh tubuh manusia. Proses ini sangat diperlukan untuk mengelakkan berlaku ketidakselesaan dan kelembapan kulit yang tinggi bagi seseorang individu. Secara

tidak langsung ini akan mengelakkan wujud keadaan yang tidak selesa di dalam sesuatu ruang atau bilik semasa aktiviti harian individu berlaku.

Pengudaraan yang baik dan sempurna memberikan kesan positif kepada pengguna atau penghuni sesebuah bangunan. Udara yang baik boleh memberi kesan keatas kadar kesihatan diri, kesihatan mental, keselesaan untuk berkerja, dan kesejahteraan hidup. Antara aspek yang mempengaruhi pengudaraan dalaman bangunan adalah suhu, kelembapan relatif, kelajuan angin, sistem pengudaraan yang sedia ada dan juga pendedahan kepada cuaca semasa.

Pengudaraan yang tidak baik boleh menyumbang kepada masalah kesihatan, ketidakselesaan, punca kepada ketidakhadiran berkerja dan produktiviti yang rendah. Antara kesan kesihatan yang disebabkan oleh pengudaraan dalaman yang tidak baik adalah penyakit tekanan kerja, jangkitan kuman dan penyakit bawaan. Bagi impak kesihatan yang lebih meluas adalah seperti kesan alahan dan asma akibat pendedahan kepada bahan pencemar seperti habuk dan kulat ketidakselesaan akibat kesejukan melampau, penyakit berjangkit melalui udara dan simptom-sindrom Sindrom bangunan sakit seperti pening dan sakit kepala, keletihan melampau, masalah kulit dan sebagainya.

Bagi memastikan keselesaan pengguna dan penghuni adalah dalam keadaan terkawal, penggunaan penghawa dingin merupakan kaedah yang digunakan bagi menghasilkan keselesaan yang efektif pada hari ini. Kemudahan penghawa dingin dalam bangunan yang terlibat secara tidak langsung memberikan kesan kepada ruang dalaman, keadaan suhu dalaman bangunan, persekitaran bangunan dan persekitaran landskap. Selain itu penggunaan peralatan elektrik seperti komputer dan mesin didalam bangunan juga boleh menyumbang kepada pembebasan haba serta boleh mengganggu keseimbangan suhu di dalam bangunan. Untuk menstabilkan suhu persekitaran dalaman, haba boleh dikeluarkan dari bangunan dengan menggunakan sistem penghawa dingin.

Kajian ini akan tertumpu di wad NICU (Neonatal Intensive care Unit) iaitu wad perawatan intensif bayi yang berumur dari lahir hingga 28 hari. Wad ini juga merawat kanak-kanak yang berumur 1 bulan hingga 12 tahun, yang memerlukan perawatan yang intensif serta bantuan pernafasan dengan mesin ventilator. (Hospital Teluk Intan-2012-2014). Wad NICU merupakan wad yang memerlukan pemerhatian yang rapi memandangkan kesihatan pesakit yang lemah.

1.1 Pernyataan Masalah

Matlamat Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) adalah memastikan sistem kesihatan yang berkualiti tinggi (KKM, 2016) dengan menghasilkan fasiliti yang mempunyai keselesaan yang kondusif. Ini termasuk wad unit rawatan NICU. Meskipun terdapat akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 [Akta 514] bagi majikan dan penghuni (termasuk pemilik bangunan dan pengurusan bangunan), kebanyakan kediaman dan bangunan hari ini masih lagi dibina dengan kualiti udara yang lemah menyebabkan tahap keselesaan penghuni berkurangan. (Jamaludin, J. 2010)

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini mempunyai tiga objektif iaitu:

- i. Menenalpasti tahap keselesaan pengudaraan yang sedia ada di wad NICU.
- ii. Mengukur tahap kelajuan udara, kelembapan dan suhu dalaman di wad NICU.
- iii. Cadangan penambahbaikan tahap keselesaan berkaitan pengudaraan di wad NICU.

1.3 Kepentingan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mencari solusi dan memberi cadangan penambahbaikan berkaitan tahap keselesaan, kesan kelajuan udara, nilai suhu dan tahap kelembapan kepada para pengurus fasiliti di wad NICU di ketiga-tiga hospital yang dikaji. Dalam kajian ini, faktor-faktor penyebab masalah pengudaraan dikaji dan cadangan penyelesaian diberikan untuk penambahbaikan.

1.4 Batasan Kajian

Skop kajian adalah dihadkan pada bangunan hospital kerajaan yang mempunyai persamaan dari segi penggunaan wad NICU. Kajian ini adalah dapatan maklumbalas daripada kakitangan hospital dan kajian ini hanya fokus kepada wad NICU sahaja. Bangunan hospital dipilih kerana hospital merupakan tempat yang mempunyai misi dan agenda yang sama iaitu untuk memastikan sistem kesihatan berkualiti tinggi menghasilkan fasiliti yang mempunyai keselesaan yang kondusif dalam sebuah organisasi serta pusat perubatan Malaysia. Sebanyak tiga buah hospital di negeri Perak dipilih berdasarkan persamaan penyediaan wad NICU dan di bawah pengurusan negeri Perak.

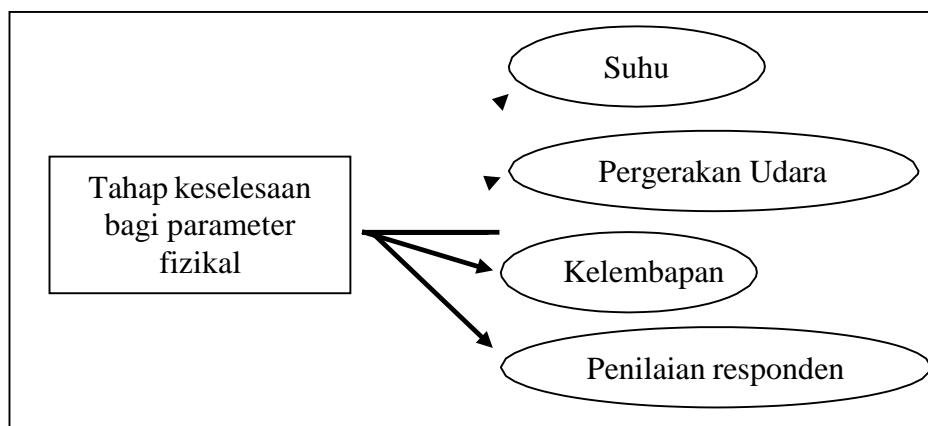
2. ULASAN LITERATUR

Keselesaan terma merupakan satu situasi di mana minda menyatakan bahawa suhu persekitaran yang dialami menyelesaikan (Daud et al., 2017). Walau bagaimanapun, disebabkan oleh wujudnya variasi yang besar berhubung dengan aspek fisiologi, maka adalah sukar untuk memuktamadkan tahap keselesaan terma bagi semua individu di dalam sesuatu ruang yang dikaji sama ada luaran atau dalaman (ASHRAE, 2009).

2.1 Kerangka Konseptual Kajian

Berdasarkan kepada kerangka konseptual kajian lepas, kualiti udara dalaman di hospital terlalu penting bagi memastikan setiap ruang dalaman hospital selesa dari segi suhu dan kelembapan ruang dalaman. Ini adalah penting untuk mendapatkan keselesaan terma yang sesuai bagi sesebuah bangunan. Keselesaan terma khususnya merujuk kepada aspek pengkajian tentang refleks tubuh badan manusia terhadap kesan iklim (Zulkifli, 1999).

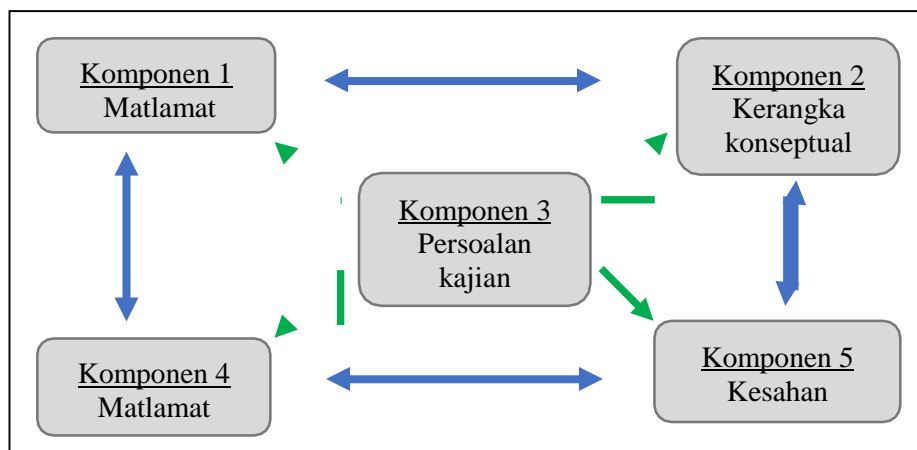
Walaupun terdapat halangan dalam menyediakan tahap keselesaan kepada penghuni namun perlu di ingatkan bahawa setiap individu memerlukan keselesaan dari segi apa sekali pun bagi memperolahi kualiti udara dalaman sesuatu pekara. Jika keselesaan tidak di perolehi maka ianya akan menjejaskan produktiviti seseorang dalam menjalankan tugas terutama sekali di kawasan wad. Selain itu pesakit juga memerlukan keselesaan jika tidak ianya akan menjejaskan kesihatan pesakit itu sendiri. Rajah 1 memaparkan kerangka konseptual yang dikaji bagi mendapatkan nilai tahap keselesaan parameter fizikal sesuatu ruang.



Rajah 1: Kerangka konseptual kajian bagi tahap penyelesaian parameter fizikal.

3. METODOLOGI

Kajian ni melibatkan lima komponen seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 di bawah, iaitu matlamat kajian, kerangka konseptual, persoalan kajian, kaedah digunakan dan kesahan hasil kajian.



Rajah 2 : Rekabentuk Kajian (Maxwell, 2012)

3.1 Matlamat

Perbandingan keatas penyelesaian suhu dan tahap kelembapan di wad NICU bagi ketiga-tiga hospital dibuat. Standard kajian yang dilakukan adalah berdasarkan kepada panduan parameter fizikal JKKP.

3.2 Kerangka Konseptual

Berdasarkan kerangka konseptual di Rajah 1, instrumen seperti dalam Jadual 1 telah diguna bagi mendapatkan data kelajuan udara, suhu dan tahap kelembapan. Alat Multimeter diguna untuk mengesan suhu bilik. Alat *Humidity meter* AW001-1 digunakan untuk mengesan kelembapan udara dan alat Anonemeter digunakan bagi mengukur kelajuan angin.

Jadual 1: Jenis-jenis alat yang digunakan untuk kajian beserta fungsinya.

Bil	Nama Alat	Gambar Alat	Fungsi
1	Multimeter		Mengesan suhu bilik
2	Humidity meter AW001-1		Mengesah tahap kelembapan udara
3	Anonemeter		Mengukur kecepatan angin/udara

3.3 Persoalan Kajian

Binaan bangunan pada masa kini dibina kebanyakannya masih dengan keadaan tahap pengudaraan dalaman yang lemah dimana ia boleh menyebabkan tahap seselesaian penghuni terjejas (Jamaludin.J, 2010). Walaupun terdapat akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 [akta 514] yang sedia ada, namun keadaan kualiti udara dalaman masih belum selesai. Masalah ini menyebabkan timbulnya isu keselamatan serta kesejahteraan penghuni bangunan yang perlu diambil tindakan sewajarnya.

3.4 Kaedah

Bagi mencapai objektif kajian, pengumpulan data telah dilakukan berdasarkan beberapakaedah iaitu:

a) Kaedah Ujian Suhu, Kelajuan Udara Dan Kelembapan Udara Dalaman

Peralatan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 telah digunakan untuk kajian. Ujian yang dijalankan berfungsi untuk kutipan data persekitaran kerana suhu dan kelembapan yang relatif merupakan faktor penting dalam mempengaruhi kualiti udara dalaman sesebuah bangunan dan juga tahap keselesaan penghuni bangunan. Sampel ujian diambil sebanyak tiga kali sehari pada masa yang berbeza bagi memperoleh data yang konsisten.

b) Kaedah Soal Selidik

Kaedah asas pengumpulan data secara soal selidik dijalankan berdasarkan *self-administered survey questionnaires* yang diagihkan kepada penghuni wad NICU. Ini merupakan kaedah terbaik untuk mendapatkan data dari responden. Soal selidik tersebut dibuat kajian perintis ke atas 30 kakitangan di Hospital Teluk Intan, 40 kakitangan di Hospital Taiping dan 35 kakitangan di Hospital Ipoh. Bagi menguji kebolehpercayaan soal selidik tersebut, responden di kalangan penghuni wad NICU di tiga hospital juga dilakukan.

c) Kaedah Temubual

Pengumpulan maklumat berkaitan keselesaan terma di kawasan wad NICU telah dilakukan secara kaedah temubual ke atas wakil pengurusan fasiliti masing-masing. Berdasarkan data dan maklumat yang diperolehi, perbandingan antara ketiga-tiga hospital yang dipilih dapat dipetakan. Hal ini akan memberi impak yang baik bagi mengubah strategi dalam memberi keselesaan kepada penghuni wad.

d) Kesahan

Kesahan hasil kajian ini boleh di buat dengan beberapa teknik seperti:

1. Temubual pengurus fasiliti.
2. Pengesahan daripada pengurus fasiliti.
3. Simulasi kajian.
4. Kaedah soal selidik kepada penghuni.

Dalam kajian ini, kesahan sesuatu instrumen merujuk kepada sejauh manakah sesuatu instrumen mengukur apa sepatutnya diukur (Alias, 1997). Semakin tinggi nilai dan tahap kesahan dan kebolehpercayaan instrumen maka semakin jitu data-data yang akan diperolehi bagi menghasilkan kajian yang baik dan berkuat.

Temubual bersama pengurus fasiliti telah dilaksanakan untuk mendapatkan pengesahan berkaitan persekitaran semasa berdasarkan instrumen yang digunakan. Kesahan terhadap hasil ujian menggunakan peralatan dan instrumen untuk menguji nilai bacaan suhu, kelajuan angin dan kelembapan kondusif bagi pengguna dan penghuni wad NICU dapat dikenalpasti berdasarkan pengujian menggunakan peralatan yang khas. Teknik simulasi pula dilaksanakan untuk membuktikan tahap penyelesaian dan pengudaraan wad NICU. Berdasarkan teknik kesahan ini, maka cadangan penambahbaikan dapat dibuat.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, didapati kaedah ujian menggunakan peralatan atau instrumen adalah metod yang lebih tepat. Ini kerana dapatan data yang diambil adalah lebih efektif dan kebolehpercayaan adalah terbukti. Ujian penggunaan alat digital multimeter, anemometer meter dan humidity meter AWO01-1 mampu menghasilkan data suhu, kelajuan angin dan kelembapan udara di dalam bilik dengan tepat. Ujian suhu, kelajuan angin dan kelembapan udara akan diambil sebanyak 3 kali sehari pada masa yang berlainan bagi mendapatkan data yang konsisten. Kaedah temubual yang dijalankan keatas wakil pengurus fasiliti juga memberikan maklumat yang tepat berkaitan dengan penyelesaian terma. Menurut Merriem (1998), maklumat yang lebih tepat dapat diperolehi berdasarkan kepada proses temubual berstruktur.

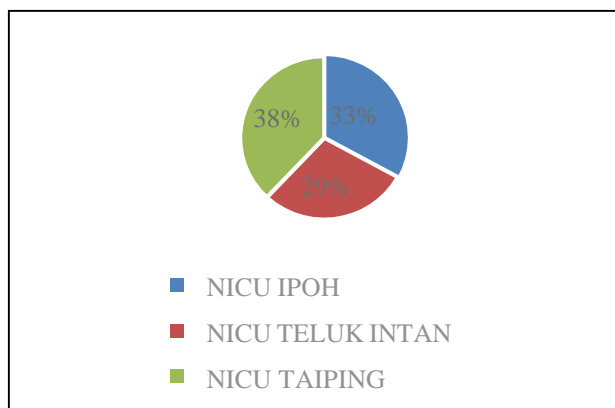
Maklumat bagi tahap penyelesaian kualiti udara dalaman wad NICU di Hospital Ipoh, Hospital Taiping dan Hospital Teluk Intan, diperolehi menggunakan kaedah persampelan berstrata. Seramai 105 responden dipilih dalam kalangan individu yang berkhidmat sebagai kakitangan wad NICU. Sampel yang diperolehi dinyatakan dibahagikan kepada beberapa strata seperti dalam jadual 2 berikut.

Jadual 2 : Saiz sampel mengikut strata

No	Lokasi	Jumlah responden	Jumlah sampel skim staf yang diperlukan	Saiz sampel mengikut strata
1	Hospital Ipoh	35	96	32
2	Hospital Teluk Intan	30		28
3	Hospital Taiping	40		36
	JUMLAH			96

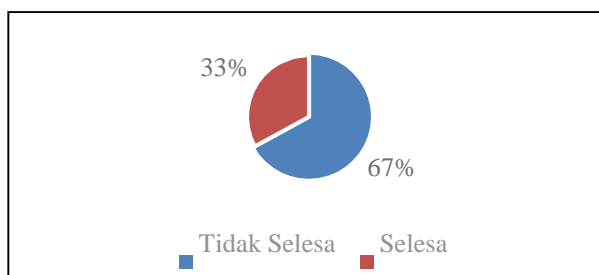
4.1 Demografik Responden

Demografik responden menerangkan perbezaan bilangan responden mengikut kategori serta saiz sampel yang akan diambil bagi mewakili keseluruhan responden yang terdapat di dalam wad NICU tersebut agar dapat mengenalpasti saiz sampel yang perlu dan akan di ambil untuk di jadikan analisis kajian ini. Rajah 3 merupakan taburan responden mengikut kategori jenis NICU yang terlibat.

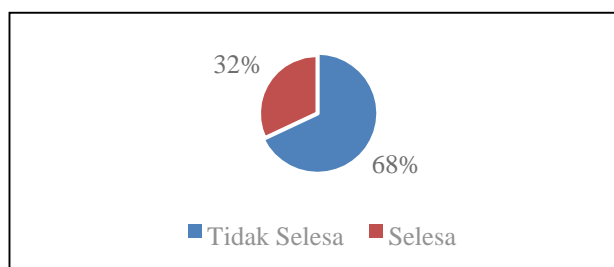


Rajah 3.0: Taburan Responden Mengikut Kategori

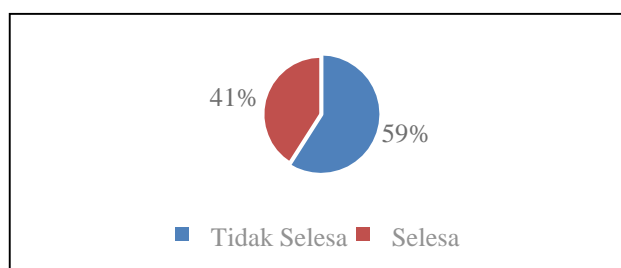
Rajah 3.1, 3.2 serta 3.3 menyatakan hasil dapatan terhadap tahap keselesaan pengudaraan di wad NICU bagi ketiga-tiga buah Hospital yang dikaji.



Rajah 3.1 Tahap Keselesaan Pengudaraan Di NICU Ipoh



Rajah 3.2 Tahap Keselesaan Pengudaraan Di NICU Teluk Intan



Rajah 3.3 Tahap Keselesaan Pengudaraan Di NICU Taiping

Secara keseluruhan, antara kekurangan yang terdapat pada wad NICU di ketiga-tiga buah hospital adalah sistem penyamanan udara yang tidak berfungsi dengan baik disebabkan faktor jangka hayat yang terlalu lama dan terdapat sistem penyamanan udara yang tidak diselenggara dengan betul serta penggunaan gas yang tidak mesra alam. Terdapat juga pihak pengurus fasiliti yang tidak mengikuti piawai bagi parameter fizikal yang ditetapkan oleh pihak JKPP. Selain itu masalah kepadatan kakitangan wad juga merupakan punca ruang wad semakin sempit dan mengakibatkan tahap keselesaankakitangan berkurangan. Tambahan pula terdapat mesin perubatan yang dihidupkan tanpa digunakan juga menyebabkan haba yang terhasil daripada mesin perubatan tersebut disebarkan secara berlebihan dan seterusnya menyebabkan tahap kelembapan udara bertambah.

Berdasarkan masalah yang timbul, beberapa cadangan telah dibentuk. Pertama, sistem penyamanan udara yang telah melebihi had jangka hayat yang ditetapkan perlulah ditukar kepada yang baru dan perlu memilih sistem yang lebih mesra alam. Penggunaan gas penghawa dingin jenis R22 perlu ditukar kepada R410A yang lebih mesra alam. Bagi masalah kepadatan pengguna dan penghuni wad, dicadangkan supaya pihak hospital perlu mengimbangi jumlah kakitangan yang perlu bertugas bersesuaian dengan ruang wad dan jumlah pesakit yang sedia ada supaya dapat memberikan keselesaan kepada semua. Seterusnya mesin yang tidak digunakan perlulah dimatikan. Ketua jururawat perlu memantau penggunaan mesin yang sedia ada dalam wad NICU tersebut supaya mesin yang tidak digunakan dimatikan agar haba yang terhasil tidak dikeluarkan secara berlebihan dan seterusnya menyebabkan tahap kelembapan udara meningkat.

5. KESIMPULAN

Proses pengumpulan data yang sempurna adalah penting bagi mendapatkan hasil kajian yang baik serta mampu memberi rujukan semua. Pemantauan kadar pengudaraan yang baik sangat penting dalam meningkatkan tahap keselesaan kualiti udara dalaman hospital terutama sekali di wad NICU. Pengurus fasiliti wajar mengambil langkah proaktif bagi memastikan kesejahteraan dan keselesaan wad NICU yang menempatkan rawatan intensif kepada bayi. Selain itu melalui kajian ini, dapat memberi kesedaran kepada penghuni wad bahawa pentingnya penjagaan kualiti udara bagi menghalang jangkitan dan ketidakselesaan pesakit serta penghuni wad NICU khususnya. Dengan adanya pengaliran udara yang sihat serta suhu dan kelembapan yang kondusif mampu memberi keselesaan serta konsentrasi kepada penghuni bangunan. Selain itu seseorang penyelidik perlulah menitikberatkan kesahan dan kebolehpercayaan intrumen dan data kajian, kerana ia menentukan kesahan dan kebolehpercayaan hasil kajian.

RUJUKAN

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (1994). (Akta 514). Malaysia : OSHA.

American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) (2009) Thermal comfort. In: ASHRAE Handbook: Fundamentals. ASHRAE, Atlanta.

Daud, S. M., Ahmad, S., Hashim, N. M., & Yusoff, Y. M. (2017). Keselesaan terma pelajar dalam bilik darjah: Kajian Kes di Sekolah Agama Menengah Tinggi Sultan Hisamuddin, Klang, Selangor Darul Ehsan (Classroom thermal comfort in Klang, Selangor Darul Ehsan: A case study). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 11(4).

Hospital Teluk Intan (2012-2014) Perkhidmatan, NICU.

<http://htintan.moh.gov.my/v6/index.php/perkhidmatan/klinikal/klinik-pakar/121-nicu/205-nicu>.

Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan Kementerian Sumber Manusia, Malaysia (2010). Tataamalan Industri Kualiti Udara Dalam. JKPP DP(S) 127/379/4-39.

Jalaludin, J. (2010). Pencemaran dalam bangunan. Kosmo online, 7julai2010
http://www.kosmo.com.my/kosmo/content.asp?y=2010&dt=0707&pub=kosmo&sec=Infiniti&pg=in_01.htm#ixzz4ACDXv11e

Jabatan Keselamatan Dan Kesihatan Pekerja DOSH PDF (2010) JKPP 3 BM US
Environmental Protection Agency EPA (2016)

Garis Panduan Pelaksanaan EKOSISTEM KONDUSIF SEKTOR AWAM (EKSA) Ibu
Pejabat Kementerian Kesihatan Malaysia, Versi 1/2016

Razman, R. (2009). Kajian Berkaitan dengan Keselesaan Terma di Bangunan Asrama: Kajian Kes di Bangunan Asrama Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.

Zulkifli H (1999) Reka bentuk bangunan dalam iklim panas dan lembab di Malaysia. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Alias Baba. 1997. Statistik untuk penyelidikan dalam pendidikan dan sains sosial. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia

Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass

Penyejuk Rumah Automatik

Mohd Ridhuan Ismail

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, POLISAS, Kuantan, Pahang

ridhuan@polisas.edu.my

ABSTRAK

Penyejuk Rumah Automatik adalah inovasi mudah yang dapat mengurangkan kos elektrik dan memaksimumkan keselesaan rumah pendinginan tanpa bergantung kepada penghawa dingin. Salah satu kelebihan adalah pengurangan bil elektrik maksimum berdasarkan penggunaan standard udara 1.5hp berbanding dengan sistem ini. Suhu dan masa boleh ditetapkan mengikut kesesuaian dan keselesaan pengguna sendiri. Alat ini dapat dihidupkan dengan menggunakan aplikasi dari telefon pintar iaitu eWeLink yang boleh di dapati di *Google Play Store* dan *Apps Store*. Alat ini juga menggunakan sistem ventilasi rumah untuk pengeluaran haba dari dalam bilik dan siling terus keluar rumah. Disebabkan alat ini masih didalam prototaip, alat ini telah dibina khas untuk kegunaan 10x8 kaki sesuai hanya untuk bilik. Alat ini juga mempunyai cara-cara untuk menghidupkannya iaitu yang pertama muat turun eWeLink di dalam telefon pintar. Seterusnya, sambungkan telefon pintar pada WIFI serta pastikan lampu pada Sonoff TH16 menyala. Kemudian, pastikan Sonoff TH16 dan telefon pintar disambung menggunakan WIFI yang sama untuk mengaktifkan alat ini. Setelah itu, masukkan nilai suhu yang ditetapkan oleh pengguna mengikut keselesaan pengguna rumah. Dengan ini, alat penyejuk rumah automatik boleh berfungsi dengan baik walaupun pengguna tidak berada berdekatan kawasan rumah mereka selagi Sonoff TH16 disambungkan dengan WIFI.

Kata Kunci: Penyejuk Rumah Automatik, *sensor*, Teknologi Hijau

1. PENGENALAN

Pada ketika musim panas ini, suhu rumah semakin meningkat. Terutamanya sekarang sedang mengalami cuaca panas yang melampau sehingga suhu mencapai 38 darjah celsius dan perkara ini boleh menyebabkan terjadinya strok haba ketika terdedah di kawasan yang panas.

Disebabkan oleh perkara ini masyarakat lebih selesa berada di dalam rumah berbanding berada di luar rumah kerana cuaca yang panas dan tidak menentu. Namun keadaan di dalam rumah juga menjadi panas kerana haba yang terperap didalam rumah. Perkara ini terjadi kerana di dalam rumah tidak mempunyai pengudaraan yang baik tanpa pengaliran udara yang baik, haba panas akan terkumpul di waktu siang dan boleh berpanjangan ke waktu malam menyebabkan rasa rimas dan tidak selesa.

Oleh sebab perkara ini ramai yang memasang kipas yang banyak didalam dan di setiap bilik ada juga yang memasang penghawa dingin di dalam rumah mereka untuk memastikan keadaan kekal sejuk dan lebih selesa ketika berada di dalam rumah mereka. Namun memasang penghawa dingin secara berterusan boleh menyebabkan kos bil elektrik akan meningkat. Maka alat ini dicipta tanpa memerlukan penggunaan bil elektrik yang tinggi.

1.1 Penyataan Masalah

Penggunaan penyaman udara adalah suatu keperluan masa kini untuk digunakan oleh setiap pemilik rumah untuk menikmati keselesaan. Namun kos pemasangan dan penyelenggaraannya yang mahal membebankan pemilik rumah terutamanya kepada kumpulan B40. Kos bil elektrik bulanan juga akan meningkat. Di samping itu, penggunaan penyaman udara boleh

menyebabkan pengurangan lapisan ozon dan gas yang dilepaskan boleh menjadi lingkungan pencemaran udara. Pengguna juga akan menerima kesan haba ketika berada di rumah pada waktu petang kerana haba panas diserap dan terperangkap sepanjang hari di rumah atau ruang bumbung yang menyebabkan panas pada waktu malamnya. Maka objektif kajian yang dijalankan fokus pada rekabentuk sistem penyejukan rumah menggunakan konsep turbin ventilator. Kedua, membina sistem penyejukan rumah menggunakan sensor suhu, kipas pengudaraan dan bumbung. Seterusnya, menguji sistem penyejukan rumah pada pengurangan kos suhu dan elektrik. Skop kajian pula, menggunakan Sonoff TH16 sebagai switch untuk menghidupkan kipas. Alat Sonoff TH16 akan menghidupkan Penyejuk Rumah Automatik mengikut suhu dan masa yang akan ditetapkan. Seterusnya, sistem ini dibina khas di loteng tetapi pada skala yang telah ditetapkan iaitu 5x4x5 kaki.

2. ULASAN LITERATUR

Keselesaan ialah suatu penilaian subjektif yang berbeza-beza mengikut persepsi seseorang. Keselesaan lazimnya merujuk kepada empat faktor iaitu suhu, pendengaran, pencahayaan dan kualiti udara. Keselesaan termal khususnya merujuk kepada aspek pengkajian tentang refleksi tubuh badan manusia terhadap kesan iklim (Zulkifli Hanafi, 1999). Fanger, p (1973), menyatakan dari sudut fahaman subjektif, keselesaan termal wujud daripada keseimbangan faktor psikologi, biologi, fizikal dan fisiologi.

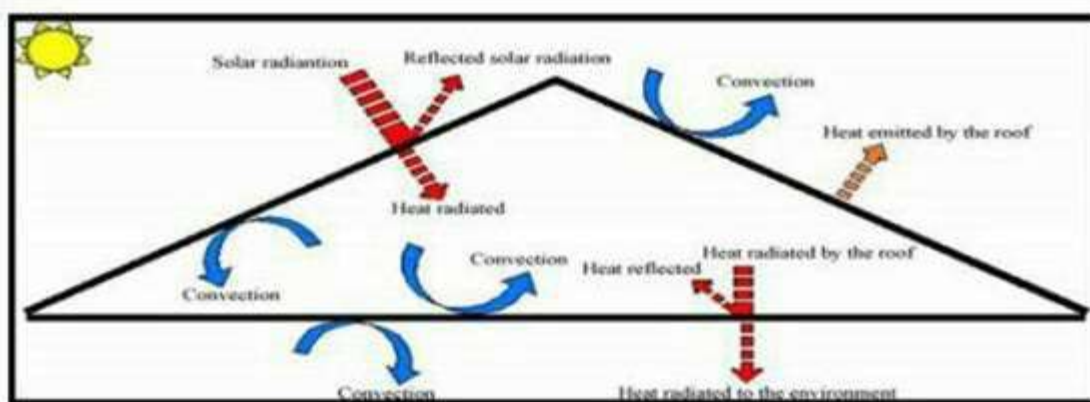
Apabila membincangkan berkenaan termal, ianya melibatkan reaksi sistem dalam badan manusia terhadap perubahan suhu sama ada dalam badan mahupun suhu persekitaran. Trost J (1999), juga menyatakan bahawa keselesaan fizikal (tubuh badan manusia) memerlukan pembuangan haba badan bagi mengelakkan implaksi overheat manusia normal memerlukan suhu badan pada takat suhu 37°C bagi memastikan sistem dalam badan manusia berjalan secara normal. Zulkifli Hanafi (1999), pula menyatakan proses pertukaran haba antara badan manusia dan persekitaran melalui sinaran/pancaran (45%), perolakan (35%), penyejukan (20%) dan pengaliran (1%). Kebiasaannya, kajian berkenaan proceeding of the international conference on social science research, icssr 2013. 4-5 June 2013, Penang, Malaysia. E-isbn 978-967-11768-1-8. Organized by worldconferences.net 358 keselesaan termal lebih bermatlamat untuk mewujudkan "zon selesa" atau julat suhu di mana sebahagian besar penghuninya merasa selesa (Angus, 1968).

Dalam konteks sebuah rumah kediaman, keadaan keselesaan termal dinilai melalui corak aliran udara dan halaju, taburan suhu dan kualiti udara dalaman. (A. Stamou, and I Katsiris, 2010). Iklim tertutup yang baik bukan sahaja akan membuat penghuninya selesa tetapi juga menggalakkan penjimatan tenaga (J.F. Nicol, and M.A. Humphreys, 2002). Pengudaraan semula jadi menunjukkan bahawa udara dibekalkan dan dikeluarkan dari ruang dalaman bangunan dengan cara semula jadi. Keberkesanan pengudaraan semula jadi itu amat bergantung kepada ciri-ciri reka bentuk rumah (Balasbaneh, 2010). Pengudaraan semula jadi biasanya ditambah dengan penggunaan sistem pengudaraan mekanikal seperti kipas siling untuk memberi pengudaraan yang lebih baik dan itu keadaan keselesaan termal.

Oleh itu, Penyejuk Rumah Automatik dicipta untuk menyejukkan rumah secara automatik menggunakan Sonoff TH16 dan diletakkan di dalam loteng. Penyejuk Rumah Automatik menggunakan Sonoff TH16 dan lain dari alat penyejuk rumah yang sedia ada kerana ianya mengesan suhu secara automatik dan mengeluarkan haba panas yang terkumpul menggunakan kipas ekzos dan turbin ventilator.

2.1 Loteng (Ruang bawah bumbung)

Malaysia merupakan sebuah negara tropika, iaitu mengalami musim panas sepanjang tahun. Oleh itu, Malaysia sentiasa menerima haba panas terutamanya di waktu kemuncak (tengah hari). Loteng adalah ruang menerima haba panas pada waktu tersebut kerana ini adalah permukaan yang sering terkena radiasi daripada matahari. Disebabkan itu, penebat diperlukan untuk meminimumkan fluks panas melalui bumbung ke persekitaran dalam rumah untuk mengurangkan suhu, penggunaan tenaga, dan memberikan persekitaran yang selesa kepada penghuni rumah. Rajah 1 di bawah menunjukkan mekanisme pemindahan haba di dalam loteng. Sinaran matahari menyumbang kepada mekanisme radiasi dimana gelombang pendek dihasilkan, kemudian gelombang pendek diserap dan menyebabkan ruang bumbung menjadi panas. Sebahagian lagi membentuk radiasi gelombang panjang hilang dan dibebaskan ke persekitaran luar. Selebihnya pula diserap oleh genting dan dihantar ke ruang dalam loteng. Haba yang diserap adalah dalam dalam dua bentuk iaitu radiasi dan konveksi. Haba panas yang diserap oleh permukaan siling akan menyebabkan permukaan siling menjadi panas dan sekaligus memindahkan haba panas tersebut ke dalam persekitaran rumah.



Rajah 1 : Mekanisme pemindahan haba yang berlaku di dalam loteng rumah.

3. METODOLOGI

Penyejuk Rumah Automatik ini dicipta berdasarkan kajian yang telah dilakukan pada beberapa alatan penyejuk rumah yang lain. Penyejuk Rumah Automatik ialah alatan penyejuk rumah yang akan dihidupkan menggunakan Sonoff Temperature & humidity monitoring/TH16. Sonoff TH16 akan menghidupkan alat ini apabila bacaan suhu dan masa didalam rumah berada pada tahap yang akan ditetapkan.

3.1 Permasalahan (P)

Merujuk kepada permasalahan di atas, kepanasan di rumah sering berlaku ketika musim panas atau secara langsung pada tengah hari sebagai contohnya pada musim kemarau. Hal ini menyebabkan pemanasan haba boleh berlaku di dalam rumah ketika waktu siang mahupun malam. Hal ini berpunca dari udara panas yang terkumpul di ruangan bumbung pada waktu petang dan sukar untuk keluar dari rumah. Dengan adanya alat penyejukan rumah ini pemanasan didalam rumah boleh dikurangkan dan boleh meningkatkan keselesaan kepada penghuni rumah. Sehubungan itu, alat penyejukan rumah ini sangat diperlukan pada musim kemarau serta diakui dapat membantu mengeluarkan haba dari rumah dengan pengesanan sensor termistor dari penyejuk rumah pada suhu yang ditetapkan.

3.2 Penyelidikan (R)

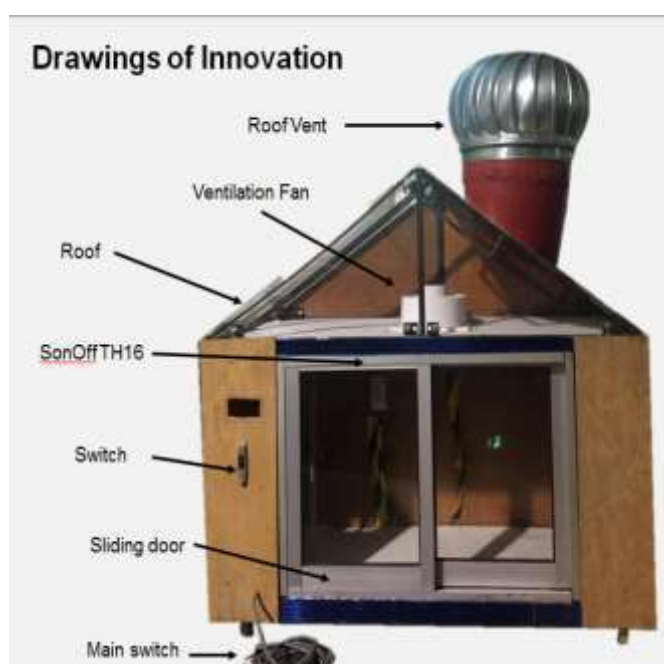
Berdasarkan daripada penyelidikan yang dijalankan, sistem penyejuk rumah hanya memerlukan modal yang rendah untuk dibeli bagi pengguna. Penyejuk rumah ini juga dicipta untuk mengeluarkan haba yang terkumpul di antara bahagian siling rumah dan bumbung rumah. Hal ini kerana pemilik rumah menginginkan suhu rumah mereka sejuk tanpa bergantung kepada penyaman udara dan dapat menjimatkan kos tenaga elektrik. Rekabentuk serta komponen sistem penyejuk rumah ini perlu bersaiz besar dan mempunyai bilah kipas yang ringan. Hal ini kerana bentuknya besar supaya penyejuk rumah ini dapat mengeluarkan banyak haba yang terkumpul dalam siling rumah.

3.3 Penciptaan (I)

Dalam penciptaan tiga perkara ini diutamakan iaitu pemilihan komponen, kos modal dan pemilihan rekabentuk. Pemilihan komponen juga dititik beratkan supaya projek ini menggunakan bahan yang baik dan sesuai. Pemilihan komponen adalah penting kerana untuk menjimatkan kos. Kualiti dan ketahanan juga adalah penting ketika memilih komponen. Jika bahan yang dipilih mempunyai ketahanan rendah bahan tersebut tidak dapat menahan haba yang ada, mudah rosak dan sebagainya. Kos modal juga turut termasuk dalam penciptaan dan berkait rapat dengan pemilihan komponen. Setiap komponen yang digunakan dipilih dengan kos yang rendah dan mudah di dapati agar mudah untuk diselenggara dan dicari oleh pengguna. Seterusnya pemilihan rekabentuk untuk projek ini juga termasuk dalam penciptaan. Rekabentuk yang dipilih berdasarkan kelemahan rekabentuk lain dan memilih yang terbaik di mana cara penggunaannya mudah dan selamat. Penilaian dan pemilihan dianalisis dengan membandingkan konsep dengan konsep rujukan (Datum). Ini dilakukan dengan memberi mata kepada nilai setiap konsep untuk menentukan konsep terbaik.

3.4 Pengubahsuaian (M)

Pengubahsuaian dibuat semasa proses pembuatan Penyejuk Rumah Automatik seperti pemilihan wayar, suhu sensor dan sumber kuasa yang diubahsuai untuk memenuhi kriteria sistem ini. Fabrikasi sistem ini seperti yang ditunjuk dalam Rajah 2.



Rajah 2: Penyejuk rumah automatik

3.5 Penilaian (E)

Pengujian yang dijalankan ke atas mesin rekaan yang baru Penyejuk Rumah Automatik untuk mengenalpasti keputusan. Apabila siap reka bentuk, alat perlu diuji bagi mendapatkan keberkesanan pengeluaran haba tersebut. Ujian terhadap produk yang dicipta ialah dengan mengenalpasti suhu, motor kipas dan power window.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Ujian dijalankan untuk melihat penggunaan sensor, kipas dan juga turbin berjalan mengikut perancangan. Dari ujian yang dijalankan, didapati jika penggunaan sensor suhu berfungsi dengan sempurna apabila mencapai suhu 32°C dan menghidupkan kipas ventilation. Haba panas yang disedut oleh kipas terus mengalir melalui turbin di atap dan membebaskan haba panas ke luar rumah. Seterusnya proses ini akan terus berjalan secara automatic dalam waktu tertentu sehingga suhu dalam rumah mencapai suhu yang ditetapkan dan akan menghentikan kipas serta merta. Masa hentian juga tinggi untuk berfungsi semula sekiranya kipas dipasang lama secara berterusan. Perubahan masa akan berubah jika suhu sensor yang dikenakan ketika proses penetapan diubah.

Dari keputusan analisis yang dijalankan, penyejuk rumah automatik ini membantu menyelesaikan masalah haba didalam rumah dan mengurangkan kebergantungan pada penyaman udara untuk menyejukkan rumah. Penyejuk rumah automatik adalah mudah digunakan, mudah dikawal, mudah dikendalikan, lebih cepat dan cekap, selamat digunakan kerana mesra pada pengguna, rekabentuk ringkas dan mudah dikendalikan. Jadual 1.

Jadual 1: Masa yang diambil untuk suhu menurun

Penurunan suhu daripada 30 darjah celsius	Masa yang diambil untuk suhu menurun (minit)
29	7
28	10
27	15

5. KESIMPULAN

Dari analisis dan dapatan kajian yang dijalankan, didapati bahawa rekabentuk alat baru ini boleh menyumbang kepada mengurangkan kebergantungan sistem penyaman udara untuk menyejukkan rumah dan menggalakkan penggunaan teknologi hijau. Dengan produk seperti reka bentuk penyejuk rumah automatik ini boleh mengatasi penggunaan kos elektrik yang tinggi dan menambahbaik penggunaan alat menyejukkan rumah yang sedia ada. Reka bentuk ini menggunakan bekalan kuasa jenis arus ulangalik (AC) sebanyak 230V dan 34 Watt dan motor yang mempunyai rpm yang tinggi dengan pusingan motor 1100 rpm (*revolution per minute*) yang sangat ideal supaya daya yang diberikan ketika proses menyedut haba panas ke luar, ianya mampu menghasilkan pengurangan haba dengan lebih sistematik secara automatik melalui tetapan suhu yang ditetapkan pengguna. Penyejuk rumah automatik direka bentuk dan diuji untuk memenuhi objektif teknikal yang dikehendaki supaya bersesuaian dengan cuaca di Malaysia yang memerlukan kaedah pengurangan haba terutama ketika cuaca panas. Kipas ini juga dihubungkan pengesan suhu (*heat sensor*) yang diletakkan di dalam ruang rumah untuk mengawal suhu rumah. Apabila suhu telah normal, pengesan suhu mendapat isyarat dan kipas akan berhenti beroperasi. Secara keseluruhannya, penyejuk rumah automatik adalah sistem untuk memudahkan proses penyejukan suhu di rumah serta menitikberatkan faktor keselesaan penggunaan supaya mesra pengguna, mempunyai reka bentuk mudah dan mudah dikendalikan.

RUJUKAN

- Angus (1968). Dalam: Ruzaimah binti Razman (2009). Kajian Berkaitan dengan Keselesaan
- A. Stamou, and I Katsiris (2006). Verification of a CFD model for indoor airflow and heat transfer, *Building and Environment*, Vol 41, pp. 1171-1181.
- A.F. Nicol, and M.A. Humphreys (2002), Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings, *Energy and Buildings*, Vol 34, pp. 5563-572.
- A.T. Balasbaneh (2010). Hot climate air flow study and effect of stack ventilation in residential building, MSc Thesis, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia.
- Fanger, P. (1973). *Thermal Comfort*. New York: McGraw Hill.
- Trost, J. (1999). *Heating, ventilating, and air conditioning* (11 ed.). USA: Prentice Hall.
- Zulkifli Hanafi (1999). *Reka Bentuk Bangunan dalam Iklim Panas dan Lembab di Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Potensi Dan Status Pembangunan Tenaga Solar Di Malaysia

Zulkurnain Hassan^{1*}, Dr Mohd Suffian Misaran@Misran² & Dr. Nancy Julius Siambun²

¹ Kolej Komuniti Kota Marudu, Kota Marudu, Sabah

² Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sabah (UMS), Malaysia

zulkurnainhassan@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan sumber tenaga yang semakin meningkat akibat pembangunan di dalam sektor perindustrian dan perbandaran telah menyebabkan sektor tenaga tidak lagi boleh sepenuhnya bergantung kepada sumber bahan api fosil. Penggunaan bahan api fosil bukan sahaja menyebabkan penyusutan sumber malah 98% pemanasan global adalah berpunca daripada pelepasan karbon dioksida ke atmosfera akibat pembakaran bahan api fosil. Bagi menampung keperluan peningkatan permintaan tenaga, sektor tenaga sudah mula beralih kepada sumber tenaga yang boleh diperbaharui (TBB). Sumber tenaga suria adalah antara sumber TBB yang menunjukkan masa depan yang cerah sebagai sumber tenaga alternatif di dalam penghasilan tenaga elektrik. Penulisan ini bertujuan bagi menilai pembangunan dan potensi teknologi tenaga suria dalam penjanaan tenaga elektrik dalam usaha Malaysia pencapaian sasaran 20% penggunaan TBB pada tahun 2025, Penulisan ini juga akan membahas potensi, cabaran, dan peluang sektor tenaga solar di negara ini.

Kata Kunci: tenaga boleh diperbaharui, tenaga solar, penjanaan elektrik, Net Energy Metering, Tarif galakan.

1. PENGENALAN

Kemakmuran dan persekitaran kondusif bagi pembangunan ekonomi dan sosial di Malaysia menyumbang kepada peningkatan jumlah penduduk. Menurut Jabatan Perangkaan, penduduk Malaysia dianggarkan seramai 32.73 juta orang pada suku keempat 2020, meningkat 0.4 peratus daripada 32.59 juta orang pada tempoh sama pada tahun 2019 (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2020). Peningkatan ini mengakibatkan permintaan terhadap sumber tenaga terutama tenaga elektrik meningkat bagi tujuan pengangkutan, perindustrian dan domestik. Permintaan elektrik Malaysia telah meningkat daripada 604 ktoe (1978) kepada 12,392 ktoe (2016) iaitu peningkatan sebanyak 1951% (Suruhanjaya Tenaga, 2016). Faktor seperti pelarasan polisi, ketersediaan sumber, permintaan tenaga dan pilihan teknologi adalah empat faktor utama pengaruh aliran tenaga di Malaysia. Pelepasan karbon ke atmosfera akibat peningkatan penduduk menyebabkan isu pemanasan global. Sejak 1951, dianggarkan suhu dunia akan meningkat sebanyak 2°C menjelang 2041-2050 disebabkan oleh ketidaktentuan cuaca (National Institute of Environmental Studies, 2006). Berdasarkan pada statistik yang dikeluarkan oleh Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia (2016) melalui Biennial Update Report Malaysia, penyumbang terbesar peningkatan karbon adalah penjanaan kuasa elektrik (30.5%), pengangkutan (14.5%), pelupusan sisa pepejal (10.8%), pengeluaran terlepas (*fugitive emissions*) daripada operasi minyak dan gas (10.2%) dan pengeluaran daripada industri perkilangan dan pembinaan (8%) Menyedari hal ini, kerajaan melalui Persidangan Perubahan Iklim Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu di Copenhagen Denmark (COP15) telah memberikan komitmen untuk mengurangkan pelepasan paras gas rumah hijau sehingga 40% menjelang 2020 dengan mengadaptasi konsep kelestarian penggunaan dan penjanaan tenaga (Rancangan Malaysia Kesebelas 2015).

Ketidakecapan penggunaan tenaga dan kebergantungan terhadap bahan api fosil sebagai sumber tenaga telah dikenalpasti sebagai faktor yang menyumbang kepada pembebasan gas rumah hijau di negara ini (Ahmad Suhael, 2019). Langkah praktikal yang boleh diambil seperti menggunakan tenaga boleh diperbaharui iaitu tenaga solar, hidro dan angin dan biomas untuk aktiviti domestik. Dalam Rancangan Malaysia Kesepuluh (2010-2015), inisiatif hijau diteruskan dengan penekanan kepada kepenggunaan tenaga. Perancangan strategik pembangunan bekalan tenaga telah dirancang dengan mempelbagaikan sumber tenaga termasuk penerokaan terhadap sumber tenaga boleh diperbaharui sebagai tenaga alternatif dilaksanakan melalui Dasar Baru Tenaga. Dasar ini juga mensasarkan peningkatan pelaksanaan inisiatif kecekapan tenaga di sektor industri, komersil, kediaman dan pengangkutan dan akan dilaksanakan menggunakan pendekatan bersepadu bagi pencapaian matlamat jaminan bekalan tenaga.

2. TENAGA BOLEH DIPERBAHARUI DI MALAYSIA

Bagi menjamin kelestarian perbekalan tenaga serta mengurangkan isu perubahan iklim melalui pembakaran bahan api fosil, penggunaan tenaga boleh diperbaharui semakin menjadi pilihan. (Cherp et al.2018). Di samping kekurangan bekalan bahan api fosil, penggunaannya yang berlebihan juga memberikan impak sosial dan persekitaran yang serius seperti pencemaran alam dan pemanasan global (Maulud et al. 2017). Di Malaysia terdapat pelbagai sumber tenaga boleh diperbaharui yang berpotensi dibangunkan seperti tenaga suria, angin, biojisim dan biogas (Mustafa et al. 2019). Dalam konteks undang-undang Tenaga Boleh Baharu (TBB) merujuk penghasilan tenaga elektrik yang dijana daripada sumber asli yang berulang-ulang dan tidak akan habis. Tujuan utama pembangunan tenaga boleh diperbaharui di Malaysia sejak 2001 adalah bagi mempelbagaikan sumber tenaga bagi penjanaan elektrik (Mekhilef et al. 2014; Kardooni et al. 2016; Oh et al. 2018; Petinrin & Shaaban, 2015).

Pada 2008, Dasar dan Pelan Tindakan Tenaga Boleh Diperbaharui (NREPAP) dibangunkan bagi memastikan pembangunan tenaga boleh diperbaharui dirancang secara menyeluruh bagi industri tenaga boleh diperbaharui di Malaysia dengan sasaran 11,227 GWh menjelang tahun 2020 (KeTTHA 2008). Ia juga menekankan program penyelidikan dan pembangunan sistematik dan pembangunan modal insan untuk mempercepat pertumbuhan industri tenaga boleh diperbaharui, sekali gus merangsang keuntungan ekonomi melalui penciptaan produk dan perkhidmatan yang inovatif.

Pada 2011, Akta Tenaga Diperbaharui telah diwartakan dan juga pelaksanaan *Feed-in Tariff* (FiT) untuk mempercepat pertumbuhan sektor tenaga boleh diperbaharui (TBD). Akhirnya, pada tahun 2018, Malaysia mensasarkan pencapaian 20% tenaga boleh diperbaharui dalam campuran tenaga menjelang tahun 2025. Evolusi dasar menunjukkan komitmen pemerintah untuk melaksanakan dasar tenaga boleh diperbaharui di negara ini (Palanisamy, 2018.; Maulud & Saidi, 2012). Ini juga disokong oleh pelancaran Kawal Selia Berasaskan Insentif (*Incentive Based Regulation-IBR*) pada tahun 2014 yang bertujuan untuk mengurangkan subsidi bahan bakar secara terstruktur (Chatri et al., 2018; Oh et al., 2018). Tenaga boleh diperbaharui dalam konteks ini merangkumi solar, angin, biojisim, biogas, mini-hidro dan aplikasi lain dari Sumber Tenaga Terdistribusi (Distributed Energy Resources-*DER*) termasuk sistem BESS.

Pada tahun 2016, Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) melalui Perjanjian Paris telah menetapkan sasaran jangka panjang untuk mengawal peningkatan suhu dunia pada kadar tidak melebihi 2 darjah Celsius. Sejajar dengan hasrat tersebut, kerajaan Malaysia melalui Pelan Halatuju Peralihan Tenaga Boleh Diperbaharui 2035 telah menyasarkan agar 20% daripada

tenaga elektrik yang dihasilkan negara hendaklah daripada sumber boleh diperbaharui menjelang tahun 2025. Pada akhir 2018, jumlah TBB dalam campuran kapasiti terpasang negara adalah sebanyak 6% termasuklah kapasiti hidro 100MW. Manakala jumlah kapasiti terpasang TBB pada akhir 2018 adalah 2,057 MW (Laporan tahunan SEDA 2018).

2.1. Potensi Tenaga Solar

Tenaga solar bukanlah satu teknologi yang baharu. Ianya telah wujud sejak kurun ke-19 melalui pembangunan teknologi sel solar atau lebih dikenali sebagai photovoltaic (PV) oleh ahli fizik Perancis Alexandre Edmond Becquerellar pada tahun 1839 (Becquerel, E, 1839). Dengan kedudukan di garisan Khatulistiwa, Malaysia menerima sinaran radiasi yang terbanyak sepanjang tahun. Menurut laporan *Renewable Energy in Asia: The Malaysian Report (2005)*, suhu ambien Malaysia dalam lingkungan 27°C hingga 33°C dan dapat menjana radiasi solar sebanyak 4500 kWh/m² dengan purata pancaran matahari 12 jam sehari. Penyinaran radiasi suria bulanan untuk Malaysia dianggarkan 400-600 MJ/m² (Mekhilef et al., 2012). Penyinaran lebih tinggi semasa musim monsun Timur Laut iaitu ketika arah angin datang dari Asia tengah ke Laut China Selatan melalui Malaysia dan akhirnya ke Australia di antara bulan November dan Mac. Penyinaran yang lebih rendah semasa monsun Barat Daya ketika arah angin berubah dan bergerak dari Australia dan bergerak menuju Pulau Sumatera sebelum sampai ke Selat Melaka antara Mei dan September (Mekhilef et al., 2012). Secara amnya, Malaysia mempunyai potensi tinggi untuk penjanaan solar dengan mempertimbangkan cuaca panas dan cerah sepanjang tahun (Gomesh et al., 2013). Anggaran potensi penjanaan solar boleh mencapai hingga 6500 MW (Ahmad et al., 2011). Oleh itu, Solar Skala Besar (LSS) dan solar atas bumbung atau Bangunan Bersepadu Fotovoltaik atau BIPV adalah pilihan yang baik untuk penggunaan solar di Malaysia (Daut et al., 2011).

Kelebihan sumber tenaga solar atau fotovoltaik adalah bersih, senyap dalam operasi, mudah diselenggara, dipercayai dan jangka hayat yang panjang sekitar 20-30 tahun. Fotovoltaik juga mudah dipasang dan sesuai bagi kebanyakan lokasi. Elektrik yang dihasilkan boleh digunakan sebagai alternatif kepada penggunaan bahan api fosil. Antara kelebihan lain tenaga solar adalah ia sumber tenaga boleh diperbaharui, mampu mengurangkan bil elektrik, mempunyai aplikasi yang pelbagai, kos penyelenggaraan yang rendah dan ia adalah teknologi yang sedang berkembang pada masa sekarang. Teknologi fotovoltaik mempunyai potensi jangka panjang yang penting untuk membekalkan tenaga mampan untuk keperluan di dunia. (Mohd. Yusof Othman dan Kamaruzzaman Sopian, 2002)

3. JANA KUASA SOLAR PV BERSKALA BESAR (LARGE SCALE SOLAR-LSS)

Janakuasa berskala besar atau ladang solar merupakan tapak atau kawasan yang menempatkan sistem panel PV berskala besar bagi menjana elektrik dan disambung kepada rangkaian grid penghantaran nasional dengan kapasiti penghasilan satu (1) MW atau lebih, Terdapat dua jenis utama ladang solar iaitu jenis atas tanah (*Ground Mounted*) dan jenis permukaan air (tasik).

Beberapa projek solar photovoltaik berskala besar (LSSPV) yang diusahakan contohnya di Ayer Keroh Melaka yang dibina oleh Gading Kencana Sdn.Bhd pada 2014 di mana ia mampu menjana 10 juta kilowatt jam tenaga setahun. Sementara ladang solar di Bidor, Perak berkeupayaan menjana 30MW setahun. Pada Disember 2018 Edra Solar Sdn Bhd telah membangunkan sebuah ladang solar berkapasiti 50 MW di Kuala Ketil, Kedah. (Sinar Harian, 2018). Projek Solar Berskala Besar (LSS) milik Tenaga Nasional Berhad (TNB) di Mukim Tanjung 12, Sepang, Selangor (2018) berkeluasan 98 hektar menggunakan 230 000 panel solar

mampu menjana kapasiti 50MWac meningkatkan kapasiti RE TNB ke grid nasional kepada 73.2 MW.

Suruhanjaya Tenaga (ST) pula telah menjalankan bidaan kompetitif bagi pembangunan loji janakuasa solar PV berskala besar (LSS) di Semenanjung Malaysia sejak 2016 dan menawarkan sejumlah 434 MW untuk Semenanjung Malaysia dengan tarif yang berkisar antara 39.95 hingga 44.95 sen / kWh. Solar skala besar dilihat sebagai mekanisme telus untuk pemberian projek LSS untuk mencapai sasaran tenaga boleh diperbaharui kerajaan. Dari jumlah kapasiti yang diberikan oleh Suruhanjaya Tenaga (ST) dalam pusingan pertama dan kedua LSS, sebahagian besar kapasiti terletak di Perlis, iaitu 3996 MW atau 87% dari jumlah kapasiti yang dianugerahkan. Ini kerana Perlis adalah negeri yang paling tinggi pancaran matahari dan berpotensi baik untuk menuai tenaga suria (Mekhilef et al.,2012).

Sejak dari projek LSS 50 MW pertama TNB, pelbagai cabaran telah dihadapi dan dikenalpasti sama ada semasa pembinaan atau semasa operasi. Ini termasuk perubahan keperluan semasa tawaran dan pembinaan, kelewatan mendapatkan kelulusan dari pihak berkuasa yang meluluskan yang membawa kepada pertambahan kos yang perlu ditanggung, dan kelewatan dalam proses kerja. Sebagai pelopor dalam bidang ini pelbagai rintangan datang dalam bentuk jadual projek yang ketat, dan pengalaman dalam pembinaan yang terhad, pekerja yang memerlukan masa penyiapan yang lebih panjang dan masalah dari segi kualiti projek. Pada masa yang sama, turun naik mata wang tempatan menyebabkan kos projek menjadi lebih tinggi.

4. SOLAR ATAP/ BUMBUNG (ROOFTOP SOLAR)

Solar bumbung/atap adalah segmen lain dalam penjanaan tenaga suria yang baru diperkenalkan di Malaysia. Pelancaran pakej sewa untuk atap solar telah menarik minat pelanggan untuk meletakkan panel solar di atas bumbung bangunan mereka. Pendaftaran dengan pakej menarik seperti modal sifar dapat mempromosikan dan memberi insentif kepada pembeli untuk melabur dan ia akan memberi faedah dari segi penjimatan bil kepada pelanggan (Mansur et al., 2018a.; Mansur et al., 2018b). Selain itu, pakej yang ditawarkan merangkumi perkhidmatan tanpa gangguan dari hujung ke ujung selama tempoh perancangan, pentauliah dan operasi. Pemasangan solar atap berpotensi dapat mengurangkan bil bulanan dengan penetapan satu tarif tetap yang ditawarkan oleh syarikat penyewaan solar. Oleh kerana tarif ini ditetapkan, ia melindungi pengguna dari kenaikan tarif untuk jangka masa perjanjian. Dari segi sejarah, tarif di Malaysia meningkat pada kadar 4.5% tahun ke tahun. Terdapat juga jenis struktur pembiayaan yang lain selain penyewaan. Ini termasuk pembelian langsung, pinjaman dari institusi pembiayaan, dan Perjanjian Pembelian Tenaga Suria (SPPA). Pelanggan juga akan secara automatik mendaftar untuk Net Energy Metering (NEM) yang diumumkan oleh kerajaan sebagai sebahagian dari mekanisme NEM baru pada tahun 2018. Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) menyediakan insentif kepada pengguna yang menggunakan panel solar di rumah atau di bangunan pejabat yang mana tenaga elektrik yang terhasil boleh disalurkan ke grid nasional dan akan tenaga tersebut akan dibeli oleh pihak TNB. Inisiatif tersebut dikenali sebagai tarif galakan, FiT dan perlu buat permohonan melalui SEDA. (Segar Raja Manickam, 2016).

5. DASAR DAN INSENTIF

Malaysia telah memulakan beberapa inisiatif utama mengenai TBB sejak 1997 ketika Malaysia menandatangani protokol Kyoto dan berkomitmen untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau. Pada tahun 1999 Malaysia mengumumkan strategi bahan bakar kelima (*Fifth-fuel strategy*) di mana TBB adalah penjanaan tenaga alternatif selain empat sumber utama bahan bakar sebelumnya, iaitu minyak, gas, arang batu dan hidro (Maulud et al., 2012.; Chaudhry & Tewari. et al.,2010.; Ahmad et al., 2019). Pada tahun 2008, Malaysia menggunakan Tenaga Efisiensi (*Energy Efficiency-EE*) dengan melancarkan Peraturan Pengurusan Tenaga Elektrik yang Efisien (*Efficient Management of Electrical Energy Regulations - EMEER*) (Energy Commission, 2016).

Kesan terbesar pada pasaran TBB adalah ketika Tarif Galakan (*Feed-in Tariff*) di diperkenalkan untuk mempromosi Tenaga Boleh Baharu (TBB) pada 2011. Insentif ini berdasarkan kuota dan dikendalikan oleh SEDA. Mekanisme FiT mewajibkan pemegang lesen pengagihan (PLP) atau *distribution licensee* membeli TBB daripada pemegang kelulusan galakan (PKG) atau *feed-in approval holder* dan menetapkan kadar bayaran (Kadar FiT). Buat satu tempoh masa yang ditetapkan (Tempoh Berkuat Kuasa), PLP akan membuat pembayaran bagi setiap unit TBB yang dibekalkan kepada grid elektrik masing-masing. Dengan jaminan akses kepada grid dan kadar yang menarik untuk setiap unit TBB, mekanisme FiT akan memastikan TBB menjadi pelaburan jangka panjang yang berdaya maju dan kukuh bagi syarikat, industri dan juga individu. (Buku Panduan Tarif Galakan (Feed-In Tariff) Kettha)

Net Energy Metering (NEM) pula adalah satu skim yang diperkenalkan kerajaan sebagai pemangkin kepada perkembangan TBB di Malaysia. NEM membolehkan pengguna menjana elektrik dari sumber tenaga boleh baharu seperti solar di mana pengguna akan menggunakan tenaga tersebut untuk kegunaan sendiri (*selfconsumption*) dahulu. Sekiranya ada tenaga yang berlebihan, ia akan dijual kepada syarikat pembekal elektrik seperti TNB atau SESB. Ia dilaksanakan bagi membantu perkembangan TBB, mempelbagaikan sumber tenaga, membantu pengguna mengurangkan bil elektrik melalui penjanaan dari sumber tenaga boleh baharu dan penggunaan sendiri (*self-consumption*). Ia juga bertujuan untuk memberi peluang kepada penjana bebas untuk menjual tenaga elektrik kepada TNB. Dengan mekanisme baru ini, pelanggan dengan solar atap akan menikmati penjimatan elektrik yang lebih baik. Penjimatan yang boleh diperolehi dengan penggunaan tenaga solar boleh dikira menggunakan kalkulator NEM, www.seda.gov.my/nemcalculator. Kalkulator ini memberi peluang kepada pelanggan untuk mengetahui kapasiti solar PV yang dianggarkan boleh dipasang di bumbung mereka, anggaran awal kos pelaburan minimum, anggaran penjimatan elektrik bulanan, bayaran balik mudah dan kesan penunjuk alam sekitar.

Program Industri Bekalan Elektrik Malaysia (MESI) 2.0 (2019-2025) menekankan aspek lebih mesra rakyat diperkenalkan pada 2019 bagi memberi fokus kepada persediaan industri bekalan elektrik negara dalam menghadapi cabaran baharu rentetan kemunculan teknologi disruptif khususnya yang melibatkan sumber tenaga boleh baharu seperti solar. Pembaharuan demi pembaharuan akan dilakukan dari masa ke semasa melalui kaedah pemerolehan bahan api, pengenalan pasaran elektrik borong, perkhidmatan runcit yang lebih kompetitif dan dagangan tenaga hijau, yang memberi nilai kepada pelabur dan pengguna

Kerajaan juga memperkenalkan insentif seperti Elaun Cukai Pelaburan Hijau (*Green Investment Tax Allowance*, GITA) dan Pengecualian Cukai Pendapatan Hijau (*Green Income Tax Exemption* (GITE) yang ditadbir oleh Lembaga Kemajuan Perindustrian Malaysia (MIDA)

dan Skim Pembiayaan Teknologi Hijau (GTFS) 2.0 untuk menggalakkan pertumbuhan pasaran TBB.

6. CABARAN UTAMA

Penggunaan tenaga solar akan memberikan impak kepada penurunan permintaan bahan api fosil sekali gus akan melindungi alam sekitar dan keseimbangan ekonomi negara pada masa hadapan. Pembinaan projek berskala besar mampu menjana pendapatan namun masih terdapat pelbagai kekangan yang perlu dipertimbangkan dan diberikan perhatian yang serius. Antaranya: -

- a) Penyinaran matahari/solar yang tidak stabil disebabkan oleh ketidakstabilan cuaca seperti cerah, mendung, hujan dan berawan, peredaran malam dan siang, kedudukan latitud dan altitud geografi sesuatu tempat. Walaupun dikatakan tenaga suria mampu menjana purata 1000 Watt(W) per meter persegi namun disebabkan kekurangan ketumpatan cuaca hanya 200-Watt dapat dijanakan.
- b) Pembinaan ladang solar berskala besar perlu diperhalusi dengan teliti agar tidak mengancam flora dan fauna tempatan. Penebangan hutan juga boleh menyebabkan tanah hakisan dan terdedah kepada banjir.
- c) Tenaga solar hanya dapat dijanakan pada waktu siang dan kebiasaanya pada waktu malam loji janakuasa konvensional digunakan. Bateri boleh digunakan untuk menyimpan sebahagian daripada tenaga solar pada waktu malam, namun disebabkan teknologi bateri masih baharu ia mahal dan hanya boleh digunakan pada waktu terhad bergantung kepada saiz, jenis dan rekabentuk.
- d) Keupayaan penjanaan loji tenaga lebih rendah berbanding loji janakuasa konvensional. Perbezaan ini kerana faktor kapasiti dan prestasi sesuatu panel solar. Kapasiti merupakan nisbah jumlah tenaga sebenar yang dijana dalam jangka masa tertentu kepada tenaga yang akan dihasilkan jika loji itu beroperasi secara berterusan pada kadar maksimum. Dianggarkan faktor kapasiti loji tenaga solar sekitar 17% berbanding janakuasa gas (sehingga 80%). Contohnya janakuasa solar sebanyak 100MW hanya dapat menjana tenaga 149GWh setahun berbanding janakuasa gas (dengan kapasiti sama) dapat menjana sehingga 700GWh. Secara perbandingan sebanyak lima loji tenaga solar diperlukan bagi penjanaan jumlah tenaga yang sama dengan sebuah loji janakuasa gas dengan kapasiti yang sama.
- e) Tenaga solar juga tidak boleh dikawal atau dihantar kerana tenaga solar perlu diterima dalam grid semasa ia dijana. Masalah akan timbul ketika penjanaan tenaga solar yang tinggi tetapi permintaan semasa yang rendah di mana ini akan mewujudkan lebih bekalan kepada sistem.
- f) Walaupun output tenaga solar yang dijanakan tinggi namun ia memerlukan sokongan lanjut daripada sistem grid khususnya loji janakuasa tenaga konvensional bagi memastikan bekalan tenaga dapat disalurkan secara berterusan untuk kemudahan pelanggan.

7. KESIMPULAN

Bagi mencapai sasaran penembusan kapasiti penggunaan TBB 20% menjelang 2025, ia perlu dilakukan secara agresif oleh semua pihak di samping insentif oleh kerajaan. Ia juga perlu diselaraskan dengan bijak dari segi pelaksanaan oleh kerajaan (Kardooni et al., 2018.; Hannan et al., 2018.; Maulud & Saidi, 2012.; Oh et al., 2018.; Khuong et al., 2019). Sebagai contoh, untuk solar berskala besar perlukan banyak lagi penyelidikan dan pembangunan (R&D) kerana teknologi yang ada masih belum cukup berkembang matang di Malaysia.

Dengan maklumat yang diberikan dalam penulisan ini, diharap lebih banyak projek penyelidikan dan projek yang didorong secara komersial dapat dimulakan. Ini akan membantu mempercepat penyebaran TBB selaras dengan Kerajaan Malaysia untuk mencapai penembusan TBB 20% menjelang 2025. Hasrat kerajaan untuk memperkenalkan tenaga solar itu juga sememangnya disambut baik, namun pada masa sama perlu disertai dengan pelaksanaan secara sistematik bagi menjamin nilai maksimum kapasiti solar selain memastikan kebolehpercayaan dan keselamatan sistem terbabit

PENGHARGAAN

Penulis ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Universiti Malaysia Sabah (UMS) kerana menyokong kerja penyelidikan semasa melalui geran penyelidikan Akulturasi, projek No. SGA0100-2019.

RUJUKAN

- Ahmad Zaman, A.A.; Hashim, F.E.; Yaakob, O. Satellite-Based Offshore Wind Energy Resource Mapping in Malaysia. *J. Mar. Sci. Appl.* 2019, 18, 114–121
- Ahmad, S.; Kadir, M.Z.A.A.; Shafie, S. Current perspective of the renewable energy development in Malaysia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2011, 15, 897–904
- Ahmad Suhael Adnan. 2019. Malaysia Berjaya Kurangkan 33 Peratus Gas Rumah Hijau. *Berita Harian*.
<https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2019/04/553724/malaysia-berjayakurangkan-33-peratus-gas-rumah-hijau>
- Chatri, F.; Yahoo, M.; Othman, J. The economic effects of renewable energy expansion in the electricity sector: A CGE analysis for Malaysia. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 95, 203–216
- Chaudhry, P.; Tewari, V.P. Environmental education using Nek Chand's Rock Garden in the City of Chandigarh. *Int. J. Environ. Sustain. Dev.* 2010, 9, 30
- Cherp, A., Vinichenko, V., Jewell, J., Brutschin, E. & Sovacool, B. 2018. Integrating Techno-Economic, Socio-Technical and Political Perspectives on National Energy Transitions: A Meta-Theoretical Framework. *Energy Research and Social Science* 37
- Daut, I.; Irwanto, M.; Irwan, Y.M.; Gomesh, N.; Rosnazr, N.S.A. Potential of Solar Radiation and Wind Speed for Photovoltaic and Wind Power Hybrid Generation in Perlis, Northern Malaysia. In *Proceedings of the 2011 5th International Power Engineering and Optimization Conference*, Shah Alam, Malaysia, 6–7 June 2011; pp. 148–153
- Becquerel, E. (1839) Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires. *Comptes Rendus*, 9, 561-567
- Energy Commission. *Enhancing Energy Efficiency in Malaysia through Legislation and Policy*. Energy Commission: Kuala Lumpur, Malaysia, 2016; pp. 1–35

- Gomesh, N.; Daut, I.; Irwanto, M.; Irwan, Y.M.; Fitra, M. Study on Malaysian's Perspective towards Renewable Energy Mainly on Solar Energy. *Energy Procedia* 2013, 36, 303–312
- Hannan, M.A.; Begum, R.A.; Abdolrasol, M.G.; Lipu, M.S.H.; Mohamed, A.; Rashid, M.M. Review of baseline studies on energy policies and indicators in Malaysia for future sustainable energy development. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 94, 551–564
- IPCC. 2014. Fifth Assessment Report Synthesis Report: Climate Change 2014. WHO & UNEP. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
- Jabatan Perangkaan 2020, Penduduk Malaysia 2020. Available online: https://www.dosm.gov.my/v1_/DECEMBER_2017.pdf (accessed on 22 Jun 2021).
- Kardooni, R., Yusoff, S. & Kari, F. 2016. Renewable Energy Technology Acceptance in Peninsular Malaysia. *Energy Policy* 88: 1-10
- Kardooni, R.; Yusoff, S.B.; Kari, F.B.; Moeenizadeh, L. Moeenizadeh. Public opinion on renewable energy technologies and climate change in Peninsular Malaysia. *Renew. Energy* 2018, 116, 659–668
- KeTTHA. 2008. National Renewable Energy Policy and Action Plan. Putrajaya, Malaysia: Ministry of Energy Green Technology and Water (KeTTHA), Malaysia).
- Khuong, P.M.; Mckenna, R.; Fichtner, W. Analyzing drivers of renewable energy development in Southeast Asia countries with correlation and decomposition methods. *J. Clean. Prod.* 2019, 213, 710–722.
- Malaysia Third Biennial Update Report to The UNFCCC Available online: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/MALAYSIA_BUR3-UNFCCC_Submission.pdf (accessed on 22 Jun 2021)
- Mansur, T.M.N.T.; Baharudin, N.H.; Ali, R. Technical and Economic Analysis of Net Energy Metering for Residential House. *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.* 2018, 11, 585–592
- Mansur, T.M.N.T.; Baharudin, N.H.; Ali, R. Sizing and Cost Analysis of Self-Consumed Solar PV DC System Compared with AC System for Residential House. *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.* 2018, 10, 10
- Maulud, A.L.; Saidi, H. The Malaysian Fifth Fuel Policy: Re-strategising the Malaysian Renewable Energy Initiatives. *Energy Policy* 2012, 48, 88–92
- Maulud, K. N. A., Karim, O. A. & Peik, A. L. S. 2017. Kajian Potensi Tenaga Marin Di Perairan Selangor Dan Perak. *Jurnal Kejuruteraan 1 (Special Issue 1):* 15-23
- Mekhilef, S., Barimani, M., Safari, A. & Salam, Z. 2014. Malaysia's Renewable Energy Policies and Programs with Green Aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 40: 497-504

- Mekhilef, S.; Safari, A.; Mustaffa, W.E.S.; Saidur, R.; Omar, R.; Younis, M.A.A. Solar energy in Malaysia: Current state and prospects. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2012, 16, 386–396
- Mustafa, N. I., Ludin, N. A. Ibrahim, M. A., Zaharim, A. & Mohamed, N. M. 2019. Life Cycle Assessment of Dye Sensitized Solar Cell in Malaysia. *Jurnal Kejuruteraan* 31 (1): 161-68
- Mohd. Yusof Othman dan Kamaruzzaman Sopian. 2002. *Teknologi Tenaga Suria*. Bangi: Terbitan Universiti Kebangsaan Malaysia
- National Institute of Environmental Studies. 2006. COP12 & COP/MOP2 Side Event: Global Challenges Toward a Low-Carbon Society (LCS) Through Sustainable Development (SD). Japan: Tokyo.
<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2006/20061026/20061026e.html>
- Oh, T. H., Hasanuzzaman, M., Selvaraj, J., Teo, S. C. & Chua, S. C. 2018. Energy Policy and Alternative Energy in Malaysia: Issues and Challenges for Sustainable Growth – An Update. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 3021-303
- Oh, T.H.; Hasanuzzaman, M.; Selvaraj, J.; Teo, S.C.; Chua, S.C. Energy policy and alternative energy in Malaysia: Issues and challenges for sustainable growth—An update. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 81, 3021–3031
- Palanisamy, K. *Anaerobic Digester on Food Waste Seminar Anaerobic Co-Digestion of Sewage to Produce Biogas for Electricity*; Universiti Tenaga Nasional: Kajang, Malaysia, 2018
- Petinrin, J.O. & Shaaban, M. 2015. Renewable Energy for Continuous Energy Sustainability in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50: 967- 81
- Rancangan Malaysia Kesebelas 2016-2020 Pertumbuhan Berpaksikan Rakyat. Available online: https://www.pmo.gov.my/dokumenattached/speech/files/RMK11_Ucapan.pdf (accessed on 22 Jun 2021)
- Roger, R.J. (1973). *An Analysis of Instructional Questions in Social Studies Textbooks Prepared for Use In Grades Four, Five and Six*. *Dissertation Abstracts International*. 34 (4), 1776A-1777A
- Segar Raja Manickam (2016), *Sumber Tenaga Alaf Baru*, Polieteknik Seberang Perai
- Suruhanjaya Tenaga (2016), *National Energy Balance 2016*, Suruhanjaya Tenaga Malaysia pg10-12

Power Generating Tiles

Saipol Hadi Hasim, S. D. Prasad & M. Y. Ahmad Hasbullah

³Department of Electrical Engineering, Politeknik Ibrahim Sultan, Johor Bahru, Johor

saipolhadi@pis.edu.my

ABSTRACT

In this era of technology development, the main concern is the need to develop a new energy source. One sector that has attracted much interest is devices that can convert other types of energy into electrical energy. This "Power generating sidewalk" project aims to develop low-voltage electrical energy and use solar panels based on green technology. This project will also show that waste vibration energy might have some value to be used. The system involved in this project is energy harvesting involves the conversion of dynamic compression of floors by people walking across piezoelectric materials into electrical energy, which exhibit electromechanical coupling between the electrical and mechanical domains. Mechanical vibration energy that results when people walk across received by the piezoelectric will generate small electric energy. This electric energy is also known as piezoelectricity. Then, the electricity will be connected to a voltage divider circuit having a diode as a rectifier and convert an alternating voltage to a direct current voltage. This voltage will be stored in the battery charger circuit, which acts as a collector of electric energy when there is a direct current voltage. We also will put a solar panel on the sidewalk to generate extra power from solar. Next, the recommendation area for these energy harvester tiles is pedestrian.

Keywords: Power generating tiles, energy harvesting sidewalk

1. INTRODUCTION

1.1 Background

Nowadays, the cost of energy is increasing but the supply of fossil fuels is decreasing. Other than that, we are also with an emphasis on protecting the environment and creating a renewable source of energy become vital now. One of the energies we use every day is electric energy—used to power electrical or electronic devices. There are varieties of renewable sources for generating new energy sources, such as mechanical vibrations produced when people walk across. The vibrations can be generated into electrical energy by a piezoelectric device. Piezoelectric devices are implements that use materials exhibiting piezoelectric effects. "Piezo," in Greek, means "pressure," which explains when pressures are applied to piezoelectric materials, you get electrical energy. The energy that yields from the piezoelectric sensor device is known as piezoelectricity.

Piezoelectricity is a form of coupling between the mechanical and the electrical behaviours of ceramics and crystals belonging to specific classes. This piezoelectricity concept is the same as Electromagnetics (EM), which is known as the study of electric and magnetic phenomena. Nevertheless, the electric energy produced by each piezoelectric is only a few volts; to make this project an energy harvesting, it needs more volts. Voltage doubler circuit has applied to this harvesting energy so that it can produce more voltage. Battery charger circuit has also been implemented to this because it can store electric energy that has been produced by voltage doubler. A simple traffic light circuit will be used to test if it can produce a small electronic device.

1.2 Problem Statements

Nowadays, many countries have to support "green technology" and the renewable energy concept. Even in developing countries such as Malaysia, the government showed their support by implementing some rules and laws regarding the environmental concept. Therefore, this project proposes to develop a device capable of generating low-voltage electric energy and can be renewable. By developing the "Piezoelectric Energy Harvesting Floor Mat", it utilizes the dynamic compression applied at the sidewalk and pedestrian to generate electric energy.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Piezoelectric Energy Harvesting Shoe

A project by Mishra et al. (2017) had developed a shoe for the efficiency of Energy Harvesting by using piezoelectric. This project aims to harvest the wasted energy from human walking and store it in a battery. Figure 1 shows the example of designing a Piezoelectric Energy Harvesting Shoe.



Figure 1: Piezoelectric energy harvesting shoe

The energy inside the battery can be used for travelers in the deep forest who need light at night by lighting up the torchlight. Piezoelectric was placed under the sole of a shoe to create vibration. The circuit had contained five piezoelectrics, and this is because if only use one piezoelectric is not enough to charge two batteries 1.5V. A full-wave bridge rectifier, which contains four Schottky diodes had used to rectify electric energy from alternating current (AC) to direct current (DC) that had been produced by piezoelectric. The battery and capacitor had used to act as a charging element. This project found that the voltage had reached 3.2V as a maximum value 32 times knocked. After 32 times knocked, the voltage will drop until zero as the capacitor was discharging.

2.2 Power-Generating Floor

A demonstration experiment by Japan Railway Company tested the "Power-generating floor", an environmentally friendly system that generates electricity by using the energy from the vibrations created by people walking on the floor. The piezoelectric elements incorporated inside the flooring transform pressure and vibration into electric power. Figure 2 shows the Power-generating floor installed at the ticket gates of train stations in Tokyo where there is high traffic of people walking (Company 2008).



Figure 2: Power-generating floor by Japan Railway Company

Other than that, this “Power-generating floor” was using the electricity generated to cover a portion of the electrical output for such station facilities as automatic ticket gates and electroluminescence displays. This "Power-generating floor" was tested in 2 months, it had electricity production reaching a maximum of 10,000 watt-seconds per day (equivalent to the electricity needed to light a 100W light bulb for 100 seconds).

2.3 Advantages and Disadvantages Generators

There are three basic vibration-to-electric energy conversion mechanisms which are electromagnetic, electrostatic, and piezoelectric. Piezoelectrics are materials that can make power when subjected to mechanical anxiety. They will likewise work backwards, producing a strain using an electric field. Alternatively, in other words, piezoelectric crystals that get a charge when compressed, twisted, or distorted are said to be piezoelectric (Tang et al. 2018). The piezoelectric effect exists in two domains; the first is the direct piezoelectric effect that describes the material's ability to transform mechanical strain into an electric charge. The second form is the converse effect, which is the ability to convert an electrical potential into mechanical strain energy. Two types of piezoelectric signals can be used in technological applications (Sun and Shang 2019).

The direct piezoelectric effect describes the ability of a given material to transform mechanical strain into electrical signals and the converse effect, which is the ability to convert an applied electrical solicitation into mechanical energy. This direct piezoelectric effect is more suitable for sensor applications, where the converse piezoelectric effect is most of the time required for actuator applications. The piezoelectric materials that exist naturally as quartz, which process properties for electricity, are tiny quantities. However, compared to quartz, artificial piezoelectric materials such as PZT (Lead Zirconate Titanate) present advantageous characteristics for generating more electricity (Shekhar and Kumar 2019). Figure 3 shows the current design of the power generating sidewalk. Its design with pavement tiles will generate and save energy for any use anywhere when people step on it (Sun, Shang, and Wang 2019). In this project, solar panels were added at the side of the pathway to save additional energy obtained from solar. Alternating materials will be used to keep this project at a lower price.



Figure 3: The current design of power generating sidewalk

Table 1 shows the advantages and disadvantages of generators (Tang et al. 2018).

Table 1: The advantages and disadvantages generators

Technologies/ device	Advantages	Disadvantages
Piezoelectric EH/ (nano)generators	With higher power density, compact and straightforward architectures; Can be fabricated and directly integrated into MEMS.	Energy harvesting devices are easy to fatigue and crack; Work at a low and narrow frequency band; Limit the types of optional materials and complexity of fabrication techniques.
Electromagnetic EH/ generators	A low cost.	With inevitable coil losses, the difficulty in fabricating microscale devices and integrating with MEMS; Maybe interfered with by the electromagnetic waves.
Triboelectric EH/ (nano)generators.	Simple, cost-efficient, scalable, robust and reliable; With high efficiency.	With inevitable wear of materials, Heat generated by the wear may cause catastrophic accidents.
Electrostatic EH/ (nano)generators	Easy to fabricate with MEMS and integrate with other devices; With simple structures.	Needs separate voltage sources or electret materials; Quite small energy density; Work at a low and narrow frequency range.

3. METHODOLOGY

The project is about constructing tiles as a piezoelectric energy harvesting device using footsteps as its mechanism. Piezoelectric is one type of renewable energy. It can generate electricity using the footsteps by vibration concept. The harvested energy is converted into electricity and transferred to a battery as energy storage. The piezoelectric will apply to the tiles of a shopping complex or places with crowded people because the pressure and vibration from the footsteps of crowded people can generate some electricity. It works when stress is placed on the piezoelectric. Installing piezoelectric under tiles were people walking on, the footsteps stress the piezoelectric, and the voltage will generate if the people walk on the tiles. Then it will generate the voltage to recharge the backup battery used for small power applications. The output of piezoelectric is not constant and varying.

Based on the literature review, the circuit of electronics for power generating tiles is developed. Next stage, a model of power generating tiles for electricity generators is developed. Figure 4 shows the flowchart methodology and Figure 5 shows the development of the proposed generator.

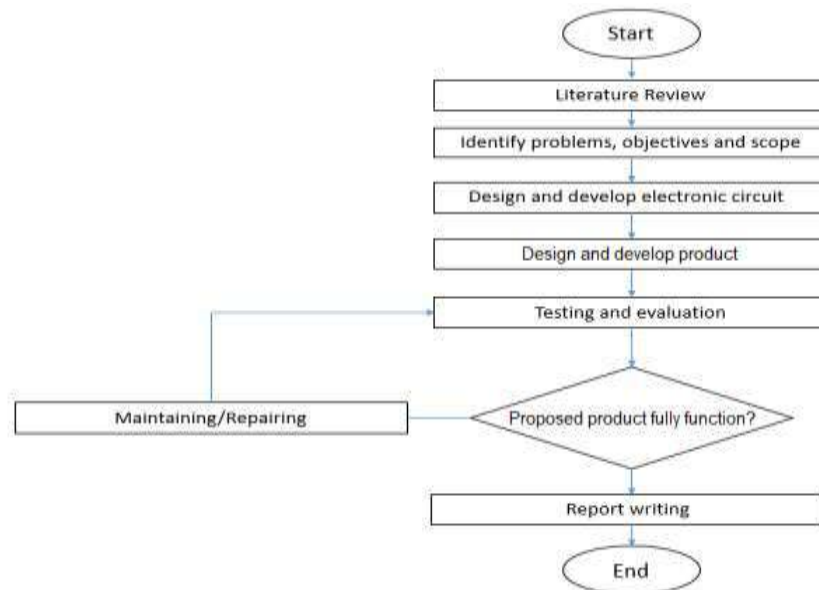


Figure 4: The flowchart of Methodology.

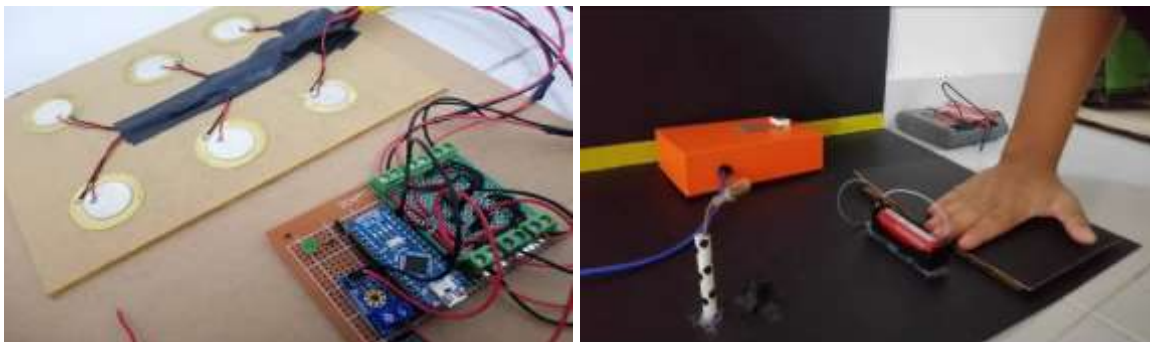


Figure 5: The development of the proposed generator.

Once the foot is placed on the tile, the kinetic energy of the footstep will transfer to the piezo material. It then produces a low voltage DC measured by a multimeter. As DC voltage cannot be used for an AC bulb, an inverter circuit was created to convert DC to AC, connected to a 9v battery controlled by an Arduino nano to display the voltage produced from every step on the seven segments.

3.1 Proportionality Calculation

As we know, the pressure is directly proportional to the amount of power generated $P \propto Wt$. Here we take the constant of proportionality as K , then the equation becomes

$$P = K * Wt$$

Where, K - Constant of proportionality, Wt -weight, P - Power. For example, if $Wt = 50\text{kg}$, we get the value of voltage $V=4\text{v}$ and $I=0.015\text{A}$, then:

$$\begin{aligned}
 P &= V * I \\
 &= 4\text{v} * 0.015\text{a} \\
 &= 0.06\text{W}
 \end{aligned}$$

That means that we can say that for 50kg, we get power $(P) = 0.06\text{w}$. Table 2 shows the relation between Wt and P .

Table 2: Relation between Weight (W_t) and Power (P)

Sr No	P (Watt)	Wt (kg)
S1	0.012	10
S2	0.024	20
S3	0.06	50
S4	0.09	75

4. RESULTS AND DISCUSSION

Several experiments were conducted to test the effectiveness of the generator, i.e., Varying Clearance Vs Output Voltage, Static Load, Output Voltage graphs and Dynamic Loading.

4.1 Varying Clearance VS Output Voltage

The clearance versus o/p voltage graphs shows that different loads required different clearance values to achieve maximum voltage. The value of optimum clearance is 8.27mm. Figure 6 shows Varying clearance vs output voltage graphs.

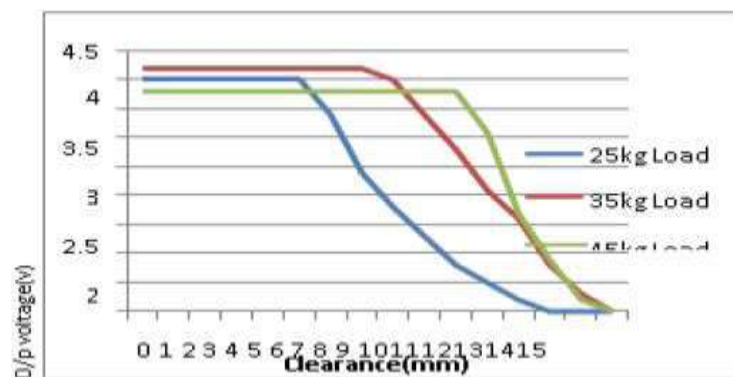


Figure 6: Varying clearance vs output voltage graphs

4.2 Static Load VS Output Voltage graphs

The static load graph for 2sec has the highest slope, and the slope gradually decreases with the increase in the duration of load application. The value of maximum attainable static voltage is 4.1v. Figure 7 shows static load vs output voltage graphs.

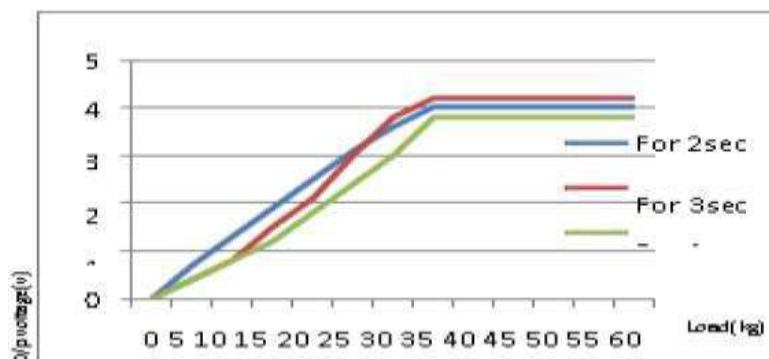


Figure 7: Static load vs output voltage graphs

4.3 Dynamic Loading

The dynamic loading graph Figure gives the variation of output voltage over a varying period. The maximum attained output voltage in dynamic loading is 3.79v.

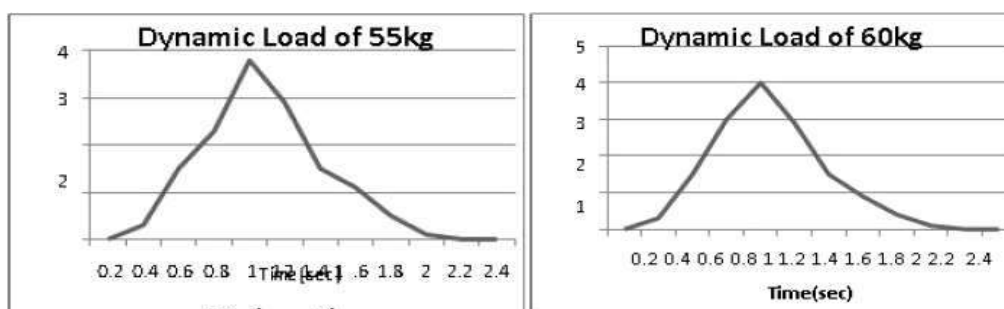


Figure 8: Output Voltage for Dynamic load of 55Kg (left) and Dynamic load of 60Kg (right)

5. CONCLUSION

Power generating tiles is a tool for generating power that is exceptionally prudent and is anything but easy to produce. It can be used as a part of rural zones additionally where accessibility of power is difficult to access. In developing nations, this power can generate strategy with a specific goal to uncover the heaps from renewable and non-renewable thriving spring energy. This proposed generator, electricity is produced due to pressing the piezo material enough to make the low energy application turn on. Based on the results gathered in this investigation, the final prototype design does fulfil the engineering goal of generating electricity sufficient to power standard electrical devices such as mobile phones. The crowded situation at railways station, airport, and college. Hence, such places can be used for power generating sidewalks. The use of piezoelectric tiles has been started and hopefully attained. Better manufactured piezoelectric tiles and a better selection of places of installation with further advancement in the field of electronics, so electricity can be generated effectively. Moreover, it can be said to be the source of generating electricity for the future

REFERENCES

- Company, East Japan Railway. 2008. *Time Demonstration Experiment of the "Power-Generating Floor" at Tokyo Station.*
- Mishra, Ritendra et al. 2017. "Performance Analysis of Piezoelectric Drum Transducers as Shoe-Based Energy Harvesters." *International Journal of Electronics Letters* 5(4): 402–16. <http://dx.doi.org/10.1080/21681724.2016.1253777>.
- Shekhar, Ravi, and Prakash Kumar. 2019. "Design and Analysis of Piezoelectric Energy Harvesting Systems." *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering* 8(9): 2249–57.
- Sun, Chunhua, and Guangqing Shang. 2019. "Multi-Direction Piezoelectric Energy Harvesting Techniques." *Journal of Power and Energy Engineering* 07(09): 52–59.
- Sun, Chunhua, Guangqing Shang, and Hongbing Wang. 2019. "On Piezoelectric Energy Harvesting from Human Motion." *Journal of Power and Energy Engineering* 07(01): 155–64.
- Tang, Xiaoli et al. 2018. "A Review on Energy Harvesting Supplying Wireless Sensor Nodes for Machine Condition Monitoring." *ICAC 2018 - 2018 24th IEEE International Conference on Automation and Computing: Improving Productivity through Automation and Computing* (July 2019).

Reka Bentuk Persekitaran Landskap Pejalan Kaki Mampu Mengubah Kesan Perubahan Iklim di Kawasan Tropika

Zanariah Kasim, Nur Shuhada Hanapi & Azzah Syahmina Azman

Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

zanariah@psis.edu.my

ABSTRAK

Impak perubahan iklim yang berlaku secara tidak langsung telah memberi kesan terhadap aktiviti pengguna laluan pejalan kaki. Namun, masalah ini masih boleh diatasi dengan mengubah iklim mikro melalui rekabentuk mengikut pelbagai saiz skala. Iklim mikro yang sesuai dapat meningkatkan keselesaan pejalan kaki dan mendorong pengguna untuk berjalan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengukur keberkesanan lima jenis Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) (*Landscape Environmental Settings for Pedestrian*) dalam mempengaruhi keselesaan terma dan jarak selesa berjalan di persekitaran kampus beriklim tropika. Tinjauan soal selidik dilakukan di dalam kampus universiti di Selangor, Malaysia. Lima jenis LESP iaitu Tanpa Naungan (Jenis 1), Berbumbung (Jenis 2), Satu Baris Pokok (Jenis 3), Berbumbung dan Pokok (Jenis 4) dan Dua Baris Pokok (Jenis 5) digunakan bagi kajian ini. Data dianalisis dan disusun berdasarkan tahap kenyamanan pejalan kaki dan jarak selesa berjalan. Hasil kajian menunjukkan kepentingan keperluan teduhan untuk keselesaan pejalan kaki. Teduhan dapat mengurangkan suhu turapan dan menyumbang kepada keselesaan terma pejalan kaki. Penemuan ini dapat membantu para arkitek landskap dan perancang bandar dalam menentukan intervensi mikroklimatik yang sesuai.

Kata Kunci: LESP; keselesaan pejalan kaki; iklim mikro; kampus tropika; impak perubahan iklim.

1. PENGENALAN

1.1 Impak Perubahan Iklim Global

Perubahan iklim merupakan suatu kejadian perubahan pola iklim global atau serantau yang sering dikaitkan dengan pemanasan global. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk memerhati kenaikan suhu purata dunia dan kesan-kesannya. Ia diukur dengan membuat perbandingan suhu mengikut sesuatu benua dalam jangkamasa tertentu (Wollersheim, 2017). Pemanasan global ini menyebabkan berlakunya peningkatan aras laut dan perubahan cuaca yang ekstrim. Kajian oleh pakar telah merekodkan suhu benua mengalami trend peningkatan bermula tahun 1880 iaitu sebanyak 0.08°C bagi setiap sedekad dan kadar pemanasan meningkat kepada 0.18°C sedekad bermula pada tahun 1980. Peningkatan suhu global ini dijangka akan terus berlaku sehingga mencecah 6°C dalam jangkamasa 100 tahun akan datang.

1.2 Memperbaiki Kesan Perubahan Iklim dengan Mengubah Iklim Mikro Melalui Reka Bentuk

Para saintis telah menemukan bukti bahawa impak perubahan iklim yang berlaku seperti peningkatan suhu, perubahan musim, penipisan lapisan ozon adalah disebabkan oleh aktiviti manusia (Rahman, 2020). Walau bagaimanapun, impak perubahan iklim ini boleh dibaiki dengan mengubah iklim mikro melalui reka bentuk dari skala wilayah ke skala tempatan. Dalam konteks ini, peranan iklim mikro perlu dikaji dan difahami kerana ia merupakan elemen yang penting bagi membolehkan kesan perubahan iklim dunia dapat diatasi. Menurut Hornby (2005), iklim mikro ialah cuaca dalam satu kawasan yang kecil manakala Brown dan Gillespie (1995) telah mentakrifkan iklim mikro sebagai keadaan sinaran dan radiasi matahari, angin, suhu udara dan kelembapan di ruang luar yang kecil. Penyelidik ini menekankan bahawa

pemahaman yang terperinci mengenai iklim mikro dapat menyediakan ruang persekitaran yang mempunyai keselesaan terma seperti yang dikehendaki oleh manusia dan menyediakan landskap yang cekap tenaga untuk bangunan. Para perancang bandar dan pereka bentuk landskap berpotensi untuk memperbaiki kesan keadaan iklim yang melampau dengan menumpukan usaha pada penyesuaian terhadap perubahan iklim mikro (Brown, 2011). Menurut Brown lagi, ukuran ruang atau kawasan kecil yang dimaksudkan sebagai iklim mikro ialah ruang bandar, jalan kejiranan, taman-taman, ruang hijau, malah halaman rumah semuanya dapat mencapai keselesaan terma melalui perancangan dan reka bentuk iklim mikro yang bersesuaian.

2. ULASAN LITERATUR

Ruang iklim mikro bagi skop kajian ini tertumpu kepada Suasana Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) (*Landscape Environmental Settings for Pedestrian*) seperti yang telah diperkenalkan oleh Kasim, Shahidan, & Yusof (2018). Persekitaran landskap pejalan kaki yang baik adalah sangat penting untuk menggalakkan aktiviti berjalan kaki sebagai salah satu kaedah pengangkutan di kalangan penduduk bandar ataupun kepada warga kampus. Mempromosikan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal sebagai kaedah mobiliti dapat mengurangkan kecenderungan kepada penggunaan kenderaan motor persendirian yang menjadi punca utama pelepasan gas rumah hijau yang menyumbang kepada pemanasan global dan perubahan iklim.

Kajian-kajian terhadap kesan perubahan iklim begitu rancak dijalankan oleh para penyelidik terutama bermula dari abad ke-20 ini, begitu juga dengan kajian terhadap kesan perubahan iklim yang berkaitan dengan iklim mikro. Jadual 1 menunjukkan kajian-kajian yang telah dijalankan berkenaan iklim mikro dari tahun 2016 hingga 2021 ke arah mengurangkan kesan perubahan iklim. Kajian ini juga ingin menjawab persoalan kajian “adakah Suasana Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) mempengaruhi keselesaan terma pejalan kaki” dan “berapakah jarak berjalan yang selesa mengikut Suasana Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP)”. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengkaji pengaruh Suasana Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) terhadap keselesaan terma pejalan kaki di persekitaran kampus tropika.

Jadual 1: Kajian iklim mikro ke arah mengurangkan kesan perubahan iklim

Artikel	Ruang Bandar	Hasil Kajian
(Takács et al., 2016)	Bandar Szeged, Hungary	Setiap pokok di persekitaran bandar memberi kesan kepada keselesaan terma, tahap kesihatan dan kesejahteraan penduduk.
(Yuan et al., 2017)	Bandar Osaka, Jepun	Peratusan lapisan hijau bandar (tumbuhan dan pokok-pokok) adalah lebih efektif berbanding kesan penggunaan bahan binaan fasad bangunan daripada bahan albedo tinggi untuk meningkatkan iklim mikro bagi perancangan perumahan baru di Osaka.
(Gaspari et al., 2018)	Dataran Bufalini di Cesena, Itali	Permukaan hijau (rumput) menunjukkan secara signifikan peningkatan keadaan keselesaan di luar bangunan berbanding dengan permukaan berturap.
(Kasim et al., 2018)	Persekitaran kampus di Malaysia	5 jenis Suasana Persekitaran Lanskap Pejalan Kaki (LESP) diperkenalkan.

(Kasim et al., 2019)	Persekitaran kampus di Selangor, Malaysia	Hasil menunjukkan betapa pentingnya bahan teduhan dan turapan buatan manusia bagi keselesaan pejalan kaki. Teduhan dapat mengurangkan suhu turapan walaupun dari bahan albedo rendah seperti asfat kelabu gelap.
(Kasim et al., 2020)	Persekitaran kampus di Selangor, Malaysia	Kajian membuktikan bahawa penting untuk mengubah radiasi matahari dengan menyediakan naungan berterusan. Kesan suasana Persekitaran Lanskap Pejalan Kaki (LESP) mempengaruhi iklim mikro dalam meningkatkan keselesaan terma pejalan kaki di persekitaran tropika.
(Allen-dumas et al., 2020)	Morfologi bandar Chicago	Kajian menilai kesan morfologi persekitaran baru terhadap iklim mikro dan tenaga bangunan. Jangkaan terhadap urbanisasi global yang muncul dan peningkatan penggunaan tenaga dan pelepasan karbon dioksida untuk pemahaman yang lebih baik dan pengukuran kesan iklim terhadap penggunaan tenaga di bandar.
(Xiong et al., 2020)	Taman Cina klasik (Lingering Garden) yang terletak di selatan Sungai Yangtze, China	Iklim mikro dan keselesaan terma dari taman di China dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kawasan air dan mengurangkan kawasan bangunan, serta mengoptima liputan pohon.
(Bienvenido-Huertas et al., 2021)	Kajian kes Gereja di University of Seville, Sepanyol	Kajian ini menunjukkan kemajuan dalam strategi pemuliharaan warisan yang paling tepat dengan menggunakan metodologi yang diperluas dengan mengambil kira kesan perubahan iklim.
(Hien et al., 2021)	Kampus Universiti Nasional Singapura (NUS)	Model iklim mikro bandar yang diintegrasikan dengan model skala, skala tempatan, skala mikro dan bangunan dipersembah untuk kajian mitigasi persekitaran terma bandar dan Pulau Haba Bandar (<i>Urban Heat Island</i>).

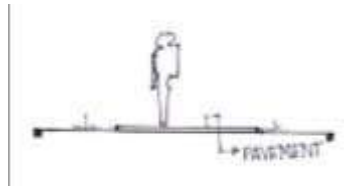

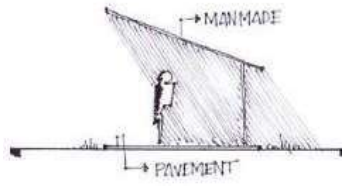

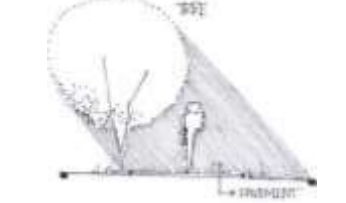

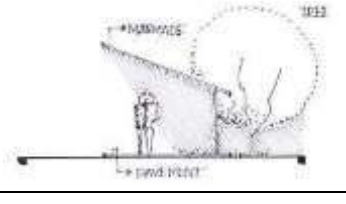

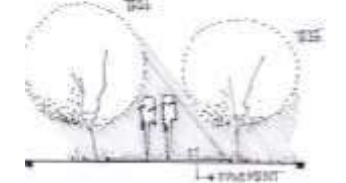

3. METODOLOGI

Pengumpulan data melibatkan tinjauan soal selidik kepada 60 orang peserta yang telah bersetuju dan mendaftar dalam kajian ini. Tinjauan soal selidik (*field survey*) ini dilakukan di dalam kampus universiti di Selangor di lima jenis LESP: Tanpa naungan (Jenis 1), Berbumbung (Jenis 2), Satu baris pokok (Jenis 3), Berbumbung dan pokok (Jenis 4), dan Dua baris pokok (Jenis 5). Rajah 1 menunjukkan lima jenis LESP yang dinyatakan dalam kajian ini.

3.1 Instrumen Kajian

Borang soal selidik yang digunakan sebagai instrumen kajian ini terbahagi kepada dua bahagian iaitu bahagian A: Perincian dan pemerhatian peribadi dan bahagian B: Penilaian mengenai persepsi dan pilihan terhadap keselesaan terma dan jarak berjalan kaki yang selesa. Terdapat 4 soalan di dalam bahagian B ini. Soalan tersebut terdiri daripada penilaian kadar terma (1 soalan), penilaian keselesaan terma (1 soalan), penilaian keselesaan berjalan (1 soalan) dan terus berjalan atau tidak (1 soalan). Persepsi kadar terma peserta diberikan mengikut skala Fanger 7 mata bermula dari 'sejuk' (1) hingga 'panas' (7) (Fanger, 1970). Persepsi kadar keselesaan terma peserta dan persepsi selesa untuk berjalan diberikan mengikut skala 7 mata

ASHRAE mulai dari 'sangat tidak selesa' (1) hingga 'sangat selesa' (7) (Shahidan, 2011). Jadual 2 menunjukkan penerangan soalan di Bahagian B.

		<p>LESP Jenis 1 (Tanpa naungan) adalah jalan selebar 2 meter dengan turapan blok konkrit saling mengunci sebagai satu-satunya elemen landskap di persekitaran laluan pejalan kaki.</p>
		<p>LESP Jenis 2 (Berbumbung) terdiri daripada dua elemen landskap iaitu turapan blok konkrit saling mengunci dan struktur berbumbung logam-dek.</p>
		<p>LESP Jenis 3 (Satu Baris Pokok) terdiri daripada dua elemen landskap iaitu turapan kerikil putih berkonkrit dan satu baris pokok berbentuk kolumnar (<i>Juniperus Chinensis</i>).</p>
		<p>LESP Jenis 4 (Berbumbung dan Pokok) terdiri daripada turapan papak konkrit, dan teduhan dari bumbung logam-dek dan juga dari satu baris pokok-pokok (<i>Mimusops Elengi</i>).</p>
		<p>LESP Jenis 5 (Dua Baris Pokok) terdiri daripada dua elemen landskap iaitu mempunyai turapan aspal berwarna gelap di antara dua baris pokok Angsana di kiri dan kanan jalan (<i>Pterocarpus Indicus</i>).</p>

Rajah 1: Lima jenis LESP yang terlibat dalam kajian ini

3.2 Prosedur Penyelidikan

Soal selidik ini telah dijalankan pada 24 April hingga 3 Mei 2018, pada hari yang cuacanya panas di antara jam 12.00 tengah hari hingga 3 petang. Seramai 60 orang peserta telah diberi informasi dan mengembalikan persetujuan bertulis, namun yang berjaya terlibat di kelima-lima jenis LESP ialah seramai 57 orang. Peserta disarankan untuk berada di titik permulaan dalam waktu yang ditentukan di antara jam 12:00 tengah hari sehingga jam 3.00 petang. Mereka harus melengkapkan item di Bahagian A sebelum memulakan prosedur berjalan. Mereka berjalan ke titik pemeriksaan pertama untuk menjawab item di Bahagian B dan berulang kali menjawab item yang sama di Bahagian B di titik pemeriksaan seterusnya. Soal selidik berakhir setelah para peserta memutuskan untuk berhenti berjalan di mana-mana pusat pemeriksaan di sepanjang laluan kajian.

Data dianalisa secara kuantitatif untuk mencari perbezaan dan menilai hubungan antara keselesaan terma pejalan kaki dan jarak berjalan kaki yang selesa. Data dihasilkan dengan menggunakan SPSS Versi 24 dan dibentangkan dalam bentuk jadual dan angka menggunakan Microsoft Word dan Excel. Hasilnya dibentangkan secara deskriptif (frekuensi, peratusan, nilai min) dengan penggunaan grafik dan jadual. Data dari keselesaan terma peserta dan jarak berjalan kaki membuktikan hubungan antara keselesaan terma pejalan kaki dan jarak selesa.

Jadual 2: Huraian soalan di Bahagian B

Kod	Soalan	Jenis Skala
B1	Rate how warm or cold you feel <i>Nilaikan berapa panas atau sejuk yang anda rasakan</i>	Thermal rate ('cold' to 'hot') <i>Kadar terma ('sejuk' hingga 'panas')</i>
B2	What is your thermal comfort now? <i>Apakah keselesaan terma anda sekarang?</i>	Thermal comfort ('very uncomfortable' to 'very comfortable') <i>Keselesaan terma ('sangat tidak selesa' hingga 'sangat selesa')</i>
B3	Do you still feel comfortable to walk? <i>Adakah anda masih selesa berjalan?</i>	Comfort of walking ('very uncomfortable' to 'very comfortable') <i>Keselesaan berjalan ('sangat tidak selesa' hingga 'sangat selesa')</i>
B4	Do you still want to keep walking? <i>Adakah anda masih mahu terus berjalan?</i>	'Yes' or 'No' <i>'Ya atau Tidak'</i>

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian B dari tinjauan soal selidik (field survey) (rujuk Jadual 2) menghasilkan Kadar Terma (Tr), Keselesaan Terma (Tc), Keselesaan Berjalan (Wc), dan Jarak Berjalan (Wd) daripada 5 jenis LESP. Tr dikategorikan kepada 7 kategori iaitu i) Dingin (1 hingga 1.5), ii) Sejuk (1.5 hingga 2.5), iii) Sedikit Sejuk (2.5 hingga 3.5), iv) Neutral (3.5 hingga 4.5), v) Sedikit Hangat (4.5 hingga 5.5), vi) Panas (5.5 hingga 6.5), dan vii) Panas (6.5 hingga 7). Terdapat juga 7 kategori untuk Tc dan Wc iaitu i) Sangat Tidak Selesa (1 hingga 1.5), ii) Tidak Selesa (1.5 hingga 2.5), iii) Sedikit Tidak Selesa (2.5 hingga 3.5), iv) Neutral (3.5 hingga 4.5), v) Sedikit Tidak Selesa (4.5 hingga 5.5), vi) Selesa (5.5 hingga 6.5), dan vii) Sangat Selesa (6.5 hingga 7). Jarak Berjalan Selesa (Wd) diukur pada setiap jarak 50.0 meter.

4.1 Kadar Terma (Tr), Keselesaan Terma (Tc), Keselesaan Berjalan (Wc), dan Jarak Berjalan (Wd) di Lima Jenis LESP

Dapatan kajian dibincangkan dengan membuat perbandingan mengikut jenis LESP. Jadual 3 merumuskan hasil kajian dari segi Tr, Tc, Wc, dan Wd dari jam 12:00 tengah hari hingga 3.00 petang dalam LESP Jenis 1 hingga LESP Jenis 5.

4.1.1 Keselesaan Terma Pejalan Kaki dan Jarak Selesa Berjalan

Hasil kajian menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang jelas kesan pengaruh 5 jenis LESP terhadap keselesaan terma pejalan kaki dan jarak berjalan di persekitaran iklim tropika. Penemuan ini disokong oleh Bakar dan Gadi (2016) dalam kajian mengenai keselesaan terma di kampus universiti di Kuala Lumpur, Malaysia. Kajian mereka juga menunjukkan bahawa laman yang berbeza menghasilkan iklim mikro yang berbeza dan menekankan bahawa sinaran matahari memainkan peranan penting dalam mempengaruhi keselesaan terma pejalan kaki. Kesan LESP yang berbeza pada keselesaan terma pejalan kaki dapat dilihat dengan jelas dari hasil yang dibincangkan sebelumnya. Susunan jenis LESP mengikut keselesaan terma pejalan kaki dan jarak selesa berjalan adalah i) LESP Jenis 5 (dua baris pokok), ii) LESP Jenis 4 (gabungan bumbung & pokok), iii) LESP Jenis 2 (berbumbung), iv) LESP Jenis 3 (satu baris pokok), dan v) LESP Jenis 1 (tiada naungan).

Jadual 3: Dapatan kajian untuk persepsi peserta dalam LESP Jenis 1 hingga Jenis 5

Persepsi (LESP Jenis 1)	N	Min	Std. Deviation	Minima	Maksima	Julat
Kadar Termal (Tr)	57	6.2	0.6266	5.00	7.00	2.00
Keselesaian Termal (Tc)	57	2.5	1.1958	1.0	6.0	5.0
Keselesaian Berjalan (Wc)	57	2.5	1.1995	1.0	6.0	5.0
Jarak Berjalan (Wd)	57	338.6	141.1	150	850	700
Persepsi (LESP Jenis 2)	N	Min	Std. Deviation	Minima	Maksima	Julat
Kadar Termal (Tr)	57	4.6	0.7320	2.71	6.06	3.35
Keselesaian Termal (Tc)	57	3.8	0.8225	2.17	5.86	3.69
Keselesaian Berjalan (Wc)	57	3.9	0.7974	2.44	5.46	3.41
Jarak Berjalan (Wd)	57	658.8	241.8	250	1050	800
Persepsi (LESP Jenis 3)	N	Min	Std. Deviation	Minima	Maksima	Julat
Kadar Termal (Tr)	57	4.1	0.7134	2.29	5.50	3.21
Keselesaian Termal (Tc)	57	4.2	0.8191	2.70	6.00	3.30
Keselesaian Berjalan (Wc)	57	4.3	0.8741	2.43	6.12	3.69
Jarak Berjalan (Wd)	57	630.7	272.5	100	1050	950
Persepsi (LESP Jenis 4)	N	Min	Std. Deviation	Minima	Maksima	Julat
Kadar Termal (Tr)	57	4.3	0.8883	2.00	6.00	4.0
Keselesaian Termal (Tc)	57	4.4	0.8883	2.00	6.00	4.0
Keselesaian Berjalan (Wc)	57	4.4	0.9092	2.15	6.00	3.85
Jarak Berjalan (Wd)	57	798.2	247.1	300	1050	750
Persepsi (LESP Jenis 5)	N	Min	Std. Deviation	Minima	Maksima	Julat
Kadar Termal (Tr)	57	3.3	1.00906	1.55	5.86	4.31
Keselesaian Termal (Tc)	57	5.1	1.02606	3.10	6.67	3.57
Keselesaian Berjalan (Wc)	57	5.2	1.01694	3.14	7.00	3.86
Jarak Berjalan (Wd)	57	996.5	119.47	400	1050	650

Kajian ini jelas membuktikan bahawa LESP yang kondusif mampu menyediakan iklim mikro yang selesa kepada penggunaannya. Faktor ini mendorong penggunaannya untuk berjalan kaki dan tidak bergantung sepenuhnya kepada pengangkutan bermotor dalam usaha ke arah mewujudkan kampus lestari dan gaya hidup sihat di kalangan penduduk. Dapatan kajian ini juga telah disokong oleh kajian-kajian lain sebelum ini. Sebagai contoh, kajian mengenai kesan pokok jalanan terhadap iklim mikro dan pencemaran udara di Bangalore, India oleh Vailshery et al (2013) menunjukkan bahawa iklim mikro di jalan yang terdapat pokok-pokok mempunyai suhu yang lebih rendah. Amani-Beni et al. (2018) melaporkan kesan pokok-pokok dalam taman bandar pada iklim mikro di musim panas di Beijing, China. Hasil kajian menunjukkan bahawa suhu di taman 0.40 ° C hingga 1.12 ° C lebih sejuk pada siang hari dengan kelembapan udara meningkat sebanyak 2.39% hingga 3.74%. Kajian lain oleh Xu et al. (2017) membuktikan kesan banyak pokok telah memberikan faktor pengaruh yang signifikan terhadap kesederhanaan terma di dalam iklim mikro. Pokok melalui proses

transpirasi memberikan teduhan dan mencegah sinaran matahari langsung selain meningkatkan keselesaan terma persekitaran.

Justeru, hasil kajian ini memberi penilaian awal tentang peranan dan potensi LESP dalam reka bentuk iklim mikro bagi meningkatkan keselesaan terma pejalan kaki di persekitaran kampus beriklim tropika. Walau bagaimanapun, kajian ini mempunyai beberapa limitasi. Antaranya ialah kesukaran untuk mendapatkan laluan pejalan kaki yang mempunyai ciri-ciri ke lima-lima LESP seperti yang diterangkan di dalam Rajah 1. Selain itu, laluan tersebut juga tidak mempunyai jarak laluan panjang yang seragam dengan jarak laluan sekurang-kurangnya 250 meter dan mempunyai spesies pokok yang sama ciri-cirinya. Namun, di sebalik limitasi tersebut, kajian ini memberikan beberapa bukti yang jelas kepada arkitek landskap, perancang bandar dan lain-lain mengenai bagaimana pelbagai jenis LESP dapat mempengaruhi iklim mikro dan dengan itu, keselesaan terma pejalan kaki di persekitaran jalan tropika.

5. KESIMPULAN

Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan bahawa laluan pejalan kaki yang mempunyai teduhan samada teduhan buatan manusia atau teduhan oleh pohon memberikan iklim mikro yang lebih baik dari segi keselesaan berjalan dan kenyamanan terma. Selain itu, faktor kualiti teduhan, jenis teduhan berterusan yang lebih luas dan bayangan berterusan mempengaruhi keselesaan pejalan kaki dengan meningkatkan kenyamanan terma yang konsisten kepada penggunaannya. Penanaman pokok yang berterusan di kedua-dua sisi laluan pejalan kaki juga adalah disarankan bagi meningkatkan keselesaan terma persekitaran landskap di kawasan beriklim tropika. Penemuan kajian ini menawarkan pengetahuan baharu untuk arkitek landskap dan perancang bandar dalam menentukan intervensi iklim mikro yang sesuai untuk meningkatkan keselesaan pejalan kaki dalam persekitaran tropika.

RUJUKAN

- Allen-dumas, M. R., Rose, A. N., New, J. R., Omitaomu, O. A., Yuan, J., Branstetter, M. L., Sylvester, L. M., Seals, M. B., Carvalhaes, T. M., Adams, M. B., Bhandari, M. S., Shrestha, S. S., Sanyal, J., Berres, A. S., Kolosna, C. P., Fu, K. S., & Kahl, A. C. (2020). Impacts of the morphology of new neighborhoods on microclimate and building energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133(June), 110030. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110030>
- Amani-Beni, M., Zhang, B., Xie, G., & Xu, J. (2018). Impact of urban park's tree, grass and waterbody on microclimate in hot summer days: A case study of Olympic Park in Beijing, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 32(January), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.016>
- Bakar, A., & Gadi, M. B. (2016). Urban Outdoor Thermal Comfort of the Hot-Humid Region. *MATEC Web of Conferences*, 00084(66), 4–10.
- Bienvenido-Huertas, D., Leon-Munoz, M., Martin-del-Rio, J. J., & Rubio-Bellido, C. (2021). Analysis of climate change impact on the preservation of heritage elements in historic buildings with a deficient indoor microclimate in warm regions. *Building and Environment*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107959>

- Brown, R.D & Gillespie, T.J. (1995). *Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency*. John Wiley & Son, Inc.
- Brown, R. D. (2011). Ameliorating the effects of climate change: Modifying microclimates through design. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 372–374. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.01.010>
- Fanger, P. (1970). *Thermal Comfort*. McGraw-Hill.
- Gaspari, J., Fabbri, K., & Lucchi, M. (2018). The use of outdoor microclimate analysis to support decision making process: Case study of Bufalini square in Cesena. *Sustainable Cities and Society*, 42(July), 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.07.015>
- Hien, N., He, Y., Son, N., Raghavan, S. V, Martin, M., Jun, D., Hii, C., Yu, Z., & Deng, J. (2021). An integrated multiscale urban microclimate model for the urban thermal environment. *Urban Climate*, 35(November 2020), 100730. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100730>
- Hornby, A. S. (2005). *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (S. Wehmeier, C. McIntosh, J. Turnbull, & M. Ashby (eds.); Seven edit). Oxford University Press.
- Kasim, Z., Shahidan, M. F., Ujang, N., & Dahlan, N. D. (2019). Influence of landscape environment settings on outdoor pedestrian thermal comfort in tropical climate. *Alam Cipta*, 12(2).
- Kasim, Z., Shahidan, M. F., & Yusof, Y. (2018). Use of Landscape Environmental Setting for Pedestrian to Enhance Campus Walkability and Healthy Lifestyle. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 215, 219–232. <https://doi.org/10.2495/EID180201>
- Kasim, Z., Shukor, S. K. A., & Khashim, N. F. (2020). Effects of Landscape Environmental Settings on Microclimate in Enhancing Pedestrian Walking Distance in Tropical Campus Environment. *E-Proceedings of the Green Technology & Engineering Seminar 2020*, 1–12.
- Rahman, H. A. (2020, July 10). Menangani isu perubahan iklim melalui gaya hidup lestari. *Bernama*. <https://www.bernama.com/bm/tintaminda/news.php?id=1858901>
- Shahidan, M. F. (2011). *The Potential Optimum Cooling Effect of Vegetation with Ground Surface Physical Properties Modification in Mitigating the Urban Heat Island Effect in Malaysia*. Cardiff University.
- Takács, Á., Kiss, M., Hof, A., Tanács, E., Gulyás, Á., & Kántor, N. (2016). Microclimate modification by urban shade trees – an integrated approach to aid ecosystem service-based decision-making. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.015>
- Vailshery, L. S., Jaganmohan, M., & Nagendra, H. (2013). Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(3), 408–415. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.002>

- Wollersheim, L. (2017). What Is Global Warming? In *Climageddon: The Global Warming Emergency and How to Survive It* (p. 450). Job One for Humanity.
www.JonOneforHumanity.org
- Xiong, Y., Zhang, J., Xu, X., Yan, Y., Sun, S., & Liu, S. (2020). Energy & Buildings Strategies for improving the microclimate and thermal comfort of a classical Chinese garden in the hot-summer and cold-winter zone. *Energy & Buildings*, 215, 109914.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109914>
- Xu, X., Sun, S., Liu, W., García, E. H., He, L., Cai, Q., Xu, S., Wang, J., & Zhu, J. (2017). The cooling and energy saving effect of landscape design parameters of urban park in summer: A case of Beijing, China. *Energy and Buildings*, 149, 91–100.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.052>
- Yuan, J., Emura, K., & Farnham, C. (2017). Is urban albedo or urban green covering more effective for urban microclimate improvement? A simulation for Osaka. *Sustainable Cities and Society*, 32, 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.021>

Techno-Economic Grid-Connected Solar Photovoltaic Potential Assessment based on Net Energy Metering (NEM) GoMEn Scheme at Kuantan Community College

Ahmad Zairi Mohd Zain

Kolej Komuniti Kuantan, Kuantan, Pahang

ABSTRACT

The use of renewable energy resources has been accelerated by rising energy demand and the advancement of renewable energy technology. Solar energy harvesting, primarily by using photovoltaic technology, is the most appealing and preferred method in Malaysia. This research evaluates the technical and economic (techno-economic) potential as well as the feasibility of implementing a net metering system (NEM GoMEn) towards a rooftop solar photovoltaic (PV) system at Kuantan Community College. To appraise the technical performance of the proposed system, the methodologies include a data overview for electricity demand, design calculation, and performance analysis with consist annual PV generation, system cost estimated, payback period, return of investment, and CO₂ emission avoidance. The proposed PV system's shows it could produce large amount of energy cut annual electricity bills while reducing CO₂ through the use of renewable energy.

Keywords: techno-economic, solar, net metering system

1. INTRODUCTION

The environment and energy crises are significant issues worldwide. The release of greenhouse gases, mainly CO₂, from coal, gas, and steam-fired power plants depletes the ozone layer and contributes to pollution. The energy crisis is also exacerbated by fossil fuel shortages and rising energy demands. As primary energy sources, the world is reliant on fossil fuels (Kassim et al., 2015). Fossil fuels (such as coal and oil) pertaining to more than 70% of the world's growing energy demand (International Energy Agency, n.d.).

Like most countries, Malaysia has relied especially in the electricity sector on crude oil and natural gas as primary energy sources. Malaysia's primary energy demand has risen from 21,471 thousand tons of oil equivalent (ktoe) in 1990 to 79,289 in 2011. Natural gas, crude oil, and petroleum products accounted for 79 percent of the demand in 2011 (Wong et al., 2015). Excessive exploitation of these natural resources has led to pollution and has contributed to climate change and global warming over the years. In 2001, the Malaysian government introduced a push for renewable energy (RE) as a cleaner alternative solution, recognizing that rapidly diminishing resources cannot replenish fast enough to meet such unrelenting consumption (Oh et al., 2018).

Renewable energy (RE) has the potential to be a game-changer for a country's economic development (Economic Planning Unit, 2018). The deployment of renewable energy sources can help to ensure energy security. It can help abate climate change by minimizing fossil fuel consumption, which is environmentally friendly and long-term (Mohd Chachuli et al., 2021). Malaysia currently generates only 8% of its energy from renewable sources, but it has pledged to reach 20% by 2025 (Vaka et al., 2020). Up-to-date developments in solar photovoltaic (PV) systems have led to phenomenal growth in Malaysia and across nations, compared to most RE technologies (Sreenath, Sudhakar, & Yusop, 2020).

2. LITERATURE REVIEW

Malaysia has established the tempo in Southeast Asia in terms of solar PV capacity installed in recent years. Solar PV is one of Malaysia's fastest-growing industries, outpacing other renewable energy sources due to high levels of solar irradiation ranging from 4.21 kWh/m² to 5.56 kWh/m² (Azhari et al., 2008). Malaysia's Sustainable Energy Development Authority (SEDA) has unveiled several incentives and programs, including Feed-In Tariff (FIT), Net Energy Metering (NEM), Large Scale Solar (LSS), Self-Consumption (SLCO), a Green Income Tax Exemption (GITE), a Green Investment Tax Allowance (GITA), and Renewable Energy certification, to accelerate and promote nationwide solar PV installation (Saleheen et al., 2021).

2.1 Net Energy Metering (NEM): Past, Present and Future

Many countries began with the Feed-in Tariff (FIT) program, in which users are compensated by the utility to produce renewable energy they generate. Feed-in-Tariff (FIT) was offered in 2011, and one of the goals of the FIT scheme was to help the RE industry grow (Razali et al., 2020). The FIT scheme, on the other hand, is difficult to sustain because other electrical customers must fund it through renewable energy fund charges embedded in their bills. The NEM scheme was presented in Malaysia in 2016 to replace the FIT scheme. However, NEM failed to assist RE in fulfilling its growth target after two years of execution. One factor is that every kWh unit of imported energy will only be paid at a displaced cost of RM0.31, which is not financially attractive (Razali et al., 2019).

The NEM 2.0 was introduced on January 1, 2019, to stimulate NEM implementation. The actual net energy metering concept was adopted, allowing excess solar PV-generated energy to be exported back to the grid on a "one-on-one" offset basis. The Ministry of Energy and Natural Resources (KeTSA) implemented the NEM scheme, which was regulated by the Energy Commission (EC) and enacted by the Sustainable Energy Development Authority (SEDA) Malaysia. By December 31, 2020, the 500MW quota under NEM 2.0 had been fully subscribed.

The Energy and Natural Resources Minister, via a press statement by KeTSA on December 29, 2020, launched the new Net Energy Metering 3.0 program (NEM 3.0) to feature more prospects for electricity consumers to assemble solar PV systems on the roofs of their premises to save on their electricity bill, in response to an overwhelming response from the PV industry. From 2021 to 2023, the NEM 3.0 will be in effect, with a total quota allocation of up to 500 MW. As shown in Table 1, NEM 3.0 will be sorted into three (3) new initiatives/categories (SEDA Malaysia, n.d.).

Table 1: SEDA Malaysia new NEM3.0 initiatives

Initiative/Categories	Quota Allocation (MW)
NEM Rakyat Program	100MW
NEM GoMEn Program (Government Ministries and Entities)	100MW
NOVA Program (Net Offset Virtual Aggregation)	300MW

One of the new initiatives introduced is NEM GoMEn Program. The program's concept is that the energy generated by the solar PV installation on government property will be utilized first, with any excess being exported to the TNB grid. For ten (10) years of operation, the credit for such excess energy will be used to offset a portion of the electricity bill on a "one-to-one" basis.

The introduction to the NEM GoMEn Program provides an opportunity for Kuantan Community College to venture into the field of renewable energy in the near future.

2.2 Electricity Demand in Kuantan Community College

There are three (3) main buildings in Kuantan Community College, which are divided into Block A, Block B, and Block C. Block A is an administrative building that houses staff and lecturers' room, meeting and server room, library and several lecture rooms, computer lab, kitchen and restaurant. Meanwhile, Block B and Block C consist of lecture rooms, simulation rooms, kitchens, laboratories and workshops. Figure 1 shows the electricity demand by month for each block for the year 2019. This indicates that Block A's electricity consumption is higher than Block B and C throughout the year.

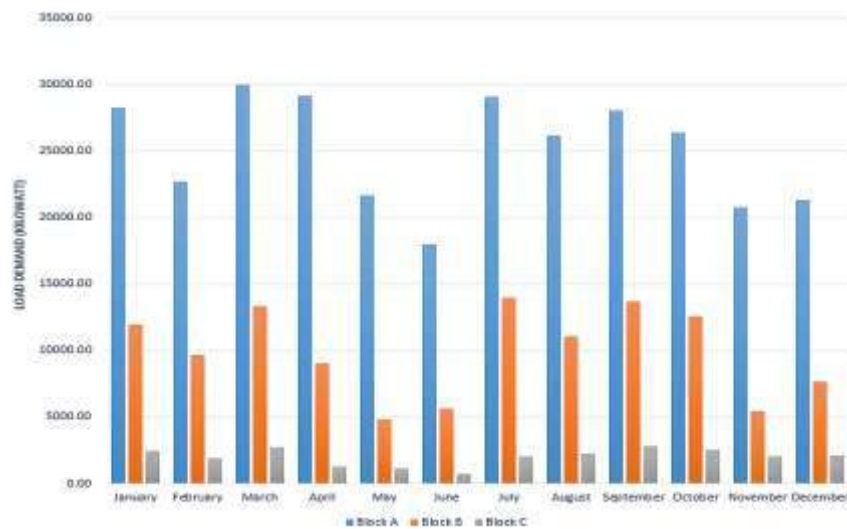


Figure 1: Electricity demand for Block A, B and C in 2019

The study by Mohd-Zain (2020a) shows a decreasing trend of electricity demand throughout the year from 2016 to 2019, as shown in Figure 2. This trend is due to several factors, including the savings measures used in the Public Sector Conducive System (EKSA) and practiced since 2016.

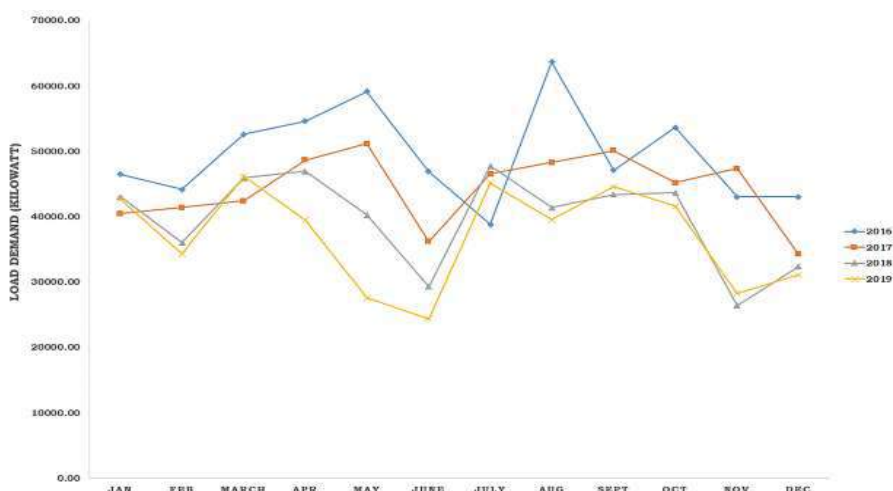


Figure 2: Electricity demand in Kolej Komuniti Kuantan by months from 2016 till 2019 (Mohd-Zain, 2020a)

The Artificial Neural Network (ANN) resulted from the forecast for electricity demand in 2020 as 427912 kW with a reduction of 16476 kW or 3.71% compared to the previous year (Mohd-Zain, 2020a). The total electricity demand in kW is displayed in Table 2.

Table 2: Total electricity demand in Kuantan Community College from 2016 till 2020

Year	Electricity Demand (kW)
2016	592652
2017	531373
2018	475979
2019	444388
2020	427912

Based on Table 2, the reduction or saving in electricity consumption (in percentage) for each year is 10.34% (2017), 10.42% (2018), 6.64% (2019) and 3.71% (2020). This shows that the percentage of reduction in electricity consumption or saving in Kuantan Community College is getting smaller every year. This is indeed predictable, especially if the same use of electricity from the same load.

One way to increase the percentage of significant electricity savings is by replacing obsolete loads or appliances with new and more efficient ones. However, the replacement of this equipment will involve high costs. Another alternative is to explore sources of income that can reduce the cost of electricity in Kuantan Community College, namely, from renewable energy such as solar energy. The initiative from SEDA like NEM GoMEn program looks promising as a significant step. Based on that, this paper aims to show a potential assessment of grid-connected photovoltaic implementation at Kuantan Community College.

3. METHODOLOGY

The methodology of the study is provided in this section. The activities consist of data overview for electricity demand and bills, PV system design calculation and performance evaluation (gross annual PV generation, system cost estimated, payback period, return of investment and CO₂ emission avoidance).

3.1 Electricity demand

Block A from Kuantan Community College has been selected as a case study. The building geographical coordinates are 3.8228° N, 103.2795° E. As mentioned before, Block A consume more electricity than Block B and Block C.

According to Mohd-Zain (2020a), implementing the Movement Control Order (MCO) to control the COVID-19 pandemic throughout 2020 and 2021 will drastically reduce load or electricity demand at Kuantan Community College. Therefore, the electricity data that will be used in this study will be in the year 2019. Table 3 indicates electricity demand (kW) and bill (RM) by months for Block A in the year 2019.

Table 3: Electricity demand (kW) and bills (RM) by months for Block A in the year 2019

Months	Electricity Demand (kW)	Electricity Bill (RM)
January	28235.00	14356.82
February	22721.00	11550.19
March	29981.00	15245.53
April	29145.00	14820.01
May	21650.00	11005.05
June	17984.00	9139.06
July	29097.00	14795.57
August	26174.00	13307.77
September	28015.00	14244.84
October	26382.00	13413.64
November	20763.00	10553.57
December	21310.00	10831.99
TOTAL	301457.00	153264.01
AVERAGE	25121.42	12772.00

The electricity demand for Block A is 301457 kW which is 67.84% of the total electricity demand in Kuantan Community College in 2019. The electricity bill for Block A in one (1) year is approximately RM153264.01 with an average of RM12772.05 per month (without taking consideration of Imbalance Cost Pass-Through (ICPT), RE Fund and TNB Discount). The average use is 25121.42kW with maximum demand (MD) of 367.50kW.

The calculation estimation of electricity bills using the TNB tariff rates category B is shown in Figure 3. The tariff under the low voltage commercial category using 43.5sen/kWh for the first 200kWh and 50.9sen/kWh for the next 201kWh (Tenaga Nasional Berhad, n.d.).

TARIFF CATEGORY	CURRENT RATES ⁽¹⁾ JAN 2014 ⁽²⁾
TARIFF B - LOW VOLTAGE COMMERCIAL TARIFF	
For the first 200 kWh (1 -200 kWh) per month	43.5 sen/kWh
For the next kWh (201 kWh onwards) per month	50.9 sen/kWh
The minimum monthly charge is RM7.20	
TARIFF C1 - MEDIUM VOLTAGE GENERAL COMMERCIAL TARIFF	
For each kilowatt of maximum demand per month	30.3 RM/kW
For all kWh	36.9 sen/kWh
The minimum monthly charge is RM600.00	
TARIFF C2 - MEDIUM VOLTAGE PEAK/OFF-PEAK COMMERCIAL TARIFF	
For each kilowatt of maximum demand per month during the peak period	45.1 RM/kW
For all kWh during the peak period	36.5 sen/kWh
For all kWh during the off-peak period	22.4 sen/kWh
The minimum monthly charge is RM600.00	

Figure 3: Electricity tariff by Tenaga Nasional Berhad (TNB)

3.2 Design Calculation

Grid-connected solar photovoltaic power systems are connected to the power grid. A specially built inverter converts DC power generated by the PV system into AC electricity at grid voltage. The grid-connected system can be designed in three (3) cases (Mohd-Zain, 2020b);

- i. Designed for space
- ii. Designed for energy requirement/capacity
- iii. Designed for budget

Another type of solar power generation that has recently been introduced in Malaysia is rooftop solar. The urban environment provides ample space for empty rooftops, allowing natural land use and environmental concerns to be avoided (Al-Rahmi & Romli, 2020). The recent introduction of rooftop solar leasing packages, such as Power Purchase Agreements (PPA) and Outright Purchases, has enticed customers to install solar panels on their buildings' rooftops (Abdullah et al., 2019).

In this paper, the solar PV grid-connected system has been designed for space in the rooftop of Block A. Figure 4 shows the rooftop area of Block A, Kuantan Community College. The total area is 1439.95m² while the selected area has 398.72m² build space and will be considered in the calculation.



Figure 4: The rooftop area of Block A

The solar photovoltaic module used for this study is Q. PEAK DUO-G5 330W monocrystalline solar PV module, as stated in SEDA as a recognized local manufacturer (SEDA Malaysia, n.d.). The determined parameters from the manufacturer's datasheet is outlined in Table 4 below (Hanwha Q CELLS Corp, 2020).

Table 4: Electrical characteristics of selected PV module

Specification	NOCT	STC
Maximum Power (P_{max})	246.5W	330W
Maximum Power Voltage (V_{mp})	32.25V	33.98V
Maximum Power Current (I_{mp})	7.64A	9.71A
Open-circuit Voltage (V_{oc})	38.27V	40.66V
Short-circuit Current (I_{sc})	8.22A	10.20A

Dimensions	1.685m ²
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	43 ± 3°C

The size of a rooftop PV system is altogether determined by the amount of space available on the roof for panel installation. A thumb rule can be used to determine the size or capacity of a PV plant. According to the rule, installing 1kWp solar modules requires a 6m² area (SEDA Malaysia, n.d.). The solar PV capacity equation is illustrated below;

$$\text{Solar PV Capacity} = \frac{\text{rooftop area}}{6} \quad (1)$$

The maximum number of solar modules that possibly be installed on a utilizable area can be calculated as in equation (2):

$$\text{Maximum Number of Solar Module} = \frac{\text{Solar PV Capacity}}{\text{Maximum Module Power}} \quad (2)$$

The next step is to specify the PV array to the inverter that will be used. The range of inverter power parameters that are suitable for use with the PV array can be established as follows (SEDA Malaysia, 2016):

$$P_{array} \times k_2 \leq P_{nom_inv} \leq P_{array} \times k_1 \quad (3)$$

where k_1 and k_2 are derating factors of PV array. Based on the study by Omar & Shaari (2009), the derating factor for crystalline solar PV array is between 0.75 to 0.80. This is supported by the study results by Anang (2021), which resulted in the derating factor of 0.77.

3.3 Performance Evaluation

The output of a PV system is determined by module efficiency and location-specific solar irradiation, which is expressed as the Capacity Utilization Factor (CUF). CUF is a geographically unique unit of measurement that is used to approximate gross yearly PV electricity generation in kWh, as shown in the equation below (Miah et al., 2020);

$$\text{Gross annual PV generation (kWh)} = \text{CUF} \times \text{Solar PV Capacity} \times 24 \text{ hours} \times 365 \text{ days} \quad (4)$$

Relating to study by Sreenath et al. (2020), the estimated CUF at Kuantan is likely as 15.22%.

In Malaysia, it costs around RM10000 – RM15000 for each system capacity of 1kWp. However, estimating the exact amount of money required for a complete solar PV system is challenging. As a result, the expenses projected for solar PV systems with maintenance and operating costs are considered to estimate the payback period and return on a solar PV system investment, as demonstrated in Table 5 (Wei & Saad, 2020).

Table 5: Costing of solar PV system

No.	Item	Price	Remarks
1	Components - Solar panel	RM1.00/watt	330-watt solar panel (Alibaba price)
2	Components - Solar mounting system	RM0.30/watt	Roof-mounted solar mounting system. (Alibaba price)
3	Components - Inverter	RM800/kilowatt	RM4000 for a 5kW inverter. (Alibaba price)
4	Components – Electric meter	RM550/unit	1 unit for every solar PV system. (Alibaba price)
5	Free on board (FOB)	40% of total component price	Charges are implied on the buyer for the shipping of goods.
6	Operation and Maintenance (25 years)	1.5% of total component price	The average system lifespan is 25 years
7	Labor	10% from total price (Rooij, n.d.)	It also depends on RRVSP companies
8	Miscellaneous	5% from the total price	Includes application fee for the scheme, insurance, the cost of study, etc.

*Assuming USD 1 = RM 4 for the conversion of components' prices.

Reducing carbon dioxide emissions through low carbon development such as PV systems is an appropriate approach to combating climate change. NEM scheme contributes to the same reduction of CO₂ emission. The reduction of CO₂ emissions is specified in equation (5), whereby RE_{kWh} is the energy generated via any renewable energy resource and Rate_{CO₂} is the CO₂ produced in kilograms (kg) for every kWh of energy generated from the country's conventional power plants (Tan & Chow, 2016). For this study, in Peninsula Malaysia, the rate of CO₂ emission is 0.639 kg (SEDA Malaysia, n.d.).

$$CO_2 = RE_{kWh} \times Rate_{CO_2} \quad (5)$$

4. RESULT AND DISCUSSION

The PV system that has been proposed and designed is a grid-connected system that does not necessitate battery storage. Since the battery storage-based solar PV plants account for more than 40% of overall project costs, this proposed rooftop grid-connected net metering PV plant would be considerably less expensive than others (Miah et al., 2020). PV modules, inverter, installation, operation and maintenance comprehend the significant elements of this system.

4.1 Design Parameters and Annual PV Generation

The size of the rooftop PV system, maximum number of solar modules and suitable inverter that can be installed is presented in Table 6:

Table 6: Design parameters of solar PV system

Design parameters	Proposed PV System
The capacity of the PV system	66kWp
Maximum number of modules	200
Prospective inverter	$49.5kW \leq P_{nom_inv} \leq 52.8kW$

Table 5 indicates that for 398.72m² build space, the size or capacity of the PV system will be 66kWp with 200 units of PV solar module and inverter with a range between 49.5kW and 52.8kW capabilities.

As calculated above, a 66kWp PV system can be mounted on this selected building. By utilizing equation (4), it has been predicted that 87996kWh electrical units would produce annually or 220MWh for 25 years' project lifetime.

4.2 Cost of Proposed Solar PV System

Table 7 shows the cost of the proposed solar PV system:

Table 7: Costing of proposed solar PV system

No.	Item	Price (RM)
1	Components - Solar panel	66000.00
2	Components - Solar mounting system	19800.00
3	Components - Inverter	52800.00
4	Components - Electric meter	7700.00
5	Free on board (FOB)	58520.00
6	Operation and Maintenance (25 years)	2194.50
7	Labor	20701.45
8	Miscellaneous	10350.73
	TOTAL	238066.70

The planned solar PV system has a total cost of RM238066.70, with half of it being component costs (RM146300.00). The components cost include solar panel, mounting system, inverter and electric meter with installation wiring system. FOB costs can be reduced if solar components are available and produced locally. Some studies do not include operating and maintenance costs assuming the solar system will last a maximum of 25 years.

4.3 Cost Benefits, Payback Period and Return of Investment

The entire cost of the system and annual PV generation are reviewed in Table 8 to determine the projected grid-connected system's cost benefits and payback period.

Table 8: Cost benefits and payback period

Total Cost (RM)	Annual PV Generation (kWh)	Potential Annual Saving (RM)	Payback Period (years)
238066.70	87996.00	44790.00	5.32

In Table 7, using NEM GoMEn scheme as a reference, potential annual saving from the PV system is RM44790.00 annually or approximately RM3732.50 monthly. Moreover, the return of investment (ROI) will be 18.8% per annum, with a highly encouraging payback period of 5.32 years.

4.4 CO₂ Emission Avoidance

Based on equation (5), CO₂ emission avoidance can be calculated from the energy generated PV system and emission rate. Table 9 tabulate the energy consumption, PV generated energy and CO₂ emission avoidance (annually) as follows:

Table 9: CO₂ emission avoidance

	Without PV System	Proposed PV System
Energy Consumption (kWh)	301457.00	213461.00
PV Generated Energy (kWh)	0	87996.00
CO ₂ Emission Avoidance (kg)	0	56229.40

A mature or fully grown tree absorbs carbon dioxide, CO₂ at a rate of 48 pounds or approximately 21 kg per year ("All About Trees", n.d.; "How Much CO₂", n.d.). Hence, to absorb 56229 kg CO₂, it takes 2678 trees to be planted in a year.

4.5 Comparison with NEM Calculator

Figure 5 shows the calculation result from NEM calculator using Outright Purchase mode, Tariff B, maximum demand as 367.50kW and average electricity bill monthly as RM12772 (SEDA Malaysia, n.d.):



Figure 5: Result from online NEM calculator

Comparison between online calculation using NEM calculator by SEDA and proposed PV System from this study is proven in Table 10 below:

Table 10: Comparison between NEM calculator and proposed PV System

	NEM Calculator	Proposed PV System	Differences
PV system capacity (kWp)	66.00	66.00	-
Rooftop area (m ²)	396.00	398.72	2.72
Monthly saving (RM)	3359.00	3732.50	373.50
Payback period (years)	5.90	5.32	0.58
Upfront cost (RM)	237600.00	238066.70	466.70
CO ₂ avoidance (kg)	54960.00	56229.40	1269.44
No. of tree (units/year)	2178	2678	500

Based on Table 10, there is no imperative difference with regards to monthly savings, payback period and upfront cost. The result shows that the proposed PV system is suitable and practicable. The apparent difference is that the value of CO₂ emission avoidance and tree numbers need to be planted in the year because of the different rates used in the calculation.

5. CONCLUSION

This research evaluates the technical and economic possibilities of energy production and the feasibility of installing a grid-connected solar PV system on the roof of Block A, Kuantan Community College. 200 PV modules with a rated output of 330W were required to meet the power needs. It is estimated that a 66kWp solar PV panel may be placed, generating 7333kWh each month and saving RM3732.50. The beneficial concern has been found deliberating economic indicators as a simple payback period of 5.32 years with an 18.8% return of investment (ROI). Furthermore, the initiative improves the environment by eliminating 56229 kg of CO₂ every year, which is equivalent to planting 2678 trees. In conclusion, evaluations of this grid-connected rooftop solar PV system with net energy metering (NEM) show that it has many potentials and offers a lot of benefits to consumers, the government, electric utility, and the environment.

ACKNOWLEDGEMENT

The author is grateful to the Kuantan Community College for providing the necessary support, data and platform for this research.

REFERENCES

- Abdullah, W. S. W., Osman, M., Kadir, M. Z. A. A., & Verayiah, R. (2019). The potential and status of renewable energy development in Malaysia. *Energies*, 12(12).
<https://doi.org/10.3390/en12122437>
- Al-rahmi, W., & Romli, A. Bin. (2020). *Rooftop Solar Energy Awareness on Buildings in Higher Education Institutions: Case of University Utara Malaysia*. 17(9), 3573–3586.
- All About Trees - Keystone 10 Million Trees Partnership*. (n.d.). Retrieved July 18, 2021, from <http://www.tenmilliontrees.org/trees/>
- Anang, N., Syd Nur Azman, S. N. A., Muda, W. M. W., Dagang, A. N., & Daud, M. Z. (2021). Performance analysis of a grid-connected rooftop solar PV system in Kuala Terengganu, Malaysia. *Energy and Buildings*, 248, 111182.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111182>

- Azhari, A. W., Sopian, K., Zaharim, A., & Al Ghouli, M. (2008). A new approach for predicting solar radiation in tropical environment using satellite images - Case study of Malaysia. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 4(4), 373–378.
- Economic Planning Unit. (2018). Pursuing green growth for sustainability and resilience. In *Mid Term Review Eleventh Malaysia Plan 2016-2020* (pp. 1–31). www.epu.gov.my
- Hanwha Q CELLS Corp. (2020). *Q. PEAK DUO-G5 330W. How much CO2 does a tree absorb?* (n.d.). Retrieved July 18, 2021, from <https://www.viessmann.co.uk/heating-advice/how-much-co2-does-tree-absorb>
- International Energy Agency. (n.d.). *Global Energy & CO2 Status Report 2019 – Analysis - IEA*. IEA. Retrieved July 8, 2021, from <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019>
- Kassim, M. P. M., Al-Obaidi, K. M., Munaaim, M. A. C., & Salleh, A. M. (2015). Feasibility study on solar power plant utility grid under Malaysia feed-in tariff. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 8(2), 210–222. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2015.210.222>
- Miah, M. A. R., Rahman, S. R., & Kabir, R. (2020). Techno-Economic Assessment of Net Energy Metering Implementation for Rooftop Solar PV in a Commercial Building in Bangladesh. *Proceedings of 2020 4th International Conference on Green Energy and Applications, ICGEA 2020*, 95–99. <https://doi.org/10.1109/ICGEA49367.2020.239712>
- Mohd-Zain, A.Z. (2020a). Load Forecasting using Artificial Neural Network: Study Case at Kolej Komuniti Kuantan. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Engineering and Technology*, 5(1), 34–51.
- Mohd-Zain, A.Z. (2020b). Remodelling Grid-Connected Systems of Solar Photovoltaic Power Based on Observation and Current Implementation of 8 MW Kompleks Hijau Solar. In A. Mohd-Zain (Ed.), *Inspirasi Ilmu* (pp. 140–159). Kolej Komuniti Kuantan.
- Mohd Chachuli, F. S., Mat, S., Ludin, N. A., & Sopian, K. (2021). Performance evaluation of renewable energy R&D activities in Malaysia. *Renewable Energy*, 163, 544–560. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.160>
- Oh, T. H., Hasanuzzaman, M., Selvaraj, J., Teo, S. C., & Chua, S. C. (2018). Energy policy and alternative energy in Malaysia: Issues and challenges for sustainable growth – An update. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(May 2016), 3021–3031. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.112>
- Omar, A. M., & Shaari, S. (2009). Sizing verification of photovoltaic array and grid-connected inverter ratio for the Malaysian building integrated photovoltaic project. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4(4), 254–257. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctp033>
- Razali, A. H., Abdullah, M. P., Hassan, M. Y., & Hussin, F. (2019). Comparison of New and Previous Net Energy Metering (NEM) Scheme in Malaysia. *ELEKTRIKA- Journal of Electrical Engineering*, 18(1), 36–42. <https://doi.org/10.11113/elektrika.v18n1.141>

- Razali, A. H., Abdullah, P., Said, D. M., & Hassan, M. Y. (2020). *Annualized Electricity Cost of Residential Solar PV System under Malaysia's NEM Scheme*. 19(1), 50–54.
- Rooij, D. De. (n.d.). *Labor Costs for Installing Solar Panels*. Sinovoltaics.Com. Retrieved July 17, 2021, from <https://sinovoltaics.com/learning-center/consumers/labor-costs-installing-solar-panels/>
- Saleheen, M. Z., Salema, A. A., Mominul Islam, S. M., Sarimuthu, C. R., & Hasan, M. Z. (2021). A target-oriented performance assessment and model development of a grid-connected solar PV (GCPV) system for a commercial building in Malaysia. *Renewable Energy*, 171, 371–382. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.108>
- SEDA Malaysia, S. E. D. A. (n.d.). *SEDA – Sustainable Energy Development Authority*. Retrieved August 9, 2021, from <http://www.seda.gov.my/>
- SEDA Malaysia, S. E. D. A. (2016). *SEDA Malaysia Grid-Connected Photovoltaic Systems Design Course*. Sustainable Energy Development Authority (SEDA) Malaysia.
- Sreenath, S., Sudhakar, K., & Yusop, A. F. (2020). Technical assessment of captive solar power plant: A case study of Senai airport, Malaysia. *Renewable Energy*, 152, 849–866. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.01.111>
- Sreenath, S., Sudhakar, K., Yusop, A. F., Solomin, E., & Kirpichnikova, I. M. (2020). Solar PV energy system in Malaysian airport: Glare analysis, general design and performance assessment. *Energy Reports*, 6, 698–712. <https://doi.org/10.1016/j.egypr.2020.03.015>
- Tan, R. H. G., & Chow, T. L. (2016). A Comparative Study of Feed in Tariff and Net Metering for UCSI University North Wing Campus with 100 kW Solar Photovoltaic System. *Energy Procedia*, 100, 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.10.136>
- Tenaga Nasional Berhad. (n.d.). *Pricing & Tariffs - Tenaga Nasional Berhad*. Retrieved July 18, 2021, from <https://www.tnb.com.my/commercial-industrial/pricing-tariffs1/>
- Vaka, M., Walvekar, R., Rasheed, A. K., & Khalid, M. (2020). A review on Malaysia's solar energy pathway towards carbon-neutral Malaysia beyond Covid'19 pandemic. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122834. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122834>
- Wei, C. K., & Saad, A. Y. (2020). The Potential of Solar Energy for Domestic and Commercial Buildings in Malaysia. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 75(3), 91–98. <https://doi.org/10.37934/arfmts.75.3.9198>
- Wong, S. L., Ngadi, N., Abdullah, T. A. T., & Inuwa, I. M. (2015). Recent advances of feed-in tariff in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.006>

Self-Looped Electric Power Generator

Muhd Fikri Mod Napis, Shahrizan Mohd Razali & Zainora Kamal Ludin

Department of Electrical Engineering, Politeknik Sultan Idris Shah, Selangor

shahrizan@psis.edu.my

ABSTRACT

The self-looped electrical generator is one of the most important free energy generator topologies. It is based on the idea of an infinite electric loop. The electric power in the ring continues to circulate after the initial energy is delivered. The circulation also initiates capturing the great energy that surrounds us, transforming the gadget into an over oneness. Over unity, the state allows adding a load without draining the energy from the circle. Therefore, the aim of this research is to evaluate the possibilities that arise as a result of the use of the battery, motor, alternator, and inverter in self-looped electric generator. The implementation of a self-loop electrical generator consists of the battery, motor, alternator, and inverter. It also involves electric currents as the only thing moving in the generator. Besides that, this system is a free energy device that can be simply started by the spinning rotor, like the other rotation free energy generators. The initial source of electric energy is necessary to begin the operation of the generator. This research is significant to the community as an alternative for those who need solutions to energy saving. It is also suitable for building the low to medium power over-unity device.

Keywords: electric generator, self-looped, motor-alternator-inverter, power generator, home application.

1. INTRODUCTION

1.1 Introduction

An electric power generator is a device that transforms mechanical energy (motive force) into electric energy to generate electricity in an external circuit. Mechanical energy sources include steam turbines, gas turbines, water turbines, internal combustion engines, wind turbines, and even hand cranks (Duarte et al., 2018). The Faraday disk, the first electromagnetic generator, was developed by British physicist Michael Faraday in 1831. Generators provide almost all of the electricity used by electric power networks. An electric motor reverses electrical energy into mechanical energy, and motors and generators have many similarities. For example, many motors can be mechanically driven to generate electricity; frequently, they make suitable manual generators (Ayres, 2021).

The two major kinds of electromagnetic generators are dynamos and alternators. A commutator is used in dynamos to produce a pulsating direct current. Alternators are devices that have alternating currents. A generator is made up of two parts: a spinning component and a stationary part: The spinning component of an electrical machine is called a rotor. The permanent component of an electrical machine that surrounds the rotor is known as the stator. (Kabalci & Kabalci, 2021). A magnetic field is generated by one of these components. The other contains a wire wrapping that generates an electric current when the field changes: Field (permanent) magnets or field winding: An electrical machine's component that generates magnetic fields. Field coils or permanent magnets may be used to produce the magnetic field of the dynamo or alternator. The field flux is produced by an excitation mechanism in electrically stimulated generators. A magneto or permanent magnet synchronous generator is a generator that uses permanent magnets (PMs) (PMSM). An electrical machine's power-

generating component is known as the armature. The armature windings of a generator, alternator, or dynamo produce the electric current that powers an external circuit. Depending on the design, the armature may be on the rotor or stator, with the field coil or magnet on the opposite portion. (Marignetti et al., 2020).

According to Chen et al. (2006), The produced electricity may be stored in a capacitor or tiny Li-ion batteries, or it can be utilized right away to power anything. Mechanical to electrical conversion is a lossy process that is influenced by the transduction scheme's design and execution, rectification and storage techniques, frequency and stress amplitudes, piezoelectric response time, and loads. The concept of piezoelectric is used to measure changes in pressure, vibration, and sound. Piezoelectric building materials consist of materials that produce electrical charges when exposed to force or pressure. In this study, the piezoelectric concept is found on the motor-alternator mechanism, as in Figure 3. The 240 V AC motor speed drives the 12 V direct current (DC) output alternator. The main components found in an alternator, i.e., the rotor and stator, react with each other to produce electrical energy. The higher the rotor rotation it will produce greater electrical energy on the stator. However, in this study, the speed of the motor that drives the alternator pulleys is static, namely 1400rpm and 160Watt.

1.2 Problem Statement

The importance of energy in a world dominated by commerce and trade cannot be overstated. The availability of cheap, clean energy is needed as a driving factor for growth in underdeveloped nations. The cost of transporting energy to certain areas is very high, and it may be more cost-effective to generate the energy that will be used locally. Distant agricultural communities or isolated villages are examples of such areas. Small-scale energy is used for various applications, including home entertainment, cooking, computing, lighting, and commercial uses such as telecommunication equipment in base stations. The availability of this energy may improve the quality of life for those living in distant areas. Because the capital cost of installing equipment is lower, more distant communities may be connected to the communications network. (Ajayi, 2012)

The cost of fuelling internal combustion engines at distant base stations may be reduced over time, and zero pollution can be accomplished with a self-loop electric power generator, which is very beneficial to communications service providers. Many conventional generators have been created, but market penetration in emerging nations has been sluggish or non-existent due to a lack of a source (oil), local maintenance, and the product's expensive cost. One of the project's objectives is to investigate more cost-effective self-loop electrical power generators with readily available replacement parts and maintenance.

1.3 Objective

This project aims to develop a self-loop generator consisting of a motor, alternator, inverters, and batteries and to review the suitability of input and output in terms of voltage, current, and power.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Theory

Electrostatic generators were created before the link between magnetism and electricity was established. They worked on the basis of electrostatics, utilizing electrically charged belts, plates, and disks to transport charge to a high potential electrode. Electrostatic induction or the triboelectric phenomenon was used to create the charge. Michael Faraday developed the

working mechanism of electromagnetic generators in the years 1831 to 1832. According to the concept, an electromotive force is produced in an electrical conductor that encircles a changing magnetic flux, subsequently known as Faraday's law. He also invented the Faraday disk, a kind of homopolar generator that uses a copper disc spinning between the poles of a horseshoe magnet to generate electricity. It generated a low DC voltage. Due to self-canceling current counterflows in areas of the disk not influenced by the magnetic field. (Ayres, 2021).

While current was generated immediately under the magnet, the current would flow backward in areas where the magnetic field was not present. The power output to the pickup wires was restricted by this counterflow, which resulted in waste heating of the copper disc. Later homopolar generators solved this issue by arranging an array of magnets around the disc perimeter to maintain a constant field effect in one current-flow direction. Due to the single current route via the magnetic flux, another drawback was the low output voltage. They were using several rounds of wire in a coil that produced greater, more usable voltages, according to researchers. Generators may simply be constructed to generate any desired voltage by changing the number of spins since the output voltage is proportional to the number of turns. All following generator designs had wire windings as a standard component. (Vijayagopal & Rousseau, 2021).

2.2 Components

The alternator is a generator's electrical charger. Its many components are enclosed in an aluminium shell and supply direct current to charge the generator's battery. The generator's alternator also helps power the other electrical loads of any output. An electric current flows through a closed loop of wire when a magnet is passed through it. Consider a wire loop with a magnet inside. The magnet's north pole goes through the top of the loop, while the south pole passes through the bottom. Current flows in one direction around the loop on each give. The poles move apart from each other, and the current ceases to flow until the south pole reaches the top and the north pole reaches the bottom. This causes electricity to flow once again, but this time in the opposite direction. An electromagnet is used in an alternator to increase the production of electric current

The generator's electrical system is supported by the battery, which provides power to the starter and output system. The generator's battery also delivers the extra power needed when the electrical load exceeds the alternator's supply. The battery holds the electricity generated by the alternator and distributes it to every auxiliary circuit, such as lighting, ventilation, TVs, and radio. Depending on the size of the generator and the expected demands on the electrical system, most batteries are rated at 12 Volts and contain 200 to 1000 amps. The battery is rated at 56 amps per hour. Its capacity is one ampere, which implies it can provide electricity for up to 56 hours.

2.3 Mechanism

According to Allan (2012), a motor turns a bigger output generator, which produces enough energy to keep the motor running as well as enough to power additional devices. (It's somewhat more complex than this, but you get the point.) All you need is a starting motor to get it started, much like a car engine, and once it's running, it won't stop until you turn it off. A video uploaded by Jasondaz (2013) from the Philippines purports to demonstrate a self-looped motor-generator system. An external power source seems to start the system before being turned off, at which point the one horsepower (746 watt) motor drives the 3 kW generator via a belt, which loops back to power the motor with the energy left over. A 100-watt light bulb is then powered by the generator's outlet. Though there are lots of places to conceal batteries in the demo, and

100 W isn't a lot of electricity, the motor and generator spinning alone would use a lot of it. He claimed he'd been working on it for eight years but hadn't been able to get it to function correctly until lately and that it only needs little maintenance.

Many enthusiasts have seen the Perpetual Motion Machine (PMM). Only when we don't have to pay for power production does energy become free. Without the need of external resources, energy may be generated by the repulsive forces of two or more permanent magnets. Many uses of electromagnets and permanent magnets have a similar setup for producing free electrical energy. Using a Perpetual Motion Machine (PMM) to generate electricity has been the topic of many studies. Perpetual motion machines come in a variety of designs and sizes. A plumbing-mechanic system may be utilized to produce energy, according to a cited journal named Perpetual Motion Machine in 2008. Perpetual motion is defined as a motion that continues forever without the need of external energy. In terms of the study's aim, it's discovered that perpetual machines are comparable to self-looped generators in the journals. However, there are many distinctions, including the use of chemicals, a concentration on magnetic applications, motor rotation, and the utilization of gears and gravity energy. Only motors, batteries, alternators, and inverters are used in self-looped electrical systems. Its parameters have been defined, and experiments have been conducted to determine if the voltage and current generated are directly or inversely related to the generation time.

According to Kapila, Puri, & Gaur (2017), the motor and the generator are essentially the same systems, but they are mirrored, with the motor acting as the driving and the generator acting as the driving. The electromagnetic field produced in the motor coil causes the magnets to spin the shaft when the battery circuit is linked to it. The motor shaft is linked to the generator shaft, which causes the generator's magnets to spin and generates an electromagnetic field in the generator coil, resulting in power production. To produce DC energy, I presume the generator has a complete bridge rectifier built-in. When the battery circuit is removed from the motor, the generator quickly depletes because, in addition to bearing friction and air-generated drag on the rotor, the magnets rotating within the coils create electromagnetic drag in both the generator and the motor (which are directly linked). The run duration is greater when the generator is spun up to speed, and the DC output from the generator is rapidly transferred to the motor input. This is because the rotating moment of the motor and generator stores energy, which is compatible with the input needed by the motor after the generator converts the energy to electricity, and so the energy is recycled throughout the system. The flywheel energy (mechanical) is recycled to the motor driver input, so the system operates slower than before (electrical). As the system slows, friction losses and electromagnetic generated drag force it to ultimately halt.

3. METHODOLOGY

Figure 1 shows the block diagram of a self-loop generator. While, Figure 2 shows the flow chart of the process, and Figure 3 shows the illustration of the overall system.

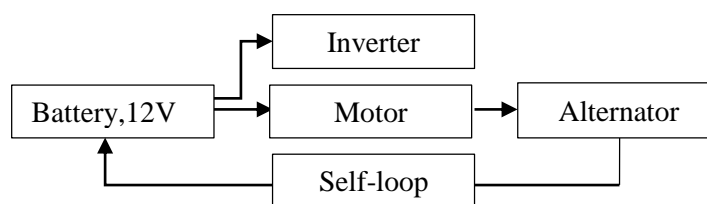


Figure1: Self-loop generator block diagram

The components of this study are only 240V AC motor, 12V-14V DC alternator, 12V DC 40 Amp battery, and 1000 Watt power inverter. from figure 1 and figure 3; the battery acts as a starter flowing electrical energy to the inverter to be converted from 12V DC to 240 AC so that the motor can be moved. When the motor rotates with a rotation of 1400rpm, it will move the pulley on the alternator through the belt. The rotation of the alternator will produce electrical energy that will be used by two sources, namely the battery itself and the load, which is home appliances. Home appliances should be electrical goods that use 12V to 14 V DC. If for AC use, an inverter can be installed to convert DC to AC. Recharging the battery was known as a self-loop, and the whole system was known as a self-loop generator.

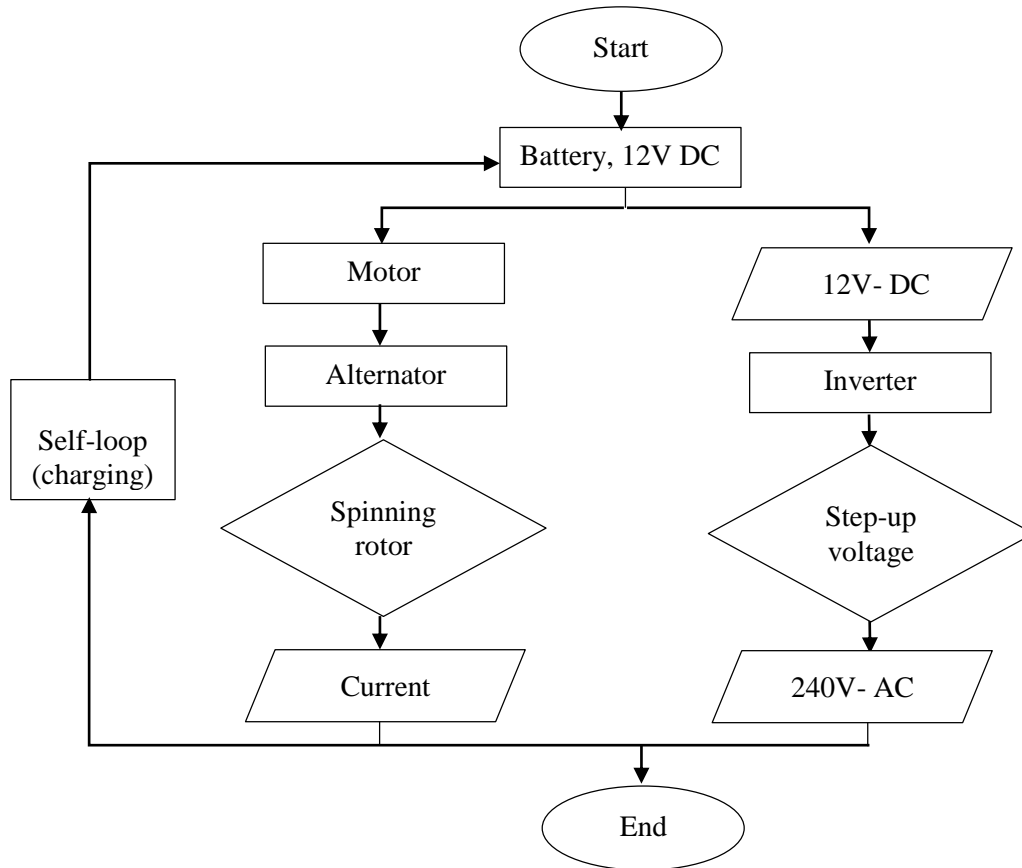


Figure 2: Self-loop generator flowchart

Figure 2 is a flowchart of a self-loop generator in which the looping process from the battery to the battery is differentiated from that through the motor and the battery itself. The electrical energy provided to the motor to drive the alternator will be converted to electrical energy by the stator magnetic field force, which is created by the movement or rotation of the rotor on the stator coil, which is kinetic or mechanical energy.

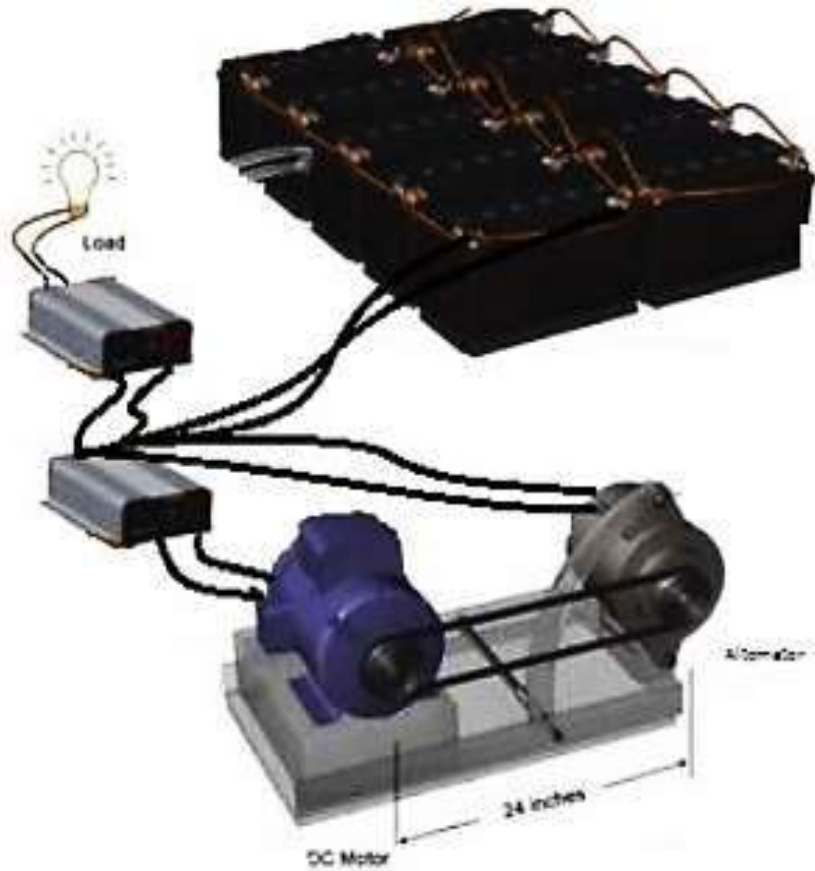


Figure 3: Overall System



Figure 4: Battery



Figure 5: Alternator and motor



Figure 6: DC to AC Converter

From Figure 4, if the power came from a regular battery, it would quickly deplete. A self-loop power generator, for example, includes a rechargeable battery and a charging mechanism to keep it charged. Pairs of lead plates are submerged in a solution of sulfuric acid and distilled water in the battery. Half of the plates are connected to each terminal. A chemical reaction happens when the battery is charged, depositing more lead on one set of plates. The extra lead dissolves off the plates when the battery produces energy, allowing an electric current to flow. An alternator in Figure 5 is a kind of generator that charges the battery and is powered by a belt from the motor. The alternator comprises a stator, a stationary collection of wire coil windings, and a rotor, which spins within it. The rotor is an electromagnet that receives a tiny quantity of energy from two rotating metal slip rings on its shaft through carbon or copper-carbon brushes (contacts) (Hashfi et al., 2018). The stator coils produce much more energy as the magnetic within them rotates. The power is alternating current, which means the flow direction changes every time the rotor spins. It must be corrected or changed from a two-way flow to a one-way flow or direct current. Dynamo provides direct current but is less efficient, especially at low motor speeds and weights compared to the alternator.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 below shows that the voltage of the input inverter read from 12V to 13V direct current (DC). Then, the voltage of the output inverter read from 220V to 240 V alternative current (AC). The current of the input inverter read 0.14A to 0.34A. At the same time, the current of the output inverter read 0.11 to 0.3 A. These readings are acquired at the first hour of usage.

Table 1: Analysis of result test on power inverter

Parameter	Input	Output
Voltage Power Inverter	13V – 12V DC	240 - 220V AC
Current Power Inverter	0.34A – 0.14A	0.3A – 0.11A

Figure 7 shows that the line chart of input voltage becomes decreases within hours. That means the inverter's input voltage refers to the battery is not rechargeable, and the self-loop generator is not working. It also happens to the output voltage of the inverter in Figure 8. More hours are increasing; the fewer output voltages decrease while in Figure 9 shows that both currents of input and output also decrease within the hours.



Figure 7: Input Voltage of Inverter depends on hours usage

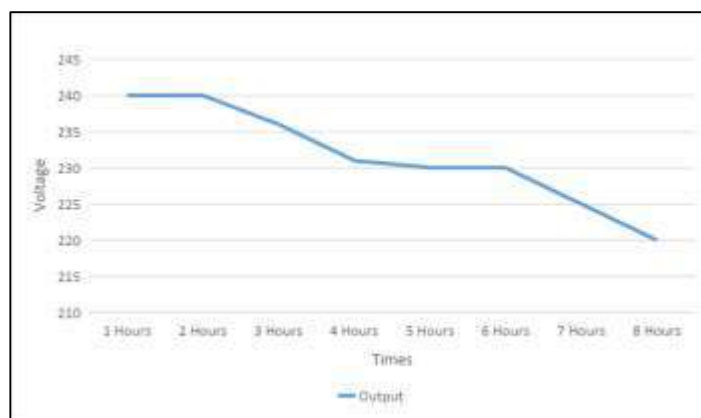


Figure 8: Output Voltage of Inverter depends on hours usage

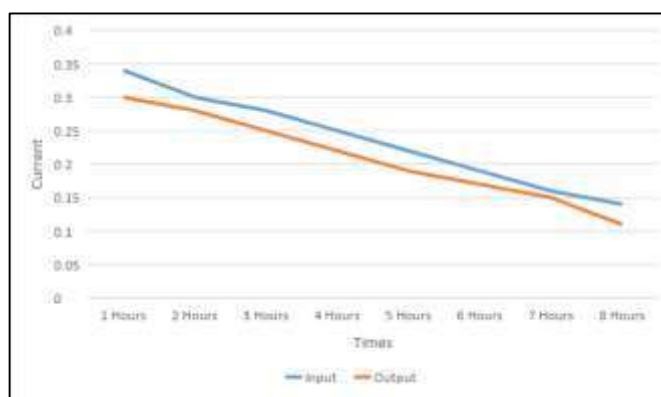


Figure 9: Input and Output Current of Inverter

5. CONCLUSION

At the conclusion of this project, the researcher successfully accomplished all the objectives in this project. This project has been designed to successfully develop a self-loop generator consisting of a motor, alternator, inverters, and batteries based on the references stated below. This project also successfully reviews the suitability of input and output in terms of voltage, current, and power. The battery acts as a starter flowing electrical energy to the inverter to be converted from 12V DC to 240 AC so that the motor can be moved. When the motor rotates with a rotation of 1400 rpm, it will move the pulley on the alternator through the belt. The rotation of the alternator will produce electrical energy that will be used by two sources, namely the battery itself and the load, which are home appliances. The home application should be electrical goods that use 12 to 14V DC. If for AC use, an inverter can be installed to convert DC to AC. recharging the battery was known as a self-loop, and the whole system was known as a self-loop generator. In terms of observations on voltage, current, and power output, it is found that input voltage becomes decreases within hours. That means the inverter's input voltage refers to the battery is not rechargeable, and the self-loop generator is not working. It also happens to the output voltage of the inverter. More hours are increased; the fewer output voltages decrease, and both currents of input and output also decrease within the hours. The decrease in voltage and current is parallel based on the ohm's law that is $V = IR$ (Lu, 2017). This decreased voltage and current value are due to the ability to maintain the battery charge value to be at an optimal level. Apart from that, the motor and generator have stored energy in the rotating moment, which is compatible with the input needed by the motor after the generator converts the energy to electricity, and so the energy is recycled throughout the system. As the flywheel energy (mechanical) is recycled to the motor driver input, the system runs down more

slowly than before (electrical). The system ultimately comes to a halt due to friction losses and electromagnetic drag as it slows.

REFERENCES

- Ajayi, O. A. (2012). *Application of Automotive Alternators in Small Wind Turbines*. Retrieved from <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:60a3ca0e-25f0-4892-ae52-300DCb4443ab/datastream/OBJ>
- Allan, S. D. (2012). *Motor-Generator Self-Looped with Usable Energy Left Over*. Retrieved from http://arizonaenergy.org/News_12/News_Oct12/Motor-GeneratorSelf-LoopedwithUsableEnergyLeftOver.html
- Ayres, R. U. (2021). *The History and Future of Technology*. Springer International Publishing.
- Chen, C.T., Islam, R. A., & Priya, S. (2006). Electric energy generator. *IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control*, 53(3), 656-661.
- Duarte, F., Ferreira, A., & Fael, P. (2018). Road pavement energy-harvesting device to convert vehicles' mechanical energy into electrical energy. *Journal of Energy Engineering*, 144(2): 1-14.
- Hashfi, T. B., Islam, M. M., Shareef, H., & Khan, S. S. (2018). A low-cost method to convert automotive alternator for wind electricity generation. *6th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, 1-4.
- Kabalci, E., & Kabalci, Y. (2021). Introduction to power systems. In E. Kabalci (Ed.). *Hybrid Renewable Energy Systems and Microgrids* (1st ed., pp. 1-46). Academic Press.
- Kapila, P., Puri, G., & Gaur, M. (2017). Electric Car Charging System by Alternator. *International Journal of Engineering Research in Electrical and Electronic Engineering (IJEREEE)*, 3(11).
- Marignetti, F., Di Stefano, R. L., Rubino, G., & Conti, P. (2020). Development and Laboratory Testing of a Self-Excited Synchronous Machines without Permanent Magnets. *Energies*, 13(15), 3966.
- Vijayagopal, R., & Rousseau, A. (2021). Electric Truck Economic Feasibility Analysis. *World Electric Vehicle Journal*, 12(2), 75.



Bidang 3

PENGURUSAN ALAM SEKITAR DAN LANDSKAP

Mengintegrasikan Amalan Pengurusan Alam Sekitar Dalam Pengoperasian Institusi Melalui Dasar-Dasar & Prosedur Bagi Memastikan Amalan Alam Sekitar Terbaik di Aplikasi dalam Urusan Harian

Aplikasi Teknologi IoT dan GIS dalam Pemetaan Tahap Pencemaran dan Indeks Kualiti Udara Ke Arah Bandar Mampan dan Pintar

Gs. Sarina Elias¹, Muhamad Azmirul Azli Haidil¹ & Isfa Kamal Ishak²

¹Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah, Jitra, Kedah

²Jabatan Teknologi Maklumat dan Komunikasi, Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah, Jitra, Kedah

sarinaelias@polimas.edu.my

ABSTRAK

Salah satu kebimbangan utama dengan persekitaran kita pada hari ini ialah masalah pencemaran udara yang selain mengganggu keseimbangan alam sekitar juga memberi kesan buruk kepada kesihatan manusia. Pengesanan, pemantauan dan cara mengatasi pencemaran udara merupakan salah satu masalah utama era sekarang. Objektif utama penyelidikan ini adalah untuk membangunkan satu alat yang dapat mengesan tahap pencemaran udara melalui bacaan indeks pencemaran udara (IPU) sensor mudah alih dan memetakan hasilnya ke peta haba dengan menggunakan *Quantum GIS*. Analisis sistem maklumat geografi (GIS) telah dilaksanakan dalam mengenal pasti tahap pencemaran udara yang berhubungan secara terus dengan aktiviti guna tanah di kawasan kajian. Hasil analisis terhadap 10 stesen cerapan mendapati peta haba dan aktiviti gunatanah menunjukkan tahap pencemaran udara adalah sangat berkait rapat dengan aktiviti gunatanah bagi sesuatu kawasan. Kajian juga telah menunjukkan bahawa alat yang dibangunkan mampu mencerpap data masa nyata (*real time data*) untuk memantau tahap pencemaran karbon. Kaedah yang dicadangkan untuk pemantauan pencemaran udara ini adalah melibatkan proses penjimatan dan kecekapan masa. Penggunaan alat ini seiringan IR 4.0 dan selari dengan konsep Bandar Pintar dalam merealisasikan Bandar Mampan seperti yang telah direncanakan dalam pelan pembangunan perancangan bandar.

Kata Kunci: IoT, GIS, heatmap, IPU, bandar mampan, smart city.

1. PENGENALAN

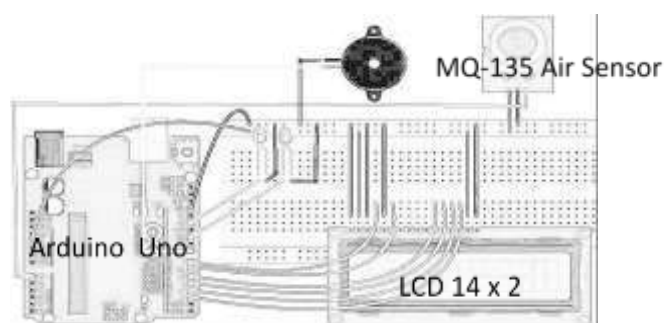
1.1 IoT Dalam Perancangan Bandar

Menurut WHO (2018), kesihatan adalah keutamaan dalam perancangan bandar. Keperluan untuk memastikan individu tahu tahap pencemaran udara dan kesan pencemaran udara kepada tahap kesihatan di dalam bandar yang di diami dinyatakan sebagai keperluan yang perlu diterapkan kepada komuniti oleh Badan Kesihatan Sedunia. Kenyataan ini menjelaskan bahawa masyarakat perlu dididik untuk mengambil tahu tahap pencemaran udara di lokaliti yang didiami. Masalah perbandaran yang sering kali dibincangkan antaranya adalah pencemaran alam sekitar selain daripada kesesakan lalu lintas, kesesakan manusia dan perkhidmatan bandar. Dalam konteks global, *Internet of things* (IoT) dipercayai menjadi kaedah yang penting di kalangan teknologi komunikasi maklumat seiring dengan gerakan dalam menghasilkan sebuah bandar pintar (*Smart Cities*), terutamanya dalam menjadikan sesebuah pembangunan yang lebih mampan. Model Bandar Pintar digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk menyelesaikan isu-isu urbanisasi dan meningkatkan kualiti hidup. Penerapan IoT adalah sangat penting dalam konteks bandar pintar, yang berfungsi sebagai paradigma untuk pembangunan yang lebih sistematik dan berteknologi tinggi melalui hasil daripada penggunaan teknologi IoT. Secara amnya, bandar pintar berusaha dalam menyediakan keperluan dan kemudahan untuk orang awam dengan kos dan kesan yang minima dalam menghasilkan pembangunan yang mampan sejajar dengan aspirasi Malaysia ke arah bandar

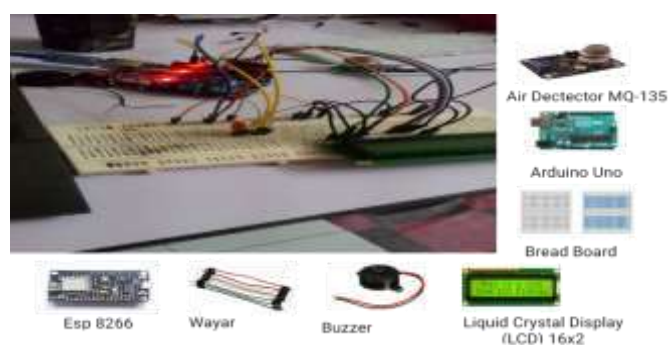
mampan untuk mengurangkan intensiti pelepasan karbon dioksida hingga 40% per KDNK dari segi intensiti pelepasan KDNK menjelang 2020 berbanding tahun 2005, bergantung kepada pemindahan teknologi dan kewangan dari negara maju.

1.2 Air Monitoring Smart System (AMMS)

Air Monitoring Smart System (AMMS) merupakan alat yang dibangunkan berfungsi sebagai alat pengesanan tahap kualiti udara. Sistem ini dibangunkan menggunakan *mikrocontroler Arduino* dan komponen IoT yang lain. Lakaran susunatur AMMS adalah seperti di dalam rajah 1. *Air Monitoring Smart System (AMMS)* ini direka untuk memantau dan menganalisis kualiti udara dalam masa yang nyata dan data dikumpul melalui pelayar jauh serta dikemas kini melalui internet. Pengukuran kualiti udara diambil berdasarkan metrik Bahagian Per Juta (PPM) dan dianalisis menggunakan sistem maklumat geografi (GIS). Pengukuran kualiti udara yang diambil melalui sistem yang direka adalah tepat dan berkualiti tinggi dan diterjemahkan melalui perisian Quantum GIS 3.0. Antara perkakasan yang digunakan bagi menghasilkan produk adalah Arduino Uno, Bread Board, Air Dectector MQ-135, Liquid Crystal Display (LCD) 16x2, Buzzer dan Wayar seperti di dalam rajah 2.



Rajah 1: Lakaran produk *Air Monitoring Smart System (AMMS)*



Rajah 2: Perkakasan untuk *Air Monitoring Smart System (AMMS)*.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Perancangan dan Pembangunan Bandar

Perancangan bandar bertanggungjawab menterjemah dasar dan aspirasi kerajaan ke dalam pembangunan penempatan supaya selesa didiami rakyat. Ia merangkumi pembangunan kawasan bandar, wilayah atau kawasan luar bandar. Pembukaan dan pembangunan sesuatu kawasan seperti bandar baru dan kawasan penempatan memerlukan perancangan, susun atur serta pelan yang sistematik. Ini bertujuan mengelakkan sesebuah kawasan yang dibangunkan itu mendatangkan masalah dalam jangka panjang seperti kesesakan, pencemaran serta pembangunan persekitaran yang tidak teratur. Pembangunan yang mampan di Malaysia merupakan pembangunan yang mengimbangkan ekonomi dengan keperluan sosial dan alam

sekitar. Menurut Brundtland (1987) didalam WCED (1987), menyatakan pembangunan mampan adalah pembangunan yang memenuhi keperluan masa kini tanpa menjejaskan keupayaan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka sendiri. Sementara definisi bandar mampan yang dikemukakan oleh *Research Triangle Institute* (RTI) ialah "Wilayah Metropolitan yang boleh bersaing dengan jayanya di peringkat global tetapi masih boleh mengekalkan keunggulan budaya dan alam sekitarnya".

Walaupun terdapat definisi yang berbeza tetapi antara semua definisi bandar mampan terdapat satu tema yang dikongsi bersama iaitu alam sekitar (*environment*), masa depan (*futuristic*) dan kesaksamaan (*equity*). Konsep Bandar Pintar (*Smart City*) adalah inisiatif ke arah merealisasikan aspirasi kerajaan untuk bandar mampan. Kassim (2019) mendefiniskan bandar pintar sebagai bandar yang menggunakan teknologi maklumat dan komunikasi (ICT) dan kemajuan teknologi untuk menangani isu perbandaran dan meningkatkan tahap kehidupan, pertumbuhan ekonomi, kemampuan alam sekitar dan pengurusan bandar yang lebih efisien dan selamat. Trend bandar pintar ini disokong oleh ledakan teknologi Revolusi Perindustrian Keempat (Industri 4.0) termasuk penggunaan *Internet of Things* (IoT), *Cloud Computing*, *Open Data* dan *Big Data Analytics real time urban informatics*. Kajian ini adalah sebagai menyokong kepada perancangan bandar yang telah digariskan oleh kerajaan Malaysia.

2.2 Pelan Pembangunan Bandar Pintar (*Smart Cities*) Putrajaya

Melalui pelan pembangunan Bandar Pintar Putrajaya di dalam laporan Putrajaya Smart City Blueprint (2020) telah menggariskan pelaksanaan sistem kawalan alam sekitar bersepadu yang diletakkan dibawah domain 2 iaitu *Smart Home and Environment*. Objektifnya adalah untuk memantau keadaan alam sekitar di Putrajaya berada pada tahap kualiti yang tinggi. Pendekatan pelaksanaan adalah melalui pemasangan sensor pencemaran untuk memantau kualiti udara dan cuaca. Seterusnya warga penduduk dapat mengakses maklumat nilai API 24 jam dan pelaporan kualiti udara dan cuaca bersepadu adalah secara dalam talian. Pada masa ini, kaedah penawanan data digambarkan seperti didalam rajah 3.



Rajah 3: Kaedah dan hasil cerapan data pada masa kini

2.3 Teknologi *IoT* dan *GIS*

Wonohardjo dan Kusuma (2019), telah menerapkan sistem pemantauan dan pemetaan pencemaran terpadu yang terdiri dari sensor MQ-7, GPS, GSM, modul paparan, papan Arduino, dan pelayan web. Sistem yang dicadangkan dapat memberikan tahap pencemaran di suatu kawasan dalam masa nyata. Dari eksperimen tersebut, dapat disimpulkan bahawa pengesanan pencemaran karbon monoksida di udara berfungsi dengan baik; dari proses membaca nilai pencemaran karbon monoksida, mengirimkannya ke pelayan MySQL, hingga memaparkannya dalam bentuk peta haba di Peta Google. Kajian juga menilai dua kaedah persampelan, persampelan berdasarkan masa dan jarak. Jelas bahawa kaedah persampelan berdasarkan jarak lebih baik daripada kaedah persampelan berdasarkan masa. Kaedah

persampelan berdasarkan jarak mempunyai jarak persampelan yang lebih biasa. Ini dapat dilihat dari nilai sisihan piawai yang lebih kecil. Penyelidikan ini menggunakan sensor MQ-7 yang memberi tumpuan untuk mengesan tahap karbon monoksida.

2.4 Indeks Pencemaran Udara (IPU)

Kualiti udara di Malaysia dilaporkan sebagai API (Indeks Pencemaran Udara) atau dalam Bahasa Melayu sebagai IPU (Indeks Pencemaran Udara). Empat komponen pencemar indeks iaitu, karbon monoksida, ozon, nitrogen dioksida dan sulfur dioksida. Sekiranya API melebihi 500, keadaan kecemasan dinyatakan di kawasan pelaporan. Biasanya, ini bermaksud bahawa perkhidmatan kerajaan yang tidak penting ditangguhkan, dan semua pelabuhan di kawasan yang terlibat ditutup. Mungkin juga ada larangan terhadap kegiatan komersial dan industri sektor swasta di wilayah pelaporan tidak termasuk sektor makanan. Jadual 1 menunjukkan skala klasifikasi kesihatan yang digunakan oleh kerajaan Malaysia.

Jadual 1: Skala Indeks Pencemaran Udara. Sumber: Jabatan Alam Sekitar (2020)

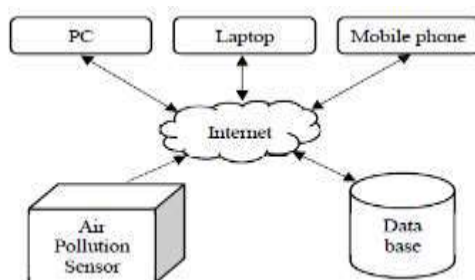
API	Air Pollution Level
0 - 50	Good
51 - 100	Moderate
101 - 200	Unhealthy
201 - 300	Very unhealthy
301 - 500	Hazardous
500+	Emergency

2.5 Bacaan ppm (*Parts Per Million*).

Unit bagi bacaan gas adalah ppm. Bahagian per juta (ppm) adalah satu unit ukuran yang digunakan apabila menyatakan tahap kepekatan yang sangat cair dari bahan pencemar di udara, air dan cecair lain. Sebagai contoh, 1 PPM dakwat dalam air bermakna bahawa dalam satu juta unit jisim air akan ada satu unit massa dakwat. Oleh itu, ppm merujuk kepada satu item dalam satu juta dari saiz yang sama. Melalui kajian ini, gas yang dibaca adalah kepekatan gas karbon monoksida (CO).

3. METODOLOGI

Reka bentuk alat bagi sistem pengesanan pencemaran udara dapat dilihat pada rajah 4. Sistem pengesanan pencemaran udara yang dibangunkan terdiri dari beberapa komponen seperti sensor pencemaran udara, penyambungan internet, pangkalan data, dan perangkat komputer seperti PC, komputer riba, dan telefon bimbit. Sensor pencemaran udara mengandungi modul yang bertujuan untuk mengumpulkan data pencemaran yang berlaku di tempat tertentu.



Rajah 4: Reka bentuk Komponen Pengesanan Pencemaran Udara

Air Monitor Smart System (AMMS). AMMS yang dibangunkan kemudiannya dipasang di kawasan kajian yang bersesuaian seperti di kawasan tumpuan orang ramai atau kawasan yang terdedah kepada pencemaran supaya maklumat yang akan diperolehi lebih efisien dan sistematik. Selanjutnya, sistem ini secara berkala mengirimkan pengukuran tahap pencemaran udara dan lokasi mereka melalui internet dan disimpan ke dalam pangkalan data. Aplikasi Arduino IDE digunakan bagi memprogram data seperti masa, kawasan kajian, koordinat (X)(Y) dan nilai bacaan tahap kualiti udara. Data diprogramkan mengikut kesesuaian kawasan kajian seperti di dalam rajah 5.



Rajah 5: Langkah memprogram data

Maklumat yang terhasil melalui AMMS iaitu bacaan masa, kawasan kajian, koordinat (X)(Y) dan nilai bacaan tahap kualiti udara di hantar melalui aplikasi IOT ke laman web *Google Spreadsheet*. Stesen persampelan dinyatakan seperti di dalam jadual 2 dan contoh nilai bacaan adalah seperti dalam jadual 3.

Jadual 2: Stesen Persampelan

No.Stesen	Stesen	Nilai Koordinat (Lat, Long)		Daerah
S1	Kampung Tanjung	100.3583	6.338949	Kubang Pasu
S2	Pokok Sena	100.5186	6.168503	Pokok Sena
S3	Tunjang	100.3279	6.282504	Kubang Pasu
S4	Kuala Nerang	100.6085	6.253995	Padang Terap
S5	Kodiang	100.305	6.393443	Kubang Pasu
S6	Air Hitam	100.2595	6.224866	Jerlun
S7	Changlun	100.4293	6.43534	Kubang Pasu
S8	Bukit Wang	100.4736	6.304632	Kubang Pasu
S9	Ipda	100.4296	6.240967	Kubang Pasu
S10	Bandar Darulaman	100.4198	6.250218	Kubang Pasu

Jadual 3: Contoh nilai bacaan yang dihasilkan

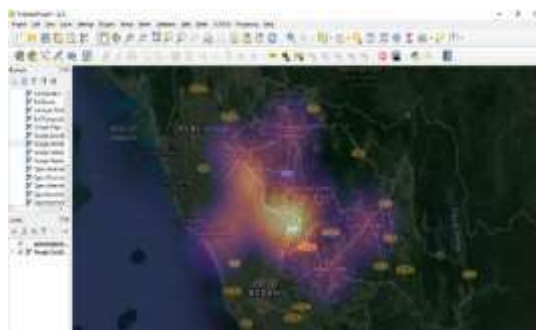
1	Time	LOCATION X	Y	Bacaan IPU	
3	8:33:02	IPDA	100.4296	6.240967	68
4	8:33:02	IPDA	100.4296	6.240967	67
5	8:33:03	IPDA	100.4296	6.240967	67
6	8:33:03	IPDA	100.4296	6.240967	67
7	8:33:04	IPDA	100.4296	6.240967	67
8	8:33:04	IPDA	100.4296	6.240967	67
9	8:33:05	IPDA	100.4296	6.240967	67

Data dimasukkan ke dalam perisian *Geographical Information System* melalui CSV File yang telah disimpan untuk dianalisis. Rajah 6 menunjukkan antaramuka *Quantum GIS* bagi hasil akhir.



Rajah 6: Langkah memasukkan data ke perisian Quantum GIS 3.0

Data yang terhasil daripada *AMMS* dikeluarkan dalam bentuk peta yang telah dianalisis. Merujuk kepada rajah 7 adalah peta haba yang dihasilkan daripada perisian *Quantum GIS*.



Rajah 7: Peta haba bagi kawasan kajian

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil daripada kajian ini membincangkan beberapa aspek iaitu yang penjana analisis data pencemaran udara dan potensi *AMMS*.

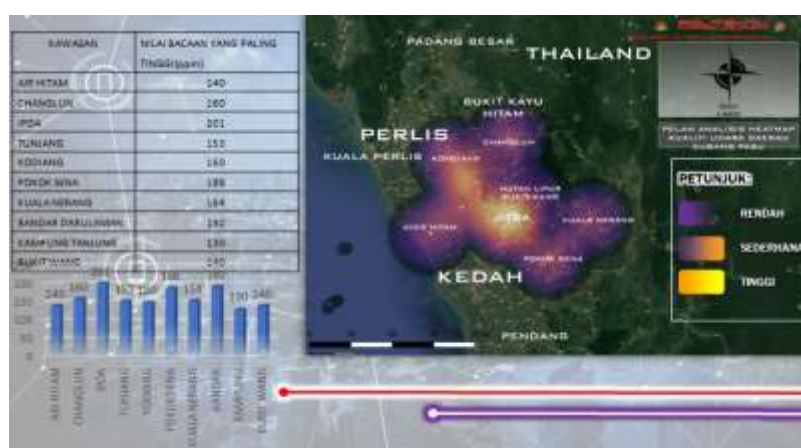
4.1 Penjana analisis data pencemaran udara

Sistem Pengurusan Indeks Pencemaran Udara Malaysia sedia ada melalui agensi berkaitan telah meletakkan 68 stesen cerapan dengan 4 daripadanya adalah di negeri Kedah. Setiap lokasi tersebut adalah di Kulim, Sungai Petani, Alor Setar dan Langkawi. Kajian ini yang hanya tertumpu di Kubang Pasu dan beberapa lokasi bersempadanan seperti didalam rajah 8 telah

berkeupayaan merekod bacaan indeks pencemaran udara terhadap 10 stesen yang telah dipilih berpandukan kepada kedudukan geografi. Data secara *real-time* telah diambil untuk tempoh 30 minit dalam jangka masa 2 minggu bagi memperoleh data yang berkualiti. Penjana peta haba dibangunkan dengan menggunakan data dari AMMS. Peta haba adalah teknik visualisasi data yang menunjukkan besarnya fenomena sebagai warna dalam dua dimensi. Variasi warna mungkin disebabkan oleh rona atau intensiti, ia memberikan petunjuk visual yang jelas bagaimana fenomena tersebut dikelompokkan atau bervariasi di ruang. Berdasarkan rajah 9 tersebut dengan jelas di paparkan kawasan stesen (9) IPDA dan stesen (10) Bandar Darulaman Jitra di daerah Kubang Pasu menunjukkan nilai bacaan indeks pencemaran udara yang lebih tinggi berbanding kawasan lain namun masih dalam kategori tidak membahayakan. Apabila dilapiskan pula bersama peta gunatanah iaitu dengan mengambil parameter 1 km gunatanah daripada stesen cerapan, dapat dilihat jenis aktiviti gunatanah yang meyumbang kepada bacaan indeks pencemaran udara. Merujuk kepada rajah 10, boleh dibuat kesimpulan bahawa aktiviti gunatanah utama adalah pertanian diikuti gunatanah kediaman. Kawasan ini melibatkan laluan lalu lintas yang tidak sesak serta aktiviti pembangunan yang tidak pesat. Aktiviti gunatanah seperti ini secara logiknya adalah tidak menyumbang kepada indek pencemaran udara yang tinggi.



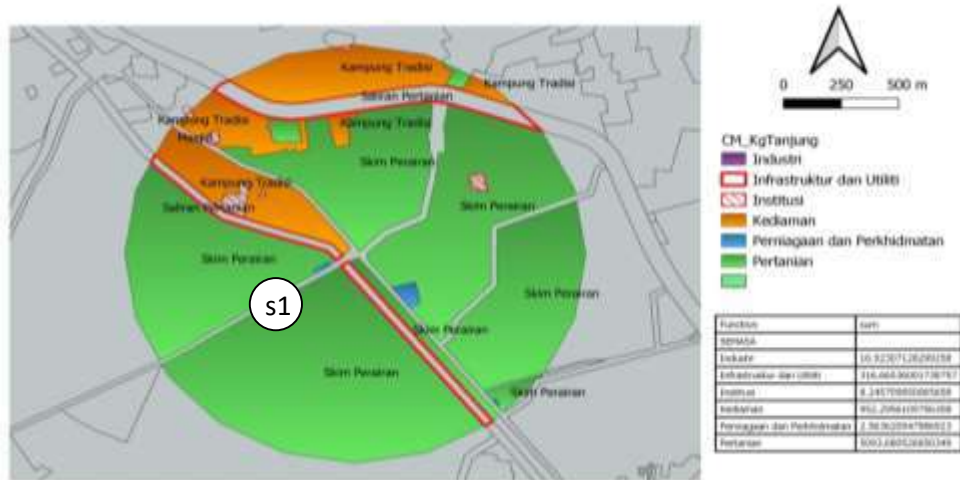
Rajah 8: Peta haba lokasi cerapan indeks pencemaran udara daerah Kubang Pasu



Rajah 9: Peta haba berdasarkan nilai bacaan yang paling tinggi (ppm) bagi 10 stesen.

Merujuk pada rajah 11, boleh dibuat kesimpulan bahawa gunatanah kawasan tersebut lebih didominasi oleh gunatanah kediaman di ikuti institusi dan mempunyai komponen gunatanah utama yang pelbagai. Di samping populasi yang lebih ramai berbanding stesen 9 sudah pasti

kadar kesesakan lalulintas juga adalah tinggi seterusnya mendorong kepada IPU yang lebih tinggi berbanding kawasan lain.



Rajah 10: Peta Gunatanah Sekitar 1 KM dari stesen 1 cerapan IPU Kg. Tanjung



Rajah 11: Peta Gunatanah Sekitar 1 KM dari stesen (9) cerapan IPU IPDA

Input bacaan AMMS 2000 direkodkan dalam tempoh 30 minit dengan kadar bacaan 20 saat / 1 unit rekod secara *real time*. Kemampuan ini mampu membantu pihak yang terlibat untuk memantau indeks pencemaran udara secara lebih cepat dan meluas.

4.2 Potensi AMMS

Selaras dengan pelan pembangunan bandar pintar, alat dan kaedah pemantau pencerapan tahap pencemaran udara menggunakan IoT dan GIS ini boleh diperkemas dan diperkembangkan lagi. Kualiti udara telah menjadi perhatian utama di seluruh dunia, di dalam dan di sekitar bandar. Kehidupan dengan kualiti udara yang rendah memberi kesan buruk kepada penduduk dan juga haiwan di bandar. Peranti IOT yang dibangunkan ini dapat menawarkan pemantauan waktu nyata terhadap tahap pencemaran udara. Peranti yang mampu berfungsi di dalam rumah, dalam perjalanan dan di luar rumah.

Penyumbangan data secara *cloud computing* mampu memberikan idea sama ada pencemaran udara disebabkan oleh lalu lintas kenderaan atau beberapa faktor lain. Secara langsungnya, pihak berkuasa dapat mengambil tindakan yang lebih sesuai.

Setelah mengesan pencemaran udara di kawasan tertentu yang melebihi had yang ditetapkan, peta haba yang dihasilkan untuk kawasan tersebut akan dizonkan merah dan pihak berkuasa terlibat akan diberitahu mengenai lokasi tersebut; untuk memeriksa dan mengenalpasti faktor pencemaran udara berada dalam jumlah yang tinggi dan untuk menentukan sama ada terdapat kaedah mengurangkannya.

5. KESIMPULAN

Kajian telah menerapkan sistem pemantauan dan pemetaan pencemaran terpadu yang menggabungkan teknologi IoT dan GIS. Sistem yang dicadangkan dapat memberikan tahap pencemaran di suatu kawasan dalam masa nyata (*real time*). Dari eksperimen tersebut, dapat disimpulkan bahawa pengesan pencemaran karbon di udara berfungsi dengan baik; dari proses membaca nilai pencemaran karbon, mengirimkannya ke pelayan Google sheet hingga memaparkannya dalam bentuk peta haba. Hasil dari *Air Monitoring Smart System* (AMMS) juga dilapiskan dengan peta aktiviti gunatanah kawasan bagi melihat kewujudan hubungan antara sumbangan kepada bacaan indeks pencemaran. Jelas membuktikan aktiviti gunatanah turut menyumbang kepada peningkatan bacaan indeks pencemaran udara sesuatu kawasan. Kajian ini boleh dikembangkan lagi dengan memberi fokus kepada GISCloud supaya penjana analisis terhadap data boleh menggunakan fungsi GIS yang lain dengan lebih berkesan seterusnya dapat memberi maklumat kepada warga penduduk dengan lebih pantas.

PENGHARGAAN

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan kajian ini.

RUJUKAN

Kassim N.S. (2019). Ke Arah Pembangunan Bandar Pintar Malaysia, Jabatan Perancangan Bandar & Desa. Kementerian Wilayah Persekutuan.
www.townplan.gov.my

Wonohardjoa E.P dan Kusumaa G.D (2019), Air Pollution Mapping using Mobile Sensor Based on Internet of Things, *4th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence* Procedia Computer Science 157 (2019) 638–645
https://www.researchgate.net/publication/336203380_Air_Pollution_Mapping_using_Mobile_Sensor_Based_on_Internet_of_Things

E. Bozyazi et al (2000), Analysis and mapping of air pollution using a GIS approach: *A case study of Istanbul*, Wit Press
<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/AIR00/AIR00043FU.pdf>

WCED. (1987). Our common future: Oxford University Press.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

WHO (2018), Health must be the number one priority for urban planners.

<https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/health-must-be-the-number-one-priority-for-urban-planners>

Putrajaya Smart Blue Print

<https://www.ppj.gov.my/storage/putrajaya07/489/489.pdf>

Kemampuan, Pelancongan dan Pengurusan Alam Sekitar: Sorotan Literatur

Asra Zaliza Asbollah¹ & Ahmad Arman Nor Anuar²

¹UniKL Business School, Universiti Kuala Lumpur, Kuala Lumpur

²Kolej Komuniti Hulu Selangor, Batang Kali, Selangor

asra.zaliza@unikl.edu.my

ABSTRAK

Industri pelancongan merupakan satu industri yang berkait rapat dengan alam sekitar yang melibatkan banyak faktor, terutama dari aspek pengurusan. Salah satu aspek penting dalam pengurusan pelancongan adalah dengan menyediakan persekitaran yang mampan. Pengurusan pelancongan yang mampan sangat penting kerana kebanyakan produk pelancongan menggunakan lebih banyak sumber semula jadi, yang seterusnya sedikit sebanyak akan memberi kesan negatif kepada persekitaran dengan menghasilkan sejumlah besar bahan buangan. Ini menguatkan lagi betapa pentingnya isu kemampuan dibincangkan di bawah payung pengurusan persekitaran pelancongan. Dalam memastikan sesebuah destinasi pelancongan itu berjaya dan berterusan, persekitaran yang mempunyai kualiti yang baik amat diperlukan. Selain itu, boleh dikatakan tanpa persekitaran yang menarik, tidak akan ada kegiatan pelancongan. Dalam konteks ini, adalah perlu untuk memahami perspektif kemampuan dan justeru itu, sorotan literatur ini secara ringkas merangkumi literatur yang berkaitan, bertujuan untuk membincangkan secara ringkas definisi dan konsep kemampuan, pelancongan dan perkaitannya dengan alam sekitar.

Kata Kunci: kemampuan, pelancongan, pengurusan, alam sekitar, sorotan literatur.

1. PENGENALAN

Di dalam setiap pembangunan, tujuan pelaksanaan kemampuan adalah untuk mewujudkan ketelusan dan kerjasama (United Nation, 2016). Melalui ketelusan dan kerjasama ini, setiap pihak diberi kesempatan untuk menyertai secara aktif dalam proses membuat keputusan dalam berbagai tahap pembangunan seperti perancangan, pengurusan dan pelaksanaan. Di samping itu, proses membuat keputusan yang berkaitan mesti dilakukan secara telus (Kibert et al., 2011). Matlamat utamanya adalah untuk memperkukuh penglibatan, tanggungjawab dan peranan pelbagai kumpulan manusia berdasarkan pelbagai peringkat perancangan, pelaksanaan, pengurusan dan pembuat keputusan. Seperti yang dinyatakan di atas, asas untuk memperkukuhkan integrasi pelbagai pihak ini adalah bertujuan untuk mencapai corak pembangunan yang mampan.

2. KEMAMPAAN, PELANCONGAN DAN PENGURUSAN ALAM SEKITAR

Kemampuan adalah satu konsep yang cuba menonjolkan kesan hasil kegiatan manusia di atas muka bumi ini (Kibert, 2011). Dengan erti kata lain, konsep ini menerangkan perkaitan defisit sumber masa kini dan masa depan kerana ia menyoroti penurunan atau kehilangan dan pemusnahan sumber untuk faedah jangka pendek. Menurut Taucharungroj et al., (2018), kemampuan juga merupakan satu konsep yang bertujuan untuk memahami dan menyumbang kepada proses ekologi, sosial dan ekonomi kerana ia berkait rapat dengan interaksi antara pelbagai elemen yang saling berkaitan seperti persekitaran binaan, alam semula jadi dan manusia di dalam sesebuah destinasi. Oleh itu, hanya pelancongan yang menghormati alam

sekitar dan kesejahteraan penduduk tempatan yang harus digalakkan dan dipromosikan. Pelancongan mampan dengan ini seharusnya berpotensi untuk memenuhi setiap kriteria ini. Pembangunan yang tidak terancang dan tingkah laku masyarakat yang tidak baik adalah antara penyebab yang membawa kepada masalah persekitaran, dan ini banyak terjadi terutama di negara membangun (Martinez, 2008). Bagaimanapun, yang membimbangkan isu kemampanan pada masa ini boleh dikaitkan dengan pendekatan yang lebih memfokuskan ke arah masalah teknikal dan bersifat pendekatan reaktif iaitu ianya hanya akan dilaksanakan apabila berlaku sesuatu musibah.

Alam sekitar pula merujuk kepada segala benda yang dirangkuminya dan ia terdiri dari komponen yang meliputi sosial, budaya dan kehidupan di atas muka bumi ini (Vining et al., 2008). Mereka seterusnya menyatakan bahawa alam sekitar merupakan satu siri hubungan antara elemen dan manusia secara teratur. Kajian lampau oleh Itellson (1973) pula menyatakan bahawa persekitaran dapat dilihat sebagai satu sistem ekologi di mana terdapat tujuh komponen utama antaranya perseptual iaitu cara individu menjalani kehidupan yang mana ia merupakan prinsip mekanisma yang menghubungkan manusia dan persekitarannya dan juga komponen adaptasi serta integrasi. Adaptasi merupakan tahap di mana sesuatu persekitaran membantu atau menyekat sesuatu aktiviti. Integrasi pula adalah satu bentuk penyesuaian sesebuah kumpulan sosial sama ada ia disokong atau dihalang oleh persekitaran. Berdasarkan justifikasi yang dinyatakan di atas, perkara utama adalah alam persekitaran itu merupakan himpunan dan hubungan pelbagai komponen termasuklah manusia dan elemen yang berada di sekitarnya dan hubungan ini sering mempengaruhi di antara satu sama lain di mana ia akan menghasilkan kesan dan karektor yang tertentu terhadap persekitaran itu. Dalam isu berkaitan, dinyatakan oleh UPEN (2006) di dalam Rancangan Malaysia Ke-9 bahawa tahap kesedaran terhadap betapa pentingnya penjagaan persekitaran adalah semakin meningkat dalam industri pelancongan. Sebagai contoh, terdapat kajian menunjukkan bahawa semakin ramai pelancong lebih suka menginap di hotel yang menjaga alam sekitar. Pengurusan persekitaran di hotel juga mencerminkan perubahan paradigma dalam industri pelancongan dari pelancongan massa (iaitu secara berkumpul/ramai) ke pelancongan mampan. Ini adalah proses berterusan yang diterapkan melalui keputusan pengurusan, di mana kegiatan organisasi dipantau, dan program yang sesuai dirancang untuk mengurangkan impak negatif terhadap alam sekitar.

Asbollah et al (2016) menegaskan tidak dapat dinafikan bahawa Malaysia telah mencapai kejayaan di dalam menyediakan kehidupan yang baik untuk penduduknya namun pembangunan yang dilaksanakan juga merupakan satu gangguan kepada kehidupan dan ia merupakan satu contoh nyata kepada gangguan terhadap alam sekitar. Dalam isu yang berkaitan, senario pengurusan pembangunan alam sekitar di Malaysia secara amnya mempunyai strategi pengurusan pembangunannya yang tersendiri yang sering dipengaruhi oleh faktor ekonomi (Zamhari, & Perumal, 2016). Di antara aspek yang akan diberi penekanan utama semasa menguruskan sesebuah pembangunan adalah polisi atau dasar pembangunan fizikal sedia ada. Yang seterusnya peranan agensi kerajaan dan unit kawalan perancangan serta strategi pengurusan jangka panjang. Jelas Zamhari, & Perumal (2016) lagi, tujuan strategi tersebut dilaksanakan adalah bertujuan untuk melaksanakan program pembangunan secara bersepadu, menggalakkan penggunaan sumber alam secara efisien, mewujudkan kerjasama erat antara sektor awam dan swasta serta mewujudkan kaedah yang baik dan tersusun dalam penyediaan rancangan pembangunan yang bersesuaian. Dari aspek kerjasama pihak-pihak berkepentingan (*stakeholders*), pelancongan diakui mempunyai kesan dan berpotensi untuk membina hubungan yang kuat antara satu sama lain dalam mempromosikan alam sekitar. Dengan menekankan elemen kolaborasi secara *reality* menunjukkan bahawa masyarakat sering tersasar dari perancangan pembangunan melalui proses membuat keputusan dan pengurusan,

terutama di negara membangun yang mana amalan pemerintahan adalah secara dari atas ke bawah (Quyang et al., 2020). Ini boleh mengakibatkan hasil negatif kerana perancangan yang tidak baik dan seterusnya akan mempertaruhkan keseimbangan sosial dan ekosistem terutamanya masyarakat yang bergantung hanya kepada pelancongan. Namun, penglibatan aktif setiap pihak yang berkepentingan difikirkan perlu untuk mengelakkan permasalahan yang mana telah diketahui bahawa setiap masyarakat setempat dan pihak berkepentingan mempunyai pandangan dan sikap yang bertentangan mengenai kesan terhadap pembangunan pelancongan.

3. KESIMPULAN

Secara ringkas, destinasi pelancongan yang dirancang dengan teliti dapat membawa manfaat kepada sektor ekonomi dan social. Ia juga dapat meminimumkan faktor kesan persekitaran yang sering dikaitkan dengan pembangunan pelancongan yang tidak terkawal. Pendekatan lain yang sering dipertimbangkan dalam pembangunan destinasi pelancongan ini adalah pendekatan secara mampan. Walau bagaimanapun, pembangunan pelancongan mampan adalah salah satu isu utama yang dihadapi pelbagai pihak pada masa sekarang.

Pelancong bukan sahaja prihatin dengan pelbagai bentuk pencemaran alam sekitar di destinasi percutian mereka, namun yang lebih mengejutkan, terdapat banyak contoh jelas mengenai pencemaran alam sekitar yang telah mengakibatkan penduduk tempatan kehilangan pendapatan dari aktiviti pelancongan. Untuk mencapai pembangunan yang lebih mampan, sektor kerajaan dan juga sektor swasta harus mengambil pendekatan bersepadu untuk pembangunan kawasan pelancongan. Secara ringkas, pendekatan bersepadu ini berharap dapat mengurangkan gangguan terhadap sumber semula jadi yang ada di destinasi.

Seperti yang dijelaskan di atas, seiring dengan keperluan bagi pendekatan yang lebih rasional, satu strategi perlu dirangka bagi mengendalikan keperluan pembangunan pelancongan ke arah kemampan yang berterusan terhadap alam sekitar. Memahami keperluan dan harapan semua pihak berkepentingan di dalam pelancongan dapat mewujudkan peluang pengurusan pelancongan yang lebih baik. Walaupun organisasi pelancongan berbeza dalam ukuran dan ruang lingkup sesuai dengan lokasi dan situasinya, langkah-langkah dalam pengurusan sebenarnya adalah merupakan satu proses yang standard dan proses itu perlu diberi tumpuan dalam apa jua jenis pembangunan yang melibatkan kawasan persekitaran yang sensitif. Sentuhan pengurusan alam sekitar yang sangat baik menjamin kejayaan destinasi untuk menjadi produk pelancongan yang sempurna pada masa depan.

RUJUKAN

- Asbollah, Asra Zaliza; Mohd Isa, Nordiana and Kamaruzzama, Syahrul Nizam (2016). *Sustainability and The Facility Management in Malaysia*, The 4th International Building Control Conference, Pullman Bangsar, Kuala Lumpur, 7&8 March, 2016
- Jamaluddin, M.J. (2001). *Pengurusan Alam Sekitar di Malaysia*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Kibert, C.J., Thiele, L., Peterson, A. & Monroe, M. (2011). *The Ethics of Sustainability*. John Wiley & Sons Ltd, UK

- Martinez, E. et al. (2008). Participative democracy and local environmental issues. *Journal of Ecological Economics*, 12, 83 – 94.
- Ouyang, J.; Zhang, K.; Wen, B.; Lu, Y. (2020). Top-Down and Bottom-Up Approaches to Environmental Governance in China: Evidence from the River Chief System (RCS). *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 7058.
- Taecharungroj, V., T. Tachapattaworakul Suksaroj, & C. Rattana-pan. (2018). The place sustainability scale: Measuring residents' perceptions of the sustainability of a town. *Journal of Place Management and Development*, 11 (4), 370–390.
- United Nation. (2016). Retrieved July 14, 2021 from <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Bahasa-Malaysia.pdf>
- UPEN (2006). Retrieved July 14, 2021 from <https://www.epu.gov.my/sites/default/files/2020-03/RMK9.pdf>
- Vining, J., Merrick, M., & Price, E. (2008). The Distinction between Humans and Nature: Human Perceptions of Connectedness to Nature and Elements of the Natural and Unnatural. *Human Ecology Review*, 15(1), 1-11.
- Zamhari, S. K. & Perumal, C. (2016). Cabaran Dan Strategi Ke Arah Pembentukan Komuniti Lestari. *Journal of Society and Space*, 12 (12), (10-24).

Mesin Pemampat Abu Al-Quran

Mohd Ridhuan Ismail

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, POLISAS, Kuantan, Pahang

ridhuan@polisas.edu.my

ABSTRAK

Pemampat abu ini direka khusus untuk memurnikan secara terhormat pelupusan abu al-Quran yang telah dibakar dan dimampatkan ke bentuk palet serta palet ini mengurai halus selepas dilupus ke laut mengikut hukum syarak. Masalah utama yang dihadapi ialah kesukaran menguruskan debu ketika proses pelupusan, ketidaksempurnaan dalam menguruskan pelupusan kerana terdapat sisa debu yang masih tinggal di sekelilingnya dan memerlukan ruang simpanan yang besar untuk penyimpanan debu. Ia bermula dengan mereka bentuk dan membina mesin pemampat abu al-Quran untuk menampung 200g debu al-Quran menggunakan bicu hidraulik dengan daya tekanan 10N untuk pemampatan. Kemudian pengujian kekuatan kepadatan menghasilkan bentuk yang sempurna dan kukuh. Pengujian proses penguraian palet juga mengurai secara sempurna di dalam air dalam masa 30 minit. Impak yang terhasil khususnya pada Jabatan Agama Islam dan juga umat Islam di seluruh negara umumnya dapat memanfaatkan inovasi ini dalam memelihara kesucian al-Quran. Pengurusan menjadi lebih cekap dan cepat kerana dapat menguruskan sendiri dalam komuniti setempat tanpa perlu menghantar ke pusat pengumpulan. Maka, kesuciannya akan lebih terpelihara kerana palet mudah untuk disimpan dan dibawa ke tempat pelupusan di laut dan seterusnya mengurai secara semula jadi di dasar lautan. Pengurusan abu al-Quran berjaya diinovasikan daripada debu sepenuhnya menjadi palet padat yang mudah diurus sehingga diuraikan semula ke lautan secara sempurna demi memelihara kesucian al-Quran berlandaskan hukum syarak.

Kata Kunci: Pemampat abu al-Quran, umat Islam, debu abu, palet

1. PENGENALAN

Pemampat abu ini direka khusus untuk memurnikan secara terhormat pelupusan abu al-Quran yang telah dibakar yang dimampatkan ke bentuk palet sehingga palet mengurai halus selepas dilupus ke laut mengikut hukum syarak seperti yang telah diputuskan Muzakarah Jawatankuasa Fatwa ke-30 yang bersidang pada 22 Ogos 1992 (KDN). Tujuan utama ia direka dan dicipta adalah untuk memampat abu al-Quran yang telah dibakar dan dibuang ke sungai atau laut mengikut kaedah dan mengikut syarak. Proses pemampat abu ini boleh dilakukan dengan mudah dan ia lebih selamat sekiranya hendak membuang abu tersebut agar tidak berlakunya pencemaran udara atau debu berterbangan seperti dalam Rajah 1. Secara keseluruhannya penghasilan mesin pemampat abu ini dapat membantu umat islam semasa menjalankannya dan secara tidak langsung memberi kesedaran tentang kaedah betul untuk pelupusan al-Quran lama.

1.1 Penyataan Masalah

Di dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi dan telah dikenal pasti asas pemilihan masalah berdasarkan kepada cadangan dan pengamatan yang kemudiannya membuat kaji selidik berpandukan kepada objektif. Setelah membuat pemilihan masalah berdasarkan perbincangan yang mensasarkan kepada penemuan masalah masalah berkenaan. Sehubungan dengan itu, masalah telah dikenal pasti dan terbahagi kepada 3 masalah utama iaitu:

- i. Sukar menguruskan debu ketika proses pelupusan
- ii. Ketidaksempurnaan kerana terdapat sisa debu yang tidak dapat dilupus sepenuhnya
- iii. Memerlukan ruang simpanan yang besar

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Debu

Debu yang ringan dan halus perlu di ambil dengan cermat kerana mudah tumpah dan bersepah seperti dalam Rajah 1. Ia menjadi lebih bermasalah apabila hendak membuang di lautan kerana kawasan terdedah kepada angin laut. Ia juga boleh meningkatkan pencemaran udara disebabkan abu yang berterbangan. Debu juga akan menjejaskan kesihatan dan pernafasan mereka yang berada di sekitarnya (Krishna & Nizam,2006). Bahan-bahan atau debu yang mengandungi ayat-ayat suci al-Quran yang telah dibakar hendaklah dipastikan dikumpul supaya tidak ditiup angin atau bersepah (KDN,2019).

2.2 Sisa Debu

Debu halus mudah melekat dan mudah berterbangan di kawasan celah yang sukar untuk diambil. Keadaan ini menyebabkan waswas kerana dikhuatiri abu al-Quran dipijak tanpa sengaja. Ia menjadi tidak sempurna kerana ada sisa yang masih tinggal tanpa dilupus di tempat yang betul. Bahan yang telah dibakar hendaklah ditanam di tempat yang bersih atau tempat yang tidak dilalui orang atau dibuang ke dalam laut atau sungai yang mengalir airnya (KDN,2019).

2.3 Ruang Simpanan

Ruang simpanan perlu besar untuk menampung debu abu yang halus. Bekas simpanan juga perlu sesuai supaya dapat mengelakkan debu terkeluar di celah benang seperti bekas guni. Ia mengakibatkan debu abu al-Quran akan jatuh dan melekat di sepanjang perjalanan sebelum dilupus ke lautan.

3. METODOLOGI

Semasa penghasilan inovasi pemampat abu al-Quran, ia mesti dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Maka ciri-ciri yang diperlukan terhasil melalui objektif berikut:

- i. Mereka bentuk mesin pemampat abu Al-Quran
- ii. Membina mesin pemampat menggunakan sistem mampatan
- iii. Menguji kepadatan abu pada palet yang telah dimampatkan

3.1 Reka Bentuk

Reka bentuk dibuat mengikut kedudukan ergonomik bagi memudahkan proses mampatan. Tapaknya mempunyai roda menjadikannya lebih mudah bergerak dan praktikal. Seterusnya acuan bentuk bulatan supaya mudah ditanggalkan selepas dimampatkan abu al-Quran seperti dalam Rajah 2.

3.2 Fabrikasi

Fabrikasi menggunakan bahan besi hollow untuk bahagian rangka dan paip besi untuk bahagian acuan seperti dalam Jadual 2 (Bruce,2015). Mampatan pula menggunakan sistem bicu hidraulik untuk mencapai sekurang-kurangnya 10N mampatan seperti dalam Rajah 2.

3.3 Pengujian

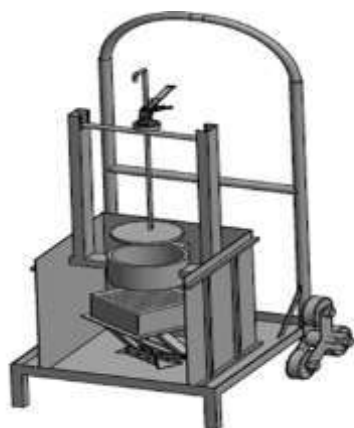
Pengujian akan diuji dari kepadatan debu dan kekuatan ikatan supaya ia tidak pecah semasa mengangkat palet. Beberapa jenis bahan pengikat akan diuji sehingga mencapai ikatan dan kepadatan paling sempurna. Palet juga diuji proses penguraian daripada palet kepada bentuk asalnya didalam air.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Jadual dan Rajah



Rajah 1: Proses dari debu ke palet



Rajah 2: Rekabentuk 3D dan mesin pemampat

Jadual 1: Hasil pengujian mesin pemampat abu

Perkara	Sebelum Inovasi	Selepas Inovasi (Kelebihan)
Bentuk	debu abu	Palet
Mudah alih	Rumit, perlu cedok guna scoop	Mudah, hanya pegang dan alih
Ruang simpan	Perlu beg plastik yang banyak	Kemas, susunan teratur dalam kotak
Masa angkat	Perlu ulang untuk angkat plastik	Angkat satu kotak sekali gus
Kos operasi	Berperingkat, berulang	Sekali angkat untuk lupus atau alih

Jadual 2: Penggunaan bahan dan kos

Bil	Perkara	Jumlah
1.	<i>Hidraulik Bottle Jack</i>	RM120
2.	<i>Scissor Jack car</i>	RM60
3.	Tayar (6 unit)	RM300
4.	Besi paip hollow	RM100
5.	Besi Hollow	RM100
Jumlah keseluruhan		RM780

Jadual 1 menunjukkan hasil pengujian terhadap penggunaan pemampat abu sebelum dan selepas penggunaan pemampat abu. Palet yang terhasil sangat padat dan tidak mudah pecah. Ia sangat mudah dipegang dan diangkat untuk proses penyimpanan. Saiznya yang padat dan kecil hanya memerlukan ruang simpanan yang kecil untuk penyimpanan palet. Akhirnya, proses pelupusan ke laut juga menjadi mudah kerana palet-palet hanya diletakkan di dalam kotak dan disusun rapi. Bermula dengan mereka bentuk dan membina mesin pemampat abu al-Quran untuk menampung 200g debu al-Quran menggunakan bicu hidraulik dengan daya tekanan 10N untuk pemampatan. Palet yang dimampatkan sangat mudah ditanggalkan selepas mampatan. Pengujian seterusnya menguji proses penguraian palet kedalam air yang menghasilkan penguraian sempurna dan hanya mengambil masa 30 minit. Palet ini tidak kekal bentuknya seperti batu sebaliknya mudah terurai apabila bercampur dengan air. Pengurusan menjadi lebih cepat dan mudah kerana tidak memerlukan kepakaran yang tinggi untuk menguruskannya. Ia dapat diguna pakai komuniti setempat yang kecil tanpa perlu menghantar ke pusat pengumpulan utama. Maka, kesuciannya akan lebih terpelihara kerana palet mudah untuk disimpan dan dibawa ke tempat pelupusan di laut dan seterusnya mengurai secara semula jadi di dasar lautan.

5. KESIMPULAN

Secara asasnya ia memberi impak kepada Jabatan Agama Islam dan juga umat Islam di seluruh negara umumnya kerana dapat memanfaatkan inovasi ini dalam memelihara kesucian al-Quran. Pelaksanaan projek ini telah mendapat perhatian dan sokongan positif dari Jabatan Agama Islam Pahang dan Kementerian Dalam Negeri bagi memenuhi tuntutan fardhu kifayah dalam memastikan perkara ini tidak diambil mudah proses pelaksanaannya. Sekurangnya ia dapat membendung pembuangan ayat-ayat suci yang lusuh secara salah dan tidak bertanggungjawab. Ia juga menjadikan pengurusan pelupusan lebih cekap dan cepat kerana dapat menguruskan sendiri dalam komuniti setempat tanpa perlu menghantar ke pusat pengumpulan. Saiz mesin pemampat yang sederhana mudah dibawa kemana-mana kerana ia mempunyai roda dan mudah dilerai komponenya. Akhirnya, kesucian ayat suci al-Quran akan lebih terpelihara kerana palet yang terhasil mudah untuk disimpan dan dibawa ke tempat pelupusan di laut dan seterusnya mengurai secara semula jadi di dasar lautan.

RUJUKAN

Garis Panduan Peraturan yang Berkaitan Akta Percetakan Teks Al-Quran 1986 (Akta 326):
Kementerian Dalam Negeri.

Garis Panduan Pelupusan Teks Al-Quran: <https://www.moha.gov.my/index.php/ms/garis-panduan-kawalan-teks-alquran>.

Bruce J. Black (2015). *Workshop Process, Practices and Material*, Elsevier. (5th edition),
Routledge.

Krishna Gopal Rampal, Mohamad Nizam Jemoin. (2006). *Garis Panduan bagi Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514)*. Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia Malaysia.

Penggunaan Ruang Hijau Bandar Ketika Pendemik COVID-19

Mohd Arami bin Md Jais¹ & Mohd Norhazli bin Jasman²

¹Bahagian Kurikulum, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti, Putrajaya

²Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Kota Kinabalu, Kota Kinabalu, Sabah

aramijais@gmail.com

ABSTRAK

Stier, Berman dan Bettencourt (2020) menyatakan bahawa dengan kepadatan penduduk dikawasan bandar yang tinggi telah menyebabkan wabak COVID-19 menular dengan lebih pantas. Akibatnya, banyak negara telah melaksanakan kawalan pergerakan perjalanan dan kuarantin bagi mencegah penularan jangkitan (Giustino, et al., 2020). Pada masa yang sama, pergerakan dan komunikasi sosial yang terhad boleh menyebabkan kemurungan dan perasaan keterasingan (Brooks, et al., 2020). Oleh yang demikian, ruang hijau bandar dilihat dapat memberikan ruang dan kemudahan untuk pelbagai aktiviti luar yang boleh memberikan banyak manfaat kesihatan kepada masyarakat. Kajian ini mendapati corak penggunaan ruang hijau bandar ketika berlakunya pandemik ini adalah berkait rapat dengan dengan Prosedur Operasi Standard (SOP) dan penjarakan sosial. Kajian ini penting untuk mengenalpasti pelbagai keperluan baru dan kajian semula terhadap dasar-dasar yang berkait rapat dengan tingkah laku dan keperluan pengguna yang mengunjungi ruang hijau bandar. Kawasan awam yang memungkin kehadiran ramai perlu dikaji semula dari segi kemudahan, kawalan kapasiti pengguna, mengenal pasti penjarakan sosial dan garis panduan bagi setiap jenis aktiviti yang boleh dilaksanakan. Selain itu, perancang bandar dan arkitek lanskap harus mempertimbangkan pembangunan bercampur yang mampu memberikan berbagai pengalaman dan aktiviti yang akan dapat dinikmati oleh pelbagai golongan penduduk bandar.

Kata Kunci: ruang hijau bandar, keprihatinan pengguna, COVID-19

1. PENGENALAN

Ruang hijau bandar mempunyai pelbagai sumber ekosistem yang dapat membantu mengatasi pelbagai penyakit dengan meningkatkan kualiti hidup dan status kesihatan penduduk bandar (Wolch, et. Al., 2014). Walau bagaimanapun, semasa pandemik COVID-19, penggunaan ruang hijau bandar telah dihadkan dengan kekangan akses yang terhad kepada pengguna dan pelaksanaan penjarakan sosial. Peluang penduduk bandar untuk memanfaatkan ruang hijau bandar bagi tujuan kesihatan mental dan fizikal akan menjadi lebih penting kerana penduduk menghadapi peningkatan tekanan kesihatan, masalah ekonomi, keterasingan dan kekangan pergerakan semasa pelaksanaan dasar kawalan pergerakan (Brooks, et al., 2020).

Perkara ini menimbulkan cabaran yang unik kepada arkitek lanskap dan pengurus taman bagi memastikan ruang hijau bandar kekal berfungsi, dilindungi dan dijaga dengan baik ketika menangani perubahan keperluan pengguna berdasarkan pengalaman dan lawatan mereka semasa pandemik ini. Oleh itu, adalah mustahak untuk memahami perubahan persepsi orang ramai mengenai ruang hijau bandar, bagaimana taman-taman awam digunakan dan adakah ruang hijau bandar ini menepati ciri-ciri yang diinginkan oleh pengguna. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk memahami kesan wabak COVID-19 terhadap persepsi dan corak kebolegunaan ruang hijau bandar khususnya di Putrajaya. Hasil kajian ini boleh digunakan untuk perancangan dan reka bentuk ruang hijau bandar yang responsif terhadap keperluan pengguna semasa wabak pada masa hadapan.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Ruang Hijau Bandar

Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) (2017) mendefinisikan ruang hijau bandar sebagai kawasan metropolitan yang sepenuhnya atau sebahagiannya ditutupi oleh tumbuh-tumbuhan. Ia melibatkan:

- a) elemen ruang hijau yang lebih kecil seperti pokok dan tumbuh-tumbuhan di sepanjang jalan;
- b) kawasan persendirian, seperti taman bumbung, fasad hijau dan ruang hijau kediaman; dan
- c) kawasan yang lebih besar, seperti taman awam, taman atau padang permainan, tasik, sungai atau terusan, yang mempunyai tujuan sosial dan riadah yang berbeza.

Akta Perancangan Bandar dan Desa Malaysia 1976 pula mendefinisikan ruang terbuka sebagai “tanah yang dirancang atau dikhaskan sepenuhnya atau sebahagiannya sebagai taman awam, taman, kawasan sukan dan rekreasi, kawasan riadah, jalan pejalan kaki atau sebagai tempat awam, sama ada tertutup atau tidak”. Ruang hijau bandar pula seperti yang dijelaskan oleh Aydemir (2004), dapat dibezakan berdasarkan:

- a) corak penggunaan, seperti ruang hijau aktif dan ruang hijau pasif;
- b) fungsi ekologi, seperti taman bersejarah, kawasan tadahan hijau bandar, kawasan luar bandar dan zon penampan; dan
- c) fungsi rekreasi, seperti taman, padang, taman permainan, kawasan semula jadi dan separa semula jadi.

Ruang hijau bandar memberi peluang kepada reka bentuk bandar yang tidak hanya tertumpu kepada nilai estetik tetapi juga fungsi, dan harus digunakan dan dipupuk oleh falsafah infrastruktur hijau yang sistematik dan inklusif, menggabungkan keperluan pengguna dalam perancangan dan pengurusan jangka masa panjang (Ryan, 2011). Perubahan gaya hidup dan populasi usia persaraan yang semakin meningkat menyebabkan peningkatan aktiviti riadah, sekaligus meningkatkan permintaan bagi penggunaan kawasan hijau terbuka, taman rekreasi dan taman sedia ada (Enger, 2005). Ruang hijau bandar menyediakan ruang dan kemudahan bagi pelbagai aktiviti luar dan ianya mendorong penglibatan dalam aktiviti sukan oleh pelbagai lapisan masyarakat (Yigitcanlar, et al., 2020). Manfaat ini dapat mendorong kepada kesejahteraan sosial dan mental yang positif. Ia ditingkatkan lagi dengan keadaan seperti hubungan peribadi yang positif, kesihatan yang baik, persekitaran yang sihat dan menarik, kestabilan kewangan dan emosi, komuniti yang kuat dan inklusif, dan pekerjaan yang bermanfaat (Blanck, et al., 2012). Ruang hijau bandar yang baik sangat diperlukan di Malaysia bagi meningkatkan kualiti hidup di kawasan bandar yang sesak (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa, 2005).

2.2 COVID-19 dan Ruang Hijau Bandar

COVID-19 tersebar secara drastik di kalangan penduduk Wuhan, China, bermula pada awal Disember 2019, dan pada 30 Januari 2020 Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) mengisytiharkan COVID-19 sebagai masalah kesihatan di peringkat global (Giustino, et al., 2020). Seperti yang dinyatakan oleh Stier, Berman dan Bettencourt (2020), dengan skala populasi yang besar, penyebaran COVID-19 semakin pantas, dan ini bermaksud bahawa kawasan bandar yang lebih padat akan mengalami penyebaran jangkitan yang lebih cepat dan lebih membahayakan. Oleh itu, pelbagai negara telah menerapkan polisi kawalan pergerakan di bandar-bandar bagi mencegah penyebaran jangkitan (Giustino, et al., 2020). Memandangkan

keadaan kesihatan yang dicetuskan oleh wabak COVID-19 diperingkat global sangat mencemaskan, ianya telah menarik minat ramai penyelidik untuk mengkaji tingkah laku dan persepsi terhadap penggunaan ruang hijau bandar ketika COVID-19 berlaku (Ugolini, et al., 2020). Terdapat eberapa kajian mengenai tingkah laku dan persepsi pengguna terhadap ruang hijau bandar di tempat yang berbeza semasa COVID-19.

Kajian yang dijalankan oleh Xie, et al., (2020) mendapati bahawa lebih daripada separuh pengguna cenderung untuk mengunjungi taman yang berhampiran dengan kediaman mereka dengan jarak perjalanan tidak melebihi 10 minit. Berdasarkan hasil penilaian sendiri pula, hampir semua responden mendakwa tahap kesihatan fizikal dan mental mereka semakin menurun. Kajian ini juga mendapati bahawa dengan mengunjungi ruang hijau bandar ketika pandemik boleh meningkatkan kesejahteraan fizikal dan mental mereka. Malahan, tempoh penggunaan ruang hijau bandar yang lebih lama dapat memberi lebih banyak manfaat kepada pengunjung ruang hijau bandar (Xie, et al., 2020).

Kajian oleh Venter, et al., (2020) menggunakan data dari STRAVA dan *Google Trends* untuk mengenal pasti perubahan dalam aktiviti rekreasi dan corak taburan pergerakan aktiviti pengguna di Oslo, Norway. Menerusi kajian itu, semasa kawalan pergerakan 2020 (13 Mac 2020 dan seterusnya), aktiviti fizikal luar di bandar Oslo meningkat sebanyak 291% apabila jumlah aktiviti rekreasi harian meningkat dari 28 000 menjadi 114 000 aktiviti. Data mobiliti Google pula menunjukkan kenaikan 19% dalam penggunaan taman dan ruang terbuka. Pada masa yang sama, carian Google yang berkaitan dengan hutan dan aktiviti luar juga meningkat secara mendadak, menunjukkan peningkatan keinginan untuk melakukan aktiviti rekreasi. Selain daripada itu, kajian yang dijalankan di New York, USA menunjukkan bahawa perkara yang membimbangkan ketika mengunjungi ruang hijau bandar semasa COVID-19 ialah "pengguna tidak mengamalkan penjarakan sosial" (59%) dan "taman terlalu sesak" (57%) (Bianca, et al., 2020). Malahan, 30% responden mencatatkan perubahan lawatan ke taman semasa pandemik ini. 15% meningkatkan lawatan ke ruang hijau bandar, 1% responden menghindari lawatan ke ruang hijau bandar dan 14% lagi mengurangkan lawatan ke ruang hijau bandar ketika pandemik.

3. METODOLOGI

Soalan kajian ini dibahagikan kepada 3 bahagian: (a) demografi; (b) persepsi mengenai lawatan ke ruang hijau bandar semasa pandemik COVID-19; dan (c) kekerapan dan corak penggunaan ruang hijau bandar sebelum dan semasa pandemik COVID-19. Bagi memastikan objektif penyelidikan ini tercapai, soalan kajian ini telah disemak oleh ahli akademik dalam bidang senibina landskap. Soal selidik dalam talian telah diedarkan melalui e-mel, aplikasi WhatsApp dan Facebook serta responden digalakkan untuk berkongsi soal selidik bagi mendapatkan lebih ramai responden. Kriteria responden dalam soal selidik ini adalah seperti berikut: a) tinggal atau bekerja di Putrajaya semasa pandemik; b) menggunakan ruang hijau bandar sebelum pandemik; dan c) berumur sekurang-kurangnya 18 tahun.

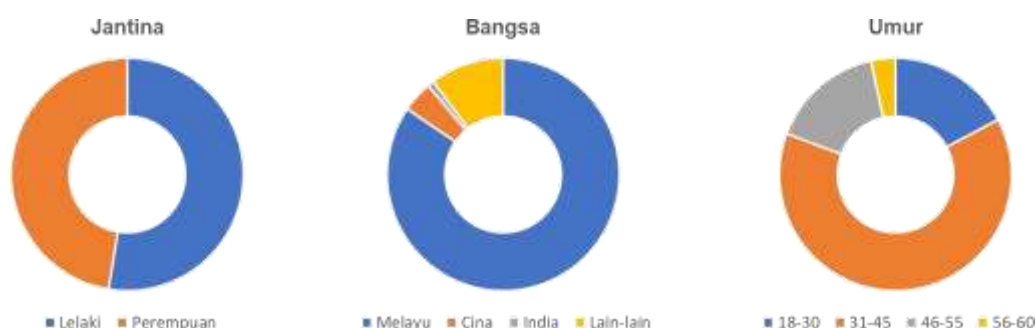
SPSS (Statistic Product and Service Solutions) akan digunakan untuk menganalisa data. Data kajian akan digunakan untuk mengenal pasti corak lawatan seperti; jangka masa lawatan, masa lawatan yang disukai, kekerapan penggunaan dan aktiviti yang dilakukan, bertujuan memberi gambaran mengenai pengurusan dan penggunaan ruang hijau bandar semasa pandemik. Kekerapan dan peratusan akan digunakan untuk menjelaskan profil demografi responden; kekerapan dan peratusan akan digunakan untuk membandingkan corak penggunaan ruang hijau bandar sebelum dan semasa wabak; dan frekuensi, min, peratusan dan sisihan piawai

akan digunakan untuk mengenal pasti persepsi pengguna terhadap ruang hijau bandar.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Demografi

Secara keseluruhan, 234 orang responden telah mengambil bahagian dalam kajian ini yang telah dijalankan secara atas talian (rujuk Rajah 1). Penyertaan oleh lelaki ($n = 123$; 58.3%) adalah lebih tinggi daripada wanita ($n = 111$; 41.7%). 84.6% responden adalah Melayu, 4.3% adalah Cina, 0.9% adalah India dan 10.3% bangsa lain (termasuk Bumiputera Sabah dan Sarawak). Jumlah responden mengikut kaum adalah berpadanan dengan jumlah penduduk Putrajaya (Pelan Struktur Putrajaya 2025). Kumpulan umur responden tertinggi adalah berusia antara 31-45 tahun dengan 148 responden (63.5%) diikuti oleh 18-30 tahun ($n = 40$, 17.2%), 46-55 tahun ($n = 37$; 15.9%) dan 56-60 tahun ($n = 8$; 3.4%). Oleh itu, pembangunan ruang hijau bandar untuk semua lapisan masyarakat adalah perlu bagi mengekalkan kelestarian masyarakat di Putrajaya.



Rajah 1: Demografi responden yang terlibat ($n=234$): a) jantina, b) bangsa dan c) umur

4.2 Kekerapan Penggunaan Ruang Hijau Bandar Sebelum dan Semasa Pandemi COVID-19

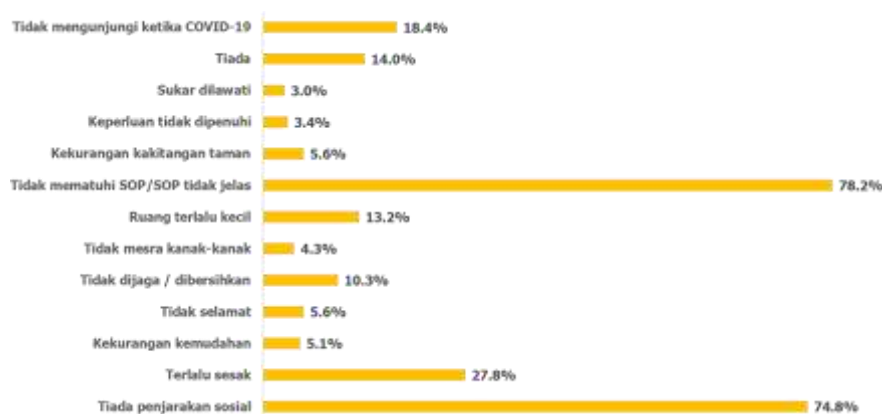
Majoriti responden ($n = 118$; 50.4%) telah mengunjungi ruang hijau bandar dengan kekerapan 1-3/minggu sebelum pandemic COVID-19, dan peratusan menurun sebanyak 32.5%, di mana hanya 17.9% mengunjungi ruang hijau bandar 1-3/minggu semasa pandemik ini. Sementara itu, semasa pandemik COVID-19, kebanyakan responden hanya mengunjungi ruang hijau bandar sebanyak 1-3/bulan ($n = 77$; 32.9%), peningkatan sebanyak 9% berbanding sebelum pandemik ($n = 56$; 23.9%). 6.4% responden telah mengunjungi kawasan hijau bandar setiap hari sebelum pandemik COVID-19. Peratusannya menurun sebanyak 5.5% kerana hanya 0.9% responden mengunjungi kawasan hijau bandar setiap hari semasa pandemik COVID-19. Selain itu, hanya 1.7% responden telah mengunjungi ruang hijau bandar 1-3/tahun sebelum pandemik tersebut. Walau bagaimanapun, peratusannya meningkat sebanyak 8.1% kerana 9.8% responden telah mengunjungi ruang hijau bandar 1-3 kali / tahun semasa pandemik. Semasa pandemik COVID-19, sejumlah 47 (20.1%) responden telah mengunjungi kawasan hijau bandar pada masa lapang mereka, peningkatan 2.6% berbanding sebelum wabak tersebut ($n = 41$; 17.5%). 43 daripada 234 responden tidak mengunjungi kawasan hijau bandar semasa pandemik COVID-19 (18.4%). Perubahan kekerapan lawatan ke ruang hijau bandar dalam kajian ini selari dengan kajian lain yang dilakukan di Chengdu (China) dan New York (USA) (Xie, et al., 2020; Bianca, et al., 2020). Ini jelas menunjukkan bahawa kurangnya kekerapan penggunaan ruang hijau bandar adalah berkait rapat dengan keinginan responden bagi mengelakkan tempat yang sesak dan ingin mematuhi SOP. Ringkasan kekerapan penggunaan ruang hijau bandar sebelum dan semasa pandemik COVID-19 ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2: Kekerapan penggunaan ruang hijau bandar sebelum dan semasa pandemik COVID-19

4.3 Persepsi Penggunaan Ruang Hijau Bandar Ketika Pandemik COVID-19

Kajian ini membolehkan beberapa kesimpulan dibuat bagi menjelaskan persepsi pengguna berkenaan lawatan ke ruang hijau bandar semasa pandemik COVID-19. Berdasarkan Rajah 2, kebimbangan yang paling diketengahkan pengguna mengenai lawatan ke ruang hijau bandar Putrajaya semasa pandemik COVID-19 adalah "pengunjung lain tidak mengikuti SOP" atau "ruang hijau bandar tidak mempunyai SOP yang jelas" (78.2%) dan "tiada penjarakan sosial antara pengunjung" (74.8%). Dapatan ini selari dengan kajian oleh Bianca et al. (2020), dimana kebimbangan yang paling ditekankan mengenai lawatan ruang hijau bandar di New York semasa pandemik COVID-19 adalah "pengguna tidak mengamalkan penjarakan sosial" dan "taman terlalu sesak". Selain itu, 27.8% responden beranggapan bahawa ruang hijau bandar "terlalu sesak", 13.2% bimbang tentang "ruang terlalu kecil", 10.3% memilih ruang hijau bandar "tidak dijaga atau dibersihkan", 5.6% bimbang tentang ruang hijau bandar mempunyai "kekurangan kakitangan", 5.6% responden merasa "tidak selamat" semasa mengunjungi ruanghijau bandar, 5.1% memilih "kekurangan kemudahan" di ruang hijau bandar, 4.3% berpendapat bahawa bandar ruang hijau "tidak mesra kanak-kanak", 3.4% dinyatakan "keperluan tidak dapat dipenuhi" dan 3% merasakan bahawa ruang hijau bandar "sukar dilawati". 14% responden tidak mempunyai kebimbangan ketika mengunjungi kawasan hijau bandar semasa pandemik COVID-19. Walau bagaimanapun, 43 daripada 234 responden tidak mengunjungi kawasan hijau bandar semasa pandemik COVID-19 (18.4%). Ringkasan tanggapan penggunaan ruang hijau bandar ketika pandemik COVID-19 ditunjukkan dalam Rajah 3.



Rajah 3: Persepsi penggunaan ruang hijau bandar ketika pandemik COVID-19

Secara umumnya, pelbagai kebimbangan yang diutarakan pengguna perlu diambil kira dalam membuat reka bentuk dan pengurusan taman. Amalan penjarakan sosial sejak COVID-19 telah mengubah penggunaan ruang hijau bandar dimana komuniti bandar telah mengubah kawasan kejiranan mereka bagi memenuhi keperluan aktiviti yang dijalankan di ruang hijau

bandar samasebelum berlakunya pandemik ini. Mehta (2020) menyatakan bahawa mereka yang tinggal di kawasan kejiranan dengan kepadatan yang sederhana hingga kepadatan yang rendah mempunyai suasana kejiranan yang berbeza. Mereka menggubah jalanraya, tempat pejalan kaki, tempat letak kereta, dan ruang lain menjadi sebuah kawasan yang sihat, dimana mereka boleh bermain dan bersosial. Pengamalan penjarakan sosial akibat pandemik COVID-19 mewujudkan ruang sosial baru di beberapa komuniti bandar.

4.4 Persepsi Mengenai Kepentingan Ruang Hijau Bandar Untuk Meningkatkan Kesihatan Mental Semasa COVID-19

Lima item (skala Likert, 1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = tidak pasti, 4 = setuju, 5 = sangat setuju) digunakan untuk mengkaji persepsi responden mengenai mengunjungi kawasan hijau bandar semasa COVID-19 dapat meningkatkan kesihatan mental mereka. Menurut hasilnya (rujuk Jadual 1), kebanyakan penduduk "bersetuju" bahawa mengunjungi kawasan hijau bandar semasa COVID-19 sangat penting untuk kesihatan mental mereka (n = 125; 53.4%; min = 4.02; SD = 0.87). Selain itu, kebanyakan penduduk "bersetuju" bahawa mengunjungi ruang hijau bandar semasa COVID-19 dapat memperbaiki tahap tekanan mereka (n = 135; 57.7%; min = 3.97; SD = 0.86). Kajian lalu mendapati bahawa ruang hijau bandar adalah jalan untuk menghilangkan tekanan kronik akibat perintah berkurung (Samuelsson, et al., 2020).

Jadual 1: Ringkasan persepsi kepentingan ruang hijau bandar untuk meningkatkan kesihatan mental

Pemboleh ubah		Skor	Kekerapan (n)	Peratus (%)	Nilai min	Standard Deviation (SD)
Meningkatkan kesihatan mental	Sangat setuju	5	66	28.2	4.02	0.87
	Setuju	4	125	53.4		
	Tidak pasti	5	31	13.2		
	Tidak setuju	2	6	2.6		
	Sangat tidak setuju	1	6	2.6		
Memperbaiki tahap tekanan	Sangat setuju	5	56	23.9	3.97	0.86
	Setuju	4	135	57.7		
	Tidak pasti	3	29	12.4		
	Tidak setuju	2	8	3.4		
	Sangat tidak setuju	1	6	2.6		

Hasil ini sepadan dengan kajian di Chengdu, China di mana analisis mediasi menunjukkan bahawa mengunjungi taman bandar akan meningkatkan tahap kesihatan mental responden (Xie, et al., 2020). Penyelidikan lain oleh Bianca et al. (2020) di New York, Amerika Syarikat mendapati bahawa majoriti responden mempunyai persepsi bahawa ruang hijau adalah amat penting bagi menjamin kesejahteraan mental mereka semasa pandemik COVID-19 ini.

5. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, kajian ini menyoroti kekerapan dan tanggapan pengguna mengenai lawatan ke kawasan hijau bandar semasa pandemik COVID-19. Dari perspektif ini, ianya dilihat penting bagi membina lebih banyak ruang hijau bandar dan memikirkan semula dasar yang perlu bagi memenuhi keperluan pengguna ketika pandemik COVID-19. Persepsi pengguna dalam kajian ini boleh digunakan dalam merancang dan mengurus ruang hijau

bandar yang baru dari aspek reka bentuk, pembangunan dan pengurusan. Pendekatan ini akan menanamkan rasa tanggungjawab di kalangan pengguna taman. Pengguna akhirnya akan menjadi lebih peka dan memahami nilai ruang hijau di persekitaran bandar. Penglibatan orang awam dalam pengurusan ruang hijau bandar adalah melalui kolaborasi, inisiatif sukarela dan aktiviti rutin yang lain. Semasa pandemik, langkah penjarakan sosial dianjurkan, akses terbukake semua ruang awam perlu dihadkan. Ruang yang memungkinkan akses orang ramai semasapandemik harus dianalisis untuk memenuhi perkhidmatan yang perlu, mengawal kapasiti pengguna, mengenal pasti jarak yang selamat dan menetapkan SOP bagi sesuatu aktiviti yang dijalankan. Selain daripada itu, perancang bandar dan arkitek landskap harus mempertimbangkan kepelbagaian rekabentuk ruang hijau bandar yang boleh memberikan pelbagai pengalaman dan aktiviti yang akan dapat dinikmati oleh setiap penduduk bandar. Ruang hijau bandar yang lebih besar dapat menampung aktiviti yang lebih aktif seperti aktiviti sukan dan rekreasi serta sosial. Taman yang lebih kecil juga boleh memberikan manfaat kesihatan yang signifikan dan menyumbang kepada interaksi sosial antara komuniti sekitar. Selain itu, aktiviti pejalan kaki harus disokong dengan menyediakan jalan berbumbung dan dan trek basikal dengan dikelilingi oleh pohon yang selamat, terpilih dan dipelihara dengan baik, bagi menghubungkan ruang hijau yang terdapat di seluruh bandar.

Berdasarkan hasil kajian ini, dicadangkan beberapa cadangan khusus untuk membantu pereka dan pengurus taman bandar dalam membentuk ruang hijau bandar yang lebih responsif terhadap keperluan pengguna semasa dan selepas pandemik. Strategi berikut akan membantu dalam memberi gambaran mengenai pengurusan ruang hijau bandar semasa dan selepas pandemik:

- a) Semasa pandemik:
 - i. mengurus laluan masuk ruang hijau bandar dengan menghadkan jumlah pintu masuk serta menetapkan laluan tersebut sebagai masuk atau keluar sahaja;
 - ii. menghadkan akses ke ruang hijau bandar untuk pelawat dengan menempatkan pengawal di pintu masuk bagi memantau dan menguatkuasakan had pengguna berdasarkan skala ruang hijau bandar. Tempahan lawatan atas talian perlu dibuat disamping menghadkan masa lawatan pengunjung; dan
 - iii. inovasi seperti pemantauan GPS dan biometrik boleh digunakan. Pengunjung akan mendaftar untuk slot masa yang ditetapkan dan log masuk ke aplikasi bagi memantau tingkah laku kemasukan dan penjarakan fizikal antara pengguna.
- b) Selepas pandemik:
 - i. menetapkan semula ruang hijau bandar bagi menggalakkan lebih banyak aktiviti fizikal seperti berjalan, berlari dan berbasikal dengan menghubungkan lorong pejalan kaki, kaki lima, tempat letak kereta, atau lorong berbasikal dengan ruang hijau bandar sedia ada;
 - ii. merancang pelbagai jenis dan saiz taman bagi memenuhi keperluan aktiviti oleh setiap lapisan penduduk bandar. Ruang hijau bandar yang lebih besar dapat menampung aktiviti yang lebih aktif seperti aktiviti sukan dan rekreasi serta sosial. Taman yang lebih kecil juga boleh memberikan manfaat kesihatan yang signifikan dan menyumbang kepada interaksi sosial antara komuniti sekitar.;
 - iii. menyediakan kawasan kejiranan dan pejabat dengan taman komuniti, taman poket atau taman linear bagi membolehkan semua penduduk dan pekerja mempunyai akses ke ruang hijau dengan jarak berjalan kaki dari rumah dan tempat kerja; dan

- iv. memastikan bahawa ruang hijau bandar yang baru menyediakan tempat duduk pada jarak yang sosial yang selamat dan memenuhi keperluan warga emas dan kumpulan berisiko yang lain seperti golongan kelainan upaya.

RUJUKAN

- Giustino, V., Parroco, A., Gennaro, A., Musumeci, G., Palma, A., & Battaglia, G. (2020). *Physical Activity Levels and Related Energy Expenditure during COVID-19 Quarantine among the Sicilian Active Population: A Cross-Sectional Online Survey Study*. Sustainability.
- Stier, A. J., Berman, M. G., & Bettencourt, L. M. (2020). *COVID-19 attack rate increases with city size*. medRxiv.
- Brooks, S., Webster, R., Smith, L., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. (2020). *The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence*. The Lancet.
- Wolch, J., Byrne, J., & Newell, J. (2014). *Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'*. Landsc. Urban Plan.
- World Health Organization. (2017). *Urban Green Space Interventions and Health: A review of impacts and effectiveness*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Federal Department of Town and Country Planning. (2005). *Open spaces in Urban Malaysia. Kuala Lumpur*. Peninsular Malaysia: Federal Department of Town and Country Planning.
- Aydemir, Ş. (2004). *Planning and Design of Urban Areas*. Trabzon: Akademi Kitabevi.
- Ryan, R. (2011). *The social landscape of planning: integrating social and perceptual research with spatial planning information*. Landsc. Urban Plan.
- Enger, S. C. (2005). *Planning for Parks, Recreation, and Open Space in Your Community*. Washington: Interagency Committee for Outdoor Recreation: Washington State Dept. of Community, Trade, and Economic Development.
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Teimouri, R., Degirmenci, K., & Alanjagh, F. (2020). *Association between park visits and mental health in a developing country context: The case of Tabriz, Iran*. Landsc. Urban Plan.
- Blanck, H., Allen, D., Bashir, Z., Gordon, N., Goodman, A., Merriam, D., & Rutt, C. (2012). *Let's go to the park today: the role of parks in obesity prevention and improving the public's health*. Childhood Obesity, 8(5), 42-48.

- Ugolini, F., Massetti, L., Calaza-Martínez, P., Cariñanos, P., Dobbs, C., Ostoić, S. K., Sanesi, G. (2020). *Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study*. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 56.
- Xie, J., Luo, S., Furuya, K., & Sun, D. (2020). *Urban Parks as Green Buffers during the COVID-19 Pandemic*. Sustainability 2020.
- Venter, Z., Barton, D., Gundersen, V., Figari, H., & Nowell, M. (2020). *Urban nature in a time of crisis: recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway*. Environmental Research Letters, 104075.
- Bianca, L., Christopher, K., & Timon, M. (2020). Lopez, Bianca & Kennedy, Christopher & McPhearson, Timon. (2020). *Parks are Critical Urban Infrastructure: Perception and Use of Urban Green Spaces in NYC During COVID-19*. 10.20944/preprints202008.0620.v1.
- Putrajaya Structure Plan 2025. (2014). *Putrajaya Structure Plan 2025*. Putrajaya:Perbadanan Putrajaya.
- Mehta, V. (2020). *The new proxemics: COVID-19, social distancing, and sociable space*. Journal of Urban Design.
- Samuelsson, K., Barthel, S., Colding, J., Macassa, G., & Giusti, M. (2020). *Urban nature as a source of resilience during social distancing amidst the coronavirus pandemic*. Retrieved from <https://doi.org/10.31219/osf.io/3wx5a>

Sistem Saliran Air Mesra Alam

Mohd Sumazlin Mahamed

Politeknik Jeli Kelantan, Jalan Raya Timur Barat, 17600 Jeli, Kelantan

msumazlin@gmail.com

ABSTRAK

Longkang atau parit adalah tempat mengalirkan air ke tempat takungan, tasik atau sungai. Ia perlu dibina sempurna untuk berfungsi dengan baik dan selamat. Kawasan longkang yang mengandungi air bertakung mengundang pembiakan nyamuk dan jika ia kotor mengeluarkan bau busuk. Keadaan ini menimbulkan keadaan tidak selesa kepada masyarakat yang berada disekitarnya. Bau busuk juga mengundang haiwan perosak seperti biawak, tikus, nyamuk, lipas, semut dan seumpamanya. Haiwan seperti tikus dan nyamuk boleh membawa penyakit seperti kencing tikus (leptospirosis) dan demam denggi. Kajian ini mengenal pasti sistem perparitan sedia ada yang dibina. Kemudian paip polivinil klorida (PVC) putih dan batu kerikil digunakan untuk membina sistem pengaliran air untuk mengelak air bertakung dan menghasilkan longkang tertutup. Keadaan ini membuatkan kawasan tersebut selamat dari terjatuh. Sistem perparitan jenis ini juga menarik dari aspek landskap dan mesra alam sekitar kerana terdapat rumput atau tumbuhan menghijau. Kos pembinaan dan penyelenggaraan juga adalah lebih rendah.

Kata Kunci: Longkang, air bertakung, landskap, mesra alam sekitar

1.0 PENGENALAN

Longkang atau parit adalah tempat mengalirkan air ke tempat takungan. Kawasan longkang kadangkala mengandungi air bertakung dan mengeluarkan bau busuk. Air yang bertakung boleh mengundang pembiakan nyamuk, tikus, lipas, semut dan sebagainya. Bau busuk menimbulkan keadaan yang tidak selesa kepada yang berada disekitarnya. Kajian ini menggunakan paip polivinil klorida (PVC) putih dan batu kerikil untuk mengelak air bertakung dan dalam masa yang sama penutup longkang tidak diperlukan.

Sistem perparitan yang baik dan betul diperlukan bagi menjadikan kawasan tersebut baik. Kawasan yang tidak telap air kerana mempunyai simen dan tar menghalang penyerapan air ke dalam tanah. Kaedah perparitan jenis tertutup sekitar memberikan landskap yang cantik. Longkang jenis itu juga dapat mengelakkan daripada terjatuh yang boleh mengundang bahaya kepada keselamatan diri (Adnan, 2020).

1.1 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian adalah seperti berikut:

- a. Menenal pasti sistem perparitan yang sedia ada.
- b. Membina sistem perparitan yang baik dan mesra alam.

2.0 ULASAN LITERATUR

Lopak air boleh dikaitkan dengan konsep parit (swale) yang berfungsi untuk memperlambatkan aliran air dan menggalakkan kemeresapan air (Strom, Nathan and Woland, 2013). Saliran berumput mampu menapis dan menyerap air sebelum dialirkan ke saluran utama atau sungai (Nafahatul dan Siti Fatin, 2018). Penggunaan parit rumput dapat mengurangkan risiko banjir

kilat di kawasan bandar (Shafique et al, 2018). Longkang yang jenis meresap air mampu mengurangkan kadar aliran air dan kualiti air yang lebih bersih (Mohamed, 2014).

Penyerapan air secara proses semula jadi dalam tanah semasa air mengalir dipermukaan mampu menahan bahan tercemar dari memasuki sungai (Ghani et al, 2004). Parit berumput adalah kaedah kawalan air hujan yang mudah dan menjimatkan (Deletic dan Fletcher, 2006). Parit terbuka yang menggunakan rumput memberi pemandangan yang menyenangkan untuk menggantikan longkang sedia ada (Abida dan Sabourin, 2006).

Pengaliran air memainkan peranan penting sebagai medium pengangkutan nutrien dan bahan cemar dalam membentuk tanah dan fotosintesis (Jee and Shagufta, 2013). Kebolehpercayaan, ketahanan dan kesinambungan adalah matlamat utama mana-mana sistem saluran bandar. Ancaman yang kritikal adalah sistem perparitan bandar (Campos et al, 2018).

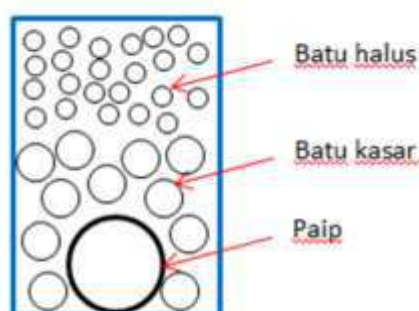
Pendekatan dan dasar perancangan semasa harus menangani cabaran persekitaran dengan berkesan, terutama ketika melihat pengurusan air hujan yang lestari (Pappalardo & La Rosa, 2020). Di kawasan bandar yang pesat membangun, terdapat peningkatan kapasiti saluran air untuk mengurangkan risiko banjir, pencemaran air, dan risiko terhadap kesihatan (Qiao, F., Wanyan, Y. & Li, Q, 2018)

Batu kerikil digunakan sebagai media saluran air (Meulen et al, 2003). Penggunaan batu adalah kos efektif dalam pengawalan kadar aliran air hujan yang tidak mencemarkan aliran air permukaan terutamanya jalan raya dan pertanian (Yu et. al, 2001).

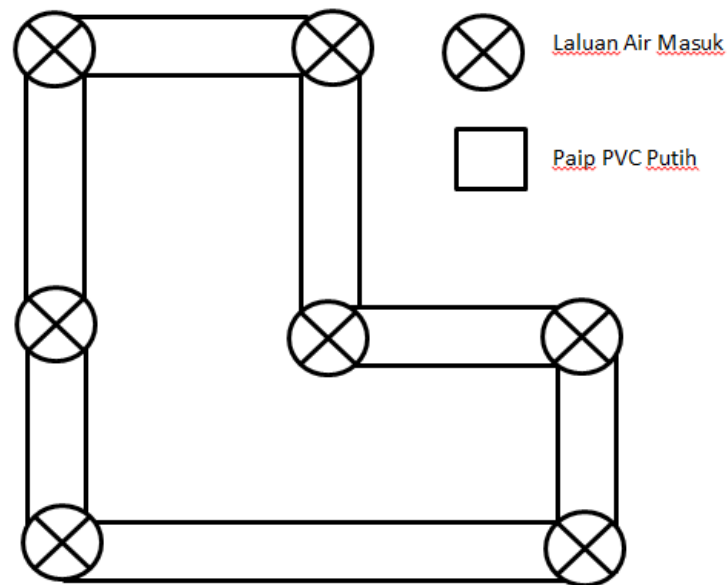
3.0 METODOLOGI

Sistem ini menggunakan paip pvc putih atau paip beralun plastik dan batu kerikil. Saiz paip yang digunakan adalah 3 hingga 5 inci bergantung kepada saiz longkang atau parit. Jika dibuat dalam parit, ia diletakkan plastik kalis air supaya mengelak air meresap di kawasan berkenaan seperti kawasan sekitar rumah atau bangunan.

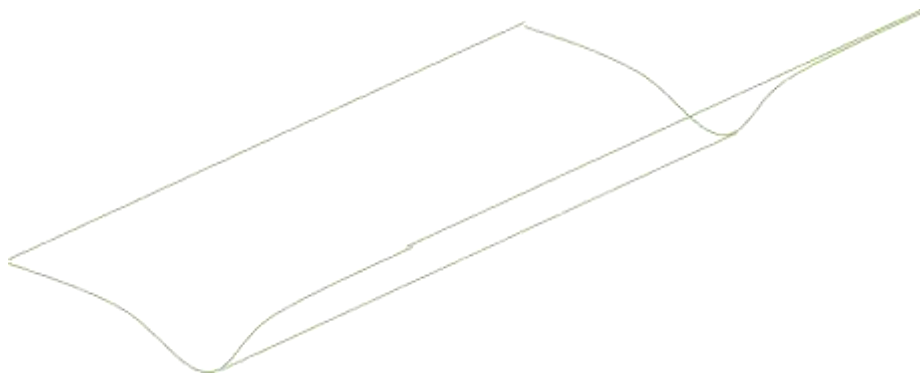
Batu kerikil kasar yang digunakan iaitu yang bersaiz 20mm hingga 40mm dan batu halus 5mm hingga 10mm. Batu kerikil membenarkan air melalui celahan batu dan dalam masa yang sama ia menyerap air. Susunan paip dan batu adalah seperti Rajah 1 di bawah di mana batu diletakkan di atas paip. Setiap antara jarak 5 hingga 10 meter dibuat laluan air masuk ke paip aliran. Jika longkang di sekitar rumah ia diletakkan tempat saluran air masuk ke paip di setiap penjuru rumah terutama kawasan yang menerima jatuhan air yang banyak dari bumbung seperti Rajah 2.



Rajah 1: Kedudukan dalam longkang atau parit



Rajah 2: Kedudukan laluan air masuk dalam longkang



Rajah 3: Sistem Perparitan Rumput

Sistem perparitan di tepi jalan raya pula dicadangkan menggunakan sistem perparitan rumput seperti Rajah 3. Sistem sebegini dicadangkan supaya air dapat meresap ke dalam tanah dan mengelak air bertakung. Ia juga dapat mengurangkan impak jika ada kenderaan terbabas dalam parit. Ia juga dapat memberi pemandangan yang menarik dan nyaman di sepanjang jalan. Pokok yang ada disepanjang jalan berupaya memberi kesan kedinginan.

4.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Tiada kawasan air bertakung secara terbuka dan laman landskap sekitar jadi menarik kerana dipermukaan longkang ada rumput. Ia juga tidak membahayakan pengguna jalan raya yang terbabas ke dalam parit. Ia juga memudahkan untuk laluan terutama untuk kawasan hadapan rumah kerana penutup longkang sudah tidak diperlukan lagi. Sistem seperti ini lebih selamat dan memberi keselesaan berjalan di sekitar rumah atau bangunan kerana tiada longkang terbuka yang boleh mengundang risiko terjatuh.

4.1 Perbincangan

Sistem perparitan yang tidak menggunakan simen membantu penyerapan air ke dalam tanah semasa hujan, ia membolehkan tanah menyerap nutrien dan bahan tercemar dari mengalir ke sungai. Kawasan berkenaan sesuai untuk ditanam pokok dan seterusnya membantu untuk menyerap haba panas di persekitaran. Pokok juga berfungsi menyerap air hujan dan mengurangkan kadar kelajuan pengaliran.

Sistem perparitan rumput mengurangkan risiko banjir kilat akibat air dialirkan terus tanpa dapat diserap oleh tanah. Rumput lembu (cow grass) digalakkan untuk ditanam di perparitan kerana ia tahan lasak, akar kuat dan lambat panjang. Sistem perparitan jenis ini juga mampu mengurangkan impak pelanggaran jika ada kenderaan terbabas di tepi jalan.

Sistem perparitan jenis ini memberikan pemandangan landskap yang menarik dan mesra alam sekitar. Dari segi keselamatan dan kesihatan juga baik kerana mengelakkan daripada risiko terjatuh longkang. Sistem perparitan sebegini dapat mengelak risiko penutup longkang besi dicuri kerana penutup longkang sudah tidak diperlukan lagi.

Kaedah ini masih tidak popular dan masih belum meluas penggunaannya di Malaysia. Ia perlu dipertimbangkan untuk digunapakai terutama di kawasan tinggi yang menjadi kawasan laluan air. Pihak Bekuasa Tempatan (PBT) perlu bekerjasama dengan Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) untuk membina ekosistem sistem perparitan yang mesra alam,

5.0 KESIMPULAN

Pengaliran air longkang jenis ini adalah baik untuk mengelakkan air bertakung yang boleh mengalakkan pembiakan nyamuk. Dalam masa yang sama air bertakung boleh mengeluarkan bau yang busuk jika terdapat sisa. Perparitan jenis tertutup sebegini juga memberi pemandangan landskap yang menarik dan mesra alam sekitar. Ia dapat mengelak berlaku banjir kilat di kawasan yang rendah sebab aliran air diperlahankan. Air sungai juga kurang kotor sebab nutrien dan bahan cemar meresap atau melekat pada saliran. Ia juga tidak membahayakan keselamatan diri seperti terjatuh longkang atau seumpamanya. Longkang jenis ini juga hanya memerlukan kos dan penyelenggaraan yang minima.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang membantu secara langsung atau tidak langsung dalam penghasilan penyelidikan ini.

RUJUKAN

Abida H. & Sabourin J.F. (2006). Grass swale-perforated pipe systems for stormwater management. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 132(1): 55-63

Adnan Ibrahim (2020, 31 Ogos). Warga emas maut jatuh longkang. Diambil daripada <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2020/08/615800/warga-emas-maut-jatuh-longkang>.

Astro Awani (2019, 3 Mei). Nyaris maut kereta terhumban ke dalam longkang. Kuala Lumpur: Astro

- Bulletin Pagi (2019, 25 Jan). Dalang Curi 332 Besi Penutup Longkang Tumpas. Petaling Jaya: TV3.
- Campos, A.C, Sadr, S.M.K, Fu, G. & Butler, D. (2018). Reliable, Resilient and Sustainable Urban Drainage Systems: An Analysis of Robustness under Deep Uncertainty. *Environmental Science & Technology* 52 (16). 9008-9021.
- Deletic, A. & Fletcher, T.D. 2006. Performance of grass filters used for stormwater treatment – a field and modelling study. *Journal of Hydrology* 317(3-4): 261-275.
- Ghani, A.A., Zakaria, N.A., Abdullah, R., Yusof, M.F., Sidek, L.M., Kassim, A.H. & Ainan, A. (2004). Bioecological drainage system (BIOECODS): Concept, design and construction. *Advances in Hydroscience and Engineering*, VI.
- Jee, C. & Shagufta (2013). *Rainwater Harvesting*. New Delhi: APH Publishing Corporation.
- Meulen M., Koopmans T., Pietersen H. (2003.) Construction Raw Materials Policy and Supply Practices in North-western Europe. *Industrial Minerals – Resources, Characteristics and Applications*, 13. 19-30.
- Mohamed, K., Lucke, T. & Boogaard, F.C. 2014. Preliminary investigation into the pollution reduction performance of swales used in a stormwater treatment train. *Water Science and Technology* 69(5): 1014-1020.
- Nafahatul Q.S dan Siti Fatin M.R. (2018). The Effectiveness of Swale Drainage in Terms of Pollutant Removal and Rate of Infiltration. *Jurnal Kejuruteraan SI* 1(5) 2018: 11-16.
- Pappalardo, V. & La Rosa, D. (2020). Policies for sustainable drainage systems in urban contexts within performance-based planning approaches. *Sustainable Cities and Society* 52. 101830
- Qiao, F., Wanyan, Y. & Li, Q. (2018). Influencing Factors and Strategies for Sustainable Urban Drainage System. *Civil Engineering Research Journal* 3(3): 555616.
- Shafique, M., Kim, R. & Kyung-Ho, K. 2018. Evaluating the capability of grass swale for the rainfall runoff reduction from an urban parking lot, Seoul, Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(3): 537-549.
- Strom, S., Nathan, K. & Woland, J. (2013). *Site Engineering for Landscape Architects*. John Wiley and Sons.
- Yu, S.L, Kuo J.T., Fassman, E.A. & Pan, H. 2001. Field test of grassed-swale performance in removing runoff pollution. *Journal of Water Resources Planning and Management* 127(3): 168-171.

The Effect on Environment from Aquaculture, Livestock and Agriculture Sector in Malaysia

Nor Dina Sakaria, Muhamad Hissammuddin Shah Zainal Abidin, Hj. Nor Hairul Palal, Siti Norhazirah Rahim, Azierah Zawiyah Azmi

Chemical and Food Technology Department, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Muar, Johor

nordinasakaria@gmail.com

ABSTRACT

Agriculture, livestock and aquaculture are important for the people in the world as these three sectors promises the main sources of food. However, the current situation of these industries comes with bad impact to the environment such as reducing the soil quality, air and water pollution, deforestation, land degradation, carbon emission, and surface water eutrophication. Besides, people started to relate these industries with the application of sustainability concept. Sustainable industry can be defined as developing the industry with the application of sustainability concept which means fulfilling the needs of today's generation without compromising the needs of future generation. This paper also discusses current implementation and development of these industries in Malaysia which is aligned with the sustainability concept. The environmental impact from these industries is also being discussed together with the policy and the roles of the government towards this issue including the recommendation of mitigation plans.

Keywords: sustainability industry, sustainability, agriculture, livestock, aquaculture

1. INTRODUCTION

According to the Department of Statistic Malaysia, services, manufacturing, agriculture and construction are the main sectors that contribute to the Malaysia's Gross Domestic Product (GDP). Sectors that are included in GDP are considered as an important sector to the country's economy. In 2017, agriculture contributed about 8.3% of Malaysia GDP. Another three sectors that were involved in the sustainable industry are manufacturing, mining and quarrying sectors. Sustainable industry can be defined as developing the industry with the application of sustainability concept. Sustainability means fulfilling the needs of today's generation without compromising the needs of future generation (Siwar, 2009). In the manufacturing sector, the resources that are needed to be sustained in Malaysia are petroleum, natural gas and rubber. For the agriculture sector, the resources that needs to be sustained is palm oil (main agriculture), paddy, livestock and fisheries. Thus, the usage of the resources should be used appropriately to prevent wastage in order to sustain the resources and lessen the negative impacts on the environment. Agriculture sector in Malaysia currently shows a decline in trend due to the climate change issues and vulnerability (Akhtar, 2019).

2. AGRICULTURE INDUSTRY IN MALAYSIA

Malaysia is a blessed country that have a variety source of foods and secured from any natural disaster. By referring to Table 1, agriculture in Malaysia can be divided into crops, livestock and aquaculture. The main agriculture in Malaysia is palm oil since Malaysia exported it for the outside countries. While for livestock and aquaculture, most of the product is for the domestic consumption.

Table 1: Main Agriculture in Malaysia

MAIN AGRICULTURE IN MALAYSIA		
CROPS	LIVESTOCK	AQUACULTURE
Oil palm	Chicken	Marine fish
Rubber	Duck	Freshwater aquaculture
Paddy	Swine cattle	Brackishwater aquaculture
Cocoa beans	Buffalo	
Pepper	Sheep	
Kenaf	Goat	
Coconut	Cattle	

Source: Department of Statistic Malaysia (2020)

2.1 Land Used for Agriculture

To date, the crops land in Malaysia remains unchanged with 446,292 hectares which means no expansion of agriculture except for the palm oil (Szulczyk, 2019). Palm oil was the largest agriculture industry in Malaysia. According to Malaysia Palm Oil Board (MPOB), the land covered for palm oil in 2018 is 5,849,330 hectares and increase about 0.9 % in 2019 which covered about 5,900,157 hectares. The land used for the brackish aquaculture covered about 2,861,068.89 m² which is the smallest allocation compared to livestock and crops. According to the Veterinary Services Department (2020), current cattle farm is 734,354 hectares. The land for the livestock is the smallest because the other agriculture sectors have faster return.

3. AGRICULTURE, AQUACULTURE AND LIVESTOCK IMPACT TO THE ENVIRONMENT

Current conventional agricultural methods are not practical to be used anymore due to the sustainability factors. The activities did not take into consideration the impact on the environment. The expansion of the land (deforestation) and the usage of the chemical pesticide and fertilizer will have long-term effect specially to sustain the resources. Sustainable agriculture is composed of three components which are economically sound, socially acceptable and environmentally protective (Shobri, 2016). If the non-sustainable agriculture is applied, the impact to the environment increases, the agriculture product reduces which eventually reduce the foods for the world population hence lead to starvation. Thus, sustainable agriculture needs worldwide concern in securing the food chain.

3.1 Soil Quality and Land Degradation

Soil is the most important factor in agricultural activities since it should have appropriate nutrients, organic matter and have the suitable pH for crops. If a land was converted for agricultural activities, the soil quality will be reduced from the initial usage since the soil might contain fertilizer, pesticides that will lead to another problem such as soil erosion. This is proven through the Beretta-Blanco (2019) reported that the quality of soil declined after 13 years of agriculture production. Basically, this is due to no agronomic management. Low level of pH may also affect the crops (Beretta-Blanco, 2019). If the organic matter in soil is reduced, the ability to retain and absorb water is also reduced (Clay, 2013). If the soil cannot retain the water, it will lead to the flooding and landslide. After harvesting, the quality of soil is significantly reduced, and less nutrients will be found. Thus, the current technology should have the concept of using the same soil for multiple times while maintaining the quality.

Land degradation is the deterioration of a land due to human activities such as agriculture and urbanization (Sigsgaard, 2017). Extensive livestock, poor vegetation cover and improper

tillage are among the causes of land degradation. Land degradation or loss of crop land will impact the food security. In 2050, population is expected to increase and the demand for new agricultural land will also increase to about 50% to meet the needs of population (Gomiero, 2019). The most concerning problem is soil degradation. Without the trees, the lands are directly exposed to the sunlight and rainfall which will eventually degrade the lands. In Malaysia, the land for the livestock is limited. Farmers need to consider the proper place or area for farming and grazing. Thus, the production of meat in Malaysia progress slowly and the government needs to control the livestock industry.

3.2 Air and Water Pollution

Agricultural operation also causes air pollution. Rather than GHG, agricultural activities also emit the hydrogen sulphide, ammonia, nitrogen oxide, organic acid and dust (Kronberg, 2019). These gases also contribute to the stinky smell in the environment especially for the people nearest to it. In addition, water pollution can occur due to the pesticide that are used on crops, nitrates in fertilizers and animal excreta. When the pesticide waste ends up at the river or sea, these chemicals are taken up by plankton or marine life and the level of oxygen will also be reduced (Idris, 2018). The marine life has high concentration of chemical hence makes it unsafe to be consumed. Livestock effluent can cause water pollution too. If the manure ends up at the river, it is promoting the growth of algae, stimulating the eutrophication and eventually the antibiotic resistant bacteria will spread (Tullo, 2019).

Agricultural activities may also deteriorate the quality of water. Eutrophication is excessive algae and plant growth that can be clearly seen on the surface of water. Due to the high level of nutrients such as phosphorus and nitrogen, the plant and algae grow excessively (Bougarne, 2019). The nutrients come from the fertilizer or the manure discharge of livestock. When this situation occurs, the turbidity of the water increases, high usage of oxygen competes with other organism in the water leads to ecosystem disruption. In addition, the algae metabolism may produce sulphite that promotes the sulphur gases production which causes breathing problems (Bougarne, 2019).

3.3 Deforestation and Loss of Biodiversity

One of the factors that leads to the deforestation of primary tropical forest are commercial plantation such as palm oil and rubber (Ratnayeke S, 2018). Rubber plantation that contributes to the latex and timber is expected to plant about 375,000 hectares of rubber trees by 2020 (Ratnayeke S, 2018). Meanwhile, for palm oil, the expansion of the plantation showed a high rate of deforestation (Tullo, 2019). According to Tullo (2019), more than 50% of palm oil in Malaysia was previously a forest back in 1990.

Deforestation in Malaysia due to the high scale of livestock, agriculture and small-scale commercial farming contributes to the GHG emission such as methane, nitrous oxide and carbon dioxide (Gomiero, 2019). 6% to 17% of the carbon dioxide comes from deforestation (New Strait Times, 19th May 2017). Most of the carbon dioxide emission are caused by illegal logging either from agriculture or urbanization. The tropical deforestation contributes 10% of anthropogenic GHG emission (Tullo, 2019). The emission is one of the factors of climate change. Thus, Malaysia should have an efficient forest management since the expansion of the palm oil is 0.9% in 2019 (Sigh, 2017).

Besides, the uncontrolled deforestation led to the loss of trees and animal species. The loss of biodiversity was the worst scenario of the environmental impact. As reported by Ruppert (2018) primate in Malaysia were affected from deforestation. Plantation for agriculture is the

main cause of the forest loss mainly for the palm oil (Ruppert, 2018). While Ratnayeke S (2018) reported carnivore extinction. Since the agricultural industries is expected to increase, it puts the primate and the other population in the line of extinction. An effective way of solution should be applied to conserve the other species of animals and plants.

3.4 GHG Emission/ Carbon Emission

The most common GHGs in the atmosphere are carbon dioxide (CO₂), nitrous oxide (N₂O) water vapour (H₂O), ozone (O₃) and methane (CH₄) (Ratnayeke S, 2018). If the heat radiation gets trapped by GHG, this will cause a global warming phenomenon. In the agriculture sector, the emission of the carbon dioxide is at the lowest level but the livestock industry contributes 15% emission of methane (Ratnayeke S, 2018). The two common GHG from livestock is the nitrous oxide and methane. Surprisingly the impact of methane is 28 times higher on global warming and nitrous oxide is 265 time higher compared to carbon dioxide (Grossi, 2018). The methane arising from the manure storage and nitrous oxide arising from the fertilizer used.

Methane is highly produced during the enteric fermentation compared to the manure storage stage. Enteric fermentation is a natural process of digestive for the livestock. The highest level of methane release is from sheep, goat and beef. However, the level of methane released for beef is the highest which is equivalent to the 45% of carbon dioxide released.

In addition, palm oil waste led to the production of biomass which in total is approximately 90% (Szulczyk, 2019). The biomass from the palm oil will be broken down by the insect and microbes and produces carbon dioxide gases. If the biomass is further burned, this will also produce carbon dioxide. The Palm Oil Mill Effluent (POME) also emit the methane gases. Since palm oil is the largest agriculture in Malaysia, the people in the chain of palm oil should come up with a practical method to do farming with less emission of GHG gases to the environment.

4. ESTABLISH A SUSTAINABLE AGRICULTURE INDUSTRY IN MALAYSIA

Agriculture industries in Malaysia is under the monitoring of Ministry of Agriculture with the correlation with the sub agencies. Since agriculture can be categorized as crops, aquaculture or livestock, these industries are managed separately by the Department of Agriculture Malaysia (DoA), Department of Veterinary Services (DVS) and Department of Fisheries Malaysia (DoF). These three ministries are also closely related to the Ministry of Energy, Green Technology and Water (KeTTHA), Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) a research institute that actively improves the agricultural system and methods through the continuous innovation. These are the main agencies that are related to agriculture.

As for now, Malaysia had established the policies and legislation that aims for sustainable industry. Malaysia had taken small steps since many years before through National Green Technology policy that had been released back in 2009 by encouraging development of green energy which include the five key elements. First, encouraging the usage of the renewable resource. Second, conserving the usage of the natural resource and energy. Third, by improving the quality of the environment so that it would be harmless to the human's health. Fourth, expecting to reduce or avoid the emission of GHG gasses and lastly to ensure the environmental impact is at the lowest level.

Malaysia also has the National Agro Policy (2011-2020) to ensure the sustainability of the

agro-food industry. Livestock industry has the national meat policy. In addition, the Government of Malaysia pledged to reduce the GHG emission by 2030 to about 45% by signing the Paris Agreement on 5 October 2016 (Szulczyk, 2019). By 2021, the National Agro Policy 2.0 will be released by the government. The number of policies and acts showed that Malaysia's is committed to strive for sustainable industries.

5. FEASIBILITY AND IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

There are many initiatives from the government to improve the agriculture industries in Malaysia with the consideration of sustainability. Ministry of Agriculture (MOA) introduced Malaysia Good Agricultural Practices (myGAP) in 2013 for sustainable agriculture. This practice included all the good practice that applied for agriculture, livestock and aquaculture. Previously, there were schemes provided such as Malaysian Aquaculture Farm Certification Scheme (SPLAM), Livestock Farm Practices Scheme (SALT) and Good Agricultural Practices (SALM). The improvised scheme and practices showed that Malaysia is committed in practicing the sustainability concept.

Moreover, in the year 2015, Malaysia Palm Oil Board (MPOB) demanded the implementation of the Roundtable of Sustainable Palm Oil (RSPO) from the palm oil plantation. To date, this RSPO certification improvised through Malaysia Sustainable Palm Oil (MSPO) certification starting 1 January 2020, MPOB only received planters that have MSPO certification. This certification is one of the ways to support sustainability. With this certification, the palm oil produced uses a process that promises no impact to the environment, safe procedure and applied the good agricultural practices (myGAP). This is a good effort by MPOB to fulfill the export demands, increase acceptability of the global countries through the sustainable environment. This certification is controlled by the Malaysia Palm Oil Certification Council (MPOCC).

From the aspect of ecological conservation, the government aims for 17% classification of freshwater habitat and terrestrial as protected area, enriching and reforesting the degraded forest by 2020 (Ho, 2018). According to Department of Fisheries, currently Malaysia has 25357.9 sq. km Marine Protected Area (MPAs). However, that value only counted for 5.3% which is still far away from the targeted 10%. MPAs specifically aims to minimize effects on the biodiversity and human activities to conserve the coral reef as well as the marine ecosystem. To date, Malaysia has 42 MPAs and seven fisheries prohibited area including turtle sanctuaries. For the local communities, the MPAs also gazette as a marine park. Hence, instead of fishing the local communities can get involved in the marine ecotourism as an alternative for the income.

Align with the government strategy to reduce importing of agriculture product, Felda Global Venture (FGV) that is involved in palm oil plantation plans on integrated farming in their plantation. This will save the lands by using it for agriculture. This plan helps small farmers to cooperate with the big company and transfer knowledge by applying the best methods of farming. In addition, the same efforts are also taken by the Malaysian Veterinary Council which introduce the beef integration programme at the palm oil plantation to enhance the milk industry programme. As for now, 700,00 hectares of palm oil plantation are involved in the integration programme. Malaysian Agricultural Research Institute (MARDI) also nominated eight permanent area for paddy field in Malaysia. This is also one of the methods that support the sustainable rice cultivation. MARDI also revealed that the increase of temperature due to climate change will reduced the paddy crops to about 10% (Akhtar, 2019).

6. RECOMMENDATION TO IMPROVE SUSTAINABILITY INDUSTRIES

In order to implement sustainability concept, the action plan should consider the current and future planning for solutions. First, the government should empower the governance that is involved in agriculture. In the future, for new opening agriculture, Land Suitability Assessment (LSA) should become compulsory for approval. This is to test the suitability of a land before converting it into agricultural activities (Olaniyi, 2015). The LSA will consider the economic and environmental factors. This can prevent the land degradation. As for the establish agricultural industries, the impact to the environment should be kept monitored and any methods that give a bad impact should be replaced or innovated. All illegal agriculture is supposed to be fully diminished to ease monitoring process by the government and any commercial logging should also be banned.

The crops plantation can be rotated in order to preserve the soil. The health soil composes of microbiota that helps in balancing the ecosystem (Olaniyi, 2015). Integrated farming seems practical to save the land or to conserve the forest. Perhaps, in the future this integrated farming can be expanded. Organic farming is also getting the attention among Malaysian since the usage of pesticide is lower than conventional methods but this method has higher cost. In addition, Malaysia can invent using hybrid seeds. By using hybrid seeds, farmers can increase the yield and produce high nutritious products but need to ensure it undergoes laboratory testing first to pass the safety standards.

The campaign and awareness on the green and sustainability concept should be expanded through social medias to increase awareness among Malaysian. Besides, reforestation of the degraded land can start from now with the involvement of the public. Moreover, for the long-term solution, conservation measures can be increased so that the protected area is free from any human activities and the biodiversity and ecosystem for that area can be conserved. The technology and research should progress continuously so that the methods of conventional agriculture can be improvised. People in the chain of command should support the technology invented for agricultural industries. Perhaps government should give financial support for research in these industries.

Research can also be focused on the plant's adaptation for the current climate change. The relationship between the government and the farmers needs to be improved by spreading the awareness of sustainability and sharing the practical techniques of agriculture by considering the impacts of agricultures on the environment. Any effluents from the agricultural waste should be treated well before releasing it to the environment, preventing the air and water pollutions. On top of that, research on the multi usage of the waste should also be considered. For the aquaculture, method of integrating agroecosystem and hydrology can be applied. For example, fish culture in the flooded paddy field may help in the water productivity. The water should be used wisely in agriculture through the drip irrigation system or smart sprinkler. The usage of the water is suggested to be controlled using a system or pump rather than direct piping. Integrating system between livestock, crops and aquaculture seems practical since this system optimizes the usage of water, soil and nutrients which eventually reduce the land use and have lesser impact on the environment.

7. CONCLUSION

In terms of legislation, Malaysia had enough numbers of legislation in the agriculture sectors especially. The most important that government should concern is the enforcement and

encouragement of the sustainable environment because some of the environmental impact comes from the illegal agricultural industries. These illegal industries should be fully diminishing or else it will interrupt the government aims and policy. R&D in the agriculture practices and the impact to the environment should continuously done by the approval agencies. Any agricultural activities should consider conservation too.

Federal and state governments agencies, NGOs, local communities, local business owner, research institute should have good cooperation in aligning the aims to the sustainable agricultures. Good governance promising good agriculture environment. Moreover, the awareness campaign and educational programme also needs to be increase. The sustainable concept should be applied starting from the school stages. If all the agencies play their role, Malaysia can optimize the utilization of resources, reduce the climate change, conserve the nature, increase the yield of crops and eventually apply the concept of sustainability. Agricultural industries can meet the current demand without having a bad impact on the environment.

REFERENCES

- Akhtar, R. M. (2019). Climate change adaptation: a corrective policy framework in the Malaysian agricultural sector. *Int. J. Environment and Sustainable Development*, Vol. 18, No. 4., pp.338–352.
- Beretta-Blanco, A. P.-L. (2019). Soil quality decrease over 13 years of agricultural production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.*, doi:10.1007/s10705-019-09990-3.
- Bougarne, L. B. (2019). Consequences of surface water eutrophication: remedy and environmental interest. *Materials Today: Proceedings*, 13, 654–662. doi: 10.1016/j.matpr.2019.04.025.
- Clay, J. (2013). *World Agriculture and the environment: A commodity by commodity guide to impacts and practices*, Island Press.
- Gomiero, T. (2019). Soil and crop management to save food and enhance food security. *Saving Food*, 33–87. doi:10.1016/b978-0-12-815357-4.00002-x.
- Grossi, G. G. (2018). Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9(1), 69-76. <https://doi.org/10.1093/af/vfy034>.
- Ho, D. T. (2018). Climate change in Malaysia: Trends, contributors, impacts, mitigation and adaptations, *Science of The Total Environment.*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.316>.
- Idris, K. &. (2018). Has the Environment Changed -What Can Be Done to Help the Fishermen Community? The Views of the Small Scale Fishermen in Malaysia. *Pertanika Journal of Social Science and Humanities*. 26, 77-94.
- Kronberg, S. L. (2019). Negative Impacts on the Environment and People from Simplification of Crop and Livestock Production. *Agroecosystem Diversity*, 75-90. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811050-8.00005-4>.

- Olaniyi, A. O. (2015). Agricultural land use suitability assessment in Malaysia. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 21, 560–572.
- Ratnayeke S, v. M. (2018). Carnivore hotspots in Peninsular Malaysia and their landscape attributes. *PLoS ONE* 13(4): e0194217. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194217>.
- Ruppert, S. L. (2018). Primate research and conservation in Malaysia. *CAB review*, 004.
- Shobri, N. I. (2016). Malaysian Standards Crop Commodities in Agricultural for Sustainable Living. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 222, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.139>.
- Sigh, D. D. (2017, May 19). Deforestation kills our future. pp. <https://www.nst.com.my/opinion/letters/2017/05/240624/deforestation-kills-our-future>.
- Sigsgaard, T. &. (2017). Environmental Effects of Intensive Livestock Farming. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 196(9), 1092–1093. <https://doi.org/10.1164/rccm.201706-1075ed>.
- Siwar, C. A.-A. (2009). A Review of the Linkages between Climate Change, Agricultural Sustainability and Poverty in Malaysia. *International review of research business paper*, <https://doi.org/10.31219/osf.io/28vwc>.
- Szulczyk, K. R. (2019). Bioelectricity in Malaysia: economic feasibility, environmental and deforestation implications. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics.*, <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12345>.
- Tullo, E. F. (2019). Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of The Total Environment*, 650, 2751–2760. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.018.

Website

Department of Statistic Malaysia (2020)

https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemedByCat&cat=72&bul_id=R_XVKUVJ5TitHM0cwYWxlOHcxU3dKdz09&menu_id=Z0VTZGU1UHBUT1VJMF1paXRRR0xpdz09

Veterinary Services Department (2020)

<http://www.dvs.gov.my/>

Tiga Aspek Penting Yang Dipelajari Daripada Alam Sekitar Semasa Pandemik COVID-19

Fatimah Rahmat, Nurul Shakirah Mohd Zawawi & Zuraihah Ngadengon

Jabatan Teknologi Maklumat dan Komunikasi, Politeknik Mersing, Mersing, Johor

fatimah@pmj.edu.my

ABSTRAK

Krisis global pandemik COVID-19 yang berlaku di Malaysia telah mencetuskan kejutan fenomena baharu yang belum pernah berlaku seumpamanya. Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) dan amalan norma baharu dilaksana bagi membendung penularan virus ini daripada terus menjangkiti keseluruhan komuniti. Pelaksanaan PKP ini telah membuat ketetapan kepada semua masyarakat di Malaysia untuk berhenti daripada melakukan aktiviti harian dengan slogan “Duduk di Rumah” dalam satu tempoh yang ditetapkan oleh pemerintah. Justeru, kajian ini ingin mengetahui apakah yang berlaku terhadap alam sekitar jika semua masyarakat Malaysia berada di rumah kediaman masing-masing sepanjang tempoh PKP ini. Kajian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur dengan memberi tumpuan kepada penelitian terhadap data dan maklumat sedia ada yang terdiri daripada bahan primer, sekunder dan tertier secara dalam talian. Kajian ini mengulas secara keseluruhan berkenaan isu alam sekitar semasa krisis global pandemik COVID-19. Kajian ini mendapati terdapat tiga pelajaran yang perlu diambil tindakan oleh individu mahu pun organisasi tertentu. Tiga pelajaran tersebut ialah peningkatan bahan sisa buangan, pelaksanaan norma baharu dan tingkah laku. Semoga kajian ini dapat memberi perspektif dan impak positif terhadap perancangan dan pengurusan terhadap bahan sisa buangan sedia ada. Penelitian terhadap kajian ini juga menunjukkan bahawa kesedaran, tanggungjawab dan tingkah laku setiap individu mampu memulihkan keindahan alam sekitar di Malaysia.

Kata Kunci: COVID-19, alam sekitar, norma baharu, sisa buangan, tingkah laku

1. PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

World Health Organization (WHO) telah mengisytiharkan bahawa virus COVID-19 ini bersifat pandemik di mana wabak ini boleh merebak ke seluruh dunia merentasi wilayah dan melibatkan populasi yang besar (WHO, 2020). Pengisytiharan Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) yang dilaksanakan di Malaysia telah menyekat aktiviti sosial individu bagi menangani penyebaran wabak ini. Penyebaran virus ini masih berlaku meskipun PKP telah dilaksanakan. Jangkitan ini merebak tanpa mengetahui cara, masa atau tempat jangkitan yang tepat (Rupani et al 2020). Jangkitan berbentuk sporadik mula dikesan pada Januari 2021 (KKM, 2021). Jangkitan sporadik ialah jangkitan yang tidak diketahui punca jangkitannya, tidak dapat dikaitkan dengan kes-kes lain dan berlaku secara terpencil dan rawak. (KKM, 2021).

Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) telah memperkenalkan tentang amalan kebersihan norma baharu sejak wabak pandemik ini bermula (KKM, 2020). Manakala Kementerian Pendidikan Tinggi juga memperkenalkan empat norma baharu di Institusi Pengajian Tinggi. Norma baharu tersebut ialah proses pengajaran dan pembelajaran secara dalam talian, minggu orientasi, perintah kawalan pergerakan di universiti dan perubahan corak tugasan (Siti Aisyah Mohd Nasir n.d.). Menurut akhbar The Star (2020), norma baharu ialah cara hidup gaya baharu yang melibatkan corak pekerjaan dan interaksi antara individu dengan individu yang lain. Pendidikan norma baharu ini diperkenalkan bertujuan supaya semua individu sentiasa mengamalkan Prosedur Operasi Standard (SOP) dalam usaha memerangi pandemic COVID-

19 (KPT, 2020). Namun demikian, tiada norma baharu khusus yang menjurus kepada penjagaan alam sekitar diperkenalkan semasa krisis global wabak pandemik COVID-19 ini.

Meskipun wabak ini memberikan impak sejarah hitam kepada negara Malaysia, wabak ini sebenarnya telah memberi peluang kedua kepada negara untuk menghidupkan kembali keindahan alam sekitar yang telah lama diabaikan. Dalam kajian ini, terdapat beberapa perkara yang boleh dipelajari daripada krisis global ini. Alam sekitar adalah elemen utama yang perlu dipelajari dalam kajian ini. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan membincangkan tiga aspek utama yang dapat membantu pemuliharaan alam sekitar semasa pandemik COVID-19 ini.

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk menyenaraikan tiga aspek penting yang boleh diperoleh daripada krisis global pandemik COVID-19 ini terhadap alam sekitar di Malaysia. Pelajaran yang diperoleh ini dibincangkan beserta cadangan tindakan yang perlu diambil demi kepentingan alam sekitar walaupun krisis global pandemik ini berakhir. Kajian ini juga bertujuan untuk memberi ulasan mengapa kesedaran kebersihan diri dan alam sekitar perlu dipertingkatkan pada masa akan datang demi menjamin kesejahteraan alam sekitar.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Kajian Terdahulu

Malaysia telah berperang dengan krisis global pandemik COVID-19 ini bermula pada Mac 2020. Krisis ini telah menghentikan aktiviti operasi sedia ada seperti sektor ekonomi, pendidikan, pelancongan, pembangunan dan sosial penduduk di seluruh dunia (Khan et al., 2021). Namun begitu, sektor alam sekitar mula mendapat perhatian media berita tempatan apabila PKP telah dilaksanakan (Siti Maslina, 2020). Pelaksanaan PKP ini telah menjadi isu utama bagi pengkaji membuat kajian yang membincangkan isu seperti kebersihan sungai dan pantai (D'Silva et al., 2021) (Siti Maslina, 2020) (Khan et al., 2021), pengurangan pencemaran asap kenderaan (D'Silva et al., 2021) (Devi et al., 2020) (Rupani et al 2020) (Mohd Nadzir et al., 2020) (Khan et al., 2021), pengurangan pencemaran bunyi (D'Silva et al., 2021), dan keselamatan haiwan liar terjamin (Nor Suzana, 2020). Pelaksanaan PKP telah mengakibatkan perubahan positif terhadap alam sekitar dan persekitarannya (Khan et al., 2021). Menurut Nor Suzana (2020) dan Zulkhairi Azizi Zainal Abidin (2021), kebersihan udara, kejernihan sungai dan pantai mungkin hanya terjadi semasa krisis ini sahaja jika tahap kesedaran individu terhadap alam sekitar masih sama seperti sebelum pandemik berlaku.

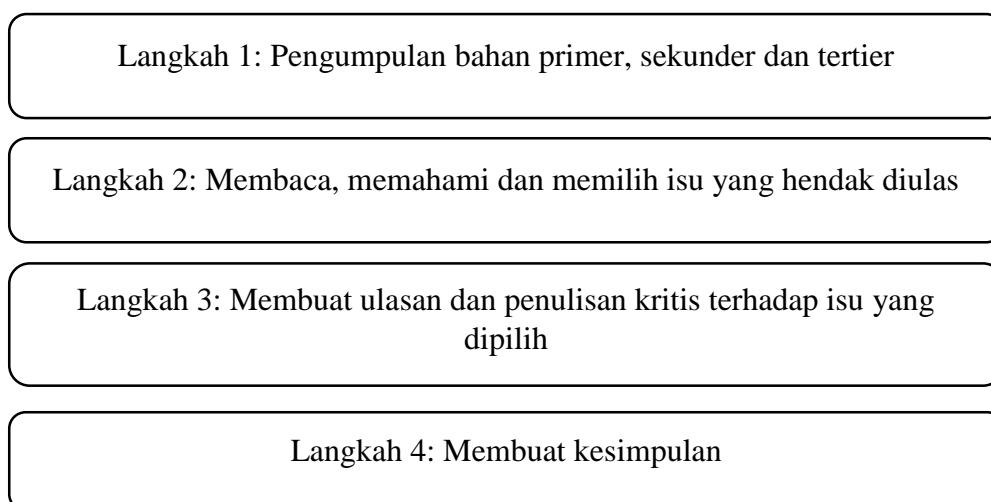
Plastik merupakan bahan utama semasa proses pembungkusan produk. Amalan penggunaan plastik masih menjadi pilihan sama ada sebelum krisis pandemik mahu pun semasa krisis pandemik. Sebilangan besar produk plastik yang dihasilkan tidak mudah dilupuskan oleh persekitaran biasa (Hale & Song 2020). Apabila plastik ini sampai kepada pengguna akhir, kaedah pelupusan tidak dibuat dengan betul dan menyebabkan plastik ini menjadi bahan sisa buangan utama yang menjadi perosak kepada alam sekitar. Keutamaan kepada penyelesaian krisis pandemik ini amat penting pada negara, namun masyarakat sepatutnya menyedari ancaman bahan sisa buangan plastik sedia ada ini boleh merosakkan alam sekitar dan sekali gus kesihatan masyarakat di sekelilingnya (Rupani et al 2020).

D'Silva et al. (2021) menyatakan bahawa angka kematian yang berpunca daripada pencemaran alam sekitar melebihi angka kematian daripada peperangan di seluruh dunia. Pencemaran alam sekitar merupakan pembunuh senyap yang berbahaya dan dikaitkan dengan pelbagai penyakit

(D’Silva et al., 2021). Pencemaran alam sekitar juga merupakan faktor kepupusan hidupan liar dan tumbuhan. Hakikatnya, risiko pencemaran alam sekitar sering tidak diambil berat berbanding risiko-risiko lain (Zulhairi Azizi Zainal Abidin, 2021). Tindakan hanya diambil apabila pencemaran alam sekitar tersebut telah mengorbankan beberapa mangsa di sekitarnya. Justeru, adakah risiko pencemaran alam sekitar hanya akan diambil berat apabila ia telah meragut nyawa manusia? Jawapannya ialah sikap dan kesedaran individu terhadap alam sekitar perlu dititikberatkan.

3. METODOLOGI

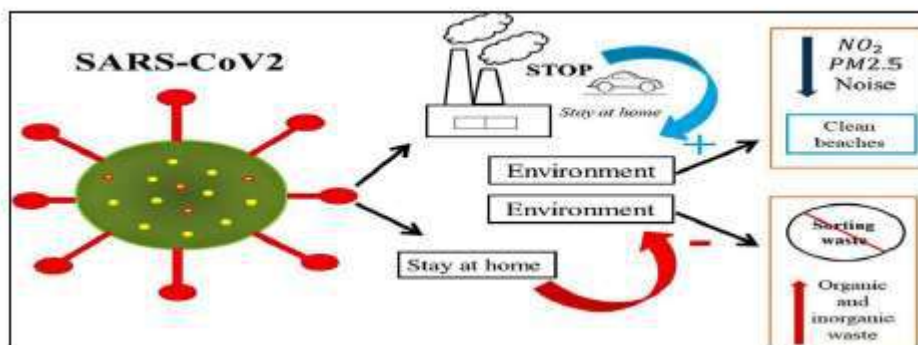
Kajian ini menggunakan kaedah tinjauan literatur di mana kajian ini mengulas secara keseluruhan berkenaan isu alam sekitar semasa krisis global pandemik COVID-19. Data dan maklumat primer dan sekunder terdiri daripada bahan penulisan jurnal dan bahan tertier seperti laporan alam sekitar, majalah atau akhbar secara dalam talian. Bahan maklumat sekunder ini diperoleh dari sumber pangkalan data Google Scholar, Research Gate, medium akhbar utama di Malaysia seperti Berita Harian, The Star, Utusan Malaysia, Astro Awani dan medium laman sesawang universiti tempatan Malaysia. Proses kajian ini melibatkan empat langkah iaitu mengumpul, membaca, mengulas dan membuat kesimpulan (Rajah 1).



Rajah 1: Proses penulisan kajian

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Dalam kajian Zambrano-Monserrate et al. (2020), penemuan kajiannya terhadap impak positif dan impak negatif krisis global pandemik COVID-19 ini terhadap alam sekitar. Rajah 2 menunjukkan cogan kata “Duduk di Rumah” semasa PKP dilaksanakan menyebabkan impak positif pada alam sekitar seperti pantai yang semakin bersih. Justeru, kawasan seperti sungai, pantai, gunung dan jalan raya menjadi kawasan yang bersih kerana tidak dikunjungi oleh manusia. Tiada manusia, maka tiada bahan sisa buangan terhasil di kawasan tersebut (Zambrano-Monserrate et al., 2020). Malangnya, berlaku impak negatif terhadap peningkatan sisa buangan di peringkat rumah kediaman. Kajian ini mendapati terdapat tiga aspek penting yang boleh dipelajari oleh semua individu mahu pun organisasi tertentu bagi memastikan kebersihan dan penjagaan alam sekitar tetap terjaga sama ada COVID-19 ini berakhir atau tidak. Tiga aspek tersebut adalah peningkatan bahan sisa buangan, pelaksanaan norma baharu dan tingkah laku.

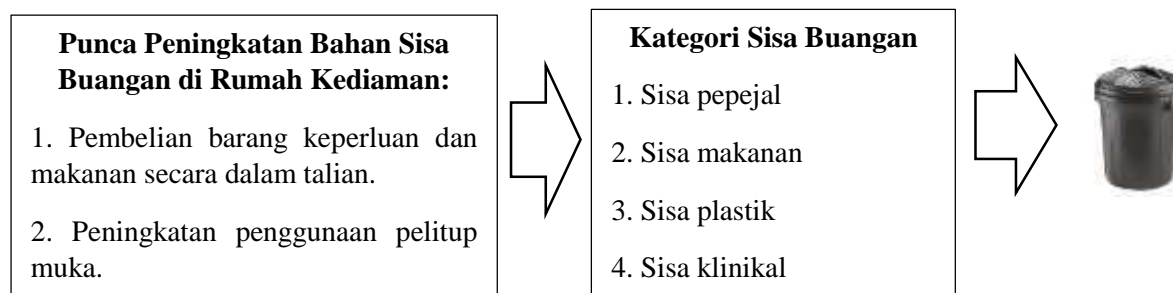


Rajah 2: Impak positif dan negatif COVID-19 terhadap alam sekitar
Sumber: Zambrano-Monserrate et al. (2020)

4.1 Peningkatan Bahan Sisa Buangan

A. Peningkatan bahan sisa di rumah kediaman

Kajian Nor Suzana (2020) mendapati bahawa kekerapan ahli isi rumah kediaman membuat pembelian barang makanan dan barang keperluan harian secara dalam talian telah meningkat. Proses pembungkusan berasaskan plastik dalam lapisan yang banyak perlu dilakukan bagi memastikan barang yang dibungkus tidak rosak. Oleh yang demikian, peningkatan bahan sisa plastik ini amat membimbangkan. Merujuk Rajah 3, kajian ini mendapati terdapat dua faktor kewujudan peningkatan bahan sisa semasa krisis global pandemik ini iaitu pembelian barang keperluan dan makanan secara dalam talian dan peningkatan penggunaan pelitup muka. Kesemua item tersebut menyebabkan peningkatan sisa buangan. Sisa buangan pula terbahagi kepada sisa pepejal, sisa makanan, sisa plastik dan sisa klinikal. Kesemua jenis sisa buangan ini dibuang ke dalam satu tempat iaitu di tong sampah kediaman masing-masing. Sisa ini kemudian dibawa ke pusat pelupusan sampah tanpa melalui saringan jenis sisa. Justeru, menyebabkan kapasiti sisa buangan semakin bertambah.



Rajah 3: Peningkatan sisa buangan

B. Peningkatan bahan sisa produk pertanian

Semasa PKP, pergerakan logistik barang keperluan telah dihadkan. Sektor pertanian juga melaporkan terdapat peningkatan bahan sisa pertanian yang dibuang secara pukal. Pembuangan sisa produk pertanian berskala tinggi ni boleh menyebabkan pencemaran. Menurut Roslinda & Rafidah (2020) dengan merujuk Rajah 4 ialah situasi sebenar bagaimana sisa produk pertanian dilakukan dengan membuangnya secara terbuka dalam kuantiti yang banyak. Lazimnya, produk pertanian adalah bahan organik yang mudah rosak, busuk, berair dan berbau. Jika pengurusan pembuangan sisa produk pertanian ini tidak diurus dengan baik, masalah pencemaran alam sekitar akan terjadi. Masalah pencemaran ini boleh menyumbang kepada kemerosotan kualiti alam sekitar dan sebaran penyakit.



Rajah 4: Lambakan sisa buangan produk pertanian
Sumber: Roslinda & Rafidah (2020)

C. Peningkatan bahan sisa buangan klinikal

Menurut kajian Sangkham (2020), negara Malaysia mempunyai populasi penduduk sebanyak 32 juta penduduk yang menghasilkan 7,049,901 bahan sisa pelitup muka dan 35.41 tan bahan sisa klinikal setiap hari. Penggunaan pelitup muka, pelindung muka dan Protective Disposable Plastic Apron (PE) turut digunakan oleh individu bukan agensi kesihatan. Pelitup muka diwajibkan bagi setiap individu berumur dua tahun ke atas untuk menggunakannya apabila berada di tempat awam (KKM, 2020) dan set PE ini bukanlah sepertimana set Personal Protective Equipment (PPE) yang digunakan dalam agensi kesihatan. Dengan merujuk Rajah 5, set PE dikategorikan sebagai sisa klinikal dan ia perlu dilupuskan menggunakan kaedah pelupusan yang ditetapkan. Pelitup muka dan PE ini adalah sisa buangan klinikal yang ada disetiap tong sampah setiap rumah, premis perniagaan dan di kawasan awam. Namun demikian, pengguna tidak melupus bahan sisa klinikal ini dengan cara yang betul. Bahan sisa klinikal ini perlu dibakar atau ditanam ke dalam tanah tanpa dikitar semula (Sangkham, 2020). Menurut Zulhairi Azizi Zainal Abidin (2021) dan Razak Chik (2020), sisa buangan klinikal ini boleh menyebabkan risiko kesihatan terutamanya kepada pekerja kebersihan jika ia tidak dilupus dengan kaedah yang betul.



Rajah 5: Kelengkapan PE
Sumber: Sinar Harian. (2021)

4.2 Pelaksanaan norma baharu

A. Kebersihan

Pelaksanaan norma baharu memberi satu dimensi baharu terhadap faktor kebersihan individu dan persekitarannya. Amalan norma baharu yang diperkenalkan oleh KKM telah memberi kesedaran bahawa kebersihan adalah faktor yang sangat penting bagi mengelakkan risiko kesihatan menular dalam sebuah komuniti. Jika sebelum ini, pelbagai kesedaran dan program berkenaan punca dan akibat penyakit denggi diperkenal, namun amalan kebersihan komuniti masih tidak memuaskan. Kini, semua individu dan komuniti mula menjadikan amalan membasuh tangan dengan sabun mahupun hand sanitizer telah menjadi kewajipan sebelum melakukan sesuatu tugas.

Manusia dan benda hidup yang lain seperti binatang dan alam sekitar telah lama berkongsi tempat, makanan dan udara demi melangsungkan kehidupan masing-masing. Sejak arahan PKP berkuat kuasa, tempat tumpuan orang ramai seperti jalan raya sungai, pantai tidak dikunjungi oleh manusia. Kajian Dahalan et al. (2020) dan (Khan et al., 2021) telah menunjukkan bahawa petanda positif terhadap alam sekitar semasa PKP ini membolehkan kebersihan di tempat ini bersih dan terpelihara. Habitat flora dan fauna yang sedia ada juga dapat hidup dengan baik tanpa ada gangguan daripada komuniti masyarakat. Justeru itu, kebersihan amat penting dan perlu diutamakan bukan sahaja pada diri sendiri tetapi kepada benda hidup lain yang ada di persekitaran kita.

B. Penjimatan penggunaan kertas

Kempen penjimatan penggunaan kertas telah lama dibuat oleh agensi kerajaan dan swasta. Namun, penggunaan kertas masih digunakan seperti biasa. Kawalan PKP telah menyebabkan proses kerja berubah kepada bentuk norma baharu berbentuk digital. Sebelum krisis pandemik COVID-19, penggunaan kertas telah digunakan secara sepenuhnya oleh semua sektor bagi urusan dokumentasi. Kertas-kertas ini apabila sudah tidak digunakan akan dilupuskan ke tong sampah atau secara kitar semula. Menurut laporan akhbar daripada Utusan (2021), Projek Lebuh raya Utara-Selatan (PLUS) memaklumkan bahawa PLUS berjaya jimat penggunaan tiga juta helai kertas semasa krisis pandemik COVID-19 ini. Oleh itu, penjimatan penggunaan kertas tetap boleh diteruskan meskipun krisis pandemik COVID-19 ini berakhir.

4.3 Tingkah laku

Kajian D'Silva et al. (2021) mendapati Teori Kelakuan Terancang adalah suatu model bagi menghurai gelagat manusia. Kajiannya merumuskan bahawa sekiranya komuniti masyarakat mempunyai persepsi yang baik dalam menjaga alam sekitar, maka semakin kuat kebarangkalian komuniti masyarakat untuk mengambil tindakan dan perhatian yang serius terhadap penjagaan alam sekitar pada masa hadapan. Menurut Zulkhairi Azizi Zainal Abidin (2021), individu yang mempunyai persepsi risiko pencemaran alam yang tinggi berkemungkinan akan cenderung untuk menunjukkan tingkah laku yang positif terhadap alam sekitar. Malangnya, individu akan membuang sampah di mana sahaja kerana norma sekeliling membenarkannya. Penggunaan bahan plastik sebagai alat pelindung dalam pelitup muka dan pelindung diri amatlah diperlukan bagi mengelakkan diri dijangkiti virus. Kajian T. Czig'any & F. Ronkay (2020) menegaskan bahawa bahan polimer amat diperlukan semasa pembuatan pelitup muka bagi mengelak virus masuk ke rongga mulut dan hidung. Namun, situasi sebenar yang berlaku ialah berkenaan sikap membuang pelitup muka di merata-rata tempat yang telah digunakan amatlah berbahaya kerana ia mengundang pada pencemaran alam sekitar (Rajah 6). Meskipun masyarakat mengamalkan penggunaan pelitup muka bagi mencegah daripada serangan virus COVID-19, tetapi sekiranya tingkah laku membuang bahan sisa buangan ini di merata-rata tempat, maka ia amatlah mendukacitakan.



Rajah 6: Pembuangan pelitup muka di tempat awam
Sumber: Azimah (2020)

5. KESIMPULAN

Daripada tiga aspek penting yang dibincangkan dalam bab keputusan dan perbincangan, perkara ini seharusnya diberi keutamaan dan kesedaran kepada semua komuniti masyarakat di Malaysia bagi menjamin kesejahteraan alam sekitar. Bagi Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) atau pun mana-mana organisasi terlibat perlu memantau kaedah pelupusan sisa buangan yang terhasil dan kemudian membuat penambahbaikan supaya pelupusan ini menjadi lebih tersusun dan teratur. Amalan dan pelaksanaan norma baharu dalam aspek kebersihan dan penjimatan penggunaan kertas seharusnya diteruskan di semua organisasi atau rumah kediaman. Jika tingkah laku dan mentaliti masyarakat masih tidak menyedari kepentingan kebersihan dan alam sekitar, dunia akan menjadi lebih teruk selepas krisis pandemik COVID-19 ini berakhir. Sebenarnya, kita tidak perlu menunggu kewujudan krisis global seperti COVID-19 ini untuk kita mula bertindak memelihara alam sekitar. Semoga kajian ini dapat membuka persepsi baru akan kepentingan dan keutamaan alam sekitar demi kemaslahatan kita bersama.

RUJUKAN

- Afida Ayob & Zulfadly Anuar Taip (2020). Implikasi besar pandemik kepada penggunaan tenaga. *Berita Harian* Disember. Retrieved from <https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2020/12/764825/implikasi-besar-pandemik-kepada-penggunaan-tenaga>
- Azimah (2020). Dua Beradik Sepakat Kutip Sampah Pelitup Muka Terpakai Dibuang Merata-Rata Dipuji Warganet. *Sinar Harian* August 2020 Retrieve from <https://sinarplus.sinarharian.com.my/kisah-masyarakat/vasugi-ramasamy-dan-adiknya-suriya-kuppusamy-mengambil-keputusan-untuk-mengutip->
- D'silva, J. L., Abdul Rahman, H., & Dahalan, D. (2021). Analisis Status Alam Sekitar semasa Tempoh Perintah Kawalan Pergerakan Akibat Pandemi COVID-19 di Malaysia. *Sains Malaysiana*, 50(3), 869–878. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5003-27>

- Dahalan, D., Abdul Rahman, H., & D'Silva, J. L. (2020). Malaysian Public's Concern About the Environment During the Covid-19 Pandemic: A Study of a Selected State in Peninsular Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(15). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i15/8423>
- Devi, K., Amalin, N., Kamarul, F., Kaskaoutis, D. G., & Talib, M. (2020). COVID-19's Impact On The Atmospheric Environment In The Southeast Asia Region. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139658>
- Hale, R. C., & Song, B. (2020). Single-Use Plastics and COVID-19: Scientific Evidence and Environmental Regulations. *Environmental Science and Technology*, 54(12), 7034–7036. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02269>
- Kementerian Kesihatan Malaysia (2020). Pembudayaan Norma Baharu Dalam Komuniti Bagi Mencegah Penularan COVID-19 Retrieved from <https://www.infosihat.gov.my/index.php/multimedia/buku-kecil/item/pembudayaan-norma-baharu-dalam-komuniti>
- Kementerian Kesihatan Malaysia (2021). Kes Sporadik Dan Kes Tidak Bergejala Covid-19 Terus Meningkatkan Di Lembah Klang Retrieved from <https://covid19.moh.gov.my/semasa-kkm/2021/06/kes-sporadik-dan-kes-tidak-bergejala-terus-meningkat-di-lembah-klang>
- Kementerian Pengajian Tinggi (2020). Pembudayaan Norma Baharu Kementerian Pengajian Tinggi Retrieved from <https://online.fliphtml5.com/okjcq/vwko/?1605666554497#p=1>
- Khan, I., Shah, D., & Shah, S. S. (2021). COVID-19 pandemic and its positive impacts on environment: an updated review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(2), 521–530. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-03021-3>
- Nor Suzana, Y. (2020). Impak Pandemik COVID-19 Terhadap Alam Sekitar. *Journal of Environmental*, 23, 1–13. <https://www.tsis.my/wp-content/uploads/2020/07/Perspektif-Impak-Pandemik-Covid-19-Terhadap-Alam-Sekitar.pdf>
- Razak Chik (2020). Topeng Dibuang Begitu Sahaja, Kontraktor Kutip Sampah Hadap Bahaya. *Astro Awani*, March 2020 Retrieve from <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/topeng-dibuang-begitu-sahaja-kontraktor-kutip-sampah-hadap-bahaya-235151>
- Roslinda Seswoya & Rafidah Hamdan (2020). Peningkatan Sisa Organik Dan Sisa Klinikal Ketika Penularan Wabak COVID-19. *News April*. Retieve from <https://news.uthm.edu.my/ms/2020/04/peningkatan-sisa-organik-dan-sisa-klinikal-ketika-penularan-wabak-covid-19/>
- Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2(August), 100052. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100052>
- Sinar Harian. (2021). Tukang gunting rambut mohon dibenar beroperasi. *Sinar Harian* June. Retrieve from <https://www.sinarharian.com.my/article/145119/EDISI/Tukang-gunting-rambut-mohon-dibenar-beroperasi>

- Siti Aisyah Mohd Nasir (n.d.). *4 Norma Baharu Di Institut Pengajian Tinggi (IPT)*. Retrieved from <https://webpendidikan.my/4-norma-baharu-di-institut-pengajian-tinggi-ipt/>
- Siti Maslina, A. R. (2020). PKP beri impak positif alam sekitar. *Sinar Harian*, November 2014, 6–7. Retrieve from <https://www.bharian.com.my/rencana/surat-pembaca/2020/05/685254/pkp-beri-impak-positif-alam-sekitar>
- T. Czigány & F. Ronkay (2020). The coronavirus and plastics. *eXPRESS, Polymer Lett.* 510–511, <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2020.41>
- The Star (2020). COVID-19: What does the ‘new normal’ mean? Retrived from <https://www.thestar.com.my/lifestyle/health/2020/05/21/covid-19-what-does-the-039new-normal039-mean>
- Utusan (2021). PLUS Jimat Penggunaan 3 Juta Helaian Kertas. *Utusan* July. Retrieve from <https://www.utusan.com.my/ekonomi/2021/07/plus-jimat-penggunaan-3-juta-helaian-kertas/>
- World Health Organization (2020). *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19*. Retrieved from <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- Zambrano-Monserrate, M. A., Ruano, M. A., & Sanchez-Alcalde, L. (2020). Indirect effects of COVID-19 on the environment. *Science of the Total Environment*, 728(April). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>
- Zulkhairi Azizi Zainal Abidin (2021). Norma Baharu Dalam Menjaga Alam Sekitar. *Majalah Sains* e-ISSN : 2682-8456 Retrieved from <https://www.majalabsains.com/norma-baharu-dalam-menjaga-alam-sekitar/>



Bidang 4

PENGURUSAN SISA

Peningkatan Kesedaran dan Pengetahuan Pengurusan Sisa Bagi Mengoptimumkan Penggunaan Sumber Melalui Pengukuran Prestasi Pengurusan Sisa Semasa.

Carbonization of Palm Kernel Shell as Potential Coal Blending Combustion Material for Energy Generation

**Muhammad 'Azim Jamaluddin, Syahirah Yahya, Siti Nor Silmi Nordin,
Muhammad Izwan Norman & Mohd. Adil Hakam Osman**

Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Pagoh, Johor

m.azim@ptsn.edu.my

ABSTRACT

Production of clean solid fuel from palm kernel shell (PKS) has successfully performed using microwave irradiation carbonization system (PKSM) and fabricated tube furnace pyrolysis system (PKSF). The char produced from both systems were compared in terms of their physicochemical properties together with raw PKS and local sub-bituminous Silantek coal (SL). The combustion performance of PKS, PKSM and PKSF and their blending with SL were then investigated using thermogravimetric analyzer (TGA). Five different blending ratios were selected and the combustion study took place under dynamic conditions from temperature 25 to 1000 °C at constant heating rate of 20 °C/min. The results showed that thermal degradation of PKS occurred in three stages while Silantek coal only involved two regions due to their different fuel properties. The blending of both SL and PKS did follow their individual samples combustion pattern, indicated non-additive behavior between the two fuels. This suggest that there is no interaction between coal and biomass during combustion. Meanwhile PKSM and PKSF showed comparable physical and chemical properties and had additive behavior during co-combustion with SL coal due to single combustion profile at each blending ratio. The study shows feasibility of local SL coal to be combusted together with PKS chars as potential clean solid fuel for energy generation for years to come.

Keywords: microwave irradiation, thermogravimetric analysis, palm kernel shell, char, coal blending

1. INTRODUCTION

Malaysia is currently at the crossroads of meeting the nation's energy needs and fulfilling its commitments towards sustainable and environmental-friendly developments. International Environmental Agency (IEA) reported that about 4,188.5 million tonnes of carbon dioxide, CO₂ emission was recorded in Asia from 2010 to 2017 due to the combustion of fossil fuels. The amount also spiked in 2018 due to an increase in energy demand (IEA, 2020). This scenario has caused global warming and are indirectly increasing the need of either heating or cooling requirements globally. Currently, Malaysia is depending on natural gas as the main energy source for power generation. In 2018, about 73,352 GW Wh of the electricity generation from the total of 168,897 G Wh energy produced was fueled by coal followed by natural gas (Energy Commission, 2019). As the concern on the increasing global climate issues emissions increases, the search on reliable, long-lasting source of renewable energy is undeniably important. Biomass, among other renewable energy sources is one of the best candidates in fulfilling the increasing national energy requirements. Comprises of any animal and plants residues, the potential of biomass has become more popular as a new source of energy. Main contributor of biomass in Malaysia is palm oil industry with 85.5 %, followed by municipal solid wastes (9.5 %), wood industry (3.7 %) and rice and sugar cane industry with 0.7 % and 0.5 %, respectively. Major attentions are being paid on biomass-to-energy developments due to the continuous availability, extremely lower cost in comparison to the other sources as well as environmental-friendly factor due to zero emission of CO₂ and other by-products (Shuit & Kamaruddin, 2009, Jamaluddin, 2015).

Coal-biomass co-combustion is one of the potential alternatives for the use of renewable fuels, which help in reducing CO₂ emission, as well as to overcome limited disposal site for the waste and reducing global dependency on the fossil fuels (Jamaluddin, 2011, Idris et. al 2012). Currently pulverized coal-based power plants are the predominant method of large-scale electricity production worldwide. If pulverised fuel power plants make a switch to co-firing of biomass fuels, it will make a huge impact on reducing coal usage, reducing carbon emissions and making a transition to renewable energy. Additionally, the cheapest and most effective way for big coal-based power plants to enter renewable energy sector is biomass cofiring (Setyawan, 2020). However, although it seems to be promising in term of solving environmental issues, co-combustion of coal and biomass was found to be difficult to be utilized in existing coal-fired power plants due to different combustion properties. Thus, converting the biomass into up-graded fuel sources to improve the quality of the biomass itself as energy sources is of paramount importance.

Co-utilization of coal and biomass/biomass chars has significantly reduced the emission of greenhouse gases either during the pyrolysis, combustion or gasification process in laboratories, pilots as well as in the industrial scales (Paiman et al, 2018). Studies had been done to convert biomass wastes to more useful, value-added products through thermochemical conversion process such as bio-oil and bio-char which have advantages in term of storage and transportation in comparison to the raw wastes (Van de Velden et. al 2010). The bio-char, drawn major attentions as it can be potentially used as energy sources for combustion due to its higher fixed carbon contents and calorific value compared to the raw wastes. Conversion of the biomass to clean solid fuel or char through carbonization process provides better alternative approach for the environment as it removes the volatile matters and reduces the reactivity of the raw materials. Besides, the sample might be easily ground and the heat value of char may be improved, hence increases the possibility to be blend together with coal for combustion (Sahu et. al, 2010). Previously, conventional heating methods using tube furnace or fluidized bed reactor were widely used for pyrolysis of biomass; however, these external heating methods consumed long heating duration that results in low quality products due to secondary reaction. Other disadvantages including more energy required for the heating process, heat transfer resistance and heat losses to the surrounding (Selema & Ani, 2011). Microwave pyrolysis was developed as an alternative heating source for pyrolysis process to overcome these problems. As a rapid pyrolysis process, microwave pyrolysis prevents formation of secondary reaction thus improved the quality of products produced. It also provides a uniform heating of the sample due to volumetric heating of the materials (Thostenson & Chou, 1999).

Present paper focus on co-combustion of coal with palm kernel shell chars produced from carbonization process using conventional tube furnace and microwave irradiation carbonization system. Combustion performances of chars from different carbonization system are compared to each other, together with the combustion of coal and the raw PKS sample. The effects of blending ratio on combustion performances are also discussed in the present paper.

2. LITERATURE REVIEW

It is important to understand the combustion behaviors of coal and biomass as well as the blends of the two fuels. In recent studies, Hamzah et. al (2021) has studied the co-combustion performance of Silantek coal (SL) with empty fruit bunch (EFB). The results showed that thermal degradation of empty fruit bunch (EFB) occurred in three stages while Silantek coal only involved two regions due to their different fuel properties. The blending of both SL/EFB showed individual samples combustion, which indicated non-additive behavior suggesting that

there is an interaction between coal and biomass. Meanwhile, Idris et. al (2012) has shown that co-combustion of Malaysia's Mukah Balingian coal with palm oil waste has improved the thermo-chemical reactivity. However, implementation of raw biomass combustion in existing coal-fired power plant might lead to ash-related problems such as fouling, agglomeration on the fluidized bed and slagging of the heat exchange surface or reactor wall (Zakaria et. al, 2010).

Converting biomass into upgraded solid fuel known as char as co-combustion material seems to be relevant to overcome this drawback. In addition, co-utilization of biomass char in existing coal-fired power plants may result to environmental, technical, and economical benefits for energy generation. As far to the author knowledge, there are no study had been done on co-combustion of our local Silantek coal and biomass char from microwave irradiation carbonization system. Early study by Kastanaki et. al (2002) on combustion of biomass char with different rank of coals reported the influences of coal ranks and proportion of the fuels to the combustion behavior of the blends. Sahu et al (2010) studied the combustion pattern of Indian coal with biomass char produced at 300 and 450 °C with different blending ratio. It was suggested that blends containing less than 50 % biomass char is better performing as compared to those with higher biomass char content. Zakaria et. al (2010) investigated thermal decomposition of different rank of Malaysian coals blended with rice husk and rice husk char. The study proved that low rank coal blended with rice husk char results in single evolution profiles; indicated the feasibility to be blended together as alternative fuel for combustion. Combustion properties as well as synergistic effect between coal and the char should be fully understood before further implementation could be done in the industry.

In this study, microwave irradiation heating has been used as an alternative to perform pyrolysis of biomass due to less time and energy consumption during the process compared to conventional pyrolysis devices (Marra et al, 2010). Microwave-assisted pyrolysis of biomass including pine sawdust, coffee hulls, rice husks, and sewage sludge had been done, and the effects of different parameters on the pyrolysis process, including the sample size particles, reaction time and sample mass were studied (Dominguez et. al, 2007, Hu et. al, 2008 and Wang et. al, 2009). However, only few studies have been done for pyrolysis of palm oil wastes. Selema et. al (2011) studied the effects of microwave absorbent in the pyrolysis of palm kernel shell and palm fibres. They concluded that presence of absorber in microwave heating improve the efficiency of the pyrolysis of oil palm biomass in term of time reduction, heating temperature as well as the char quality in comparison to the conventional method. Since biomass have low dielectric properties that almost resistant to microwave irradiation, absorber is needed to initiate the pyrolysis process. Microwave radiation will heat the absorber first, then the biomass samples will be heated indirectly by conduction, results in the decomposition of the sample. Jamaluddin et al. (2012) studied the effects of microwave power levels on carbonization of palm kernel shell in terms of temperature profiles, product distribution yields as well as the char quality. It was found that microwave power level as low as 300 W was sufficient enough to convert palm kernel shell into highly potential solid fuels.

3. METHODOLOGY

3.1 Materials

Palm Kernel Shell (PKS) was kindly supplied by a local palm oil mill in Kedah. The sample was cleaned and dried overnight at oven temperature of 80 °C. SL coal was obtained from Sarawak, Malaysia. Char from PKS was produced using microwave irradiation (PKSM) and tube furnace (PKSF) carbonization techniques. All samples were pulverized and sieved to

obtain particle sizes of $< 212 \mu\text{m}$. Proximate analysis was done to determine the percentages of moisture, volatile matter, fixed carbon and ash content in the sample using Thermogravimetric Analyzer, DTA/DSC TA Model SDT Q600 according to the ASTM 3172 under nitrogen gas atmosphere (ASTM International, 2007). Ultimate analysis was done using Elemental Analyzer CHNS-932 series model with helium gas as carrier to determine the percentage of C, H, N and S. The percentage of oxygen was determined by difference. Calorific value of the sample was determined using Bomb calorimeter Leco AC-350 model according to ASTM D5468 (Gani & Naruse, 2007).

3.2 Microwave Irradiation Carbonization of Palm Kernel Shell

Pyrolysis of PKS was carried out in a fabricated microwave, model Panasonic NNJ-993 with a maximum power of 1000 Watt at frequency of 2450 MHz. The selection and optimization of carbonization parameters were fully described in previous study (Jamaluddin et. al, 2013). Schematic diagram of the microwave irradiation carbonization system was shown in Figure 1.

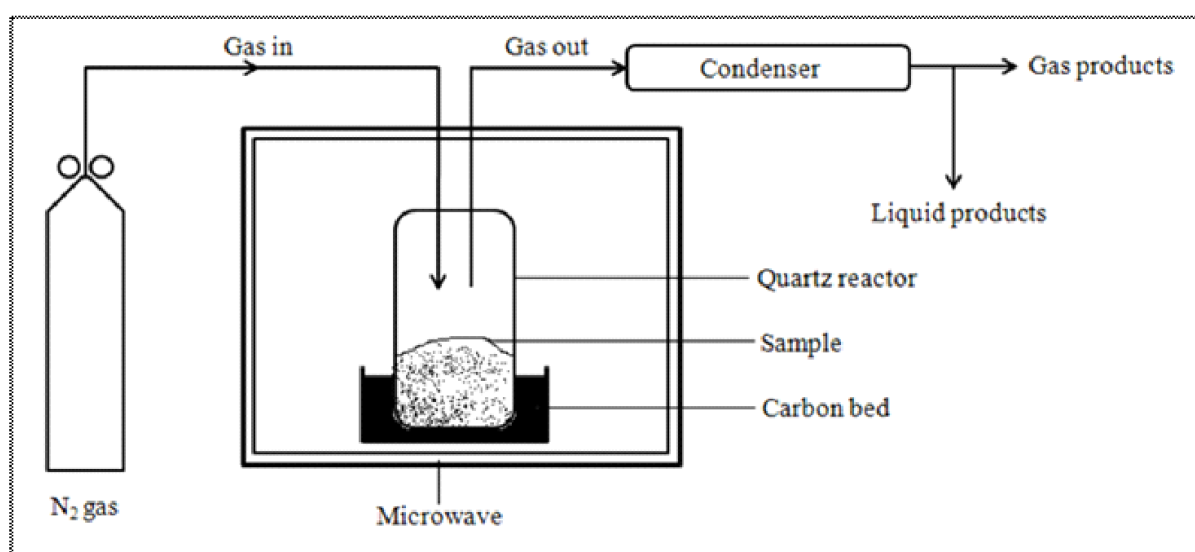


Figure 1: Schematic diagram of microwave irradiation carbonization system.

In this study, about 30 g of PKS sample was placed in the reactor and subjected to microwave irradiation for 30 min with nitrogen gas flow of 100 mL/min. Final temperature of the sample during pyrolysis process was measured using type-K thermocouple. The system was improved with carbon bed surrounding the sample quartz reactor to overcome poor absorbance properties of PKS towards microwave irradiation. The condensable volatile matter was collected using condenser with cooling water under controlled temperature of 0-5 °C. Solid and liquid fractions were determined from weight changes before and after the reaction completed, while gas fraction was estimated by differences. All experiments were duplicated to determine the range and deviation between the results.

3.3 Conventional Carbonization of Palm Kernel Shell

Carbonization of PKS using conventional method was done using a fabricated vertical tube furnace at heating rate of 20 °C/min, with nitrogen flow rate of 150 mL/min. About 200 g of PKS sample was heated until maximum temperature of 600 °C was reached and allowed to be fully pyrolyzed at residence time of 2 hours (Kastanaki et. al, 2002). The condensable volatile matters were collected using condenser with cooling water under controlled temperature of 0-5 °C. Schematic diagram of the tube furnace pyrolysis system is shown in Figure 2.

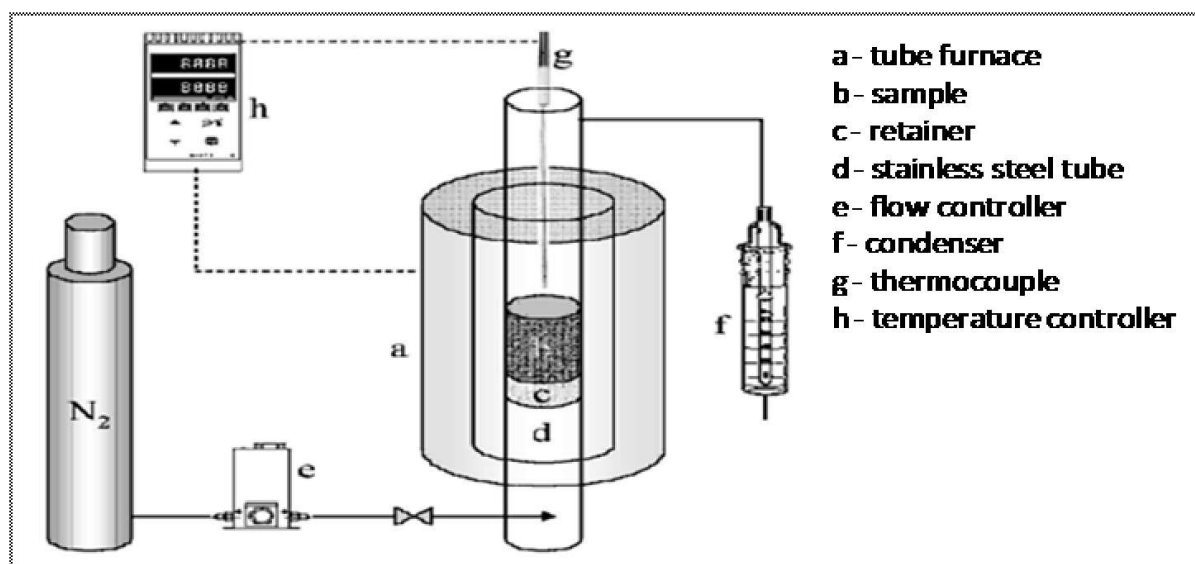


Figure 2: Schematic diagram of tube furnace carbonization system.

Solid and liquid fractions were determined from weight changes before and after the reaction completed, while gas fraction was taken by differences. All experiments were duplicated to determine the range and deviation between the results.

3.4 Thermogravimetric Analyses for Combustion Performance

Combustion performances of SL coal, PKS, the chars produced and their blends were investigated using thermogravimetric analyzer DTA/DSC TA Model SDT Q600 under purified air (air that have been filtered to remove impurities such as CO₂, H₂O and other contaminants) with constant flow rate of 100 mL/min in the temperature range between 25-1000 °C. Sample was directly weighed in a 90 µL alumina crucible and the temperature was kept isothermal for one min before ramping to desired temperature with selected heating rate. To avoid any mass transfer problem, each run was done with fixed sample mass of 16.0 mg. All experiments were replicated to determine their reproducibility, which was found very well within error of ±2 %.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Physicochemical Analyses of Individual Samples

Table 1 shows proximate and ultimate analysis of SL coal, PKS, PKSM and PKSF together with their calorific values. It can be seen that SL coal has relatively high content of fixed carbon, ash content and calorific value but low in volatile matter content in comparison to the PKS sample. The carbon content is also high, thus make it falls into sub-bituminous, low-rank category of coal. Generally, biomass has volatile matter/fixed carbon ratio (VM/FC) as high as 4.0, while the values for coal is considerably lower (Tillman, 2000). In this study, the VM/FC value for PKS is higher than SL coal, with value of 3.8 and 0.3, respectively. It is also worth to notice that the H/C ration of PKS is higher than that of the SL coal, which indicates lower level of CO₂ in the gases per unit energy produced (Idris et. al, 2012). SL coal has typical sub-bituminous coal calorific value of 27.6 MJ/kg, while PKS is relatively lower with 16.3 MJ/kg. This is attributed by higher values of H/C and O/C ratio for the PKS than the SL coal, showing that the higher proportion of oxygen and hydrogen, compared with carbon, reduces the energy value of a fuel due to the lower energy contained in carbon–oxygen and carbon–hydrogen bonds, than in carbon–carbon bonds (McKendry, 2002).

Table 1. Sample assays of SL coal, PKS, PKSM and PKSF

Analyses	SL coal	PKS	PKSM	PKSF
Proximate Analysis (wt% db)				
Volatile matter	20.1	77.5	36.6	35.4
Fixed carbon	60.3	20.3	61.8	60.0
Ash content	19.6	2.2	1.6	4.6
Volatile matter/fixed carbon	0.3	3.8	0.6	0.6
Ultimate Analysis (wt% daf)				
Carbon	80.7	47.5	64.7	67.8
Hydrogen	6.3	7.9	3.9	2.4
Nitrogen	0.9	1.6	0.5	0.5
Sulphur	0.6	0.6	0.3	0.2
Oxygen ^a	11.4	42.4	30.6	29.1
H/C ratio	0.93	1.27	0.73	0.43
O/C ratio	0.18	0.89	0.64	0.57
Calorific value (MJ/kg)	27.6	16.3	29.1	30.9

^acalculated by difference, db = dry basis, daf = dry ash free

Pyrolysing the PKS using both microwave irradiation and conventional techniques resulted in changes of the characteristics of raw sample. It is clearly observed that the volatile matters is reduced to almost half from that raw sample, while the fixed carbon content increased about three times from its initial content due to the devolatilization of the PKS during pyrolysis using both systems, that caused the fixed carbon content to become more concentrated. However, the ash content of both chars were different in comparison to that of the raw sample, depends on the pyrolysis approach for the char production. Ash content of chars from microwave-assisted and furnace pyrolysis were decreased and increased, respectively. The characteristic of the char or ash being generated is actually related to the pyrolysis conditions as well as the physical and chemical properties of fuel (Maiti et. al, 2006). The complexity of heterogeneous nature of solid samples might results in different behaviors for different pyrolysis methods used, thus further analysis should be done before this different ash trend could be understood. The H/C and O/C ratio were also reduced, resulted in increase of the calorific value of 29.1 and 30.9 MJ/kg for PKSM and PKSF, respectively. The characteristic of chars from both systems are generally almost identical to each other, and comparable to the characteristics of SL coal. Thus, co-combustion of SL coal with the chars produced are expected to give good combustion performances in comparison to the co-combustion of coal/raw PKS.

4.2 Combustion Performances of Parent Fuels

Thermogravimetric analyser (TGA) was used to evaluate the combustion performances of SL coal, PKS, PKSM and PKSF. The results obtained are essential to provide better understanding of the combustibility of fuels for further applications in combustion facilities (Idris et. al, 2012). Ignition, maximum and burnout temperature (indicated by T_i , T_{max} and T_f , respectively) as well as the mean reactivity, R_m are amongst of the important parameters to be evaluated in predicting combustion performances of sample. Generally, combustions of fuels could be separated into three different regimes; moisture drying, oxidative degradation and char combustion regimes (Munir et. al, 2009). The derivative weight loss (DTG) of combustion for SL coal, PKS, PKSM and PKSF at 20 °C/min are shown in Figure 3. All samples showed an initial peak in the DTG curves at a temperature between 30-150 °C that corresponded to the removal of moisture in the samples. This moisture drying region (temperature range of less 150 °C) was excluded for the determination of thermal events in coal and biomass. Oxidative degradation regimes of PKS, SL coal, PKSM and PKSF behave differently during combustion.

PKS shows observable oxidative degradation regimes that occur at temperature between 200-400 °C due to the release of light volatile compounds as well as breaking of chemical bonds in the sample (Mohammed et. al, 2012). Two major peaks shown represent the degradation of cellulose and hemicelluloses at temperature of 295 and 330 °C, respectively. Third peak observed represents char combustion regime and lignin decomposition which occurred at temperature 460 °C (Gani & Neruse, 2007). On the contrary, oxidative degradation regimes are less observable in DTG of SL coal and both chars. A slight weight gain was observed in DTG of SL coal at temperature 250 °C, which is not found in the DTG of other samples due to oxygen chemisorptions (Otero et. al, 2007). Char combustion regimes started at temperature of 560, 500 and 550 °C for SL coal, PKSM and PKSF, respectively. The combustion parameters of the SL coal, PKS, PKSM and PKSF were shown in Table 2.

Table 2: Combustion characteristic parameters of SL coal, PKS, PKSM and PKSF at heating rate 20 °C/min.

Sample	T _i (°C)	TEP 1		TEP 2		TEP 3		TEP 4		R _m	T _f (°C)	Time (min)
		T _{max} (°C)	DT G max	T _{max} (°C)	DT G max	T _{max} (°C)	DT G max	T _{max} (°C)	DT G max			
SL	393.1					558.3	1.34	625.2	1.31	0.21	687.0	15.0
PKS	233.0	295.0	2.19	330.7	3.13	459.6	1.32			1.97	510.5	13.8
PKSM	290.2							503.4	1.73	0.34	561.3	13.6
PKSF	385.2							554.1	1.78	0.32	625.3	11.9

TEP = thermal evaluation profile, T_i = ignition temperature, T_{max} = maximum temperature, T_f = final temperature, R_m = mean reactivity

Generally, the PKS is easier to ignite followed by PKSM, PKSF and SL coal with ignition point of 233, 290, 385 and 393 °C, respectively. This might be attributed by the high volatile matters content present in the sample in comparison to the other samples, as shown in Table 1. The DTG_{max} of PKS also was the highest, indicating higher reactivity of the sample during combustion. SL coal, on the other hands, has lowest DTG_{max}, and considered as less reactive amongst the samples analyzed. Mean reactivity (R_m) is used in order to evaluate the overall reactivity of all samples during combustion. Carbonization of PKS sample into char using both microwave-assisted and tube furnace systems obviously reduced its reactivity, and increased the T_i and T_f. Similar trends of char combustion were also reported by Sahu et. al (2010) in their study of combustion characteristics of chars from rice husk and saw dust.

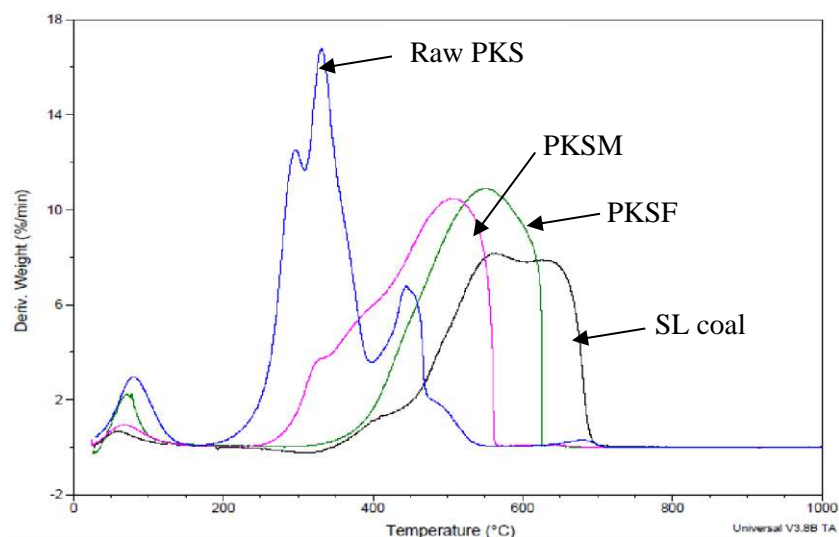


Figure 3: Derivative weight loss (DTG) of combustion for SL coal, PKS, PKSM and PKSf at 0 °C/min

4.3 Effect of Blending Ratio to Combustion Performances of Blends

Figure 4a-c represents DTG of co-combustion behavior of PKS, PKSM and PKSf with SL coal, at constant heating rate of 20 °C/min. It appears that SL coal and PKS undergo individual combustion that represented by three major peaks in the DTG curves. The first two peaks occurred in oxidative degradation regimes are mainly due to the decomposition of hemicelluloses and cellulose from the PKS, respectively. Apparently, third major peak observed in combustion of PKS seems to overlap with SL coal, in char combustion regimes at temperature above 400 °C. As the percentages of PKS increased in the blends, the reactivity predicted by maximum temperature, DTG_{max} increased. The third peak, on the other hands evolved and broadens into two minor peaks with increasing percentages of SL coal. This resulted in elongation of the combustion time and the reactions ended at higher temperature in prior to the combustion of SL coal. It is worth to notice that co-combustion of PKSM and PKSf with SL coal results in single and broader major peak at every blending ratio due to combustion of charred materials. The oxidative degradation regimes of the SL coal/PKSM and SL coal/PKSf blends are less obvious and comparable to that of coal. It may be concluded that the carbonization of PKS using microwave-assisted and tube furnace systems had successfully reduced the volatile matters content from raw PKS. However, one may observe that combustion of SL coal/PKSM occurred at lower temperature with almost similar ignition and burnout temperature of 285 and 570 °C, respectively for every blending ratio. Besides, DTG combustion of SL coal/PKSM blends occurred in the overlap between oxidative degradation and char combustion regimes. On the contrary, combustion of SL coal/PKSf started and ended later than that of SL coal/PKSM blends, with wider range of ignition and burnout temperature. The difference of combustion behavior between the two chars with coal may be contributed by the different structure of chars in different carbonization conditions. Microwave-assisted pyrolysis which is rapid pyrolysis process produced chars with high porosity, making it more reactive during combustion which might lead to lower ignition temperature. Tube furnace pyrolysis that occurred at lower heating rate, on the other hands produced less reactive chars due to cracking process instead of pores thus results in higher ignition temperature in comparison to the SL coal/PKSM blends. However, microscopic study should be done to understand the effect of different char structure on the combustion behavior.

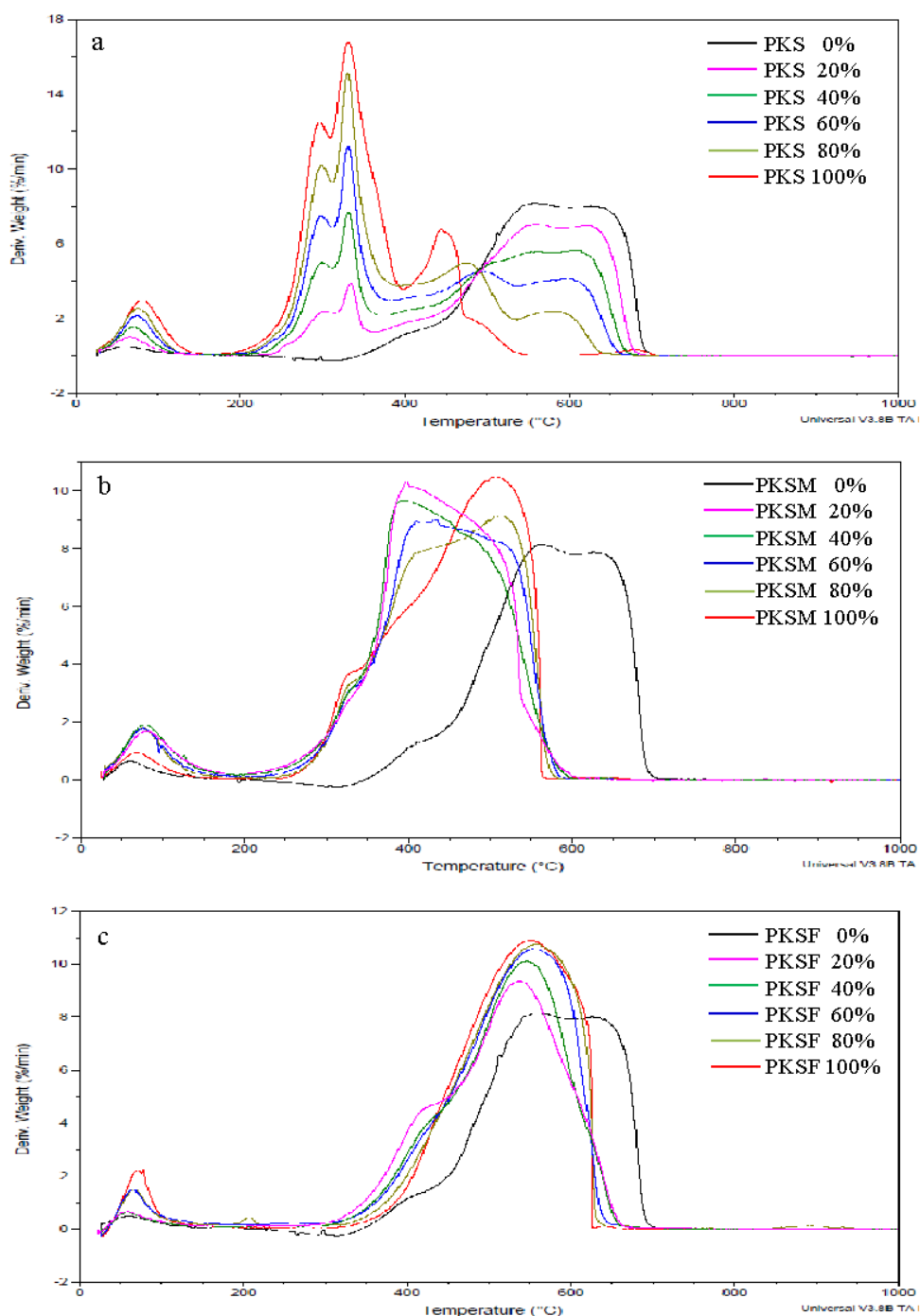


Figure 4: Derivative weight loss (DTG) of co-combustion behavior of PKS, PKSM and PKSF with SL coal, at constant heating rate of 20 °C/min.

5. CONCLUSION

Pyrolysis of PKS using microwave-assisted and tube furnace system has successfully removed the volatile matters and increased the fixed carbon content of the PKS sample. Combustion profiles of SL coal/PKS blends proved that both samples undergo individual combustion and non-synergistic behavior was found between the two samples during combustion. SL coal, on the other hands, showed good co-combustion behavior with the chars produced from

microwave-assisted pyrolysis and tube furnace system indicated by single combustion peak during the combustion. Blends of SL coal/PKSM and SL coal/PKSF however, show different combustion behaviors due to different heating properties between the two systems. Presence of additive behavior between SL coal and the chars shows the feasibility of the samples to be combusted together as a new energy source. However, details study should be done before the application in existing coal-fired power plant could be done.

ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge the Sime Darby Research Sdn. Bhd. for their financial assistance, and Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail for their support.

REFERENCES

- ASTM D3172-13(2021)e1, Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke, ASTM International, West Conshohocken, PA. Retrieved from www.astm.org
- Dominguez, A., Menendez, J.A., Fernandez, Y., Pis J.J., Velente Nabais, J.M., & Carrot, P.J.M. (2007). Conventional and microwave induced pyrolysis of coffee hulls for the production of a hydrogen rich fuel gas. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 79, 128-135. <http://doi:10.1016/j.jaap.2006.08.003>
- Energy Commission. (2019). Malaysia Energy Statistic Handbook. Putrajaya, Malaysia: Suruhanjaya Tenaga. <https://meih.st.gov.my/documents/10620/bcce78a2-5d54-49ae-b0dc-549dcacf93ae>
- Gani, A., & Naruse. I. (2007). Effect of cellulose and lignin content on pyrolysis and combustion characteristics for several types of biomasses. *Renewable Energy*, 32, 649–661.
- Hamzah, N.S., Idris, S.S., Rahman, N.A., Abu Bakar, N.F., & Matali, S. (2021). Thermal Analysis of Co-Utilization of Empty Fruit Bunch and Silantek Coal Under Inert Atmosphere Using Thermogravimetric Analyzer (TGA). *Frontiers in Energy Research*, <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.608756>
- Hu, S., Xiang, J., Sun, L., Xu, M., Qiu, J., & Fu, P. (2008). Characterization of char from rapid pyrolysis of rice husk. *Fuel Processing Technology*, 89, 1096-1105.
- Idris, S.S., Abd Rahman, N., & Ismail, K. (2012). Combustion characteristics of Malaysian oil palm biomass, sub-bituminous coal and their respective blends via thermogravimetric analysis (TGA). *Bioresource Technology*, 123, 581-591.
- International Environmental Agency. (2020). *Data and statistic: CO₂ Emission from fuel combustion*. Paris: IEA.
- Jamaluddin, M.A., Ismail, K., Ab Ghani, Z., Mohd Ishak, M.A., Idris, S.S., Abdullah, M.F., Yunus, M.F.M., Tahiruddin, S., & Hakimi, N.I.N. (2012) A study on experimental characteristics of microwave-assisted pyrolysis of palm kernel shell. *Jurnal Intelek UiTM Perlis*, 7(2), 16-21.

- Jamaluddin, M.A., Ismail, K., Ab Ghani, Z., Mohd Ishak, M.A., Idris, S.S., Abdullah, M.F., Yunus, M.F.M., Tahiruddin, S., & Hakimi, N.I.N. (2011). Thermogravimetric analysis of Silantek coal, Palm Kernel Shell, Palm Kernel Shell char and their blends during combustion. *3rd International Symposium & Exhibition in Sustainable Energy & Environment (ISESEE)*, 48-50, <https://doi.org/10.1109/ISESEE.2011.5977108>.
- Jamaluddin, M.A. (2015). Biomass Energy and Its Potential In Malaysia. Prasad, R., Sivakumar, S., & Sharma, U.C. (eds), *Energy Science and Technology : Bioenergy 7* (pp.149-160). Studium LLC Press.
- Kastanaki, E., Vamvuka, D., Grammelis, P., & Kakaras, E. (2002). Thermogravimetric studies of the behavior of lignite-biomass blends during devolatilization. *Fuel Processing Technology*, 77-78 : p. 159-166.
- Maiti, S., Dey, S., Purakayastha S., & Ghosh, B. (2006). Physical and thermochemical characterization of rice husk char as a potential biomass energy source. *Bioresource Technology*, 97, 2065-2070.
- Marra, F., Bonis, M.V.D., & Ruocco, G. (2010). Combined microwaves and convection heating: A conjugate approach. *Journal of Food Engineering*, 97, 31-39.
- Mckendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83, 37-46.
- Mohammed, M.A.A., Salmiaton, A., Wan Azlina, W.A.K.G., & Mohamad Amran, M.S. (2012). Gasification of oil palm empty fruit bunches: a characterization and kinetic study. *Bioresource Technology*, 110, 628-636.
- Munir, S., Daood, S.S., Nimmo, W., Cunliffe, A.M., & Gibbs, B.M. (2009). Thermal analysis and devolatilization kinetic of cotton stalk, sugar cane bagasse and shea meal under nitrogen and air atmospheres. *Bioresource Technology*. 100, 1413-1418.
- Otero, M., Gomez, X., Garcia, A.I., & Moran, A. (2007). Effects of sewage sludge blending on the coal combustion: a thermogravimetric assessment. *Chemosphere*. 69, 1740-1750.
- Paiman, M.E.S., Hamzah, N.S., Idris, S.S., Rahman, N.A & Ismail, K. (2018). Synergistic Effect of Co-utilization of Coal and Biomass Char: An Overview IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 358. <http://doi:10.1088/1757-899X/358/1/012003>
- Sahu, S.G., Sarkar, P., & Chakraborty, N. (2010). Thermogravimetric assesment of combustion characteristics of blends of coal with different biomass chars. *Fuel Processing Technology*, 91, 369-378.
- Salema, A.A., & Ani, F.F (2011). Microwave induced pyrolysis of oil palm biomass. *Bioresource Technology*. 102, 3388–3395.

- Setyawan, E. S. (2020). Palm Kernel Shells: An Attractive Biomass Fuel for Europe. Bioenergy Consult. Available at: <https://www.bioenergyconsult.com/tag/combustion/> (Accessed 14 July 2021).
- Shuit, S.H., Tan, K.T., & Kamaruddin, A.H. (2009). Oil palm biomass as a sustainable energy source: A Malaysian case study. *Energy*, 34, 1225-1235.
- Thostenson, E.T. & Chou T-W. (1999). Microwave processing: fundamentals and applications. *Composites: Part A*, 30, 1055-1071.
- Tillman, D.A. (2000). Biomass cofiring: the technology, the experience, the combustion consequences. *Biomass Bioenergy*, 19, 365-84.
- Van de Velden, M., Baeyens, J., Brems, A., Janssens, B., & Dewil, R. (2010). Fundamentals, kinetics and endothermicity of biomass pyrolysis reaction. *Renewable Energy*, 35, 232-242.
- Wang, X.-H., Chen H.P., Ding X.J., Yang H. P., Zhang S.H., & Shen Y.Q. (2009). Properties of gas and char from microwave pyrolysis of pine sawdust. *Bioresources*, 4(3), 946-959.
- Wu, Z., Wang, S., Zhao, J., Chen, L., & Meng, H. (2014). Synergistic effect on thermal behavior during co-pyrolysis of lignocellulosic biomass model components blend with bituminous coal. *Bioresource Technology*, 169, 220–228.
- Zakaria, Z., Mohd Ishak, M.A., Abdullah, M.F., & Ismail, K. (2010). Thermal decomposition of coals, rice husk, rice husk char and their blends during pyrolysis and combustion via thermogravimetric analysis. *International Journal of Chemical Technology*, 2(3), 78-87.

Adaptasi Amalan Sisa Sifar di Kalangan Komuniti Sekitar Bandar Raya Kuantan Pahang ke Arah Penggunaan Lestari

Intan Hazlina binti Ayob, Nor Rizan binti Mohamad Idris & Siti Mazira binti Shikh Mahsin

Jabatan Perdagangan, Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Kuantan Pahang

intan_hazlina@polisas.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk melihat tahap penerimaan tingkah laku komuniti dalam penggunaan lestari terutamanya dalam amalan sisa sifar. Borang soal selidik telah diedarkan kepada 530 responden komuniti yang dipilih secara rawak di sekitar Kuantan Pahang. Analisa data dijalankan menggunakan statistik deskriptif berpandukan skala *Likert* iaitu nilai di antara 1 (tidak amalkan) hingga 5 (sentiasa amalkan) bagi menguji item yang digunakan dalam bahagian tingkah laku dan penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar. Bagi setiap bahagian terdapat 14 pernyataan yang diajukan mengenai amalan sisa sifar. Kajian setiap bahagian melibatkan soal selidik berkaitan amalan dalam pembelian dan guna semula. Dalam bahagian tahap tingkah laku majoriti responden berada pada tahap yang positif iaitu 62% terhadap amalan sisa sifar. Manakala, dalam bahagian tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar juga berada pada tahap yang positif iaitu 80%. Secara kesimpulannya, penerimaan komuniti terhadap amalan sisa sifar saling berkaitan dengan tingkah laku mereka terhadap penggunaan lestari. Hasil kajian menjurus kepada sesuatu yang positif yang mana komuniti di sekitar Kuantan Pahang menyambut baik amalan sisa sifar dalam kehidupan mereka. Pihak-pihak yang terbabit mungkin boleh memperkasakan program-program sedia ada supaya lebih mesra pengguna agar komuniti Bandar Raya Kuantan Pahang keseluruhannya dapat meningkatkan amalan sisa sifar dalam penggunaan lestari demi kesejahteraan sejagat.

Kata Kunci: amalan sisa sifar, pengguna, penggunaan lestari

1. PENGENALAN

Sejajar dengan penarafan Kuantan sebagai status Bandar Raya pada tanggal 21 Februari 2021, Perdana Menteri Malaysia Tan Sri Muhyiddin Yassin turut mengumumkan Bandar Raya Kuantan sebagai Bandar Raya Lestari (Berita Harian Online, 2021). Maka, dalam usaha ini semua pihak malahan setiap individu perlu memainkan peranan masing-masing. Idea kelestarian bandar tidak akan dicapai sekiranya amalan budaya hidup lestari hanya disandarkan kepada usaha pihak-pihak tertentu semata-mata.

Usaha meminimumkan sisa buangan sehingga ke tahap sifar mungkin dianggap mustahil memandangkan keadaan masyarakat kini yang mudah terpengaruh dengan pelbagai tawaran produk pengguna dan perkhidmatan. Seiring dengan aspek kepenggunaan, timbul isu sisa serta masalah seperti kemudahan untuk pembuangan sisa berlebihan, pencemaran, kemusnahan alam sekitar dan sebagainya. Sehingga kini, sisa generasi meningkat sehingga 3% di Malaysia disebabkan oleh penghijrahan ke bandar, pertumbuhan penduduk, perubahan bentuk penggunaan, peningkatan kuasa pembelian dan pembangunan pesat. Secara purata, seorang warga Malaysia mungkin menjana sehingga 0.85 kilogram sampah sehari (Program Sisa Sifar, 2019).

Penjanaan sisa tidak memberi manfaat kerana kebanyakan bahan-bahan seperti sisa makanan, plastik, kaca, kertas dan logam tidak boleh dilupuskan. Sisa di tapak penimbunan sampah terbuka mengakibatkan pencemaran air bawah tanah, pencemaran udara, pelepasan gas rumah

hijau, bau yang tidak menyenangkan dan penyakit yang berjangkit melalui haiwan. Kebanyakan negara membangun masih mencari ikhtiar yang terbaik untuk merawat dan melupuskan sisa. Sebuah pertubuhan yang dikenali sebagai Pertubuhan Sisa Sifar Malaysia (2016) turut menggalakkan setiap rakyat Malaysia untuk memainkan peranan masing-masing demi mewujudkan suatu perubahan secara beransur-ansur.

Demi merealisasikan usaha murni ini, suatu cabaran buat komuniti Bandar Raya Kuantan membudayakan amalan sisa sifar ke arah kelestarian terhadap alam sekitar. Gaya hidup sisa sifar bukanlah mudah namun setiap langkah merupakan usaha dalam melindungi alam sekitar. Justeru, amalan sisa sifar boleh diasuh sebagai tanggungjawab peribadi demi usaha yang berterusan.

Matlamat kajian ini secara amnya adalah untuk mendapatkan maklumat mengenai penerimaan tingkah laku pengguna yang terdiri daripada 530 responden komuniti yang dipilih secara rawak di sekitar Kuantan Pahang terhadap amalan sisa sifar ke arah penggunaan lestari dalam tahun 2019.

Secara khususnya, objektif kajian ini adalah:

- i. Tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar.
- ii. Tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar.
- iii. Perkaitan adaptasi di antara tingkah laku dan penerimaan terhadap amalan sisa sifar.

2. ULASAN LITERATUR

Malaysia kini berhadapan dengan isu sampah yang kritikal. Setiap individu di semenanjung Malaysia sahaja telah menghasilkan sampah sebanyak 1.2 kilogram sehari dan 19,000 tan sehari secara keseluruhan (Fakulti Ekologi Manusia Universiti Putra Malaysia, 2015). Tren dilihat akan terus meningkat kepada 30,000 tan sehari pada tahun 2020 seiring dengan peningkatan populasi (Pusat Persekitaran Global, 2013). Dengan jumlah tapak pelupusan sampah yang terhad, negara tidak mampu menampung baki sisa pepejal yang semakin meningkat saban tahun. Peningkatan agresif sisa sampah ini menyebabkan berlakunya ketidakseimbangan terhadap ekologi alam sekitar seterusnya memberi impak negatif kepada kehidupan manusia, flora dan fauna.

Melalui penerapan penggunaan yang lebih lestari, amalan ke arah sisa sifar adalah salah satu cara yang dapat memberi impak positif terhadap isu sampah yang sedang dihadapi oleh Malaysia. Isu sisa sifar ini turut menarik perhatian Dr Siti Hasmah selaku isteri mantan Perdana Menteri Malaysia melalui pelancaran Pelan Hala Tuju Sifar Penggunaan Plastik Pakai Buang 2018-2030 untuk menangani masalah pencemaran sisa plastik. Secara umumnya sisa sifar perlu diamalkan untuk mengawal pembuangan atau penghasilan sampah supaya pencemaran tidak berlaku, penggunaan sumber semulajadi dapat dijimatkan serta kualiti dan kesejahteraan hidup dapat ditingkatkan. Hasil sisa sampah boleh dikitar semula untuk menghasilkan produk baru tanpa mengorbankan sumber semula jadi seterusnya mengurangkan kos penghasilan produk. Selain itu peluang pekerjaan dapat ditingkatkan serta menggalakkan inovasi dengan terhasilnya produk-produk baru daripada sisa sampah.

Sisa sifar adalah satu sistem yang direka bentuk untuk mengurangkan penghasilan sampah serta mendapatkan semula semua sumber-sumber daripada aliran sisa (*Zero Waste* Malaysia, 2019). Skop sisa sifar mempunyai banyak konsep dalam pengurusan sisa ke arah lebih lestari, termasuklah mengelakkan, mengurangkan, mengguna semula, mencipta semula, menjana

semula, kitar semula, membaiki, menjual semula dan mengagihkan sisa sampah. Oleh itu ramai menyedari kepentingan strategi sisa sifar untuk diamalkan. Konsep *zero waste* kini sudah diguna pakai di Negara seperti Afrika Selatan, New Zealand, England dan Jepun yang mana kerajaan negara-negara tersebut memperkenalkan polisi sisa sifar.

Menurut Lehmann (2011), melalui amalan sisa sifar, pengurusan sisa pejal kini dapat ditingkatkan menjadi lebih efisien dan mesra alam. Namun ianya agak mencabar untuk diaplikasikan dalam kehidupan harian pengguna hari ini. Pengguna seharusnya perlu bimbang dengan keadaan sisa sampah yang boleh menjejaskan kesejahteraan mereka serta kehidupan alam sekitar. Justeru itu, pengguna secara khusus dan masyarakat secara amnya perlu sanggup berkorban akan kepentingan diri sendiri bagi menunjukkan sikap kebertanggungjawaban terhadap alam sekitar dan perlu ada kesedaran bahawa kehidupan generasi akan datang bergantung dengan cara kehidupan generasi kini.

3. METODOLOGI

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini merupakan suatu kajian deskriptif berdasarkan kaedah pengumpulan data menggunakan soal selidik. Soal selidik digunakan kerana dianggap kaedah yang sesuai untuk mengumpul data di samping tidak melibatkan kos yang tinggi. Soal selidik bagi kajian ini terdiri daripada tiga bahagian iaitu Bahagian A berkaitan data responden, bahagian B berkaitan tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar dan bahagian C berkaitan tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar.

3.2 Populasi dan Sampel Kajian

Kajian ini melibatkan sampel seramai 530 responden komuniti daripada keseluruhan populasi warga Bandar Raya Kuantan Pahang yang dipilih secara rawak. Kaedah persampelan rawak berstrata telah digunakan dengan memberi peluang yang sama kepada semua warga Kuantan untuk menjawab soalan kajian.

3.3 Instrumen Kajian

Dalam kajian ini, item yang digunakan adalah borang soal selidik khusus untuk mengumpul maklumat bagi tujuan analisis yang dapat menjawab persoalan kajian. Borang soal selidik ini diadaptasi dan disesuaikan daripada kajian Penerimaan dan Tingkah Laku Pengguna Terhadap Amalan Sisa Sifar ke Arah Penggunaan Lestari (Normaziah, Ahmad dan Shamsul, 2015). Satu set soalan telah diedarkan kepada responden untuk dijawab. Soal selidik dibahagikan kepada tiga bahagian seperti di dalam Jadual 1.

Jadual 1: Pembahagian item dalam soal selidik

Bahagian	Persoalan Kajian	Bilangan Item
A	Latar Belakang Responden	8
B	Tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar	14
C	Tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar	14

Bahagian A, bertujuan untuk mengumpul maklumat berkaitan latar belakang responden. Bahagian B, untuk menguji tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar dan Bahagian C untuk mengukur tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar. Responden diminta untuk memilih jawapan berdasarkan skala *Likert* daripada nilai 1 (tidak amalkan) sehingga nilai 5 (sentiasa amalkan).

3.4 Kajian Rintis

Kajian rintis dilakukan untuk menguji tahap kepercayaan item-item soal selidik sebelum kajian sebenar dijalankan dan untuk mengetahui sejauh mana responden memahami item-item yang dikemukakan. Kajian rintis ini menggunakan sampel yang mempunyai ciri-ciri yang sama dengan sampel sebenar yang hendak diuji (Mohamad Najib,1999). Dalam kajian ini, bilangan sampel untuk kajian rintis adalah 10% daripada sampel iaitu seramai 53 orang responden dipilih untuk menjalankan kajian rintis. Hasil kajian rintis adalah seperti ditunjukkan di dalam Jadual 2.

Jadual 2: Cronbach's Alpha

Bil	Item	Cronbach's Alpha
1	Tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar	0.712
2	Tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar	0.681

Menurut Uma Sekaran (2003), pekali kebolehppercayaan yang melebihi 0.6 adalah diterima. Semakin tinggi koefisien atau pekali sesuatu item, semakin tinggi tahap kebolehppercayaan item tersebut. Nilai *Cronbach's Alpha* tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar ialah 0.712 dan penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar ialah 0.681.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 3: Analisis profil responden

Profil Responden	Sub Profil	Kekerapan	Peratus (%)
Jantina	Lelaki	265	50.0
	Perempuan	265	50.0
Umur	bawah 25 tahun	300	56.6
	26 – 35 tahun	125	23.6
	36 – 45 tahun	45	8.5
	46 – 55 tahun	40	7.5
	56 – 65 tahun	15	2.8
	66 tahun ke atas	5	0.9
Bangsa	Melayu	480	90.6
	Cina	10	1.9
	India	20	3.8
	Lain-lain	20	3.8
Tahap Pendidikan	Tiada Pendidikan Formal	5	0.9
	Rendah / Menengah	230	43.4
	Pengajian Tinggi	295	55.7
Status perkahwinan	Bujang	90	17.0
	Berkahwin	435	82.1
	Janda / Balu / Duda	5	0.9
Pendapatan	tiada pendapatan	20	3.8
	kurang RM3,000	365	68.9
	RM3,001 – RM5,000	95	17.9
	RM5,001 – RM7,000	30	5.7
	RM7,001 – RM9,000	20	3.8
	RM9,001 dan lebih	0	0

Pekerjaan	Kakitangan Kerajaan	95	17.9
	Kakitangan Swasta	110	20.8
	Bekerja Sendiri	160	30.2
	Pesara	5	0.9
	Pelajar	160	30.2
Bilangan isi rumah	1 – 3 orang	210	39.6
	4 – 9 orang	305	57.5
	lebih 10 orang	15	2.8

Jadual 3 menunjukkan profil responden terdiri daripada jantina, umur, bangsa, tahap pendidikan, status perkahwinan, pendapatan, pekerjaan serta bilangan isi rumah yang dinyatakan dalam bilangan kekerapan dan peratusan.

4.2 Analisis Objektif Kajian Pertama

Persoalan yang pertama adalah mengenai tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar. Bagi menjawab persoalan ini, data analisis menggunakan peratusan untuk menilai tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar.

Jadual 4: Tahap tingkah laku responden terhadap amalan sisa sifar

bil	Penyataan	TIDAK AMALKAN	JARANG AMALKAN	TIDAK PASTI	KERAP AMALKAN	SENTIASA AMALKAN
1	Membeli barangan dalam pembungkusan minima bagi mengelakkan penghasilan sampah	25 (4.7%)	75 (14.2%)	165 (31.1%)	190 (35.8%)	75 (14.2%)
2	Membeli makanan dalam pembungkusan yang boleh diguna semula / boleh dikitar semula	25 (4.7%)	85 (16.0%)	200 (37.7%)	135 (25.5%)	85 (16.0%)
3	Membeli sayuran & buahan yang bukan dalam bungkusan	30 (5.7%)	80 (15.1%)	195 (36.8%)	140 (26.4%)	85 (16.0%)
4	Membeli isian semula untuk beberapa produk yang digunakan	35 (6.6%)	35 (6.6%)	205 (38.7%)	190 (35.8%)	65 (12.3%)
5	Membeli produk yang boleh digunakan secara berulang kali & bukan produk pakai buang	30 (5.7%)	60 (11.3%)	170 (32.1%)	185 (34.9%)	85 (16.0%)
6	Memilih untuk menggunakan bateri yang boleh dicas semula	55 (10.4%)	105 (19.8%)	170 (32.1%)	160 (30.2%)	40 (7.5%)
7	Cenderung mencari produk yang dihasilkan daripada bahan-bahan kitar semula	55 (10.4%)	105 (19.8%)	170 (32.1%)	160 (30.2%)	40 (7.5%)
8	Menggunakan semula beg plastik / menggunakan beg sendiri yang dibawa dari rumah semasa membeli-belah	85 (16.0%)	105 (19.8%)	110 (20.8%)	135 (25.5%)	95 (17.9%)
9	Mengguna semula kertas pembalut hadiah / kertas-kertas lain	85 (16.0%)	140 (26.4%)	175 (33.0%)	95 (17.9%)	35 (6.6%)
10	Mengguna semula botol kaca, balang / bekas plastik untuk simpanan makanan	55 (10.4%)	115 (21.7%)	155 (29.2%)	125 (23.6%)	80 (15.1%)
11	Membasuh & guna semula kain pengelap untuk kerja-kerja mengelap / pembersihan sehingga ia tidak boleh digunakan lagi sebelum beli yang baharu	10 (1.9%)	50 (9.4%)	110 (20.8%)	205 (38.7%)	155 (29.2%)
12	Cuba untuk baiki barang-barang yang rosak sebelum bercadang untuk beli yang baharu	30 (5.7%)	50 (9.4%)	130 (24.5%)	240 (45.3%)	80 (15.1%)
13	Menyimpan lebihan makanan untuk dimakan sekali lagi daripada terus membuangnya	40 (7.5%)	40 (7.5%)	140 (26.4%)	200 (37.7%)	110 (20.8%)
14	Menderma / menjual barangan yang sudah lama tidak digunakan daripada terus membuangnya	45 (8.5%)	70 (13.2%)	115 (21.7%)	215 (40.6%)	85 (16.0%)

Berdasarkan Jadual 4 di atas, perolehan hasil dapatan mendapati tahap komuniti Kuantan Pahang yang sentiasa amalkan membasuh dan menggunakan semula kain pengelap untuk kerja-kerja mengelap atau pembersihan sehingga ia tidak boleh digunakan lagi sebelum beli yang baharu mendapat peratusan yang tertinggi sebanyak 29.2%. Dapatan ini disokong dalam karya jurnal *Waste Management* bertajuk Konsep dan Pusat Kitar Semula Malaysia Anda Perlu Tahu! (2017), 8% sisa pepejal Malaysia adalah sisa pabrik. Malahan, sebuah organisasi pemeliharaan alam sekitar, Kloth Cares berjaya mengumpul sisa tekstil seberat 608000 kilogram pada Ogos 2018 hingga Mei 2020. Maka, betapa besar kawasan di seluruh Malaysia yang dapat diselamatkan bagi melupuskan begitu banyak sisa buangan pabrik.

4.3 Analisis Objektif Kajian Kedua

Persoalan yang kedua adalah mengenai tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar. Bagi menjawab persoalan ini, data analisis menggunakan peratusan untuk menilai tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar.

Jadual 5: Tahap penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar

bil	Penyataan	TIDAK AMALKAN	JARANG AMALKAN	TIDAK PASTI	KERAP AMALKAN	SENTIASA AMALKAN
1	Membeli barangan yang menggunakan pembungkusan minima	5 (0.9%)	30 (5.7%)	110 (20.8%)	320 (60.4%)	65 (12.3%)
2	Mencari pembungkusan yang mudah dikitar semula / diguna semula	15 (2.8%)	35 (6.6%)	120 (22.6%)	270 (50.9%)	90 (17.0%)
3	Membeli sayuran & buahan yang bukan dalam bungkusan	25 (4.7%)	35 (6.6%)	145 (27.4%)	255 (48.1%)	70 (13.2%)
4	Membeli isian semula bagi beberapa produk yang digunakan	20 (3.8%)	45 (8.5%)	105 (19.8%)	265 (50.0%)	95 (17.9%)
5	Membeli produk yang boleh digunakan berulang kali berbanding produk pakai buang	15 (2.8%)	40 (7.5%)	75 (14.2%)	280 (52.8%)	120 (22.6%)
6	Menggunakan bateri yang boleh dicas semula	20 (3.8%)	25 (4.7%)	100 (18.9%)	265 (50.0%)	120 (22.6%)
7	Mencari produk-produk yang diperbuat daripada bahan-bahan kitar semula	10 (1.9%)	45 (8.5%)	95 (17.9%)	300 (56.6%)	80 (15.1%)
8	Menggunakan semula beg plastik / beg sendiri yang dibawa dari rumah semasa membeli-belah	20 (3.8%)	25 (4.7%)	105 (19.8%)	260 (49.1%)	120 (22.6%)
9	Menggunakan semula kertas terpakai / kertas pembalut hadiah	25 (4.7%)	50 (9.4%)	125 (23.6%)	255 (48.1%)	75 (14.2%)
10	Menggunakan semula botol & balang kaca / plastik	10 (1.9%)	80 (15.1%)	100 (18.9%)	240 (45.3%)	100 (18.9%)
11	Membasuh / guna semula kain pengelap untuk kerja-kerja mengelap / pembersihan	10 (1.9%)	30 (5.7%)	60 (11.3%)	265 (50.0%)	165 (31.1%)
12	Membaiki barangan yang rosak terlebih dahulu sebelum membeli yang baharu	10 (1.9%)	45 (8.5%)	65 (12.3%)	275 (51.9%)	135 (25.5%)
13	Menyimpan lebihan makanan untuk dimakan sekali lagi daripada terus membuangnya	25 (4.7%)	70 (13.2%)	85 (16.0%)	240 (45.3%)	110 (20.8%)
14	Menderma / menjual barangan yang sudah lama tidak digunakan daripada terus membuangnya	20 (3.8%)	40 (7.5%)	75 (14.2%)	240 (45.3%)	155 (29.2%)

Berdasarkan Jadual 5 di atas, perolehan hasil dapatan mendapati tahap penerimaan komuniti Kuantan Pahang yang sentiasa amalkan membasuh dan menggunakan semula kain pengelap untuk kerja-kerja mengelap atau pembersihan mendapat peratusan yang tertinggi sebanyak 31.1%. Dapatan ini disokong dengan artikel terbitan myMetro bertajuk Penggunaan Kain Buruk Cara Betul. Penggunaan kain pengelap lebih praktikal berbanding tisu dapur kerana lebih efektif selain menjimatkan kos.

4.4 Analisis Objektif Kajian Ketiga

Analisis dapatan objektif ketiga menggunakan nilai min dan nilai sisihan piawai. Merujuk kepada nilai min 4 dapatlah dirumuskan bahawa komuniti Bandar Raya Kuantan Pahang menyambut baik amalan sisa sifar dalam kehidupan mereka ke arah kelestarian sejagat. Untuk tujuan melihat perkaitan, pengukuran menggunakan nilai sisihan piawai iaitu ukuran kebolehubahan atau sebaran skor. Semakin kecil nilai sisihan piawai, semakin kecil sebaran skor dalam taburan yang bermakna data adalah berhampiran antara satu sama lain. Manakala, semakin besar nilai sisihan piawai, semakin besar sebaran skor dalam taburan yang bermakna data adalah tersebar luas antara satu sama lain. Justeru, implikasi nilai sisihan piawai 0.54 yang diperolehi maka wujud perkaitan adaptasi di antara tingkah laku dan penerimaan responden terhadap amalan sisa sifar.

Jadual 6: Perkaitan adaptasi di antara tingkah laku dan penerimaan terhadap amalan sisa sifar

Item	Frekuensi / Kekerapan	Peratusan (%)	Min	Sisihan Piawai
Tingkah Laku	4595	62	4	0.54
Penerimaan	5913	80		

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dijalankan, dapat disimpulkan bahawa tingkah laku dan penerimaan responden di sekitar Bandar Raya Kuantan Pahang terhadap amalan sisa sifar mempunyai perkaitan antara satu sama lain, sama ada semasa urusan pembelian mahupun dalam aktiviti guna semula. Ini menunjukkan responden sedar akan tanggungjawab mereka dalam memulihara persekitaran supaya tidak berterusan terjejas. Banyak pemangkin yang menyumbang kepada tingkah laku dan penerimaan yang positif ini, di antaranya ialah polisi di tempat kerja atau kesedaran yang diperolehi melalui program-program yang dijalankan oleh kerajaan serta NGO yang turut menggembelng tenaga dalam memberi kesedaran mengenai penggunaan lestari. Selain itu, bagi memperkasakan lagi tingkah laku dan penerimaan responden terhadap penggunaan lestari amnya dan amalan sisa sifar khususnya, pihak-pihak berkaitan perlu mengatur strategi yang lebih kreatif, inovatif dan dinamik dalam menyediakan pelan tindakan yang lebih komprehensif dan strategik supaya relevan dengan senario dan isu semasa yang dihadapi oleh pengguna di Malaysia.

RUJUKAN

- Lehmann, S. (2011). Optimizing Urban Material Flows and Waste Streams in Urban Development through of Zero Waste and Sustainable Consumption. *Journal of Sustainability*. 155-183.
- Mohd Najib Ghafar. (1999). *Penyelidikan Pendidikan*. Johor Bahru: Universiti Teknologi Malaysia.
- Muhammad Mohamad Idris. (2021). Kuantan mampu jadi model bandar raya lestari. *Berita Harian Online*.
<https://www.bharian.com.my/rencana/mindapembaca/2021/03/793834/kuantan-mampu-jadi-model-bandar-raya-lestari>.
- Muhammad Hisyam bin Mohamad. (2021). *Sisa Sifar (Zero Waste): Pendekatan Terbaik Mengurus Sumber*. Institut Kefahaman Islam Malaysia.
- Laman Web Rasmi Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSPN). (2021).
<https://jpspn.kpkt.gov.my/>.
- Denise Wong, etc. (2019). *Program Sisa Sifar*. Sisa Sifar Malaysia.
<https://zerowastemalaysia.org/>.
- Normaziah Zulkifli, Ahmad Hariza Hashim dan Shamsul Azahari Zainal Badari. (2015). *Penerimaan dan Tingkah Laku Pengguna Terhadap Amalan Sisa Sifar ke Arah Penggunaan Lestari*. Putrajaya: 19th MACFEA National Seminar 2015.

- Nor 'Asyikin Mat Hayin. (2020). Penggunaan Kain Buruk Cara Betul. MyMetro.
<https://www.hmetro.com.my/sihat/2020/05/576607/penggunaan-kain-buruk-cara-betul>.
- Portal Rasmi Kementerian Alam Sekitar dan Air. (2021). <https://www.kasa.gov.my/>.
- Rahasnan bin Abd Rashid. (2021). Kursus Microsoft Office Excel 2016. Program Peningkatan Kemahiran. Universiti Teknologi MARA.
- Uma Sekaran. (2003). Research Methods for Business: A Skill Building Approach. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. <http://www.wiley.com/college>.
- Unknown. (2021). Konsep dan Pusat Kitar Semula Malaysia Anda Perlu Tahu! PropertyGuru.
<https://www.propertyguru.com.my/property-guides/konsep-pusat-kitar-semula-malaysia-42954>.
- Unknown. (2018). Didik Rakyat Capai Sisa Sifar. Bernama Online.
<https://www.freemalaysiatoday.com/category/leisure/2018/01/12/didik-rakyat-capai-sisa-sifar/>.

Biobin for Kitchen Waste

Saranya Gumanan, Madhumitha Nadarajan & Rosni Yusoff

Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Pagoh, Johor.

saranyagumanan@gmail.com

ABSTRACT:

The issues of waste management have been discussed around the globe to overcome the problem of high waste generated by people every day. This has been worsening with the area of dumping load becomes limited as the time goes by. This study intended to encourage a self-degradation habit since wastes could be regenerated as renewable products using a better waste management system. Going green means embracing a way of life that helps preserve the environment by reducing, reusing, and recycling items. Going green concept is learning and practicing an environmentally mindful lifestyle that contributes towards protecting the environment and preservation and conservation of the natural resources, habitats, and biodiversity. Using a Biobin also a way of going green, the aim of going green or using Biobin is to reduce pollution and reduce resources consumption and eliminate wastes. Biobin is developed to create a user-friendly bin for degradable wastes storage system. The Biobin is built with tank which fixes with components to enhance the digestion process. This Biobin functions to store the wastes, therefore when digestion reaction happens in the Biobin, the renewable of gas, solid and liquid will be produced. Pre-treatment, crushing, filtration and anaerobic digestion are processes cycle in the Biobin will be analysed. Both liquid and solid products as well as gas produced from the bio bin will be further evaluated for other beneficial usage such as fertilizer and short heating purposes. The sample of biobin has been introduced in this study to promote self-waste management at every home. The findings of this study could contribute further recommendations for authorities to focus on enhancing household planning skills and routines when it comes to the food preparation.

Keywords: green world, biobin, renewable, waste management

1. INTRODUCTION

A waste container or bin is a container used to temporarily store waste that is typically made of metal or plastic. They are frequently used to collect waste in homes, offices, streets, and parks, among other places. Littering is a serious offence in some areas, so Public Waste Containers are the only way to dispose of small waste. It is common practice to use separate bins for collecting wet and dry recyclable or non-recyclable waste. Dustbin, garbage can, and trash can are some examples of common terms. The words "rubbish," "basket," and "bin" are more commonly used in British English, while "trash" and "can" are more commonly used in American English. "Garbage" can refer to both food waste (as opposed to "trash") and municipal solid waste in general. The first household waste bins were introduced in Britain in 1875 to create a regulated system of collection. Biobin is a command-line application and collapsing method that relies on prior knowledge from a database. It can be used to investigate the natural distribution of rare variants in populations. The consequences of unusual variants are being studied by a few researchers. Biobin and other collapsing and binning methods have become common because they are convenient to use in case control studies, can use whole-genome data, and allow for the investigation of collective inheritance.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 SYSTEM BIOBIN

A portable digester has been used to promote the digestion of kitchen waste which used cow manure, it demonstrates high energy saving in the biobin system (Iqbal et al., 2014). In addition, a better equipment and adjustment condition in the biobin may increase the efficiency of the system. A small scale of anaerobic digester for schools and restaurant to compost food waste has been research. After a collection of food wastes, its degradation process will be optimized through anaerobic digester, then followed by aerobic composting after biogas has been produced (Meegoda et al., 2018). This biogas is used for recovering biogas for their energy needs. Some important components for designing of a biobin system is, it should address process chain in the biobin such as kind of biowaste collection, pre-treatment, transformation process and product chain for further utilization of the product. Pre-treatment is promoting the efficiency of digestion system. The degradability of feedstock will promote high yield of biogas. However, if non-degradable material in the biobin, it will disturb the liquid flow in the biobin system.

2.2 RENEWABLE ENERGY

Renewable energy is useful energy that is collected from renewable resources, which are naturally replenished on a human timescale, including carbon neutral sources like sunlight, wind, rain, tides, waves, and geothermal heat (Blaabjerg, 2014). Kitchen waste, which is most the wastes are unused food, kind of biodegradable waste. These wastes turn to be a renewable energy by using anaerobic digester. Anaerobic digester is useful tool to process waste which can reduce the load on landfill as organic food waste can be diverted from the landfill to generate renewable energy of biogas. Food waste collected can be sorted and segregated from impurities before it is shredded and broken down to form bioliquid. After proper mixing of the bioliquid, it is then prepared to be fed into the aerobic digester. The digester produces biogas, which is used to create power and heat.

2.3 PRODUCTS OF BIOBIN

2.3.1 Solid fertilizer

Solid fertilizers are compounds that may be applied to soil or plants to give nutrients and sustain development. Solid fertilisers are fertilisers that are naturally generated and include carbon (C). Mineral sources, all animal waste, including meat processing waste, manure, slurry, and guano, plant-based fertilisers, such as compost, and biosolids are examples of common solid fertilisers. There is also additional abiotic non-chemical, fertiliser technologies that fulfil the Principles of Organic Agriculture, which decides if a fertiliser may be utilised for commercial organic agriculture.

2.3.2 Liquid fertilizer

Liquid fertilizers are the fertilizers that contain nutrients and vitamins for plants in liquid form. You can use them by sprinkling or pouring directly to the roots of plants. Liquid fertilizers can be prepared by fermenting kitchen waste, worm casting, grass clippings, coffee grounds depicted in Figure 1 (Unnisa, 2015).



Figure 1: Steps involved in the preparation of liquid fertilizer and pulp from food waste and toxicity test (Unnisa,2015).

2.3.3 Biogas

Biogas produces from biobin system or digester is a renewable and valuable energy source which has high calorific value. It is also can be used for various purposes, similarly to the natural gas from petroleum. In contrast, biogas energy is produced via microbial process in which organic kitchen waste is decomposed into valuable product like gas and slurry. Hence biogas is the most eco-friendly substitute for petroleum energy. Biogas is primarily mixture of Methane (CH_4), Carbon dioxide (CO_2), and other gases like Ammonia (NH_3), Hydrogen Sulphide (H_2S), Nitrogen (N), Hydrogen (H), and Oxygen (O_2). This biogas production is a useful method as a function of waste disposal system, preventing the potential pollution to the environment and spreading pathogens and disease-causing bacteria. Production of biogas is also helpful for the environment cleanliness by reducing degradable solid waste into the ground.

Table 1: Composition of biogas

Component	Concentration (by volume)
Methane (CH_4)	55-60%
Carbon Dioxide (CO_2)	35-40%
Water (H_2O)	2-7%
Hydrogen Sulphide(H_2S)	20-20.000 ppm (2%)
Ammonia (NH_3)	0-0.05%
Nitrogen(N)	0-2%
Oxygen (O_2)	0-2%
Hydrogen (H)	0-1%

3. METHODOLOGY

3.1 Biobin design

A sample of digestion bin has been designed to produce a Biobin to encourage waste management system at home. The Biobin was fixed with bearings, tube was inserted for connection gas and ball valve to control flow of liquid fertilizer. Besides that, a drawer was created for solid fertilizer collecting. At the bottom of the Biobin, the wheels were attached to stabilized and easy to move. A crusher is also fixed inside the Biobin to enable pre-treatment processing.

3.2 Anaerobic process

The step-by-step complete process is defined. Initially the collected kitchen waste such as onion peel, banana peel, potato peel, leaves, eggshells, and etc are dumped into Biobin which consists of crusher that will crush the kitchen waste. The reason is to make process is smoother and less time consuming to generate a biogas, solid fertilizer and liquid fertilizer. Once the significant amount of waste is gathered in Biobin, the process of anaerobic digestion starts. The process is very precise we must completely seal the Biobin. The Biobin have one inlet and three outlets. These inlet and outlets are connected with tube and valves. The input is connected with funnel which narrow the kitchen waste to crusher and the waste will go through sieve for filtration process.

The liquid fertilizer from kitchen waste will be filtered from the solid kitchen waste and go through the bottom of the Biobin. The liquid fertilizer can be collected through the outlet which have ball valve. After 30 days, solid fertilizer can be collected in the drawer. Hydrolysis takes place through complex organic molecules which are disintegrated into amino acids, simple sugars and fatty acids by adding hydroxyl groups. Acidogenic bacteria further break it down into volatile fatty acids producing carbon dioxide, ammonia and hydrogen sulphide as by products. This is process is called acidogenesis. Then, in acetogenesis, the simple molecules obtained from acidogenesis are further digested by bacteria known as acetogens to produce hydrogen, carbon dioxide and acetic acid. Biogas is produced by bacteria through the bio degradation of organic material under anaerobic conditions. Natural generation of biogas is an important part of bio-geochemical carbon cycle. It can be used both in rural and urban areas. Add silica gel, to prevent bad odour. Finally, three products forms from the biobin which are solid fertiliser, liquid fertiliser and biogas.

3.3 Component of Biobin

These images were drawn by using Autodesk inventor drawing. All of these components needed to invent a perfect biobin with versatile functions. Ball bearing used to reduce friction while rotating the handle. Next, funnel used for guiding waste into a small opening so that the food waste does not scatter around. Gear used to transfer motion and torque between the crusher and handle. Besides, wheels used to reduce friction while moving so that biobin can move easily. Ball valve used to control flow of liquid fertilizer and methane gas. Sieve used to filter the substances after crushed. Crusher used to crush food waste from big substances into small substances. The Figure 2 and 3 was drawn by using Autodesk Inventor Drawing. Figure 3.1 displays the main component installed in the biobin as to promote the digestion processes to produce biogas and liquid fertilizer from kitchen wastes.

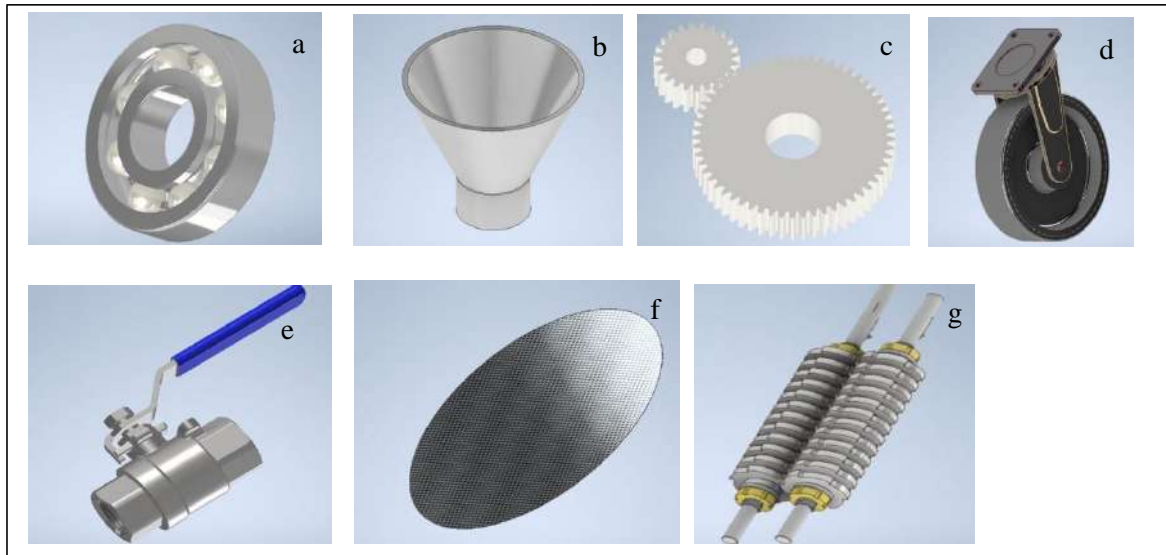


Figure 2: Illustrating the main components of: a. ball bearing, b. funnel, c. gear, d. wheel, e. ball valve, f. sieve, and g. crusher installed inside the Biobin.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The Biobin has been assembled to enable digestion process to generate a renewable energy for disposal system at home. The digestion process take place for 14 days using unused food from kitchen. The biogas produced was connected to pipeline for collection in a provided gas-tank. This Biobin is made from light metal, movable and able to store about 3L wastes at time. Figure 3.2 shows a complete assemble of biobin components (Figure 3.1) that it should be designed to generate biogas from kitchen wastes.

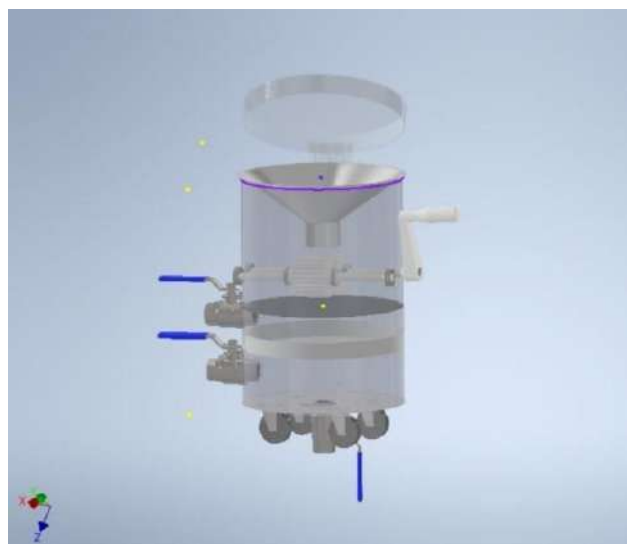


Figure 3: Complete components of Biobin

5. CONCLUSION

This study is intended to develop a biobin that utilizes domestic waste into organic fertilizers for commercial use and produce a sustainable, free energy-saving process by disposing and decomposing method of domestic wastes. Therefore, this design of biobin can help the environment such as reduce bad odours, climate change while human can prevent health problems. This concept of biobin design is an effective solution for managing food and organic

waste instead of dumped in the ground which is limited and endangering other species. On top of that, it can help housewives make their own composting system such as fertilizer and biogas, instead of throwing away to the garbage. In addition, this study is to encourage a self-degradation habit since wastes could be regenerated as renewable products using a better waste management system such as bio-storage system. The biobin is developed to create a user-friendly for degradable wastes storage, such as tank which fixes with components to enhance the digestion process. Chemicals or any microbes can be applied, making it the easiest and most cost effective on digestion of organic or bio wastes. Its functions of waste keeping, followed by digestion processes, may produce a renewable energy of biogas as well as fertilizer (solid and liquid) product from the biobin. The main components of pre-treatment, crushing, filtration and anaerobic digestion are compulsory in a biobin development. Both liquid and solid products as well as biogas produced are beneficial for fertilizer and short heating purposes. The idea of this study could solve the increasing waste disposal every day, eventually dump into the ground which leads to vast pollution. Furthermore, wastes can be recyclable by providing a proper biobin waste disposal system.

REFERENCES

- Frede, B. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748-764. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Iqbal S. A., Rahaman S., Rahman M., Yousuf A., (2014). Anaerobic digestion of kitchen waste to produce biogas. *Procedia Engineering*, 90, 657-662.
- Unnisa, S. A. (2015). Liquid Fertilizer from Food Waste-A Sustainable Approach. *International Research Journal of Environment Sciences*, 4(8), 22-25.
- Meegoda, J., N., Li, B., Patel k., Wang L. B., (2018). A review of the process, parameters, and optimization of anaerobic digestion. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 15, 2224, 1-16.
- Sridevi, V. D., Rema, T., & Srinivasan, S. V. (2015). Studies on biogas production from vegetable market wastes in a two-phase anaerobic reactor. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(6), 1689-1697.
- Syeda Azeem Unnisa, Syeda Azeem. (n.d.). (Pdf) liquid fertilizer from food waste sustainable approach. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/301548337_Liquid_Fertilizer_From_Food_Waste_-_A_Sustainable_Approach.

Biobin Waste Management System

Allel Selvi, Ain Nadiawatie & Rosni Yusoff

Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Muar, Johor

wawadhia37@gmail.com

ABSTRACT

The problems of waste control have been mentioned all over the world to deal with the problem of the high volume of waste that people generate every day. This has worsened as the area where the waste is dumped has become smaller over time. This study aims to provide a small solution to encourage addiction to self-destruction as waste can be regenerated as renewable products through proper control system for waste disposal. This study aims to design and manufacture a user-friendly container for the storage of degradable wastes called biobin. The aim of the designed biobin is to compost waste and improve the digestion process. It works to keep the waste consequently while digestion reaction happens in the bio bin which can be produced renewable of biogas, solid and liquid fertilizer. The survey was also conducted to find out which household members have an impact on waste disposal and how our current lifestyle relates to waste disposal. The results show that most household members live in a house with 4 to 6 members and they throw away about 201 to 300 grams of waste daily. Furthermore, about 90.9% of the household respondents are in favor of converting waste into renewable products such as biogas and fertilizer. Moreover, about 75% of the waste thrown away by households is organic waste such as fish bones, chicken bones, vegetables and fruits. This amount can serve as feed for biogas processing by composting in this biobin system. On the other hand, these results can pave the solution for promoting self-degradation and awareness of managing one's waste in relation to food practices.

Keywords: waste control, biobin, fertilizer

1. INTRODUCTION

1.1 Introduction

The problem of waste management has been in critical since many people in the world produce wastes daily from the kitchens as well as in food and beverage industries. A huge amount of wastes from these sources are mainly biodegradable waste types which may turn to energy like biogas and liquid and pellet fertilizer. Therefore, we need a suitable bin container to beneficial used of huge wastes disposed by many people around the world. This could facilitate every kitchen, with bin that digests the wastes into a valuable biogas for other purposes such as heating and fertilizer for their need.

A waste container or bin is a container used to temporarily store waste and typically made of metal or plastic. The common of waste container is to acquire waste in houses, workplaces, streets, and parks, among different places. A Public Waste Containers are the simplest manner to dispose of small waste. Dustbin, rubbish can, and trash can be some examples of common terms. Most of are mixed with kind of plastics thrown by consumers. There is commonplace exercise to use separate bins for accumulating wet and dry recyclable or non-recyclable waste, but it is very limited in few stations and locations. As a result, the storage bin for organic waste such as food waste is an urgent need to manage our organic bio wastes disposed from every kitchen. Commonly, bio wastes which defines as food that isn't fed on, can transform to food loss. Therefore, food loss can arise at any factor within the food deliver chain, parameters throughout manufacturing, processing, distribution, retail, and material intake which we can influence composting or digestion process. Composting of organic wastes or known as food

loss may produce energy such as biogas which contains mostly methane gas, an essential energy for heating purposes. This is abundantly available since wastes are produced by many people all over the world.

1.2 Waste Handling Issues

People have complained about the bad odor in their household waste bins, which has caused watery garbage to spill out into the bottom of the bin; housewives have complained about the unpleasant odor of nappy or diaper suffocating the entire room; and in most offices or air-conditioned spaces, the odor has disrupted worker focus, causing company management to be concerned about their employees' efficiency (De, 2016). People were expected to throw garbage into ordinary dustbins regardless of whether it was wet or dry waste. The dustbin emits the thickest, most unpleasant odor because of the combination of these garbage. There are several problems because of these kitchen waste such as pests that spread diseases, mosquitoes and rats are known to live and breed, and both are known to bear life-threatening diseases. Mosquitoes breed in water-collecting cans and tyres and may spread diseases like malaria and dengue fever. Rats can be found in kitchen waste, where they find food and shelter, and they can spread diseases like leptospirosis and salmonellosis. Furthermore, waste moisture is a breeding ground for bacteria, eventually, spreading and expanding in the right conditions, such as moisture from appliances and food scraps.



Figure 1: Food Waste Nationwide

As seen in Figure 1, according to the Solid Waste Management and Public Cleansing Corporation (SWCorp), Malaysians generate enough food waste every day to fill seven Olympic-sized swimming pools. This means that of the 38,000 tons of household waste generated each day, 45 percent or 17,000 tons are food waste, with around 4,080 tons still edible. About three million people could be fed three times with this amount. SWCorp is seeking to raise public awareness to decrease food waste as a way of reducing pollution and global warming effects via its Value Food and No Waste campaigns, which has now returned for the sixth year. The dumping of food waste at landfills contributes to environmental pollution and global warming due to the release of methane gas resulting from the decomposition process. Methane, as a greenhouse gas, influences global warming as much as 34 times more dangerous than carbon dioxide. Based on 2019 data, solid waste has increased by 15% (Tan, 2021). To solve this problem, a lifestyle of waste disposing in general, should be changed. Every household can initiate a self-composting behavior via a system of biobin waste management. In addition to that, this biobin development should facilitate the features

of composting, digestion of bio waste and stores energy of biogas, liquid and solid fertilizer as a result from digestion of food loss processes.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Waste Awareness

The awareness on waste handling and management is still low especially in developing countries. More than 30 million tons of kitchen waste are generated in China every year of which about 80% of the collected kitchen waste has been used in pig farms as food. Indirectly facing strict restrictions by the Chinese Ministry of Agriculture which is very worrying and causes foot and mouth disease. In addition, international protection of the environment is highly emphasized and increased research on kitchen waste processing technology. According to the policy perspective on promoting recycling application and resource saving of kW, developing resource-saving and environment-friendly society as well as circular economy and protecting the ecological environment in China (Li, 2016). Residents are aware that kitchen waste is a type of organic material which when sent to a composting facility will become compost and is very valuable to landscapers and farmers for their use.

Furthermore, in Germany, they have implemented the segregation of several types of waste including household and other types of waste. Lack of landfills and environmental damage have been major factors in waste management over the past 20 years. This waste management is collected with bins of bio waste especially kitchen waste and monitored according to the European Waste Catalog (Álvarez-Ordóñez, 2015) laid down in the Commission Decision 94/3/EC and the German waste index regulation (AVV) under the waste classification key 200308, biodegradable kitchen and canteen waste, with animal residues (Schuch, 2016).

The German government has targeted to reduce greenhouse gas emissions by 40 percent compared to 1990 to 2020. This objective is successfully implemented if the use of food waste can contribute to the industry in the future. Currently, about 56 million tons of carbon dioxide can be saved each year compared to 2020 and helped achieve objectives in climate protection. The survey of Separate Collection and Recycling of Biowaste in Germany is based on questioning, covering all administrative waste management of 15 units responsible for the management of organic wastes in Germany (Barth, 2015).

Composting or fermenting separately collection of biowaste helps to enhance the share of humus in soil and to exchange mineral fertilizer. Biowaste recovery thus contributes to the sustainable and cost-effective use of resources. The recovery bio-waste, an outsize number of German local authorities have introduced bio-bin for the separate collection of garden and food waste. The amount of bio-waste collected separately has increased sevenfold since the 90s, and this has helped to scale back the quantity of household waste considerably. Furthermore, that biowaste are composted or fermented in special facilities and processed to form fertiliser for horticulture and agriculture.

3. METHODOLOGY

3.1 Biobin Digestion Process and Components Design

Kitchen wastes are collected in a container such as watermelon skin, mango skin, egg skin, potato skin, onion skin, radish skin and vegetables for 7 days store in the biobin. Then, the food waste is put into the funnel. After that, the handle is used to crush the food waste using a crusher

to reduce the size so that it can easily collecting biogas. With the crusher, food waste can be found in solids as well as liquids. The solids will be taken to the filter to filter the waste.



Figure 2: The collected kitchen waste

Then, it will produce liquid under the filter. Up to this point, through this valve, the gas will flow to the HDPE barrel (jerry can). The purpose of this barrel is to collect gas flowing from the valve and directly to the tube. Here, the tube will indicate the presence of gas with the size of the tube will expand. To ensure the biogas exist, there are two methods applied. First, the tube cap will be removed and use lighter to start the fire. The second, tube is connected to a stove to start trial heating. For liquid product, it can be used as fertilizer, by installing a host near the valve under the biobin. As for solid product, it stores in the drawer and collected to further dry. Finally, to avoid the biobin stink, silica gel is installed as silica will not affect the biogas. Figure 3 displays components needed to construct biobin for kitchen waste to enhance composting kitchen wastes to store energy of biogas and fertilizer.

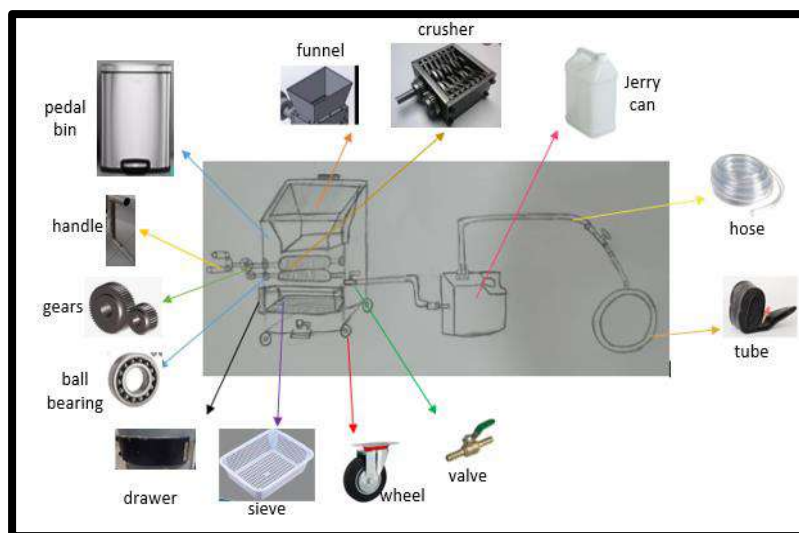


Figure 3: Components Design of Biobin

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Survey of Wastes Disposal Behavior by Households

A survey of the need of a waste management system and the behavior of households in terms of waste disposal have been done. Figure 4.1 shows the number of a family member in every house, approximately 77% of houses consist of 4 to 6 household members, followed by 11.7% consist of 7 to 9 household members, and only 9% consist of 1 to 3 household members. There

are few houses that consist of more than 10 house members in a house. Based on our survey, the household has about 4 to 9 members in their family leads to higher daily disposal of waste. This waste is mainly coming from cooking waste where the food prepared for the 4 to 9 members in the household could have gone into waste. This huge amount of waste coming from such moderate household members indicates that there should be a proper mechanism disposing of these wastes or else this could lead to many detrimental effects to the environment.

The survey also shows that the highest percentage of respondents are throwing 201 to 300 grams of kitchen waste are being thrown away every day. Figure 4.2 gives the information on quantity of kitchen waste throws away every day. There are 29.9% of household dispose between 201 and 300 grams of kitchen waste. In addition, about 19.5% household thrown away between 101 and 200 grams, 16.9% were thrown away between 500 and above grams. Household thrown away wastes of 0 to100 grams and 301 to 400 grams are less, accounting for only 13% and 14.3% respectively. The quantity of wastes disposal is influenced by several family members. There are many types of waste in a kitchen, Figure 4.3 shows that households thrown away the most is solid waste, accounting for 40.3% (fish bones, chicken bones, cooked foods) and 35.1% vegetables and fruit waste of different types (fruit, vegetable, vegetable and fruit remains and peelings) compared to other food waste such as eggshells, coffee sediments, tea and coffee filter, tainted food, stale bread and biscuits, green garden waste (grass, leaves, branches, flowers, hedges) and liquid waste. It reveals that those kinds of wastes are abundantly available from kitchens which can be as feed processes for producing biogas and fertilizer.

The lifestyle of the household of managing the kitchen wastes could be imagined in Figure 4.4. More households throwing food in the garbage bin and feed it to animals, accounting high percentage of 46.8% and 37.7% respectively. While only 6.5% and 9.1% give it as donation and self-fertilizer, respectively. Encouraging self-degradation is needed to promote an eco-friendly and sustainable environment. Finally, Figure 4.5 shows that households are more in agreement if food waste is turned into a renewable product with 90.9% agreed compared to only 9.1% disagreed. As a result of the survey, we have done previously, the quantity of household waste corresponds with the number of family members in a household and this rises the need to have a maintainable yet sustainable approach in disposing of those wastes to avoid any environmental pollution in the future. To overcome this, the biobin is created and the alternative solution to all the arising issues regarding household waste management as it integrates a systematic yet environmentally friendly way of disposing household wastes.

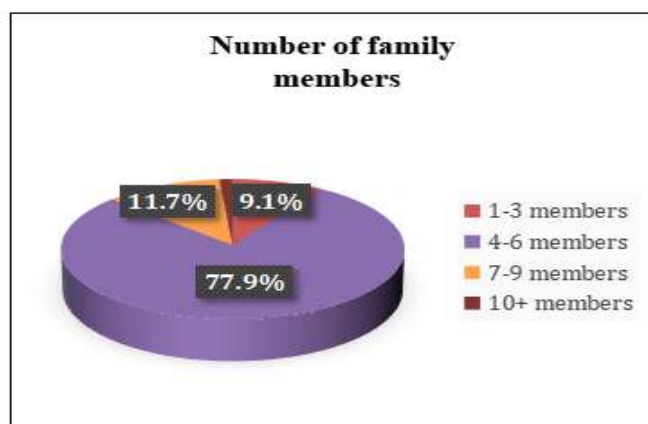


Figure 4.1: Number of Family Members



Figure 4.2: Quantity of Kitchens Waste Throws Away Everyday



Figure 4.3: Types of Kitchen Waste Throws Away Everyday

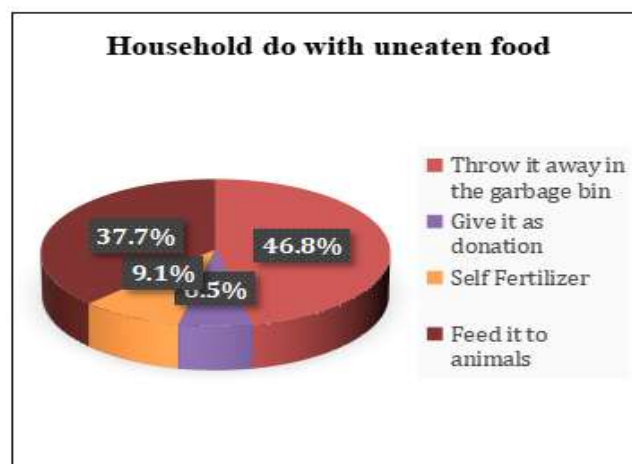


Figure 4.4: Household Do leftover Food



Figure 4.5: Recycling Food Waste for a Renewable Product is Important or Not

5. CONCLUSION

In conclusion, this study is to provide an alternative to solve the high waste disposal to the environment from domestic (kitchen house). The study is to develop a biobin that utilizes domestic waste into natural fertilizers for industrial use and bring ecofriendly and energy saving process in disposing and decomposing domestic wastes. Therefore, this biobin can assist to environment such as lessen horrific odours, climate alternate whilst human can save our health troubles. Biobin also is efficient and effective method for coping with meals and organic waste. Every house is producing a lot of wastes. Based on the survey result, approximately 75% of kitchen wastes are organic waste like fish bone, chicken bone, vegetables and fruits disposed by households' every day. Therefore, biobin is one of the solutions to reduce environmental pollution. It can promote composting and encourage to recycle waste by ourselves. In addition, it may assist housewives make their personal compost together with solid fertilizer, liquid fertilizer and biogas.

REFERENCES

- Álvarez-Ordóñez, A., Leong, D., Hickey, B., Beaufort, A., & Jordan, K. (2015). The challenge of challenge testing to monitor *Listeria monocytogenes* growth on ready-to-eat foods in Europe by following the European Commission (2014) Technical Guidance document. *Food Research International*, 75, 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.004>
- Barth, J. (2015). Situation of the Source Separate Collection of Biowaste in Germany. <https://www.yumpu.com/en/document/view/28808212/situation-of-theseourceseparate-collection-of-biowaste-in-germany>
- De, S., & Debnath, B. (2016). Prevalence of health hazards associated with solid waste disposal-A case study of kolkata, India. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.081>
- Jayaprakash, S., HS, L., & BS, A. (2018). Design and Development of Compost Bin for Indian Kitchen. *International Journal of Waste Resources*, 08(01). <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000323>

- Li, Y., Jin, Y., Li, J., Chen, Y., Gong, Y., Li, Y., & Zhang, J. (2016). Current Situation and Development of Kitchen Waste Treatment in China. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.006>
- Manolio, T. A., Collins, F. S., Cox, N. J., Goldstein, D. B., Hindorff, L. A., Hunter, D. J., ... & Visscher, P. M. (2009). Finding the missing heritability of complex diseases. *Nature*, 461(7265), 747-753. <http://www.genome.gov/gwastudies/>
- Moore, C. B., Wallace, J. R., Frase, A. T., Pendergrass, S. A., & Ritchie, M. D. (2013). Using BioBin to explore rare variant population stratification. *Biocomputing 2013*, 332-343. <http://www.genome.gov/gwastudies/>
- Tan, T.B.Y (2021). Daily food waste staggering. *The Star*.
<https://www.thestar.com.my/news/nation/2021/05/20/daily-food-waste-staggering>
- Schüch, A., Morscheck, G., Lemke, A., & Nelles, M. (2016). Bio-waste recycling in Germany—further challenges. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 308-318
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.011>

Carbon Dioxide Production from Fermentation of Crop Residue and Animal Manure

**Nur Eastiharah Mohmad Hairin, Abdul Hakim Hasan, Ros Nadia Abdul Raoh
& Muhammad Haiqal Hamidi**

Department of Agrotechnology & Bio-Industry, Polytechnic Jeli Kelantan, Jeli, Kelantan

eastiharah@gmail.com

ABSTRACT

Globally, the production of agricultural wastes increased by 33% every year and Asian is the largest producer of waste residues. The agricultural residues have been seen as potential strategy to mitigate greenhouse gas emissions. CO₂ is one of greenhouse gas as the largest contributor to photosynthesis. Thus, this study aims to investigate CO₂ production using fermentation of agricultural residues. The study was held in Polytechnic Jeli Kelantan under two identical mini greenhouses. There were two treatments which used leafy vegetable waste for treatment 1 and treatment 2 was using fruit waste. The result showed treatment 1 produced highest CO₂ concentration (10000 µL L⁻¹) where treatment produce around 1500-5000 µL L⁻¹ CO₂ concentration. Meanwhile, there are changes in temperature and relative humidity towards the increasing of CO₂ concentration. Both of residues were able to supply CO₂ sufficiently through daytime. However, extremely CO₂ concentration in greenhouse might be harmful for plant growth. Therefore, the quantity of composting unit should be altered to achieve the optimum CO₂ concentration for plant growth.

Keywords: CO₂ concentration, composting, crop residue, animal manure, fermentation

1. INTRODUCTION

Carbon dioxide (CO₂) is greenhouse gas derived from multiple sources such as combustion, respiration and fermentation. The increasing of CO₂ concentration will be associated with the changes in earth's climate. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) forecasted that the increase of CO₂ resulting rise in temperature by the year 2050. Meanwhile, in plant, CO₂ is used for photosynthesis process for producing carbohydrate. Thus, many studies recently concern the response of plants toward CO₂ as substrate of photosynthesis.

CO₂ dosing has become an integral part of greenhouse horticulture. Additional CO₂ promotes crop growth and increases production and/or improves quality (Reddy et al, 2010). CO₂ supplementation is the process of adding more CO₂ in the greenhouse, which increases photosynthesis in a plant. Many techniques have been used to increase CO₂ concentration in greenhouses but most of them are expensive with certain limitations and drawbacks.

In Malaysia, agriculture sector generates 8.1% or RM89.5 billion to the Gross Domestic Product (GDP). Thus, it produces 1.2 million tonnes of agricultural waste is disposed annually in landfill (Agamuthu, 2009). The agricultural wastes are recorded approximately 0.122 (kg/cap/day) in 2009 and it is projected to reach 0.210 (kg/cap/day) by 2025 in Malaysia. Hence, mismanagement of agricultural waste promoted the increasing of CO₂ in environment as well as contribute to pollution (Karim et al, 2020). Therefore, the study is investigated CO₂ production from agricultural waste.

2. LITERATURE REVIEW

Crop residue and animal manure are part of agricultural waste left in the field after harvesting and underused for energy production (Karlen & Johnson, 2014). However, both of agricultural wastes are necessity to sustain and improve the biological, chemical and physical properties to soil, plant growth and other environmental activities (Stavi et al, 2016). Mismanagement of agricultural waste is influenced the increasing of CO₂ in open environment. Composting of crop residues and animal manure are a way to handle waste efficiently and reducing the CO₂ concentration in the environment. In addition, Chong Wei Jin et al. (2009) reported that optimum fermentation condition is essential for composting to increase concentration of CO₂ in greenhouse. According to Du et al, (2004), the optimal C: N ratio in influencing fermentation process is 40:1 between the mixture of rice straw and pig manure where 50°C, 70 % (w/w) and 6.0-7.0 for temperature, water content and pH respectively.

Elevated CO₂ in greenhouse is widely use to improve the plant growth, physiological changes, yield production and quality. According to Juan et al (2007), dry weight of total biomass of tomato increased by 6 to 10% in elevated CO₂. This primarily attributes the high carbon production under elevated CO₂ was partitioned to growing organs where increase aboveground biomass (Raj et al, 2019). Xu et al (2015) in their study concluded the rate of carbon reduction enhance the efficiency of photosynthesis due to elevated CO₂. On the other hand, the increasing of CO₂ leads the decreasing of stomatal conductance as reduce water loss during transpiration (Fauset et al, 2019). The reducing of stomatal conductance and transpiration rate give an advantage to water use efficiency. Furthermore, the previous study by Mamatha (2014) found 700 µL L⁻¹ of CO₂ concentration produce higher yield in tomato. In addition, antioxidant capacity in leafy vegetable increased 72.5% in elevated CO₂ (Dong, 2018).

3. METHODOLOGY

The study was conducted in Polytechnic Jeli Kelantan under two mini greenhouses with identical specification of 1.5m x 0.5m x 1m for length, width and height respectively. To facilitate the air circulation and uniform air distribution, both greenhouses type was installed with four (4) units of mini cooling fans (12 V; Younuon, China) located at the front and the back of the wall of the greenhouse structure.

At each greenhouse, a composting unit equipped with PVC clear hose (8mm) to allow the CO₂ gases into greenhouse. The composting unit was made of bin with 28cm diameter and 32cm height. The composting material were added with two (2) kg of crop residue (waste from leafy vegetable) and other bin was added with two (2) kg of crop residue from fruit waste. The other composting materials constantly added were one (1) kg of chicken manure and one (1) L of water in both bins. One (1) kg of brown sugar was added to accelerate the process of fermentation.

Data of temperature, relative humidity and CO₂ concentration were measured using data logger (JD-112, China). The data was collected in 10 days and recorded in Microsoft Office (.xls) data format. The collected data were analyzed using descriptive analysis.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Daily mean temperature and relative humidity were plotted throughout experiment in both treatments presented in Figure 1. In treatment 1, the range of temperature was recorded around 30 to 31°C while treatment 2, the temperature increased 10% from treatment 1. The relative humidity in treatment 1 showed 7% increased than treatment 2 recorded 69 – 71% of relative humidity throughout the experiment. The study showed that the increasing of CO₂ level (Figure 2) in greenhouse could not affected too much in the temperature and relative humidity.

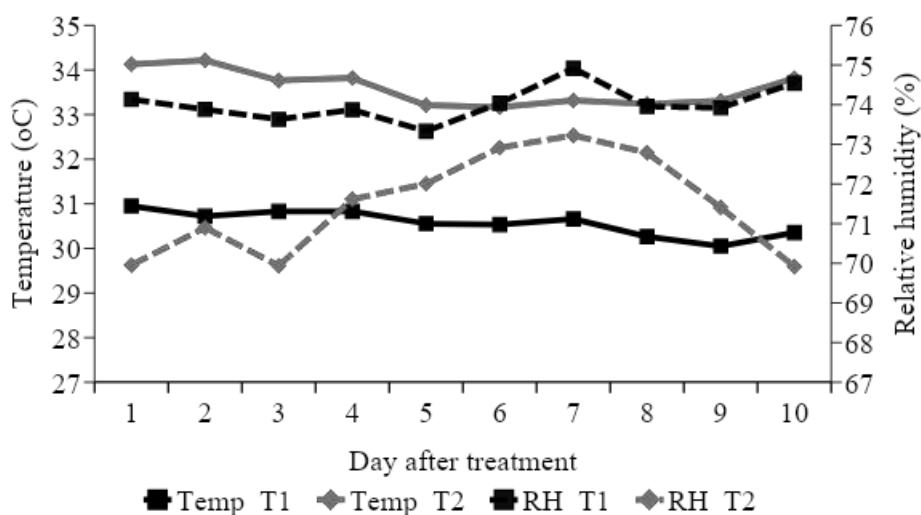


Figure 1: Average temperature and relative humidity in T1 = leafy vegetable waste and T2 = fruit waste throughout the experiment

Figure 2 showed the mean CO₂ concentration throughout the experiment. The highest CO₂ concentration was recorded in treatment 1 which is constantly showed 10000 $\mu\text{L L}^{-1}$ from day 6 until day 10. However, CO₂ concentration in treatment 1 decreased 77% in day 3 and day 4. Meanwhile, for treatment 2, the highest CO₂ concentration was measured in day 3 and steadily declined until day 10. The present study showed that both of the treatments are applicable to apply in greenhouse system as increase the rate of photosynthesis. The previous finding by Li et al (2020), the range of CO₂ concentration between 900 – 2000 $\mu\text{L L}^{-1}$ were observed as saturation point for most of C₃ plants. Additionally, Jin et al (2009) concluded yield of celery and Chinese cabbage increased by two-fold when grown under 800 – 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$. However, plants started to show signs of stress when applied under extremely high concentration of CO₂ (Jin et al, 2009).

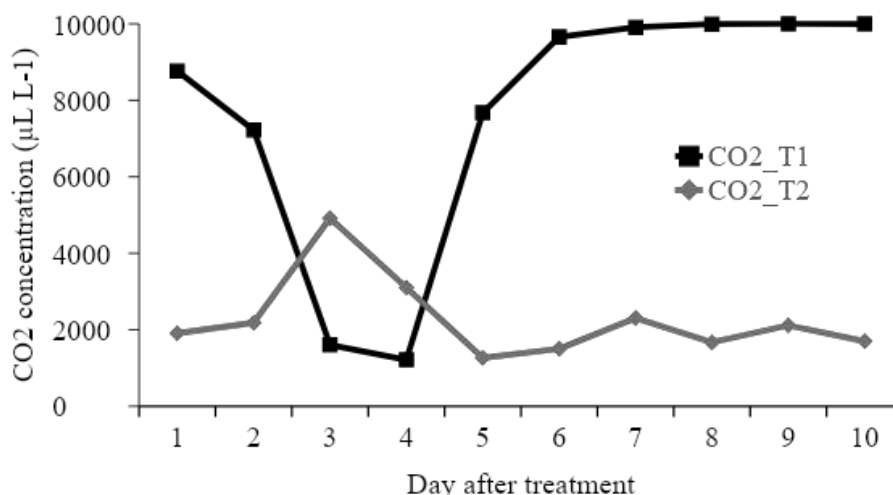


Figure 2: Mean CO₂ concentration in T1 = leafy vegetable waste and T2 = fruit waste throughout the experiment

During daytime, the highest CO₂ concentration was recorded in treatment 1 compared to treatment 2 (Figure 3). CO₂ concentration in treatment 1 constantly showed 10000 µL L⁻¹ in 1200 hr until 1800 hr whereas in treatment 2, the highest CO₂ concentration was recorded in 1400 hr. The result showed both of treatments able to supply sufficient CO₂ to photosynthesis because the pattern showed constantly in CO₂ production during daytime. However, treatment 1 will cause the negative impact to plant growth due to high CO₂ concentration. Higher elevated CO₂ in greenhouse (5000 µL L⁻¹) could reduce the efficiency of photosynthesis by decreased stomatal conductance (Levine et al, 2009). It is supporting by Fu et al, (2015) that 3000 – 5000 µL L⁻¹ reduced polyphenol and flavonoid Chinese cabbage. Thus, previous studies mentioned that, CO₂ concentration could be controlled by altering the quantity of composting unit utilized based on the volume of greenhouse (Karim et al, 2020).

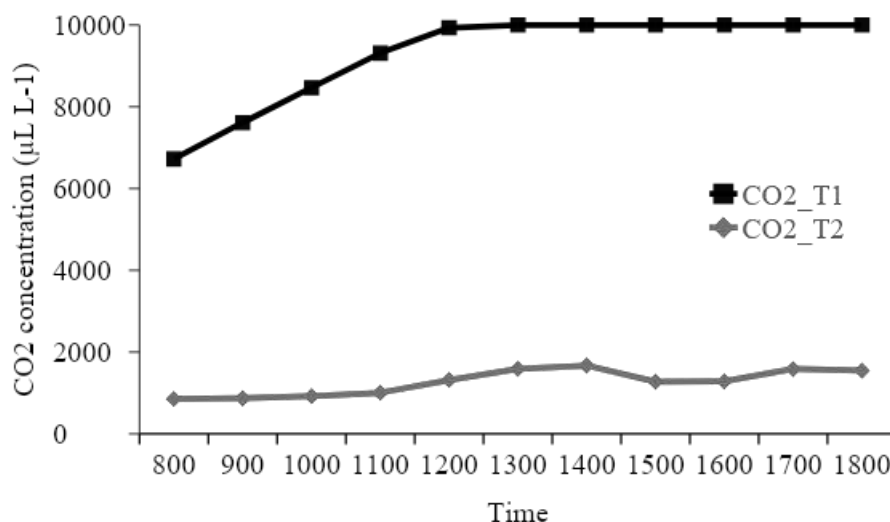


Figure 3: Mean CO₂ concentration in T1 = leafy vegetable waste and T2 = fruit waste during the daytime of 5th day experiment

5. CONCLUSION

From the study, both of the treatments can produce CO₂ which is essential to plant growth. The result showed fruit waste is more suitable as corresponding to the concentration of CO₂ required by most of plants (leafy, fruit and tuber). However, both of agricultural waste can be mix together with proper amount needed to produce CO₂. Furthermore, the future study is required to investigate the effect of CO₂ production from agricultural waste to growth, physiological changes, yield and quality of plant.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to express deepest gratitude and appreciation to Department of Agrotechnology & Bio-Industry, Polytechnic Jeli Kelantan for providing all the facility support during the research progress. The authors would like to express thank you to all the academic and support staff for tremendous technical support throughout the study.

REFERENCES

- Dong, J., Gruda, N., Lam, S. K., Li, X., & Duan, Z. (2018). Effects of elevated CO₂ on nutritional quality of vegetables: a review. *Frontiers in plant science*, 9, 924.
- Du, J., Lin, X., & Zhang, Y. (2004). Affecting factors of CO₂ evolution from biodegradation of agricultural organic wastes. *Ying yong sheng tai xue bao= The journal of applied ecology*, 15(3), 501-505.
- Fauset, S., Oliveira, L., Buckeridge, M. S., Foyer, C. H., Galbraith, D., Tiwari, R., & Gloor, M. (2019). Contrasting responses of stomatal conductance and photosynthetic capacity to warming and elevated CO₂ in the tropical tree species *Alchornea glandulosa* under heatwave conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 158, 28-39.
- Fu, Y., Shao, L., Liu, H., Li, H., Zhao, Z., Ye, P., ... & Liu, H. (2015). Unexpected decrease in yield and antioxidants in vegetable at very high CO₂ levels. *Environmental chemistry letters*, 13(4), 473-479.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). Climate change 2007: the physical science basis: summary for policymakers. *Geneva: IPCC*, 104-116.
- Jin, C., Du, S., Wang, Y., Condon, J., Lin, X., & Zhang, Y. (2009). Carbon dioxide enrichment by composting in greenhouses and its effect on vegetable production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(3), 418-424.
- Juan, L. I., Zhou, J. M., & Duan, Z. Q. (2007). Effects of elevated CO₂ concentration on growth and water usage of tomato seedlings under different ammonium/nitrate ratios. *Journal of Environmental Sciences*, 19(9), 1100-1107.
- Karim, M. F., Hao, P., Nordin, N. H. B., Qiu, C., Zeeshan, M., Khan, A. A., & Shamsi, I. H. (2020). Effects of CO₂ enrichment by fermentation of CRAM on growth, yield and physiological traits of cherry tomato. *Saudi journal of biological sciences*, 27(4), 1041.

- Karlen, D. L., & Johnson, J. M. (2014). Crop residue considerations for sustainable bioenergy feedstock supplies. *BioEnergy Research*, 7(2), 465-467.
- Levine, L. H., & Paré, P. W. (2009). Antioxidant capacity reduced in scallions grown under elevated CO₂ independent of assayed light intensity. *Advances in space research*, 44(8), 887-894.
- Li, X., Dong, J., Gruda, N. S., Chu, W., & Duan, Z. (2020). Interactive effects of the CO₂ enrichment and nitrogen supply on the biomass accumulation, gas exchange properties, and mineral elements concentrations in cucumber plants at different growth stages. *Agronomy*, 10(1), 139.
- Mamatha, H., Rao, N. S., Laxman, R. H., Shivashankara, K. S., Bhatt, R. M., & Pavithra, K. C. (2014). Impact of elevated CO₂ on growth, physiology, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Arka Ashish. *Photosynthetica*, 52(4), 519-528.
- Raj, A., Chakrabarti, B., Pathak, H., Singh, S. D., Mina, U., & Purakayastha, T. J. (2019). Growth, yield and nitrogen uptake in rice crop grown under elevated carbon dioxide and different doses of nitrogen fertilizer.
- Reddy, A. R., Rasineni, G. K., & Raghavendra, A. S. (2010). The impact of global elevated CO₂ concentration on photosynthesis and plant productivity. *Current Science*, 46-57.
- Stavi, I., Bel, G., & Zaady, E. (2016). Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and integrated agricultural systems. A review. *Agronomy for sustainable development*, 36(2), 32.
- Xu, Z., Jiang, Y., & Zhou, G. (2015). Response and adaptation of photosynthesis, respiration, and antioxidant systems to elevated CO₂ with environmental stress in plants. *Frontiers in plant science*, 6, 701.

Combination of Coconut Mesocarp Powder and Coconut Water in Production of Bio-Ethanol

Mohd Zamri Jamaludin & Awangku Isma Muzafar Pangeran Bagul

Department of Civil Engineering, Sultan Idris Shah Polytechnic, Sungai Lang, Sungai Air Tawar, Selangor, Malaysia

zamri_jamaludin@psis.edu.my

ABSTRACT

Coconuts (*Cocos nucifera* L.) in Malaysia's is the fourth largest crop based on total plating area. About 33-35% of the coconut is made of husk which includes mesocarp and exocarp. The mesocarp are sufficient cellulose/lignin-rich biomass for bio-ethanol production as a second-generation feedstock. Matured coconut water (MCW) consists of salts, sugars, vitamins, amino acids and minerals. The bio-ethanol production involves process of pretreatment, separate hydrolysis and fermentation (SHF) and purification distillation. The objectives of this studies were to determine the sugars concentration from coconut mesocarp powder between distilled water and coconut water and compare the efficiency of fermentation period in production of bio-ethanol. Experiments conducted using coconut mesocarp powder and coconut water with the commercial pure-culture strain yeast (*saccharomyces cerevisiae*). The obtained data from fermentation of coconut mesocarp powder after 72 hours show use of coconut water were higher in concentrate of sugar than fermentation using distilled water. Based on the Gay-Lussac relationship the ethanol conversion from total of sugars is studied to be applicable and show of a good fermentation process using the coconut mesocarp powder as a feedstock for the production of bioethanol.

Keywords: coconut water, coconut mesocarp powder, bio-ethanol, fermentation.

1. INTRODUCTION

Coconuts (*Cocos nucifera* L.) in Malaysia's is the fourth largest crop based on total plating area behind the oil palm and paddy with mostly of the plantations found in Sabah, Sarawak, Johor, Selangor and Perak (Then, 2018). According to (Tan Z.Y, 2019), even though production drop from 120,000ha in 2005 to 85,000ha in 2016, Malaysia is still among the top 10 coconut producers in the world. The coconut planted in Malaysia is mostly managed by smallholder's cultivation (91%) as monocrop or inter cropping with cocoa, coffee or fruit crops and 9% under estate management (Roda, 2015).

The coconut (*Cocos nucifera* L.) fruit, egg-shaped or elliptic, consists of smooth green epidermis (epicarp), a fibrous husk outer layer called coconut mesocarp, which overlaying a solid layer surrounds its edible part called shell (endocarp) fig 1 (Telleria et al, 2018). It is the source of variety of coconut products such as copra the dried meat of mature fruit, coconut oil, coconut milk, coconut water, coconut powder and fibers (Telleria et al, 2018 and Then, 2018). The mesocarp of the coconut is about 33 to 35% of the husk and the leftover 70% is coir dust (Hasfalina et al, 2015 and Roda, 2015).

According to (Trinh et al., 2016 and Zhang et al., 2018), coconut water is classified into tender coconut water (TCW) and matured coconut water (MCW) consist of salts, sugars, vitamins, amino acids and minerals. Tender coconut water (TCW) notably used in processing and increasingly consumed because of its delicious taste and essential nutrients.

However, for overly mature coconut water are mostly wasted because of its unpleasant flavor (Trinh et al., 2016). According to (Othman et al., 2014 and Trinh et al., 2016) shows that the mature coconut water is a suitable alternative substrate for the vinegar production.

According to (Cabral et al., 2016 and K. Ding et al., 2019), coconut mesocarp are mainly sufficient cellulose/lignin-rich biomass disposed in open dumps, slopes and landfills. The mesocarp of the coconut husks is engaging due to its considerable proportions of compelling polymeric structures of cellulose (33.2%), hemicellulose (29.1%), and lignin (25.4%) of dry weight (J. Soares et al, 2017, Vaithanomsat et al, 2011 and Zhuang et al, 2007). According to (Cabral et al., 2016 and K. Ding et al., 2019), coconut mesocarp are mainly sufficient cellulose/lignin-rich biomass disposed in open dumps, slopes and landfills. The mesocarp of the coconut husks is engaging due to its considerable proportions of compelling polymeric structures of cellulose (33.2%), hemicellulose (29.1%), and lignin (25.4%) of dry weight (J. Soares et al, 2017, Vaithanomsat et al, 2011 and Zhuang et al, 2007).

Lignocellulose biomass, which contain primarily cellulose, hemicellulose and lignin, has find for bio-ethanol production as a second-generation feedstock appear having less adverse impacts (Vaithanomsat et al, 2011). The estimated production cost for cellulose enzyme range as high as 25% to 50% of total ethanol production costs. The production Ethanol from biomass is the fermented process saccharification by microorganisms that conversion of complex plant carbohydrates to simple sugars. When fibrous biomass is employed, the saccharification process is largely carried out by cellulase enzymes (Lavarack, 2003 and Zhuang et al, 2007).

According to (Seishu Tojo and Tadashi Hirasawa, 2013) separate hydrolysis and fermentation (SHF) is a method by which enzymatic hydrolysis and fermentation is work sequentially. In this process, enzymatic saccharification of starchy biomass pretreated lignocellulosic biomass is carry out first at the ideal temperature of the saccharifying enzyme (Sangkhara et al, 2019). The hydrolysis method SHF was work at a higher temperature which is ideal for the enzymes and next the fermentation is work at a lower temperature suitable for the microorganism (Telleria et al, 2018). The advantage is the feasibility to separately improve hydrolysis and fermentation steps and the basically drawback is inhibition of cellulase change by the released sugars, mostly cellobiose and glucose take place under most conditions (Teter et al, 2014). *Saccharomyces cerevisiae* (species of yeast) is use for microbial fermentation of alcohol due to the high production, resistant to high alcohol content, resistance to high sugar level (Berlowska et al, 2014 and Bušić et al, 2018).

Ethanol, which is produce from the fermentation process, however it is still contain a significant quantity of water that must separate from the bio-ethanol by using distillation process. Distillation performances are mostly in the level of 98.5% or higher (Lavarack, 2003). According to (Roymel et al., 2016) extractive distillation is adequate to change related vaporization of element present in the pattern mixture in the given of an added miscible substance. The distillation processes the vapor increasing due to reaction from the boiling of the liquid in the higher volatile element than the residual liquid (Atheer Al-yaqoobi et al., 2016).

The objective of this studies is to determine the sugars concentration from coconut mesocarp between distilled water and coconut water and compare the efficiency of fermentation period in the bio-ethanol production. Producing ethanol second-generation feedstock, it is necessary to bring under a process of four main stages the lignocellulosic materials, which are

pretreatment, enzymatic hydrolysis, fermentation and purification (Telleria et al, 2018 and Montano et al, 2019).

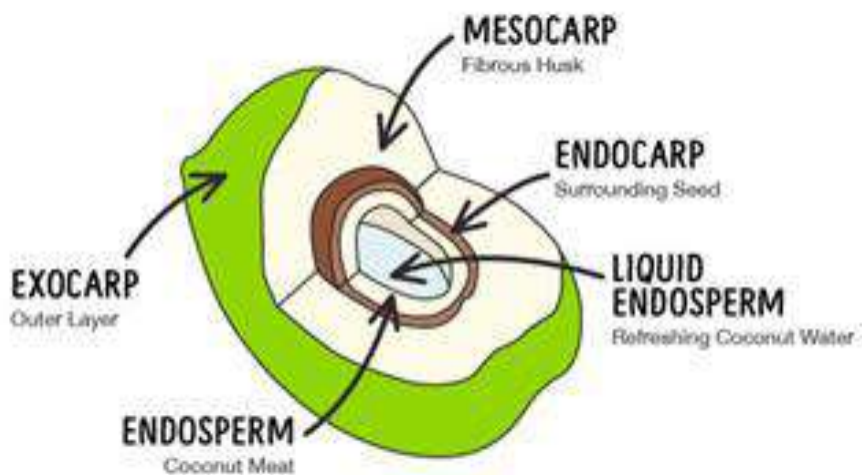


Figure 1: Cross Section of Coconut
(Sources: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com>, 2019)

2. MATERIALS AND METHOD

2.1 Preparation of mesocarp of the coconut

The coconut mesocarp is collected from the coconut farm in Sabak Bernam, Selangor. The mesocarp of green coconut had been chopped into pieces, dried in the oven at 105 °C and then powdered using a grinder. Coconut mesocarp powder with sieving particle size range between 300 to 600 µm were used as raw material. The coconut mesocarp powder was pre-soaked in NaOH solution and rinsed with distilled water.

2.2 Hydrolysis and Fermentation

Commercial pure-culture strain yeast *Saccharomyces cerevisiae* is used as a producing microorganism for ethanol fermentation. The ethanol fermentation is done in a total volume of 1000 mL containing 5% coconut mesocarp powder in two types of liquid (distilled water and coconut water). The mixture is heated to 90 °C with 150 rpm of stirring rate for 30 min of reaction time to make it starch and left until cooled at room temperature. 2.5% of *Saccharomyces cerevisiae* (yeast) for each sample was added into it and stirred until well blended. The container sample was sealed to prevent from any contaminant and for anaerobic fermentation. Fermentation process is carried out for 24, 48 and 72 hours at room temperature. Separation of the liquid phase from the solid portion was performed by filtration and vacuum pump.

2.3 Distillation

The distillation process works by boiling the water and ethanol mixture using a distillation apparatus using reflux method. The separating funnel is used to separate between ethanol product and significant water in the sample after distillation process.

2.4. Laboratory Analysis

Laboratory scale testing of collected ethanol sample treatment process was performed for total sugar using standard laboratory conducted in accordance with AOAC Official Method 968.28 Total Sugars in Molasses as Invert Sugar. The experiments were carried out twice for 12 sample fermentation of coconut mesocarp powder with coconut water and distilled water and each experiment runs for 24, 48 and 72 hours fermentation sample. Ethanol production was determined by equation by Gay-Lussac for sugar consumption to ethanol (Krishnan et al, 1999 and Lavarack, 2003).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The total sugar obtained from fermentation of coconut mesocarp powder after 72 hours is shown in Figure 2. The sugar concentration in the coconut mesocarp powder directly related with the reaction time, increasing as the reaction time prolong. These studies show use of coconut water were higher in concentration sugar than fermentation using distilled water. The amount of sugar from fermentation of coconut mesocarp powder with coconut water produced increased constantly and reached 26.8 g/100mL after 72 h. According to ANOVA test, the differences were significant ($P < 0.05$).

The results are in good compromise with those reported by Vaithanomsat et al. (2011), Cabral et al. (2016) and K. Ding et al. (2019) for sugar consumption coconut fibers. The results also showed that treated fiber the pretreatment process using NaOH improve to ethanol fermentation (J. Soares et al, 2017, Vaithanomsat et al. 2011, Cabral et al. 2016, and K. Ding et al.2019). In addition, to J. Soares et al. (2017) also stated that the coconut mesocarp powder contained rich phenolic compounds and sugars probably affected the sugar yield.

The results of total sugar and ethanol production from coconut water also indicated the fermentation time affects the growth of microorganisms (Trinh et al. 2016). The highest ethanol was gain using coconut water, mostly addition of the enzyme-extracted, that the yeast can form ethanol (Widya Ningrum et al., 2020). According to Zhang et al (2018) using *saccharomyces cerevisiae* (yeast) was comparatively suitable for coconut water fermentation and the consumptions of sugar content that adequately produced ethanol concentration.

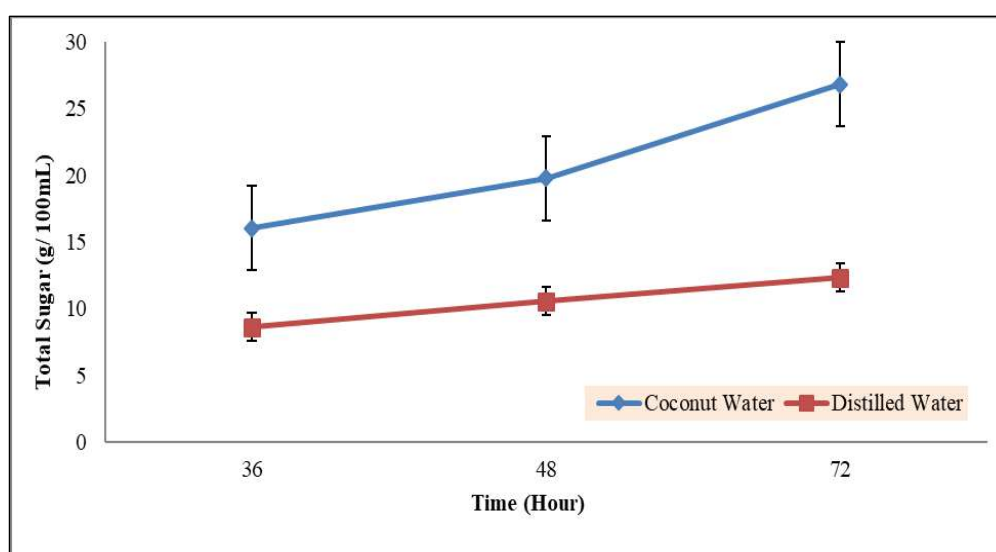


Figure 2: The comparison of total sugar fermentation time coconut mesocarp.

Figure 3 shown the ethanol production for the fermentation process is based on the Gay-Lussac equation. The gradual increase of sugars level in the fermentation of coconut mesocarp powder then was found associated with the generate of bioethanol. The bioethanol level increased exponentially during the first 36 hours of cultivation and attained most concentration of 13.7 g/100mL after 72 hours of incubation. This possibly increasement due to the coconut water shows a positive effect on the yeast extract on the fermentation process. Study by (Trinh et al. 2016) coconut water contained carbon source that sufficient for inner enzymatic reactions.

According to Montano et al, (2019) the stage for purification is indispensable because ethanol composition in fermentation broths is lower than 12 % wt. In addition, to Cabral et al. (2016) and Vaithanomsat et al. (2011) also stated yeasts presence contribute to the possible of the process of inhibitors of fermentation.

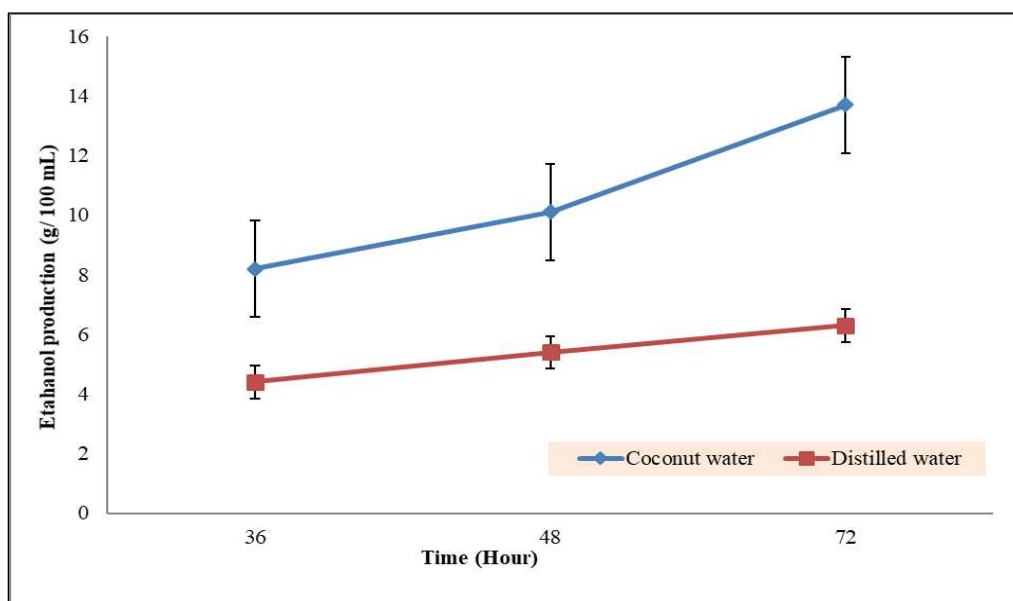


Figure 3: The comparison of ethanol production fermentation time for coconut mesocarp.

4. CONCLUSION

The total of sugars in fermentation process of coconut mesocarp powder was 12.3 g/100mL (distilled water) and 26.8 g/100mL (coconut water), and the ethanol production was 6.3 g/100mL (distilled water) and 13.7 g/100mL (coconut water) for the fermentation based on the Gay-Lussac relationship. Fermentation using coconut water is considering to be applicable, and show of a good fermentation process, which significantly show the gain of using the coconut mesocarp powder as a feedstock to produce bioethanol. In conclusion, the study offers shown the potential of using a locally available agricultural waste coconut mesocarp as biomass feedstock for production of bioethanol as alternative energy source.

REFERENCE

Atheer Al-yaqoobi, David Hogg, and William B. Zimmerman (2016). *Microbubble Distillation for Ethanol-Water Separation*. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Chemical Engineering Volume 2016

- Berlowska, J.; Pielech-Przybylska, K.; Balcerek, M.; Cieciora, W.; Borowski, S.; Kregiel, D. *Integrated Bioethanol Fermentation/Anaerobic Digestion for Valorization of Sugar Beet Pulp*. *Energies* 2017, 10, 1255
- Bušić, A., Marđetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Ivančić Šantek, M., Komes, D., Novak, S., & Šantek, B. (2018). *Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review*. *Food technology and biotechnology*, 56(3), 289–311.
- Hasfalina, C. B. M., Akinbile, C. O., and Jun, C. X. (2015). "Coconut husk adsorbent for the removal of methylene blue dye from wastewater," *BioRes.* 10(2), 2859-2872.
- Jean-Marc Roda (2015). *Sustainability of bio-jetfuel in Malaysia*. Centre of International Cooperation in Agronomy Research for Development (CIRAD).
- Jimmy Soares, Mekonnen M. Demeke, Miet Van de Velde, Maria R. Foulquié-Moreno, Dorien Kerstense, Bert F. Sels, Alex Verplaetse, Antonio Alberto Ribeiro Fernandes, Johan M. Thevelein, Patricia Machado Bueno Fernandes (2017). *Fed-batch production of green coconut hydrolysates for high-gravity second generation bioethanol fermentation with cellulosic yeast*. *Bioresource Technology* 244 (2017) 234–242
- Kefan Ding, Yi Le, Guodong Yao, Zhuang Ma, Binbin Jin, Jie Wang, Fangming Jin (2018). *A rapid and efficient hydrothermal conversion of coconut husk into formic acid and acetic acid*. *Process Biochemistry* 68 (2018) 131–135.
- Krishnan MS, Ho NW, Tsao GT. *Fermentation kinetics of ethanol production from glucose and xylose by recombinant Saccharomyces 1400(pLNH33)*. *Appl Biochem Biotechnol.* 1999;77-79:373-388. doi:10.1385/abab:78:1-3:373.
- Lara-Montano O.D., Melendez-Hernandez P.A., Bautista-Ortega R.Y., Hernandez S., Amaya-Delgado L., HernandezEscoto H. (2019) *Experimental Study on the Extractive Distillation Based Purification of Second Generation Bioethanol*, *Chemical Engineering Transactions*, 74, 67-72
- Lavarack, B.P. (2003). *Estimates of ethanol production from sugar cane feedstocks*. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 25, 2003
- MariaBolivar-Telleria, Cárta Turbay, Luiza Favarato, Tarcio Carneiro, Ronaldo S.de Biasi, A.Alberto R.Fernandes, Alexandre M.C.Santos and Patricia M.B. Fernandes (2018). *Second-Generation Bioethanol from Coconut Husk*. *Hindawi BioMed Research International* Volume 2018, Article ID 4916497, 20 pages
- Mirelle Márcio Santos Cabral Ana Karla de Souza Abud, Carlos Eduardo de Farias Silva and Renata Maria Rosas Garcia Almeida (2016). *Bioethanol production from coconut husk fiber*. *Ciência Rural*, v.46, n.10, out, 2016.
- Ngoc, T.N., Masniyom, P., & Maneesri, J. (2016). *Preparation of vinegar from coconut water using baker's yeast and acetobacter aceti TISTR 102 starter powder*. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 21, 385-396.

- Othaman, M. A., Sharifudin, S. A., Mansor, A., Kahar, A. A., & Long, K. (2014). Coconut water vinegar: new alternative with improved processing technique. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(3), 293-302.
- Pilane Vaithanomsat, Waraporn Apiwatanapiwat, Nanthaya Chumchuent, Wuttinunt Kongtud and Sarima Sundhrarajun (2011). *The Potential of Coconut Husk Utilization for Bioethanol Production*. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 45: 159 - 164 (2011)
- Roymel Rodr'iguez Carpioa, Argimiro Resende Secchib and Roberto de Campos Giordanoc (2016). *Modeling, simulation and optimization of ethanol extractive distillation using glycerol*. EngOpt 2016 - 5 th International Conference on Engineering Optimization
- S.A. Teter, K. Brandon Sutton, B. Emme (2014). *Enzymatic processes and enzyme development in biorefining*, Editor(s): Keith Waldron, *Advances in Biorefineries*, Woodhead Publishing, Pages 199-233
- Sangkharak, K., Chookhun, K., Numreung, J. (2019) *Utilization of coconut meal, a waste product of milk processing, as a novel substrate for biodiesel and bioethanol production*. *Biomass Conv. Bioref.* (2019).
- Seishu Tojo, Tadashi Hirasawa_ (2014). *Research Approaches to Sustainable Biomass Systems* Academic Press, 2013
- Tan Zhain Yun (2019). *Agriculture: A coconut revival*. *The Edge Malaysia Weekly*, on April 8, 2019.
- Then Kek Hoe (2018). *The current scenario and development of the coconut industry*. *The Planter*, Vol. 94, No. 1108, 413-426.
- Trianik Widyaningrum, Suharjono Suharjono, Tri Ardyati, Aulanni'am Aulanni'am (2020). *Diversity and potency of indigenous yeast from some palm juices for bioethanol production*. *BIODIVERSITAS* Volume 21, Number 1, January 2020 Pages: 318-325.
- Zhang, G., Chen, W., Chen, W., & Chen, H. (2018). *Improving the quality of matured coconut (Cocos nucifera Linn.) water by low alcoholic fermentation with Saccharomyces cerevisiae: antioxidant and volatile profiles*. *Journal of food science and technology*, 55(3), 964–976.
- Zhuang, Jun; Marchant, Mary A., Nokes, Sue E., and Strobel, Herbert J. (2007). *Economic Analysis of Cellulase Production Methods for Bio-Ethanol*. *Biosystems and Agricultural Engineering Faculty Publications*. 102.

IOT Based Recycle Bin System at Polytechnic Seberang Perai

**Ts. Saw Bee Fong, Thevendran A/L Pareswaran, Thanesh Raj A/L Letchumanan &
Indran A/L Murugan Siva Guru**

Jabatan Teknologi Maklumat dan Komunikasi, Politeknik Seberang Perai

saw@psp.edu.my

ABSTRACT

IOT based recycle bin system plays an important role in recycling process in Seberang Perai Polytechnic. The machine is powered by electricity and is capable of auto-recognition of container material to separates them accordingly. The reward system uses Smart application system to overcome the inconvenience faced by manual reward redemption as well as to save on paper usage. Besides that, the microcontroller also performs auto-summation and stores the total of reward points into the smart application. LCD display gives a user-friendly interface and to display the type of material and points rewarded. The implementation of electrical energy involves a raspberry pie 3, a capacitive sensor, and an electrical enclosure. Testing results of circuits and overall system would show how the objectives and scopes of the project are achieved. Overall, the system can be implemented successfully. The system provides a cost effective and convenient solution for recycling purpose in support of Polytechnic's Polygreen system. In order to solve this problem, some concept based on (reduce, reuse and recycle) should be used. This system would be alternative to the traditional system that is used in collecting waste. The proposed system in this paper would enforce the people to classify their waste in order to recycle it. The process of waste classification from the source would save time and money. This system should be flexible, effective, and low cost which depends on using Wi-Fi and Internet of Things (IoT). Website and Android Application are used as platforms for monitoring, controlling and getting real time notifications. Experiments were conducted to demonstrate the feasibility and effectiveness of the proposed system.

Keywords: IOT, reward, smart.

1. INTRODUCTION

Nowadays with the increasing amount of waste generated and limited landfill space for waste disposal, recycling is one of the important approaches to manage the waste effectively. The current manual recycling practice in which the user needs to bring the waste in bulk to the recycling center might be hassle and hence become a discouraging factor for them to recycle. To overcome such an issue, in this project an automated recycle bin with a reward feature is proposed that derived from a reverse vending machine (RVM) concept. Basically, the system is implemented in a standard recycle bin provided by local municipal that equipped with microcontroller and collection of sensors. Throughout the process, the sensors responsible to identifying user information, weight the scale and eventually convert the weight to the corresponding points automatically. Once the process completed, the user can claim their points by using mobile application. The system has been implemented in a small-scale user testing and the framework shows its effectiveness for handling the whole process. The prototype is expected to aid in accelerating the motivation among polytechnic students to recycle their waste and can be one of the frameworks to overcome urban poverty issue by using waste to wealth concept.

The utilization of techniques such as mobile application has successfully indicate that technology is capable in providing a facility for the authority to manage waste effectively, it

also can be a contributing factor that led the students to recycle and manage the waste. In addition, experience worldwide has proven that rewarding is the most effective way to preserve high participation level in recycling process (Amantayeva, A. Alkuatova 23 February 2021). To ensure that the desired goals can be achieved, one of the plausible methods is by implementing a RVM concept in which the user will get their reward when they recycle their item accordingly. The RVM machine usually utilize to encourage polytechnic students to properly dispose of their waste, particularly recycle materials such as plastic and aluminum.

Our system is differing from previous RVM in a way that we implement the develop system into a standard recycle bin and maintaining the conventional procedure for the user to dump the waste. This product evaluates the value of the dump waste according to its weight, type, and price of the recycle waste. This will benefit the users as well as the authorities that involved in waste management as all the transactions will be recorded in archive of this automated system (Ferronato, N., & Torretta, V. (2019, March 24). Apparently, this product will emerge “waste to wealth” concept by motivating and encouraging Malaysians to recycle as they will be rewarded and eventually increase their awareness on the importance of waste recycling.

Besides, there are also problems regarding the attitudes of each inhabitant of the flats. There are cases where some irresponsible residents, who normally live at the higher levels of the building, littered or simply threw their domestic waste directly from the floor which they live into the bins. This may cause pollutions if the garbage thrown fell outside the bins or injuries to innocent people downstairs if they fell onto them. The waste disposal can be managed more properly and efficiently by constantly monitoring the bin status and the garbage level. In addition, the municipality can be alerted when the bin is full or almost full, thus promoting dynamic scheduling and routing of the garbage collection.

2. LITERATURE REVIEW

This section is to discuss the theoretical aspects leading to the implementation of the project. Review involves the recent implementation of the RVM and the related technologies used. Materials such as journal, books and technical papers are referred.

The argument in support of recycling concerns the negative impacts of waste and emissions on our planet. Now days, the plastics bottles and supporting frames are normally used but for after using these plastics, they are disposed and normally take a lot of space and cause an increasing of the pollution. On recycles, 5% of its plastics waste even though it is one of the largest industrial cities in the country and it is growing concern about its part in the releasing the greenhouse gases from industry and the waste system (Pramita S, Mamatha S, Parathamesh M September 27, 2020). The cost emissions can be kept low simultaneously using an increased recycle rate. Hence, this can have to be recycled taking in consideration and environmental concerns. Plastic crushed can be melted and can be used to produce different kind of product, but it is an extremely laborious work. So, we need a simple machine which will reduce human effects.

IOT is embedded with sensors, software, and other technologies for the purpose of connecting and exchanging data with other devices and systems over the internet. We have used some electronic parts which can make this project and process became more efficient. We have used Raspberry Pi which enable us to control the Finch Remotely, three types of sensors which used to detect the cans and bottles and also detects whether the recycling bin is full or not.

2.1 Raspberry Pi

A Raspberry Pi is a portable computer with shape and size similar to a credit card. It is capable of providing all the basic functionalities that a desktop PC does, such as word-processing and play games. Its motherboard consists of the following set of ports (Vaibhav Khanna, Yash Vardhan, Dhruv Nair, Preeti Pannu, (2017)).

The purpose of using this is to enable us to control the Finch remotely. It is introduced since the actual size computers are very expensive and prone to failures under exhaustive programming environment. To overcome this problem Raspberry Pi was developed as a cheap alternative to programming, especially for students studying Computer Science (Vaibhav Khanna, Yash Vardhan, Dhruv Nair, Preeti Pannu, (2017)).

2.2 Infrared(IR) Sensor

An infrared (IR) sensor is an electronic device that measures and detects infrared radiation in its surrounding environment. Infrared radiation was accidentally discovered by an astronomer named William Herchel in 1800. There are two types of infrared sensors: active and passive. Active infrared sensors both emit and detect infrared radiation. Active IR sensors have two parts: a light emitting diode (LDE) and a receiver. When an object comes close to the sensor, the infrared light from the LED reflects off of the object and is detected by the receiver. Active IR sensors act as proximity sensors, and they are commonly used in obstacle detection systems (such as in robots) (Jost, D. 2019, July 30).

2.3 Ultrasonic Sensor

Ultrasonic sensors are a great solution for the detection of clear objects. For applications that use infrared sensors, for instance, struggle with this particular use case because of target translucence. For presence detection, ultrasonic sensors detect objects regardless of the color, surface, or material (unless the material is very soft like wool, as it would absorb sound.) To detect transparent and other items where optical technologies may fail, ultrasonic sensors are a reliable choice (Burnett, R. 2021, March 4).

3. METHODOLOGY

This chapter discusses the methods that have been used from the beginning which is planning phase until the end of this project. Methodology used has been discussed more details to give more understanding the whole development processes of this project. Figure 1 show this project the developing process Iterative and incremental model included six phases which consist of requirement analysis phase, design phase, development phase, testing phase, deployment phase and review phase (Al-Zewairi, Malek, et al2018).



Figure 1. Methodology

i. Requirement

For this phase, a lot of information about the system is gathered. As the system is about IOT based recycle bin system (IOT), a lot of information about the previous or latest technology of IOT based recycle bin system identified. The most important information needed is a user requirement. After requiring a user requirement, information about dustbin, ultrasonic sensor, IOT, raspberry pie 3, infrared sensor and inductive sensor are identified.

ii. Design

Design phase is the third phase or stage that is used to show the flow of the system so that it will be successful. A framework is important to make a flow system be easy to be understood. In this phase, a design of context diagram, data flow diagram and entity relationship diagram to show the flow of the system specifically. Then, a setup of an ultrasonic sensor with breadboard, LCD, and capacitive sensor created. This system is able to show the flow of IOT based recycle bin system on Internet of Things (IOT).

iii. Develop

After gathering all the information and design has been created, this phase is to develop a connection for an ultrasonic sensor using code. If there is any errors or changes needed, it will be solved at this phase.

iv. Test

During testing phase, the system will be tested. During this phase, if there is any problem arise or any changes needed, it will be solved immediately by turning back to design phase to make a revision of the flow.

v. Deployment

Deploy After the system has been completely developed and there are no more errors after testing, the system will be deployed for its end of this product.

vi. Review

Design and code review promise to improve software quality, ensure compliance with standards, and serve as a valuable teaching tool for developers. In some organization, reviews are a valuable aspect of the software lifecycle. Code and design quality metrics are valuable inputs to the review process. The final project will be present and will be submit.

3.1 Hardware Configuration

A system configuration defines the computer, processes, and devices that compose the system and its boundary. More generally, the system configuration is the specific definition of the elements that define or prescribe what a system is composed of (Make Your Own Fritzing Parts.2020, May 17). using the Navigator palette or the View Switcher, you can switch between the breadboard, schematic and pcb views. Any of these views can be used as the project's main working environment, and can be selected at any time. A single-board microcontroller is a microcontroller built onto a single printed circuit board. This board provides all of the circuitry necessary for a useful control task: a microprocessor, I/O circuits, a clock generator, RAM, stored program memory and any necessary support ICs.

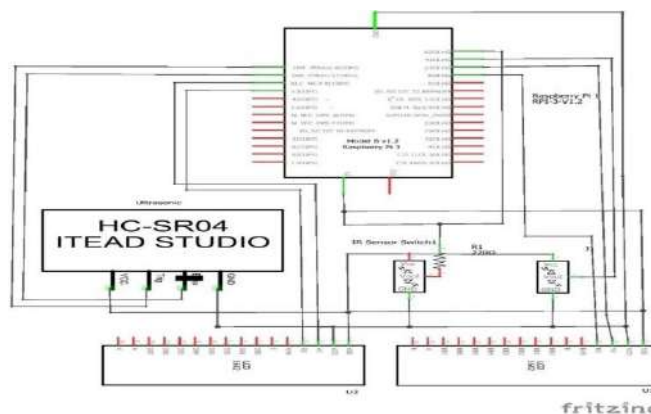


Figure 2. Schematic diagram of hardware platform

Figure 2 picture that represents the components of a process, device, or other object using abstract, often standardized symbols and lines. Schematic diagrams only depict the significant components of a system, though some details in the diagram may also be exaggerated or introduced to facilitate the understanding of the system.

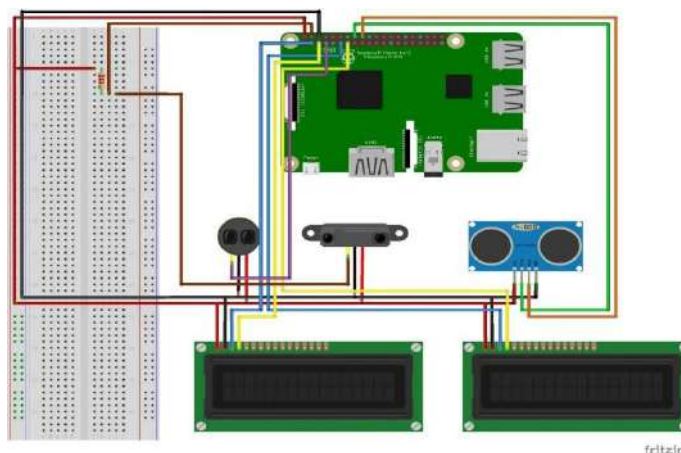


Figure 3. Circuit diagram of raspberry pie 3 and sensors connectivity

3.2 Software Configuration

This application has capabilities such as the user can create account and login before using the IOT based recycle bin system application. Next, user need to enter the username and password to sign in into IOT based recycle bin system application. Once user login into user dashboard, user can view total cans, total bottles, and total reward. Then, there are three types of various button provided in the user dashboard, such as istop button, view history and redeem button. Now user can start accessing the IOT based recycle bin system by using application that user has been created successfully. Lastly user can start throw bottles and cans into the IOT based recycle bin and get the reward, once the total reward enough to redeem items then they can redeem items by using total rewards that user collected in the application.

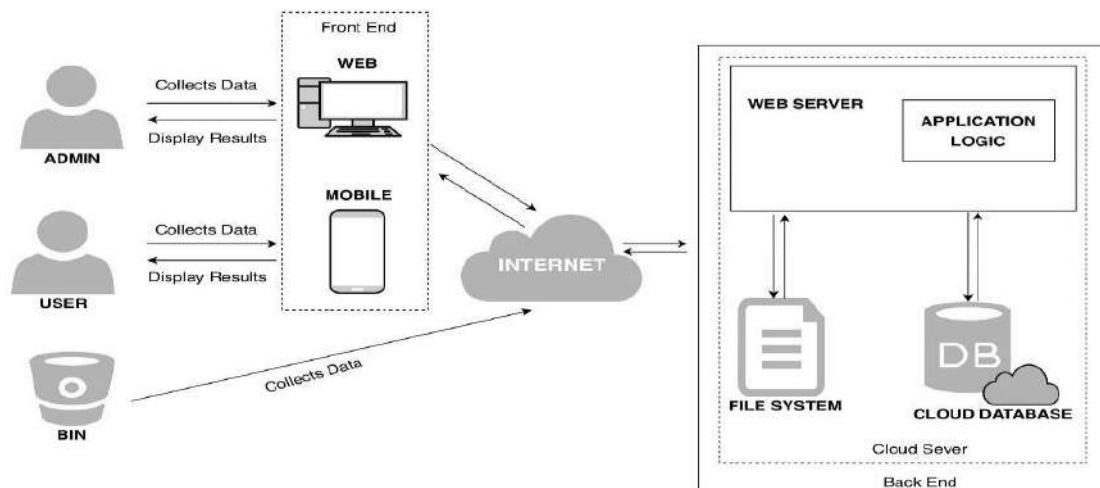


Figure 4. Architecture Diagram

Figure 4, architecture is designed by various techniques and tools applying technologies suitable for mobile devices, including smartphones and tablets. In this case, developers should take into account the device features. It always helps to make sure that apps are supported on different operating systems (either iOS or Android), consider CPU details, storage space, resolution, and even screen size.

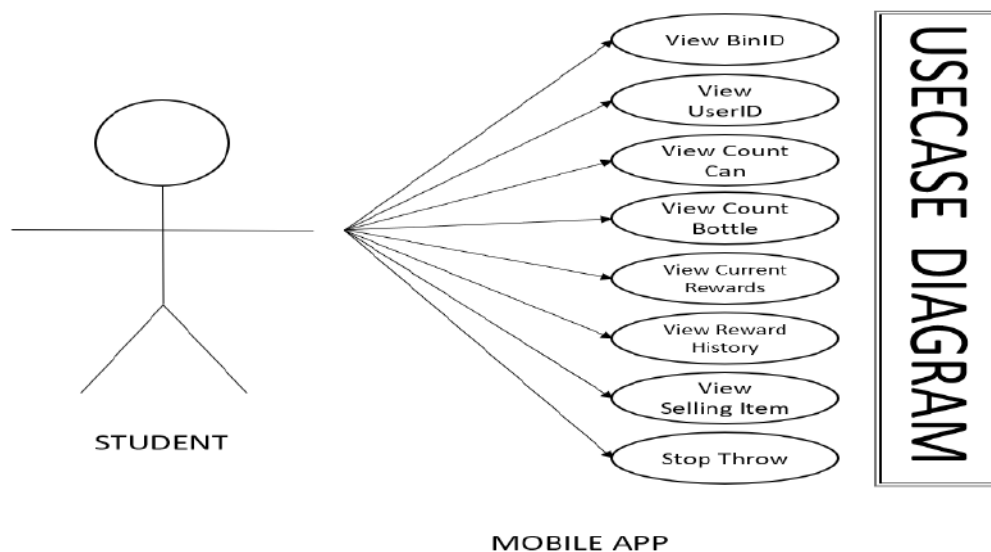


Figure 5. Usecase Diagram of Mobile App

Figure 5, shows a use case diagram to summarize details of a system and the users within that system. It is generally shown as a graphic depiction of interactions among different elements in a system.

MOBILE APPLICATION

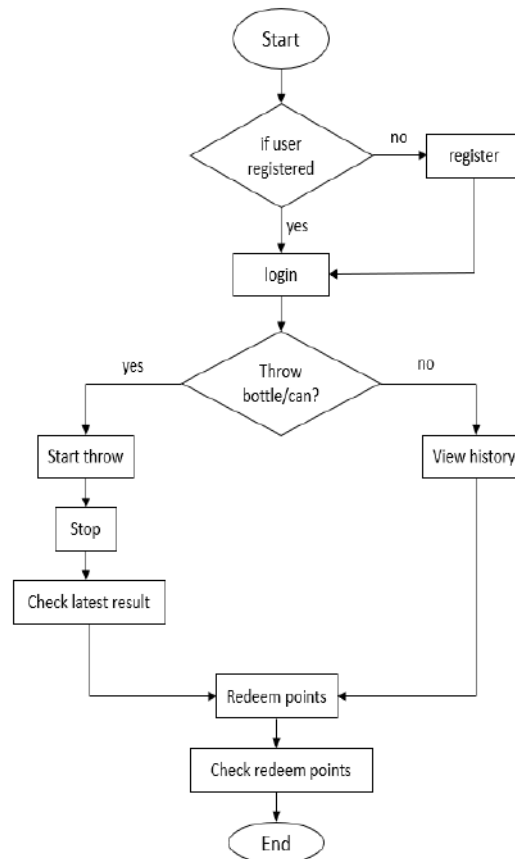


Figure 6. Flow of Mobile App and Iot Based Recycle Bin

Figure 6, shows the flow of mobile app and Iot based recycle bin in creating an account to open the IOT based recycle bin system application, user must enter a valid email and a strong password. For example, the password must be 6 characters. This app only supports android marshmallow version which is 6.0 and above. For the best view of the app, the phone must have a resolution of 1080x2340pixels.

A prototype is an early, model, or release of a product built to test a concept or process or to act as a thing to be replicated or learned from. A prototype is generally used to evaluate a new design to enhance precision by system analysis and users. Prototyping serves to provide specifications for a real, working system rather than a theoretical one.

4. DISCUSSION

A new IOT based recycle bin aims to help relieving any confusions and help us to earn something from it. The importance of this project is that this IOT based recycling bin will help students to earn some money via points by the cans and plastics they throw in this recycling bin. This also will be a small part for Polytechnic to earn something by selling the recycling objects in the IOT based recycling bin. Till these days students have been learning about recycling but after this IOT based recycling bin invented, students will keep recycling anytime because they could earn something by doing it. Besides that, this IOT based recycle bin system will become a new tool in Polytechnic's Go Green system and it will help to improve Polytechnic's Go Green system.

5. CONCLUSION

In conclusion, this chapter summarizes and discusses the whole findings on the project that has been produced. Each of the chapters described in this report were greatly help in the development of this project. The chapters are project plan, requirement specification, final design, test description and results and discussions. This is because the research project is a guide to develop this project. As a final observation, we hope that this IoT based recycle bin system project will become a 100% victorious project. We surely believe that this project will bring a huge change in Polytechnic students recycling thoughts and habits. We feel confident that students will looking forward for this IoT based recycle bin everywhere in Polytechnic. So, they can recycle, earn some points in their mobile application by exchanging their points into money students can buy foods or things in Polytechnic. This also will be a small money making project for Polytechnic. Following that, we expect that this project will improves the Go Green system in Polytechnic and will become a new norm in Polytechnic's Go Green system. Furthermore, not forgetting the methodological stage that helped greatly in terms of sequencing the project process. Using the methodology method, project can be implemented more organized. In addition, this chapter provides an initial description of the methodology and approaches that will be used to design a project. Methodology is also the best procedure before starting the project. As the conclusion, this project achieves the objectives. All the devices are working and functioning as expected and Smart Recycle and Reward Bin can operate well with the designed circuit.

REFERENCES

- Amantayeva, A., Alkuatova, A., Kanafin, I. *et al.* A systems engineering study of integration reverse vending machines into the waste management system of Kazakhstan. *J Mater Cycles Waste Manag* 23, 872–884 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01161-9>
- Al-Zewairi, Malek, et al. "Agile Software Development Methodologies: Survey of Surveys." *Estonian Journal of Earth Sciences*, vol. 67, no. 3, 2018, p. 74+. Accessed 16 June 2021.
- Burnett, R. (2021, March 4). Understanding How Ultrasonic Sensors Work. MaxBotix Inc. <https://www.maxbotix.com/articles/how-ultrasonic-sensors-work.htm>.
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2019, March 24). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International journal of environmental research and public health*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6466021/>.
- Jost, D. (2019, July 30). What is an IR sensor? FierceElectronics. <https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-ir-sensor>.
- Make Your Own Fritzing Parts. (2020, May 17). <https://learn.sparkfun.com/tutorials/make-your-own-fritzing-parts/all>.

Pramita S, Mamatha S, Parathamesh M, Abhishek G, Deeksha R, & Srikanth, U. (2019)
A study on challenges for adoption of reverse vending machine: a case of North
Bengaluru, India. Retrieved September 27, 2020, from
<http://tiikmpublishing.com/data/conferences/doi/wcwm/26510251.2019.1202.pdf>

Vaibhav Khanna, YashVardhan, Dhruv Nair, PreetiPannu, “Design and Development of a
Smart mirror using Raspberry Pi”, January 2017

Kajian Terhadap Kesedaran Pengurusan Sisa Pepejal di Kalangan Kakitangan Kolej Komuniti Arau, Perlis

Mohd Khairul Anuar Mat Kupli¹, Nor Zaidah Mohd Zahari² & Saiful Azley Samsudin²

¹Kolej Komuniti Arau, Arau, Perlis

²Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin, Arau, Perlis

anuarkupli@staf.kkarau.edu.my

ABSTRAK

Pengurusan sisa pepejal yang baik dan sistematik mampu mengelakkan masalah seperti pencemaran udara dan bau, permasalahan air resapan bawah tanah seterusnya ancaman penyakit hasil bawaan seperti tikus dan lalat. Kajian ini dijalankan bagi mengukur tahap kesedaran kakitangan Kolej Komuniti Arau terhadap pengurusan sisa pepejal di kediaman masing-masing. Data diperolehi dari borang soal selidik kepada 42 orang kakitangan Kolej Komuniti Arau secara rawak. SPSS telah digunakan bagi menganalisis data yang diperolehi. Hasil daripada kajian yang dijalankan, tahap kesedaran dikalangan responden terhadap sisa pepejal adalah tinggi. Didapati responden telah mengetahui berkenaan sisa pepejal dan amalan kitar semula juga telah dilaksanakan, namun boleh ditingkatkan ke tahap yang lebih tinggi. Oleh itu, kakitangan digalakkan mengaplikasikan pengurusan sisa pepejal yang baik di kediaman masing-masing sepertimana yang diamalkan di tempat kerja bagi memastikan kelestarian alam sekitar terpelihara.

Kata Kunci: Pengurusan Sisa Pepejal, Kelestarian Alam, SPSS

1. PENGENALAN

Sisa boleh ditakrifkan sebagai bahan buangan yang tidak berharga langsung (Kamus Dewan, 2005). Keberkesanan pengurusan sisa pepejal bukan sahaja dibawah tanggungjawab pihak pelaksana dan kaedah hierarki bersepadu semata-mata, tetapi perlu penglibatan dari semua pihak yang merangkumi organisasi, masyarakat dan individu (Zaini, 2011). Selain dari itu, penguatkuasaan undang-undang yang telus memainkan peranan yang penting bagi memastikan pengurusan sisa pepejal yang lestari dapat dicapai.

Kerancangan pembangunan telah menukar tren kehidupan masa kini khususnya dalam permintaan, pengeluaran dan penggunaan sumber. Permintaan yang tinggi terhadap kepelbagaian sumber selari dengan pertambahan bilangan penduduk secara langsung akan meningkatkan penghasilan sisa pepejal. Keadaan ini akan menyumbang tekanan kepada kerajaan bagi menyediakan kemudahan tapak pelupusan sisa pepejal. Menurut Sharifah & Latifah, (2013) kaedah pengurusan sisa pepejal secara terbuka adalah kaedah paling banyak diaplikasikan di seluruh dunia yang mana merupakan kaedah yang boleh menjelaskan kualiti alam sekitar. Manakala menurut Read et al. (1997) pengurusan tapak pelupusan secara sanitari adalah pilihan dalam pengurusan sisa pepejal pada masa akan datang di England. Sementara itu, Zaini et al. (2011) menjelaskan dalam kajiannya, bahawa pencemaran alam sekitar ketara diperolehi dari operasi tapak pelupusan adalah pencemaran bau. Pencemaran ini merupakan salah satu gangguan yang mengakibatkan ketidakselesaan sekaligus menurunkan kualiti serta kesejahteraan penduduk disekitarnya.

Penglibatan masyarakat amat diperlukan bagi menyokong segala perancangan bersepadu yang telah dirangka oleh pihak kerajaan. Malaysia adalah negara membangun yang berani

mewartakan undang-undang khusus berkaitan pengurusan sisa pepejal yang dikenali sebagai Akta 672 iaitu Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam pada 2007. Pelbagai klausa berkaitan tuntutan, pendekatan kawalan serta usaha berkaitan sisa pepejal dari peringkat sumber dinyatakan dengan terperinci dalam akta tersebut. Salah satu klausa yang disentuh adalah berkaitan program pengasingan sisa pepejal di peringkat punca. Masalah yang sering terjadi adalah amalan pengasingan sisa yang tidak sempurna dan tahap penglibatan masyarakat terhadap proses pengasingan sisa masih belum dipraktikkan dengan sepenuhnya.

1.1 Penglibatan Masyarakat

Masyarakat merupakan individu yang memainkan peranan penting bagi menjayakan sebarang aktiviti yang dirancang dalam mengurangkan penjanaaan sisa pepejal. Pengurusan sisa pepejal yang berkesan haruslah mempunyai garis panduan pengurusan bagi memastikan pengurusan dapat dilaksanakan dengan sistematik dan lestari. Seperti di negara maju, hierarki pengurusan sisa pepejal merupakan kaedah pengurusan yang berjaya kerana pengalihan setiap tahap hierarki dapat mengurangkan penjanaaan, merawat dan meminimumkan sisa pepejal dari dilupuskan di tapak pelupusan (Jibril et al., 2012). Bagi mencapai sasaran pengurusan sisa pepejal yang optimum, pengetahuan berkenaan latarbelakang penduduk dan sosioekonomi perlu dikenalpasti supaya agenda dan pelaksanaan program dapat dilakukan dalam menggalakkan penglibatan masyarakat (Alireza et al., 2016)

Malaysia khususnya, penglibatan masyarakat dalam isu berkaitan dengan alam sekitar amnya masih di tahap yang rendah (Zaini, 2006). Walaupun pelbagai pendekatan diperkenalkan melalui iklan dan kempen, tetapi amalan dan penglibatan mereka masih rendah dan tidak mampu memotivasikan mereka terhadap kepentingan memelihara alam sekitar (Agamuthu & Fauziah, 2011). Menurut kajian Moh & Latifah (2016) menyatakan bahawa isu alam sekitar yang melibatkan pengurusan sisa pepejal masih dijalankan, ini adalah disebabkan kurang penyertaan, komitmen, kesedaran sivik serta tahap pendidikan di kalangan masyarakat yang rendah. Antara faktor penyebab kadar kitar semula serta penglibatan masyarakat rendah adalah ketidakmampuan pihak berkuasa dalam meneruskan kelangsungan program kitar semula, permintaan yang rendah terhadap barangan kitar semula, kekurangan perkhidmatan pengutipan barangan kitar semula yang disediakan, program kesedaran tidak berkesan dan kekurangan pelan di peringkat tertinggi dalam memperkasakan program kitar semula di negara ini (Moh & Latifah, 2016)

Tujuan utama kajian ini dilaksanakan adalah bagi mengenalpasti demografi sisa yang meliputi aspek sosial, pengurusan, tahap pengetahuan dan amalan penduduk berkenaan pengurusan sisa. Maklumat yang didapati dapat membantu pihak pengurusan mengenalpasti data asas pengurusan sisa dan tahap pengetahuan serta amalan penduduk dalam mempengaruhi pengurusan sisa. Lantaran itu, data yang didapati penting dalam menetapkan tindakan, perancangan pelaksanaan program dan pengurusan sisa pepejal yang lebih lestari dan bersistematik di masa akan datang.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Konsep Pengurusan Sisa Pepejal

Sisa Pepejal merupakan bahan buangan yang tidak digunakan lagi yang terhasil dalam bentuk selain cecair atau gas melalui aktiviti seharian manusia daripada penjanaaan sumber kediaman, komersial dan perindustrian yang mana bahan tersebut tidak bernilai dan dikumpulkan dengan tujuan untuk dibuang (Sakawi et al., 2017).

Penghasilan sisa pepejal dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti latarbelakang penduduk, lokasi, musim, tabiat pemakanan dan sikap manusia yang dijana dan disimpan terlalu lama sehingga boleh menimbulkan pelbagai pencemaran yang menyebabkan gangguan atau perubahan ke atas keseimbangan alam sekitar, sama ada dapat memberi kesan kepada persekitaran fizikal atau kesihatan manusia (Hassan et al., 2013)

Kerancangan pembangunan telah menghasilkan pelbagai masalah antaranya yang melibatkan isu pencemaran alam sekitar. Namun dengan pengurusan sisa pepejal yang baik dan sistematik ianya mampu mengelakkan masalah seperti kewujudan tapak pelupusan haram, pencemaran udara dan bau, pemasalahan air resapan bawah tanah seterusnya ancaman penyakit hasil bawaan seperti tikus dan lalat. Selain dari itu, pengurusan sisa pepejal yang berjaya dapat memastikan keseimbangan dan kelestarian alam sekitar terpelihara melalui pelbagai pendekatan dan program yang boleh disepadukan (Nujid et al., 2011).

Pengetahuan terhadap pengurusan sisa pepejal berada pada yang tahap rendah. Ini menunjukkan bahawa tanggungjawab dan penglibatan masyarakat dalam program pengurusan sisa pepejal berada dalam tahap yang rendah. Keadaan ini terjadi adalah disebabkan kurang pendedahan dan program diperingkat pelaksana khususnya Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal untuk memberi kesedaran dan ilmu berkenaan kepentingan dalam pengurusan sisa pepejal (Sakawi et al., 2017).

Bagi memastikan pengurusan sisa pepejal dilaksanakan secara sistematik dan berkesan, selepas tahun 1998 pengurusan sisa pepejal telah diswastakan dari agensi kerajaan ke agensi swasta ketika itu dikendalikan oleh 4 konsortium yang terdiri daripada Alam Flora Sdn. Bhd. (AFSB), Northern Waste Industri (NWI), Southern Waste Management (SWM) dan Eastern Waste Management (EWM) yang dilantik secara rundingan atas persetujuan pihak berkuasa (Ali et al., 2017).

Tujuan utama penswataan pengurusan sisa pepejal adalah untuk menyediakan perkhidmatan yang lebih cekap dan kos pengurusan yang lebih efektif di samping mampu dikendalikan dengan jentera yang lebih cekap serta pekerja yang berkemahiran tinggi (Mohd Nasir Hassan, 1999).

Menurut kenyataan dari Cointreau-Levine (1994), terdapat beberapa bentuk penglibatan yang biasa digunakan dalam pengurusan sisa pepejal antaranya secara kontrak, perjanjian konsesi, francais dan pertandingan terbuka. Di Malaysia, pengurusan sisa pepejal dikendalikan secara perjanjian konsesi yang mana pihak berkuasa memberi kebenaran syarikat swasta membangunkan fasiliti dengan mengaplikasikan sumber yang disediakan oleh pihak berkuasa (Daraup et. al., 2020).

3. METODOLOGI

3.1 Pendahuluan

Secara ringkasnya dalam bahagian ini penyelidik menerangkan tentang kaedah yang akan digunakan dalam menjalankan kajian ini antaranya reka bentuk kajian, persampelan, instrumen kajian, prosedur memungut data dan prosedur menganalisis data.

3.2 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini adalah berbentuk kajian tinjauan dengan menggunakan borang soal selidik terpiawai bagi mencapai objektif kajian. Reka bentuk kajian ini dipilih kerana bilangan sampel responden yang diambil dapat mewakili keseluruhan populasi yang dikaji iaitu kalangan kakitangan Kolej Komuniti Arau, Perlis.

3.3 Persampelan

Responden dalam kajian ini terdiri dari kalangan Kakitangan Kolej Komuniti Arau, Perlis. Menurut Krejcie dan Morgan (1970), daripada jumlah keseluruhan responden hanya 40 orang dari bilangan responden sudah mencukupi dijadikan sampel responden yang mewakili keseluruhan populasi dalam kajian ini. Sampel responden dipilih dengan menggunakan kaedah persampelan rawak mudah.

3.4 Instrumen Kajian

Kajian ini berbentuk kajian kuantitatif menggunakan borang soal selidik terpiawai sebagai instrumen kajian. Soalan borang soal selidik yang digunakan adalah berdasarkan kajian terdahulu dari Zaini et al. (2017) yang terdiri daripada empat bahagian iaitu: (i) Demografi (ii) Pengetahuan terhadap pengurusan sisa pepejal, (iii) Kefahaman terhadap Pengurusan Sisa Pepejal dan (iv) Kesedaran Terhadap Pencemaran Alam Sekitar. Terdapat 25 soalan dalam set borang soal selidik dan tempoh menjawab borang soal selidik ini dianggarkan mengambil masa dalam 3-5 minit sahaja.

3.5 Prosedur Memungut Data

Sebanyak 102 sampel soal selidik telah diedarkan melalui google form. Daripada 102 sampel, hanya 42 sampel sahaja yang telah menjawab soal selidik berkenaan.

3.6 Prosedur Menganalisis Data

Analisis data dijalankan dengan menggunakan perisian Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versi 21.0). Setiap data yang dimasukkan ke dalam analisis perlu dikodkan secara ringkas dengan menggunakan singkatan-singkatan yang mudah difahami oleh penyelidik. Data dianalisis menggunakan kaedah deskriptif. Penentu ukuran analisa data berpandukan jadual 1, interpretasi skor min dari Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (2006) bagi menentukan sama ada dapatan min berada di tahap sangat tinggi, tinggi, sederhana, rendah atau sangat rendah.

Jadual 1: Interpretasi Skor

Skor Purata	Interpretasi
1.00 – 1.89	Sangat Rendah
1.90 – 2.69	Rendah
2.70 – 3.49	Sederhana
3.50 – 4.29	Tinggi
4.30 – 5.00	Sangat Tinggi

Sumber: Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (2006)

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Jadual 2: Bilangan Responden Mengikut Jantina

Jantina	Bilangan	Peratus
Lelaki	16	38.1
Perempuan	26	61.9
Jumlah	42	100

Jadual 2 di atas menunjukkan bahawa dari 42 responden yang telah menjawab borang soal selidik yang telah dikemukakan, 16 orang staf adalah lelaki (38.1%) dan seramai 26 orang staf daripadanya adalah perempuan (61.9%). Perangkaan ini menunjukkan responden perempuan adalah melebihi dari responden lelaki.

Jadual 3: Bilangan Responden Mengikut Pendapatan

Pendapatan	Bilangan	Peratus
1501-3500	1	2.4
3501-5500	14	33.3
5501 ke atas	27	64.3
Jumlah	42	100

Jadual 3 di atas menunjukkan bilangan responden mengikut pendapatan. Jumlah responden yang memperolehi pendapatan RM5501 ke atas (64.3%) lebih tinggi berbanding dengan bilangan responden yang mempunyai pendapatan di bawah RM5501 (35.7%). Ini menunjukkan kuasa membeli lebih tinggi, maka terhasillah penjanaaan sisa pepejal dikalangan kakitangan Kolej Komuniti Arau dari sumber yang pelbagai.

Jadual 4: Bilangan Responden Mengikut Jenis Sisa Pepejal yang dijana

Jenis Sisa	Bilangan	Peratus
Botol	22	52.4%
Beg Plastik	35	83.3%
Sisa Makanan	40	95.2%
Tin Aluminium	13	31.0%
Kertas/ Surat Khabar	24	57.1%

Jadual 4 di atas menunjukkan bilangan responden mengikut bilangan Sisa Pepejal yang dijana setiap hari. Berdasarkan dapatan jumlah sisa makanan (95.2%) dan beg plastic (83.3%) menyumbang kepada bilangan penjanaaan yang tertinggi. Ini menunjukkan jenis sisa pepejal berkenaan banyak dijanakan setiap hari, jika dibandingkan dengan jenis sisa pepejal yang lain.

Jadual 5: Bilangan Responden Mengikut Kaedah Pengasingan Sisa pepejal yang digunakan

Jenis Sisa	Bilangan	Peratus
Plastik Sampah	36	85.7%
Tong Sampah	36	85.7%
Guni	3	7.1%
Kotak	10	23.8%

Jadual 5 di atas menunjukkan bilangan responden mengikut kaedah pengasingan sisa pepejal yang diaplikasi di tempat tinggal. Berdasarkan peratus penggunaan plastik sampah (85.7%) dan tong sampah (85.7%), ia menyumbang peratus tertinggi dalam pengasingan sisa-sisa buangan sebelum sisa berkenaan dibuang ditempat pengumpulan sisa pepejal sementara.

Jadual 6: Pengetahuan dan amalan Kakitangan Kolej Komuniti Arau terhadap pengurusan sisa pepejal

Pengetahuan dan Amalan	Min	Purata Min
Pengetahuan		
Mengetahui berkenaan sisa pepejal	4.452	4.232
Mengetahui jenis-jenis sisa pepejal	4.262	
Pernah mendengar berkenaan kitar semula	4.810	
Memahami mengenai konsep kitar semula	4.571	
Mengetahui berkenaan perkhidmatan kitar semula	4.191	
Pernah mengikuti kempen atau program kitar semula	3.786	
Amalan		
Mengamalkan pengasingan barang-barang kitar semula	4.167	
Pernah menjual barangan kitar semula	3.619	

Jadual 6 di atas menunjukkan pengetahuan dan amalan Kakitangan Kolej Komuniti Arau terhadap pengurusan sisa pepejal dengan purata min yang diperolehi adalah 4.23. Ini menunjukkan tahap pengetahuan dan amalan kakitangan Kolej Komuniti Arau berada pada tahap tinggi. Walaubagaimanapun, item boleh dipecahkan kepada 2 dimensi iaitu faktor pengetahuan dan amalan. Faktor pengetahuan terdiri daripada 6 item iaitu mengetahui berkenaan sisa pepejal, mengetahui jenis-jenis sisa pepejal, pernah mendengar berkenaan kitar semula, memahami mengenai konsep kitar semula, pernah mengikuti kempen atau program kitar semula dan mengetahui berkenaan perkhidmatan kitar semula. Manakala faktor amalan terdiri daripada 2 item iaitu mengamalkan pengasingan barang-barang kitar semula dan pernah menjual barangan kitar semula. Faktor pengetahuan paling mempengaruhi tahap kesedaran sisa pepejal responden iaitu sebanyak 4.34 manakala faktor amalan adalah 3.90.

5. KESIMPULAN

Hasil daripada kajian yang dijalankan, tahap kesedaran kakitangan Kolej Komuniti Arau terhadap sisa pepejal adalah tinggi. Didapati responden telah mengetahui berkenaan sisa pepejal, namun ia masih boleh dipertingkatkan ke tahap yang sangat tinggi dengan meningkatkan kempen atau program kitar semula. Amalan kitar semula juga boleh ditambahbaik dengan meningkatkan amalan pengasingan dan menjual barang-barang kitar semula. Selain itu, galakkan pengurusan sisa pepejal yang baik di tempat kerja juga dapat diaplikasikan di kediaman masing-masing bagi memastikan kelestarian alam sekitar terpelihara.

RUJUKAN

- Agamuthu P, Fauziah Shahul Hamid (2011) Challenges and issues in moving towards sustainable landfilling in a transitory country - Malaysia. *Waste Management & Research*. 29, 13-19
- Ali, H., Dermawan, D., Ali, N., Ibrahim, M., & Yaacob, S. (2017). Masyarakat dan amalan pengurusan sisa pepejal ke arah kelestarian komuniti: Kes isi rumah wanita di Bandar Baru Bangi, Malaysia (Society and the practise of solid waste management towards sustainable community: The case of female households in Bandar Baru Bangi, Malaysia). *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, 8(5), 64–75.

- Alireza Fazeli, Farzaneh Bakhtvar, Leila Jahanshaloo, Nor Azwadi Che Sidik, Ali Esfandyari Bayat (2016) Malaysia's stand on municipal solid waste conversion to energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 58, 1007-1016.
- Cointreau-Levine, S. (1994). Private sector participation in municipal solid waste services in developing countries (Vol. 1). The formal sector. In *Urban Management Programme – World Bank*. Washington: World Bank.
- Daraup, E. S., Mapa, M. T., Beddu Asis, A. H., George, F., & Anak Dinggai, M. S. (2020). Pengurusan sisa pejal bandar: penelitian ke atas kerjasama swasta dan awam di kuching, sarawak. *Jurnal Kinabalu*, 26(2), 63–80.
- Hassan, N. A. M., & Zulhumadi, F. (2013). Kitar Semula: Pengetahuan Dan Sikap Mahasiswa Universiti Utara Malaysia Terhadap Pengurusan Sisa Pepejal. *Pusat Pengajian Pengurusan Teknologi Dan Logistik, Kolej Perniagaan, Universiti Utara Malaysia, 06010 UUM Sintok, Kedah*, 1211–1220.
- Jibril Dan, Azimi Jibrila, Ibrahim Bin Sipanb, Maimunah Sapric, Suleiman Aliyu Shikad, MonaIsae, Shahabudin Abdullah (2012) 3R s Critical Success Factor in Solid Waste Management System for Higher Educational Institutions. *Social and Behavioral Sciences* 65, 626-631.
- Krejcie, V. D., & Morgan, W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Nujid, M., & Juhari, N. (2011). Kajian Penjanaan Sisa Pepejal Dan Tahap Kesedaran Penduduk Terhadap Kitar Semula Di Seluruh Negeri Perlis. *Jurnal Intelek*, 6(1), 123–131.
- Sakawi, Z., Ayup, S., & Sukimi, M. F. (2017). Pengetahuan komuniti dan amalan pengurusan sisa pepejal di Negeri Sembilan. *Malaysian Journal of Society and Space*, 13(4), 126–137.
- Yiing Chiee Moh, Latifah Abd Manaf (2016) Solid waste management transformation and future challenges of source separation and recycling practice in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling* 116, 1-14.
- Zaini Sakawi, Sofia Ayup, Mohd Fauzi Sukimi (2017). GEOGRAFIA OnlineTM Malaysian Journal of Society and Space 13 issue 4 (126-137) © 2017

Kesan Larutan Baja Organik Daripada Sisa Air Ikan Ternakan Terhadap Pertumbuhan Sawi

Zuraikai Binti Mazaha & Noraziha Binti Nasir

Jabatan Agroteknologi & Bio Industri, Politeknik Jeli, Jeli, Kelantan

zuraikaimazaha@pjk.edu.my

ABSTRAK

Baja organik merupakan baja yang dihasilkan daripada sisa tanaman dan haiwan yang terurai serta berfungsi membekalkan nutrien untuk pertumbuhan pokok. Penggunaan baja organik dapat mengekalkan kesuburan tanah disamping menjaga alam sekitar. Kajian ini dijalankan bertujuan untuk menghasilkan larutan baja organik daripada sisa air ikan ternakan yang berbeza spesies. Reka bentuk kajian yang dijalankan adalah menggunakan kaedah experimental dimana data dikumpul dalam bentuk kuantitatif melalui pengiraan bilangan daun, tinggi pokok dan lebar daun. Bahan utama yang digunakan bagi menghasilkan larutan baja pula adalah sisa air ikan dan kisaran buah betik dengan menggunakan nisbah campuran sebanyak 3:1. Larutan baja ini kemudiannya diuji kepada sawi bagi membandingkan pertumbuhannya. Pengumpulan data dijalankan selama 5 minggu dan dicatat sebanyak 2 kali seminggu. Dapatan kajian menunjukkan ketinggian, bilangan daun dan lebar daun sawi yang diuji dengan larutan baja daripada sisa air ikan tilapia adalah lebih tinggi berbanding larutan baja daripada sisa air ikan keli dan puyu. Data ketinggian sawi adalah 115.4 cm, lebar daun 29.4 cm dan bilangan daun 42 helai. Kesimpulannya, penggunaan sisa air ikan tilapia adalah lebih berkesan terhadap pertumbuhan sawi berbanding larutan baja daripada sisa air ikan puyu dan keli. Larutan baja daripada sisa air ikan ternakan ini juga dapat melengkapi unsur nutrien yang diperlukan untuk pertumbuhan sawi. Kajian seterusnya dicadangkan agar menggunakan ekstrak kangkung bagi menambahkan unsur nitrogen dalam larutan baja organik sisa ikan ternakan.

Kata Kunci: sisa air ikan, larutan baja.

1. PENGENALAN

Seiring dengan peningkatan populasi penduduk, Malaysia berhasrat untuk meningkatkan pengeluaran bahan makanan dan mengurangkan import (DAN, 2011). Penggunaan input-input pertanian khususnya baja dan racun kimia turut akan meningkat. Fungsi utama input pertanian adalah untuk meningkatkan hasil dan melindungi tanaman daripada makluk perosak serta serangan penyakit. Walau bagaimanapun, penggunaan input jenis kimia secara berterusan akan menjurus kepada faktor kemerosotan kesuburan tanah dan isu pencemaran alam sekitar (Serpil, 2012). Input kimia turut menyebabkan air sungai tercemar, serangga dan makhluk perosak imun serta memberi kesan kepada kesihatan manusia (Pang & Lim, 2011). Kini telah timbul kesedaran tentang pentingnya penggunaan input pertanian mesra alam seperti baja organik (Parichard & Wen Chi, 2012). Baja organik merupakan baja yang dihasilkan daripada sisa tanaman dan haiwan atau bahan sampingan kilang industri berasaskan pertanian yang mereput atau diproses. Penambahan baja organik kepada tanah pada umumnya dapat memperbaiki sifat kimia dan kesuburan tanah (Liu et al., 2009).

Penggunaan baja organik dapat membekalkan nutrien, meningkatkan sifat fizikal tanah, mengelakkan hakisan tanah serta merancakkan aktiviti biologi mikroorganisma dalam tanah. Pakar-pakar alam sekitar dan kesihatan menyarankan untuk mengurangkan kadar penggunaan bahan kimia dan diganti dengan bahan organik yang berkualiti tinggi. Ia bertujuan membudayakan amalan baik dalam bidang pertanian. Oleh itu demi melestarikan alam

semulajadi dengan amalan baik pertanian, maka kajian ini dijalankan untuk menformulasikan larutan baja organik daripada campuran sisa air ikan ternakan dan buah betik serta menguji keberkesannya ke atas pertumbuhan sawi. Saeed, F. (2014) dalam kajiannya terhadap pertumbuhan pokok cili mendapati kandungan kalium (K) buah betik yang tinggi memberi kesan kepada potensi nutrisi baja yang dihasilkan.

Sisa air ikan ternakan digunakan dalam kajian ini kerana menurut Asis et al., (2017) sisa pertanian boleh diguna semula dan menghasilkan sistem sisa sifar dalam pertanian. Perusahaan akuakultur yang pesat berkembang akan menyumbang kepada pengeluaran sisa air ikan yang banyak. Asia menguasai pengeluaran akuakultur dengan menyumbang sebanyak 88.91% daripada jumlah pengeluaran pada tahun 2014 (Nadarajah & Flaaten, 2017). Malah penggunaan hasil akuakultur dianggarkan terus meningkat di negara-negara Asia, Afrika, Amerika dan Eropah pada tahun 2010-2030 (Kobayashi et al., 2015). Walau bagaimanapun, sektor akuakultur boleh memberi kesan yang signifikan terhadap alam sekitar dan sumber asli.

Pencemaran air yang disebabkan oleh efluen kolam merupakan isu yang sering dikaitkan dengan sektor akuakultur dan membimbangkan kebanyakan negara (Boyd, 2003). Perusahaan akuakultur yang menggunakan kolam tidak boleh dijalankan tanpa pelepasan air sisa (Boyd, 2003). Kebanyakan pengeluaran udang dan ikan dijalankan di kolam yang menghasilkan air sisa dalam kuantiti yang tinggi terutamanya selepas hujan lebat (Boyd & Queiroz, 2001). Walaupun terdapat tarikan dalam penggunaan semula air atau sistem pengeluaran kitaran tertutup namun agak sukar bagi menjalankan perusahaan akuakultur tanpa melibatkan pelepasan air sisa (Boyd, 2003). Maka sisa air ikan sesuai untuk digunakan semula bagi menerapkan konsep *waste to wealth* melalui strategi pengurusan sisa dengan mendatangkan faedah kepada ekonomi dan persekitaran.

2. ULASAN LITERATUR

Tumbuhan sayur-sayuran seperti sawi ditanam untuk digunakan sebagai hidangan masakan manakala bijinya dimanfaatkan dengan penghasilan minyak dan penambah perisa makanan (Arief, 2000). Umumnya, setiap tumbuhan memerlukan 16 jenis nutrien dan nutrien ini adalah penting untuk pertumbuhannya. Nutrien-nutrien ini terbahagi kepada unsur makronutrien iaitu N, P, K, S, Mg dan Ca dan unsur mikronutrien seperti Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu dan Mo serta unsur surih iaitu Co, Si, Na dan Ni (Suhaizan, 2009; Hartatik & Widowati, 2005). Walau bagaimanapun, lazimnya baja mengandungi 3 unsur nutrien utama iaitu nitrogen (N), fosforus (P) dan kalium (K). Tanaman yang memperolehi unsur nutrien nitrogen yang sesuai dengan keperluannya akan tumbuh tinggi dan daunnya terbentuk lebar (Dhani et al., 2014). Nitrogen sangat berguna untuk merangsang pertumbuhan daun sedangkan fosforus dan kalium berfungsi untuk merangsang pembungaan serta pematangan. Unsur nutrien kalium juga penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Unsur ini adalah kation yang paling banyak terdapat dalam tisu tumbuhan dan menyumbang hampir 10% dari berat kering tumbuhan (Suhaizan, 2009; Hartatik & Widowati, 2005).

Secara umumnya terdapat dua kategori baja yang seringkali digunakan iaitu baja organik dan baja kimia. Baja organik diperolehi dari sisa tanaman dan haiwan samada dalam bentuk cecair dan pepejal (Suhaizan, 2009). Baja organik daripada buah betik misalnya, kaya dengan nutrien makro dan mikro (Jabatan Pertanian, 2000). Malah buah betik mempunyai enzim *papain* (Ezekiel, 2012). Enzim *papain* mampu memecah molekul organik yang terdiri dari asid amino dimana ia berperanan penting dalam pelbagai proses biologi seperti membekalkan tenaga kepada mikroba semasa proses penguraian bahan organik (Ezekiel, 2012). Sumber baja organik

boleh terhasil daripada sisa air ikan ternakan seperti ikan tilapia, keli dan puyu yang mengandungi nutrien terlarut iaitu nitrogen dan fosforus, sebatian organik dan bukan organik tertentu dan jumlah pepejal terampai (Effendi et al., 2017). Beliau juga menyatakan bahawa unsur-unsur ini berasal dari sisa makanan dan metabolik yang tidak dimakan oleh ikan. Baja organik lebih bersifat mesra alam serta tidak merosakkan akar tumbuhan atau dedaun seperti baja kimia (Utami. S. N. H., & Handayani, S., 2003). Manakala baja kimia adalah hasil adunan kimia dalam bentuk cair atau pepejal dan ia boleh berbentuk campuran mengikut sukatan tertentu di kilang atau sebatian campuran tunggal yakni hanya satu jenis unsur utama sahaja seperti baja urea untuk nitrogen dan *Muriate of Potash* untuk kalium (Rodzuan, 2007). Banyak kajian yang membuktikan penggunaan baja organik sahaja atau campuran baja organik dengan baja kimia adalah meningkatkan kandungan bahan organik tanah berbanding penggunaan baja kimia sahaja (Suhaizan, 2009).

Pembajaan pokok tanaman penting bagi tumbesaran dan peningkatan hasil. Penggunaan baja organik merupakan satu langkah yang boleh meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan menyumbang kepada ketersediaan nutrien, memperbaiki ciri-ciri fizikal tanah, menghalang dari hakisan dan meningkatkan aktiviti biologi mikroorganisma tanah (Rahman, 2007). Oleh itu penggunaan baja organik dalam industri pertanian amat digalakkan kerana baja organik adalah baja mesra alam yang tidak mengandungi bahan kimia dan merupakan unsur mineral semulajadi yang diperlukan untuk kesuburan tanah dan memulihkan tanah mati.

3. METODOLOGI

3.1 Rekabentuk kajian

Reka bentuk kajian yang dijalankan adalah menggunakan kaedah experimental. Data dikumpul dalam bentuk kuantitatif yang menunjukkan tiga rawatan berbeza. Data kuantitatif yang diperolehi adalah dalam bentuk nombor dan skor nilai min.

3.2 Penyediaan larutan baja

Bahan utama iaitu sisa air ikan dari tiga spesis (tilapia, keli dan puyu) disediakan dan disimpan dalam bekas yang berbeza mengikut spesis ikan. Bekas-bekas sisa air ikan kemudiannya dibawa ke Makmal Lepas Tuai, Politeknik Jeli Kelantan untuk proses penyediaan larutan baja. Buah betik dipotong dan dibuang bijinya sebelum dikisar sehingga halus. Kemudian bahan kisaran berkenaan dicampurkan ke dalam setiap bekas yang mengandungi sisa air ikan.

Campuran sisa air ikan dan betik adalah mengikut nisbah 3:1 iaitu 3 adalah sisa air ikan dan 1 adalah kisaran buah betik. Campuran sisa air ikan dan betik diperam selama dua minggu untuk menggalakkan pertumbuhan mikroorganisma baik. Setelah itu, campuran ditapis untuk mendapatkan larutan baja. Larutan baja kemudiannya segera dimasukkan ke dalam bekas yang kedap udara dan disimpan dalam suhu bilik sehingga digunakan untuk analisis seterusnya. Penggunaan buah betik dalam kajian ini adalah bagi membekalkan nutrien yang diperlukan oleh mikroorganisma untuk pertumbuhannya dalam medium penapaian (Alfa, I. M. (2014). Tambahan pula menurut Md Amirul (2017), penghasilan baja organik dengan menggunakan buah betik dapat meningkatkan pengeluaran buah dan daun yang sihat.

3.3 Teknik persampelan

Jadual 1 menunjukkan tiga jenis rawatan dan replika sawi kajian.

Jadual 1: Rawatan ke atas sawi

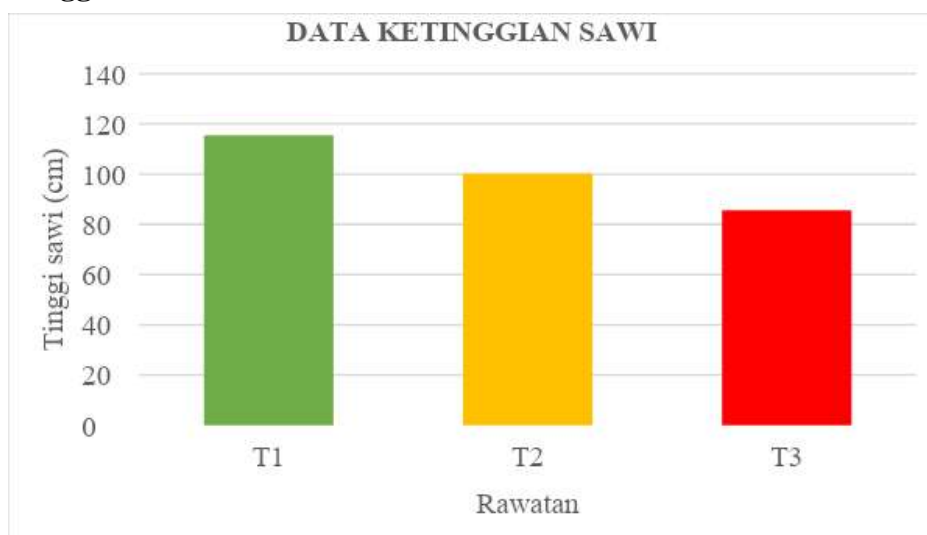
No. Rawatan	Rawatan	Berat Betik (g)	Replika
T1	Larutan baja sisa air ikan tilapia	500	10
T2	Larutan baja sisa air ikan keli	500	10
T3	Larutan baja sisa ikan puyu	500	10

3.4 Pengumpulan data dan analisis

3 parameter diukur dalam kajian ini iaitu ketinggian (cm), bilangan daun (helai) dan lebar daun (cm) sawi setelah dibaja dengan 3 larutan baja organik sisa air ikan ternakan yang berbeza. Tinggi dan lebar daun setiap sawi diukur dengan menggunakan pita pengukur manakala bilangan daun pula dikira secara manual. Data diambil setiap minggu selama 5 minggu selepas pemindahan sawi ke polibag. Data-data kajian direkod dalam nilai min dan dianalisis menggunakan *Microsoft Excel*. Dapatan kajian ditunjukkan dalam bentuk carta bar.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Data ketinggian sawi



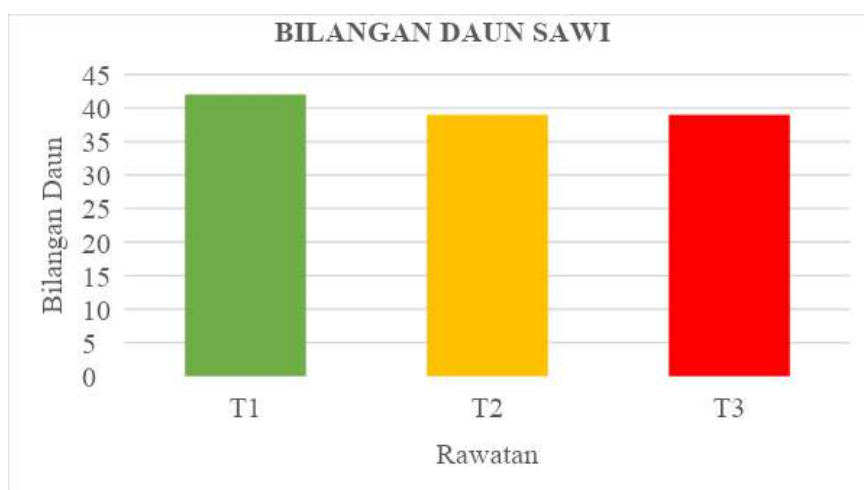
Rajah 1: Data ketinggian sawi dengan rawatan sisa air ikan ternakan yang berbeza spesies

Rajah 1 menunjukkan ketinggian sawi bagi ketiga-tiga rawatan yang digunakan. T1 menunjukkan pertumbuhan sawi yang paling tinggi setelah menggunakan larutan baja sisa air ikan tilapia. Nilai skor min ketinggian sawi T1 adalah 115.4 cm. Manakala skor min yang paling rendah bagi ketinggian sawi adalah pada T3 iaitu larutan baja sisa air ikan puyu. Hal ini kerana unsur nitrogen yang terdapat dalam sisa air ikan tilapia adalah lebih banyak berbanding dengan sisa air ikan yang lain. Pelepasan sisa air daripada tangki atau kolam akuakultur mengandungi nutrien yang terlarut seperti nitrogen dan fosforus, sebatian organik dan bukan organik tertentu dan jumlah pepejal terampai. Unsur-unsur ini berasal dari sisa makanan dan metabolik yang tidak dimakan oleh ikan (Effendi et al., 2017). Namun begitu, baja organik ini juga dapat mempengaruhi tumbesaran pokok sawi dengan baik. Menurut Hakim. A.M (2009), nitrogen diperlukan dalam jumlah relatif besar pada setiap tahap pertumbuhan khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif seperti perkembangan batang dan daun. Tanaman yang mendapatkan unsur nutrien nitrogen yang sesuai dengan keperluannya

akan tumbuh tinggi dan daun yang terbentuk lebar (Dhani et al., 2014). Selain itu, unsur fosforus berperanan untuk merangsang pertumbuhan akar. Pertumbuhan akar yang semakin cepat dan banyak dapat meningkatkan penyerapan air disamping dapat membantu pada peringkat awal pertumbuhan pokok.

4.2 Data bilangan daun

Rajah 2 menunjukkan bilangan daun sawi untuk ketiga-tiga jenis rawatan. Dapatan kajian menunjukkan T1 (sisa air ikan tilapia) adalah yang paling banyak iaitu 42 helai. Manakala bilangan daun sawi bagi T2 (sisa air ikan keli) dan T3 (sisa air ikan puyu) yang masing-masing adalah dengan skor min sama iaitu 39 helai. Dapatan kajian ini membuktikan bahawa selain daripada unsur nutrien nitrogen, sisa air ikan tilapia juga mengandungi unsur nutrien kalium yang boleh menyokong pertumbuhan daun sawi. Unsur nutrien kalium penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan serta unsur ini adalah kation yang paling banyak terdapat dalam tisu tumbuhan dan menyumbang hampir 10% dari berat kering tumbuhan (Suhaizan, 2009; Hartatik & Widowati, 2005).



Rajah 2: Bilangan daun sawi dengan rawatan sisa air ikan berbeza spesies

4.3 Data lebar daun



Rajah 3: Lebar daun pokok sawi dengan rawatan sisa air ikan berbeza spesies

Rajah 3 menunjukkan lebar daun sawi bagi sisa air ikan tilapia (T1) adalah paling lebar iaitu pada skor min 29.4 cm. T3 iaitu sisa air ikan puyu adalah skor min yang paling rendah iaitu

19.4 cm lebar daun. T2 iaitu sisa air ikan keli pula adalah pada skor min 27.6 cm bagi data lebar daun sawi ini. Menurut kajian Dhani et al., (2014) unsur nitrogen, fosforus dan kalium berpengaruh terhadap lebar daun pada suatu tanaman. Unsur nitrogen memainkan peranan penting dalam pemanjangan dan kelebaran daun. Unsur nitrogen yang cukup dapat merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman. Sebaliknya, tanaman yang tidak mendapat unsur nitrogen yang cukup akan menyebabkan pokok tumbuh dengan tidak sihat dan daun berbentuk kecil.

5. KESIMPULAN

Dapatan kajian kesan larutan baja organik sisa air ikan ternakan terhadap pertumbuhan sawi membuktikan bahawa larutan baja organik yang dihasilkan terutama sisa air ikan tilapia mempunyai unsur nutrien yang mampu menyokong pertumbuhan pokok sawi. Keperluan nutrien ini adalah daripada unsur asas iaitu nitrogen, fosforus dan kalium. Dengan penggunaan larutan baja sisa air ikan kepada tanaman ia dapat memanfaatkan sisa air ikan ternakan daripada perusahaan akuakultur. Dengan dapatan kajian yang diperolehi ini maka tujuan kajian untuk menyediakan larutan baja sisa air ikan ternakan dan menguji kesannya kepada pertumbuhan sawi tercapai. Malah ia dapat menerapkan konsep *waste to wealth* melalui strategi pengurusan sisa dengan mendatangkan faedah kepada ekonomi dan persekitaran.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan diberikan kepada semua yang terlibat dalam kajian ini terutamanya kepada pihak pengurusan tertinggi Politeknik Jeli Kelantan. Begitu juga penghargaan untuk semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Alfa, I. M. (2014). Between and betwixt soil fertility improvement and disease transmission: an assessment of the suitability of anaerobic digestion effluent for direct application as fertilizer. *Niger. J. Technol.* 32(3), 492–497.
- Arief, A., 2000. Hortikultura. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Asis, T., Zahrim, A.Y. & Assis, K. (2017). Analisis prestasi nutrien pengkomposan sisa industri sawit skala industri dalam tempoh tiga tahun. *Sains Malaysiana* 46(8): 1201-1210.
- Boyd, C.E. & Queiroz, J. (2001). Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. *Reviews in Fisheries Science* 9: 43-67.
- Boyd, C.E. (2003). Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture* 226: 101-112.
- Dasar Agromakanan Negara 2011-2020 (DAN). (2011). Memperkukuh Industri Padi dan Beras. Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia. 47–51.
- Dhani. H., Wardati, W., & Rosmimi, R., (2014). Pengaruh Pupuk Vermikompos Pada Tanah Inceptisol Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 1(1), 1-11.

- Effendi, H., Wahyuningsih, S., & Wardiatno, Y., (2017). The use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivation wastewater for the production of romaine lettuce (*Lactuca sativa L. var. longifolia*) in water recirculation system. *Applied Water Science*, 7(6), 3055-3063.
- Ezekiel Amri and Florence Mamboya (2012). Papain, a plant enzyme of biological importance: a review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 2012, 8 (2), 99-104
- Hakim, A. M., (2009). Asupan nitrogen dan pupuk organik cair terhadap hasil dan kadar vitamin C kelopak bunga rosela. Skripsi Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hartatik, W. dan Widowati, L.R. (2005). Pupuk Kandang, Balittanah. Litbang, Deptan Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia (2000). Pakej Teknologi Tanaman Betik. Selangor. Perpustakaan Negara Malaysia
- Kobayashi, M., Msangi, S., Batka, M., Vannuccini, S., Dey, M.M. & Anderson, J.L. (2015). Fish to 2030: The role and opportunity for aquaculture. *Aquac. Econ. Manag.* 19(3): 282-300.
- Liu, M., Hu, F., Chen, X., Huang, Q., Jiao, J., Zhang, B., Li, H. (2009). Organic Amendments with Reduced Chemical Fertilizer Promote Soil Microbial Development and Nutrient Availability in a Subtropical Paddy Field: The Influence of Quantity, Type and Application Time of Organic Amendments. *Applied Soil Ecology*. 42: 166–175
- Md Amirul Alam, Siti Zaharah Sakimin, Nur Azwani Abd Rahim, Abdul Shukor Juraimi, And Farzad Aslani (2017), Effects of fermented plant juice and fruit juice on growth and yield of tomato for sustainable practices. *Bangladesh J. Bot.* 46(1), 405-412
- Nadarajah, S. & Flaaten, O. (2017). Global aquaculture growth and institutional quality. *Marine Policy* 84: 142-151.
- Pang Wei Na dan Lim Jun Kee. (2011). Penggunaan Kaedah-kaedah Kawalan Biologi. Muat turun dari <http://www.scribd.com/doc/52646000/Penggunaan-kaedah-kawalan-biologi> pada 15 Julai 2021.
- Parichard, S. and Wen-Chi, H. (2012). Consumers' Perceptions and Attitudes of Organic Food Products in Northern Thailand. *International Food and Agribusiness Management Review*. 15(1): 87– 102.
- Rahman, N.Z.A. (2007). Pertanian Ekologi Menjamin Biodiversiti Lestari. Tinjauan Pasaran Komoditi Pertanian, Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan, FAMA. Hal 2-3.
- Rodzuan. (2007). Ilmu Pertanian, Jenis-Jenis Baja. Kebun Malaysia. Yahoo Group Messages.
- Saeed, F. (2014). Nutritional and Phyto-Therapeutic Potential of Papaya (*Carica Papaya Linn.*): An Overview. *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1637–1653.

- Serpil, S. 2012. Investigation of Effect of Chemical Fertilizer on Environment. APCBEE Procedia. 1: 287–292
- Suhaizan binti Lob. (2009). Kesan Interaksi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA), Paras Berbeza Vermikas Dan Baja Kimia Terhadap Pertumbuhan 3 Varieti CILI (*Capsicum annumL.*) Tempatan, USM
- Utami. S. N. H., & Handayani. S., (2003). Sifat kimia entisol pada sistem pertanian organik chemical properties in organic and conventional farming system. Ilmu Pertanian, 10(2), 63-69.

Kesedaran dan Amalan Pengurusan E-Sisa dalam Kalangan Pelajar Diploma Pengurusan Logistik dan Rantaian Bekalan Politeknik Seberang Perai

Zuhairah Abdul Hadi & Sharipah Khadijah S. Hashim

Jabatan Perdagangan, Politeknik Seberang Perai, Permatang Pauh, Pulau Pinang

zuhairah@psp.edu.my

ABSTRAK

Revolusi Perindustrian 4.0 merupakan usaha mentransformasikan kehidupan seharian manusia ke arah sistem automasi berteknologi tinggi dan pintar, dipacu oleh tiga domain teknologi utama iaitu fizikal, digital serta biologikal. Penyediaan infrastruktur serta penggunaan peralatan fizikal bagi menyokong perkembangan teknologi digital telah mewujudkan satu cabang pengurusan baru iaitu pengurusan e-sisa. Kajian-kajian lepas telah menemui dapatan yang bercampur-campur tentang tahap kesedaran serta amalan pengurusan e-sisa dalam kalangan belia tempatan. Lanjutan daripada itu, kajian ini dijalankan atas motivasi untuk mengetahui tahap kesedaran dan amalan pelajar di Politeknik Seberang Perai terhadap pengurusan e-sisa. Seramai 72 orang pelajar semester 5 Diploma Pengurusan Logistik dan Rantaian Bekalan (DLS) dipilih sampel kajian melalui Kaedah Persampelan Bertujuan. Satu set soal selidik yang diadaptasi daripada kajian lepas digunakan sebagai instrumen pengumpulan data. Analisa deskriptif dijalankan bagi mendapatkan gambaran tentang tahap kesedaran dan amalan pengurusan e-sisa. Manakala Ujian-*t* Bebas dijalankan bagi membandingkan tahap kesedaran serta amalan pengurusan e-sisa diantara pelajar lelaki dan perempuan. Hasil analisa menunjukkan tahap kesedaran pengurusan e-sisa pelajar DLS di Politeknik adalah tinggi namun dari segi amalan, masih berada di tahap yang kurang memuaskan. Seterusnya, hasil analisa menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap kesedaran serta amalan pengurusan e-sisa di antara jantina pelajar. Dapatan kajian ini diharapkan dapat menjadi input kepada badan-badan kerajaan serta institusi-institusi berkaitan untuk meneruskan inisiatif menjalankan kempen-kempen kesedaran tentang amalan pengurusan e-sisa. Dapatan kajian ini juga diharapkan dapat dimanfaatkan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum, Jabatan Pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti dalam proses semakan serta penilaian kurikulum, khususnya silibus atau kursus yang melibatkan pengurusan e-sisa.

Kata Kunci: Kesedaran, Amalan, Pengurusan E-sisa, Elektrik dan elektronik

1. PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Dunia pada ketika ini sedang melalui fasa peralihan yang signifikan dalam transformasi teknologi, iaitu ke arah penggunaan robot automatik di dalam operasi pengeluaran. Bermula dengan revolusi pertama pada abad ke-18 dengan penggunaan kuasa air dan wap, dunia berganjak kepada revolusi yang kedua pada abad ke-19 yang menfokuskan kepada penggunaan elektrik. Seterusnya revolusi ketiga bermula pada abad ke-20 melalui penggunaan tenaga elektrik dan teknologi. Kini, halatuju teknologi dunia adalah ke arah otomasi, iaitu bagi mengurangkan pergantungan kepada tenaga manusia di dalam urusan harian terutamanya di dalam sistem pengeluaran. Anjakan ke arah teknologi yang lebih maju tentunya memberi impak positif ke atas proses kawalan serta pengurusan organisasi (Badru & Asman, 2020).

Semenjak Revolusi Perindustrian ketiga lagi, automasi, komputer dan barangan elektronik telah menjadi sebahagian daripada komponen asas yang membantu memudahkan kehidupan manusia dan perniagaan. Revolusi ketiga menjadi landasan kekuatan kepada Revolusi Industri

Keempat yang berlandaskan kepada Internet Kebendaan (*Internet of Things*) (Orlando, 2020), *artificial intelligence*, *cloud computing* dan juga rangkaian blok (Jaffri, 2020). Dalam Industri 4.0, komputer dihubungkan dan berkomunikasi secara digital di antara satu sama lain bagi melaksanakan proses pembuatan keputusan tanpa penglibatan manusia. Dengan kemajuan teknologi, proses pembuatan keputusan akan menjadi lebih berkesan kerana proses capaian data dari pelbagai sumber menjadi lebih pantas dan cepat.

Kejayaan sistem teknologi dan digital memerlukan kesediaan infrastruktur yang lengkap. Atas alasan itu, permintaan terhadap peralatan dan perkakasan elektronik akan melalui fasa lonjakan naik secara serta merta (Kwatra et al., 2014). Permintaan yang tinggi akan mengakibatkan penawaran perkakasan elektrik dan elektronik yang tinggi. Apabila terdapat lambakan peralatan elektrik dan elektronik yang tinggi dalam pasaran, harga pasaran akan menurun dengan banyak. Kesannya, lebih banyak barangan elektrik dan elektronik mampu dimiliki oleh isi rumah. Isu yang timbul kini bukanlah tentang kemampuan memiliki peralatan elektrik dan elektronik tetapi kemudatan daripada longgokan sisa peralatan tersebut akibat daripada pengurusan sisa yang tidak betul. Sisa elektronik bukan sahaja boleh mencemarkan tanah, air dan udara malah ianya mampu membahayakan nyawa manusia sekiranya tidak diberi perhatian yang sewajarnya.

1.2 Pernyataan masalah

E-sisa ditakrifkan sebagai sampah yang dihasilkan ketika perkakas atau peranti elektronik telah habis hayatnya dan akhirnya dibuang tanpa dikitar semula (Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu, n.d.). Laporan Global E-waste Monitor 2020 Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu oleh Forti et al. (2020) memaparkan statistik e-sisa dunia bagi tahun 2019 berjumlah 53.6 juta tan. Laporan itu turut menyatakan bahawa sekiranya corak pembaziran ini berterusan maka e-sisa dunia akan mencapai jumlah 74 juta tan menjelang tahun 2030.

Malaysia tidak terkecuali daripada berdepan dengan isu lambakan e-sisa. Berdasarkan laporan yang diterbitkan oleh Kementerian Alam Sekitar Jepun (MOEJ), unjuran jumlah e-sisa yang dibuang di Malaysia meningkat sebanyak 14% setiap tahun dan pada tahun 2020, sejumlah 1.17 bilion unit atau 21.38 juta tan e-sisa dihasilkan. Televisyen dan telefon bimbit adalah antara penyumbang e-sisa terbesar dari segi jumlah dan unit selain komputer, penghawa dingin, mesin basuh dan peti sejuk. Berdasarkan kajian yang dilakukan di beberapa daerah, kuantiti e-sisa yang dihasilkan dari isi rumah, komersial dan institusi dianggarkan mencapai 53 juta unit pada tahun 2020, yang mana adalah 3.5 kali lebih tinggi dari tahun 1995.

Pengurusan e-sisa yang tidak betul seperti pembakaran komponen elektronik akan mengeluarkan asap beracun yang mampu mengancam jiwa. Manakala pembuangan sisa di tempat yang tidak sepatutnya pula akan menyebabkan pengeluaran sisa toksik dan kimia yang boleh membawa komplikasi kesihatan yang serius.

Laporan akhbar tempatan melaporkan bahawa kesedaran masyarakat terhadap amalan pengurusan e-sisa adalah masih lemah (Alias, 2015). Pelbagai kempen telah dilaksanakan oleh kerajaan sebagai inisiatif bagi meningkatkan amalan pengurusan e-sisa yang betul dalam kalangan masyarakat (Ismail, 2019; Sinar Harian, 2021; Salleh, 2021). Namun kajian-kajian mengenai kesedaran masyarakat mengenai amalan e-sisa masih bercampur-campur. Kajian oleh Idrus et al. (2004) mendapati staf di salah satu universiti awam di Malaysia mempunyai tahap kesedaran yang tinggi terhadap pengurusan e-sisa. Manakala kajian oleh Abdullah & Zulmahadi (2015) mendapati pelajar di sebuah universiti awam tempatan yang lain mempunyai tahap pengetahuan yang tinggi tentang kesan pencemaran e-sisa namun dari sudut amalan

pengurusan sisa hanya berada pada tahap sederhana. Ini disokong oleh dapatan kajian Muhammad Hafiz Mohd Tukimin et al. (2019) di mana kebanyakan pelajar sedar tentang konsep e-sisa namun tidak jelas dengan pengurusan e-sisa yang sepatutnya diamalkan.

Kajian-kajian di atas membuktikan bahawa masih ramai golongan belia, khususnya pelajar institusi pengajian yang masih tidak jelas tentang peranan mereka dalam menguruskan e-sisa. Situasi ini menggambarkan kegagalan sektor pendidikan dalam menyebarkan peranan dan tanggungjawab belia dalam menjayakan amalan pengurusan e-sisa.

Kurikulum yang dibangunkan untuk Program Diploma Pengurusan Logistik dan Rangkaian Bekalan (DLS) Politeknik Malaysia telah mengambilkira keperluan pendedahan konsep e-sisa kepada pelajar. Terdapat beberapa kursus yang menerapkan topik-topik berkaitan pengurusan sisa secara umumnya, manakala pengurusan e-sisa secara khususnya. Namun, diragui samada sukatan pelajaran yang didedahkan dapat memberikan pengetahuan dan kesedaran tentang pengurusan e-sisa kepada para pelajar dan seterusnya menjadikannya sebagai satu amalan dalam kehidupan seharian pelajar.

1.3 Objektif Kajian

- i. Mengenalpasti tahap amalan pengurusan e-sisa dalam kalangan pelajar semester 5 Diploma Pengurusan Logistik dan Rangkaian Bekalan (DLS), Politeknik Seberang Perai.
- ii. Membandingkan tahap amalan pengurusan e-sisa antara jantina pelajar semester 5 Diploma Pengurusan Logistik dan Rangkaian Bekalan (DLS), Politeknik Seberang Perai.
- iii. Mengenalpasti tahap kesedaran pengurusan e-sisa dalam kalangan pelajar semester 5 Diploma Pengurusan Logistik dan Rangkaian Bekalan (DLS), Politeknik Seberang Perai.
- iv. Membandingkan tahap kesedaran pengurusan e-sisa antara jantina pelajar semester 5 Diploma Pengurusan Logistik dan Rangkaian Bekalan (DLS), Politeknik Seberang Perai.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Sisa Elektrik dan Elektronik (E-Sisa)

Menurut Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar (2007), e-sisa secara umum didefinisikan sebagai barangan elektrik dan elektronik yang fungsinya tidak diperlukan lagi dan dikategorikan sebagai sisa berjadual dalam Jadual Pertama di bawah Kod SW110. E-sisa merupakan alat elektronik dan elektrik yang rosak, tidak berfungsi atau lama/usang seperti televisyen samada berasal dari rumah tangga, komersial dan institusi. Akta Kualiti Alam Sekeliling turut mendefinisikan e-sisa sebagai buangan daripada pemasangan elektrik dan elektronik yang mengandungi komponen seperti akumulator, suis raksa, kaca daripada tiub sinar katod dan kaca teraktif atau kapasitor bifenil terpoliklorin yang lain, atau yang dicemari dengan kadmium, raksa, plumbum, nikel, kromium, kuprum, litium, perak, mangan atau befinil terpoliklorin (George et al., 2018). Azad et al. (2017) dalam kajiannya menyatakan e-sisa merupakan bahan buangan sisa toksik yang mengandungi banyak bahan kimia dan logam berbahaya seperti Merkuri, Plumbum, Kadmium, Zink dan Kromium yang menyebabkan bahaya kepada kesihatan dan persekitaran sekiranya tidak ditangani dengan betul.

Berdasarkan Akta Kualiti Alam Sekeliling (Sisa Berjadual) 2005, e-sisa hanya akan diurus oleh kontraktor yang diberi lesen oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan dihantar ke premis yang ditetapkan sahaja oleh JAS. Suja et al. (2014) menyatakan bahawa lambakan e-sisa yang tidak terkawal boleh membahayakan kesihatan manusia dan alam sekitar kerana ia mengandungi bahan toksik dan logam. Namun, jika ia diuruskan dengan betul, ia boleh menjadi peluang perniagaan yang menghasilkan pulangan yang tinggi kerana e-sisa juga mengandungi bahan

berharga, seperti emas, perak, platinum, dan paladium. Kerajaan Malaysia perlulah memastikan pengurusan e-sisa yang selamat, berkesan, dan ekonomik.

2.2 Kesedaran Pengurusan E-Sisa

Azad et al. (2017) dalam kajiannya mendapati tahap kesedaran mengenai bahaya penjanaaan sisa buangan adalah sangat rendah di kalangan anggota masyarakat di Malaysia, malahan juga di peringkat global. Ini disokong oleh dapatan kajian-kajian lain seperti Mohd Sharif & Soo (2017), Muhammad Hafiz Mohd Tukimin et al. (2019) dan Tiep et al. (2015). Shadzili & Sharuddin (2020) menjustifikasikan kelemahan amalan pengurusan e-sisa adalah berpunca daripada ketiadaan garis panduan yang jelas tentang pengurusan e-sisa. Sebagai contoh, Kalana J.A. (2010) menyatakan sebilangan besar isi rumah tidak tahu di mana dan bagaimana membuang sampah elektronik dengan cara yang betul. Oleh itu, mereka terpaksa membuang sampah elektronik di luar premis mereka bersama dengan sisa rumah tangga yang lain. Peraturan dan garis panduan yang tidak jelas mengenai pengurusan e-sisa bagi isi rumah adalah antara aspek yang menyebabkan sehingga hari ini Malaysia masih berhadapan dengan isu pengurusan e-sisa yang tidak mampan.

Kajian-kajian lepas turut membincangkan tentang pendekatan penyelesaian kepada isu pengurusan e-sisa. Dinggai et al. (2018) mendapati penduduk tempatan menerima baik pendekatan beli semula peralatan elektrik yang dijalankan oleh syarikat swasta. Namun begitu, penduduk tempatan tidak sedar bahawa pengurusan e-sisa yang dijalankan oleh syarikat swasta ini bukanlah pengurusan yang formal dan mampan. Manakala George et al. (2018) menyatakan cara pengurusan e-sisa secara mampan seperti kitar semula dan guna semula adalah satu pendekatan yang berkesan, namun masih kurang diamalkan oleh isi rumah. Manakala, Mapa et al. (2021) dalam artikelnya mendapati bahawa amalan menyimpan, membuang tong sampah dan menjual barang terpakai adalah kaedah pengurusan yang popular di kalangan isi rumah daripada menghantar e-sisa ke pusat kitar semula. Affandi (2017) memberi pandangan kepada organisasi untuk membina program e-Cycling (Kitar Semula e-sisa) yang berjaya terutamanya penglibatan generasi muda seperti pelajar kolej dan institusi pengajian.

Yuan et al. (2019) dalam kajiannya telah mengenal pasti 4 pemboleh ubah iaitu kurangnya kesedaran, kurang pengetahuan, kurang bekerjasama, kekurangan kemudahan adalah penting. Disarankan seminar pendidikan atau ceramah mengenai e-sisa untuk meningkatkan tingkat kesedaran dan pengetahuan rumah tangga di samping melaksanakan pengajaran pengurusan e-sisa untuk meningkatkan pengetahuan kepada generasi. Al-Rahmi et al. (2018) telah mengemukakan beberapa idea dalam mengembangkan alat reka bentuk eko, mengumpulkan e-sisa dengan berhati-hati, memulihkan dan mengitar semula bahan, membuang e-sisa dengan menggunakan teknik yang betul, melarang penghantaran alat elektronik terpakai kepada negara-negara membangun, dan meningkatkan kesedaran mengenai kesan e-sisa. Penemuan kajian Babington et al. (2010) pula telah mendapati bahawa kitar semula e-sisa di Malaysia masih di peringkat awal kerana tidak ada teknologi canggih untuk melakukan proses kitar semula, kurangnya peraturan khusus mengenai e-sisa dan penemuan dari kajian ini dapat membantu pihak berkuasa pengurusan sisa dalam merapatkan jurang yang bertentangan dengan pengurusan sisa buangan yang betul di Malaysia. Ini diperkuatkan oleh penemuan kajian Ismail & Hanafiah (2019) menunjukkan pengurusan e-sisa isi rumah masih di peringkat awal walaupun dengan pelbagai cadangan peraturan mengenai e-sisa yang dihasilkan oleh isi rumah dan masyarakat.

Kajian Ismail et al. (2018) memberi kesimpulan bahawa walaupun peralatan elektrik dan elektronik menjadikan kehidupan kita senang, namun ia turut menimbulkan masalah persekitaran jika tidak ditangani dengan cara pembuangan yang sesuai setelah peralatan tersebut sampai tamat tempoh penggunaan yang sepatutnya. Oleh itu, sisa elektronik dan sisa elektrik telah menjadi masalah alam sekitar yang serius pada abad ke-21. Pengenalpastian strategi untuk mengurangkan dan meminimumkan jumlah e-sisa adalah sangat penting. Selain itu, seluruh pihak berkepentingan seperti kerajaan, pengguna, pengeluar, dan lain-lain pihak berkepentingan harus memainkan peranan mereka sendiri untuk mencapai objektif dalam mengurangkan dan meminimumkan jumlah e-sisa dengan melaksanakan pengurusan dan proses yang bersesuaian.

Setiap individu memainkan peranan penting dalam menguruskan e-sisa Satini (2017). Pengetahuan mengenai e-sisa adalah penting supaya kita membezakan jenis sisa dan tidak membuang secara membuta tuli bagi mengelakkan berlakunya pencemaran. Namun begitu, isi rumah mempunyai tahap pengetahuan yang masih rendah mengenai cara pengurusan e-sisa secara mampan (Jayarama et al. 2019)

3. METODOLOGI

3.1 Instrumen Kajian

Kajian kuantitatif ini menggunakan soalselidik yang dibangunkan oleh Syakirah Ahmad Shadzili (2020) sebagai instrument pengumpulan data. Item-item di dalam soalselidik ini telah dibuktikan kesahannya melalui ujian kesahan yang dijalankan oleh pemilik asal soalselidik tersebut. Ujian kebolehpercayaan telah dijalankan ke atas item-item soalselidik ini dan hasil analisa menunjukkan skor *Cronbach Apha* melewati nilai 0.6, membuktikan bahawa soal selidik ini mempunyai nilai kebolehpercayaan yang tinggi.

Kesemua item-item soalselidik ini merupakan item tertutup yang dikelaskan kepada 3 seksyen. Seksyen pertama adalah berkaitan demografi dan pengalaman pengurusan e-sisa responden. Terdapat 5 item demografi dan 3 item berkaitan pengalaman pengurusan e-sisa. Berikutnya, seksyen kedua mengandungi 3 item berkaitan faktor penentu kepada pengurusan e-sisa. Manakala seksyen ketiga mengandungi 17 item bagi menilai tahap kesedaran responden di dalam pengurusan e-sisa. Seksyen pertama memerlukan responden mengisi butiran berdasarkan maklumat demografi mereka. Manakala Pengukuran terhadap kesemua item-item dibawah seksyen kedua dan ketiga menggunakan skala likert 1 sehingga lima, dimana skala 1 adalah sangat tidak setuju manakala skala 5 adalah sangat setuju. Soalselidik ini diedarkan secara atas talian kepada responden dengan menggunakan platform Google Form.

3.2 Persampelan

Kajian ini menggunakan kaedah persampelan bukan kebarangkalian iaitu persampelan bertujuan. Persampelan bertujuan merupakan pemilihan sampel berasaskan ciri-ciri tertentu yang sesuai dengan matlamat kajian (Fauziah (2014). Di dalam kajian ini, responden terdiri daripada 72 pelajar-pelajar semester 5 dari program Diploma Pengurusan Logistik dan Rantian Bekalan. Daripada jumlah itu, seramai 32 orang (44.4%) adalah lelaki dan 40 orang (55.6%) adalah perempuan. Pemilihan subjek dibuat berdasarkan justifikasi bahawa mereka ini telah mendapat pendedahan tentang pengurusan e-sisa di dalam kursus-kursus yang diambil pada semester-semester sebelumnya.

4. DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Tahap Amalan Pengurusan E-Sisa Pelajar

Jadual 1: kekerapan dan peratusan amalan e-sisa pelajar

Amalan	N	kekerapan	peratusan
Mengumpul dan menghantar e-sisa ke premis yg dilesenkan oleh Jabatan Alam Sekitar	72	35	48.6%
Mengumpul bahan e-sisa di tempat yang telah disediakan sebelum dilupuskan	72	31	43.1%
Pengumpulan sisa melalui kaedah pengasingan dapat melatih diri untuk menjalankan pengasingan sebelum sisa dihantar untuk menjalani proses yang lebih terperinci	72	21	29.2%
Melakukan kitar semula sisa.	72	20	27.8%
Kitar semula barangan elektrik yang telah rosak dan tidak boleh diguna lagi.	72	20	27.8%
Melaksanakan 5s dan menyediakan tong khas untuk sisa buangan yang tertentu.	72	19	26.4%

Jadual 1 memaparkan kekerapan serta peratusan responden yang pernah mengamalkan pengurusan e-sisa. Dapatan peratusan serta kekerapan tersebut menunjukkan tahap amalan pengurusan e-sisa pelajar DLS adalah dalam julat sederhana dan rendah. Peratusan tertinggi adalah 48.6% (35 orang) iaitu pernah terlibat dengan amalan mengumpul dan menghantar e-sisa ke premis yang dilesenkan oleh Jabatan Alam Sekitar. Manakala peratusan terendah adalah 26.4% (19 orang) yang berpengalaman melaksanakan 5s dan menyediakan tong khas untuk sisa buangan yang tertentu.

4.2 Perbezaan Amalan Pengurusan E-Sisa antara Jantina

Jadual 2: Perbezaan amalan e-sisa antara jantina

amalan	jantina	min	SD	df	sig
Mengumpul dan menghantar e-sisa ke premis yg dilesenkan oleh Jabatan Alam Sekitar	L	31	0.58	69	.199
	P	40	.43		
Mengumpul bahan e-sisa di tempat yang telah disediakan sebelum dilupuskan	L	31	.45	69	.826
	P	40	.43		
Pengumpulan sisa melalui kaedah pengasingan dapat melatih diri untuk menjalankan pengasingan sebelum sisa dihantar untuk menjalani proses yang lebih terperinci	L	32	.31	70	.732
	P	40	.28		
Melakukan kitar semula sisa.	L	32	.19	69.941	.122
	P	40	.35		
Kitar semula barangan elektrik yang telah rosak dan tidak boleh diguna lagi.	L	32	.38	59.780	.110
	P	40	.20		
Melaksanakan 5s dan menyediakan tong khas untuk sisa buangan yang tertentu.	L	32	.34	60.518	.183
	P	40	.20		

Jadual 2 merupakan hasil analisa-t yang dijalankan bagi membandingkan amalan e-sisa diantara jantina. Hasil analisa t-test ke atas amalan e-sisa secara keseluruhannya menunjukkan tidak ada perbezaan yang signifikan dalam amalan pengurusan e-sisa diantara pelajar lelaki dan perempuan. Ini dibuktikan dengan hasil analisa Ujian-t yang menunjukkan nilai *alpha* melampaui 0.05.

4.3 Tahap Kesedaran Pelajar Tentang Pengurusan E-Sisa

Jadual 3: Laporan deskriptif kesedaran pelajar tentang pengurusan etika

	Mean	Std. Deviation
Saya mengetahui tentang kriteria sisa elektrik dan elektronik (e-Sisa).	4.03	.787
Saya mengetahui e-Sisa adalah sisa berjadual di bawah kod SW110.	3.81	.973
Saya mengetahui terdapat tiga kaedah pengurusan e-Sisa iaitu guna semula, pelupusan dan kitar semula.	4.26	.750
Saya mengetahui tentang garis panduan yang diguna pakai dalam pengurusan e-Sisa di Malaysia.	4.01	.741
Saya sedar lambakan peralatan elektrik dan elektronik akan mendatangkan keburukan kepada alam sekitar.	4.26	.805
Saya sedar e-Sisa mengandungi bahan-bahan yang berbahaya kepada alam sekitar dan kesihatan.	4.21	.791
Saya sedar pembuangan e-Sisa yang tidak mengikut kaedah yang betul akan memberi kesan kepada alam sekitar.	4.44	.710
Saya sedar pengurusan e-Sisa yang mengikut kaedah yang betul akan memberi kesan positif kepada alam sekitar dan kesihatan.	4.44	.648
Saya sedar sebagai seorang individu memainkan peranan penting dalam memastikan pengurusan e-Sisa berjalan dengan baik.	4.47	.671
Saya sedar sebagai seorang individu perlu memiliki pengetahuan yang mantap dalam pengurusan e-Sisa.	4.39	.683
Saya melibatkan diri secara langsung di dalam pengurusan e-Sisa dalam kehidupan seharian.	4.18	.775
Saya mengamalkan kaedah pengurusan e-Sisa yang betul dalam tugas seharian saya.	4.13	.821
Saya memahami tentang kaedah pengurusan e-Sisa yang betul dan mengikut garis panduan yang ditetapkan.	4.15	.781
Saya mendapati proses pengumpulan merupakan antara salah satu proses pengurusan e-Sisa.	4.22	.791
Saya mendapati proses pengumpulan merupakan antara salah satu proses pengurusan e-Sisa.	4.25	.783
Saya mendapati mengguna semula produk terpakai dapat mengurangkan sisa.	4.36	.775
Saya mendapati pengurusan e-Sisa semakin meluas dan berkembang di Malaysia	4.29	.830

Jadual 3 merupakan statistik deskriptif bagi tahap kesedaran pelajar tentang pengurusan e-sisa. Hasil analisa min menunjukkan kesemua item mempunyai nilai yang melebihi 4.0, kecuali bagi item kedua iaitu Saya mengetahui e-Sisa adalah sisa berjadual di bawah kod SW110. Ini menggambarkan tahap kesedaran pelajar terhadap pengurusan e-sisa adalah tinggi, namun mereka kurang pasti tentang perihal sisa berjadual di bawah kod SW10.

4.4 Perbezaan Tahap Kesedaran antara Jantina

Jadual 4 merupakan hasil analisa-t bagi membandingkan tahap kesedaran terhadap pengurusan e-sisa diantara jantina.

Jadual 4: Perbezaan tahap kesedaran pelajar tentang pengurusan e-sisa mengikut jantina

Kesedaran	Jantina	Mean	SD	df	sig
Saya mengetahui tentang kriteria sisa elektrik dan elektronik (e-Sisa).	L	4.03	.782	70	0.974
	P	4.03	.800		
Saya mengetahui e-Sisa adalah sisa berjadual di bawah kod SW110.	L	3.88	1.040	70	0.592
	P	3.75	.927		
Saya mengetahui terdapat tiga kaedah pengurusan e-Sisa iaitu guna semula, pelupusan dan kitar semula.	L	4.13	.833	70	0.162
	P	4.38	.667		

Saya mengetahui tentang garis panduan yang diguna pakai dalam pengurusan e-Sisa di Malaysia.	L	4.00	.762	70	0.888
	P	4.03	.733		
Saya sedar lambakan peralatan elektrik dan elektronik akan mendatangkan keburukan kepada alam sekitar.	L	4.28	.851	70	0.871
	P	4.25	.776		
Saya sedar e-Sisa mengandungi bahan-bahan yang berbahaya kepada alam sekitar dan kesihatan.	L	4.19	.792	70	0.869
	P	4.23	.800		
Saya sedar pembuangan e-Sisa yang tidak mengikut kaedah yang betul akan memberi kesan kepada alam sekitar.	L	4.56	.669	70	0.209
	P	4.35	.736		
Saya sedar pengurusan e-Sisa yang mengikut kaedah yang betul akan memberi kesan positif kepada alam sekitar dan kesihatan.	L	4.41	.665	70	0.658
	P	4.48	.640		
Saya sedar sebagai seorang individu memainkan peranan penting dalam memastikan pengurusan e-Sisa berjalan dengan baik.	L	4.47	.718	70	0.969
	P	4.48	.640		
Saya sedar sebagai seorang individu perlu memiliki pengetahuan yang mantap dalam pengurusan e-Sisa.	L	4.25	.672	70	0.124
	P	4.50	.679		
Saya melibatkan diri secara langsung di dalam pengurusan e-Sisa dalam kehidupan seharian.	L	4.06	.801	70	0.250
	P	4.28	.751		
Saya mengamalkan kaedah pengurusan e-Sisa yang betul dalam tugas seharian saya.	L	4.16	.847	70	0.775
	P	4.10	.810		
Saya memahami tentang kaedah pengurusan e-Sisa yang betul dan mengikut garis panduan yang ditetapkan.	L	4.03	.782	70	0.240
	P	4.25	.776		
Saya mendapati proses pengumpulan merupakan antara salah satu proses pengurusan e-Sisa.	L	4.06	.840	70	0.126
	P	4.35	.736		
Saya mendapati proses pengumpulan merupakan antara salah satu proses pengurusan e-Sisa.	L	4.22	.792	70	0.764
	P	4.28	.784		
Saya mendapati mengguna semula produk terpakai dapat mengurangkan sisa.	L	4.19	.859	70	0.089
	P	4.50	.679		
Saya mendapati pengurusan e-Sisa semakin meluas dan berkembang di Malaysia	L	4.28	.729	70	0.925
	P	4.30	.911		

Jadual 4 menunjukkan hasil analisa Ujian-*t* bagi membandingkan tahap kesedaran pengurusan e-sisa antara pelajar lelaki dan perempuan. Kesemua item menunjukkan nilai signifikan yang melebihi 0.05, membawa maksud kesedaran tentang pengurusan e-sisa adalah setara antara pelajar lelaki dan perempuan.

5. KESIMPULAN

Kajian ini dilaksanakan dengan matlamat untuk menilai tahap amalan serta kesedaran pelajar program Diploma Pengurusan Logistik dan Rantaian Bekalan di Politeknik Seberang Perai. Seramai 72 orang responden telah terlibat sebagai sampel kajian dan pemilihan adalah dibuat menggunakan kaedah Persampelan Bertujuan. Analisa deskriptif dijalankan bagi mendapat gambaran tentang bentuk amalan pengurusan e-sisa yang pernah dilibatkan oleh pelajar dalam kehidupan mereka. Sebanyak 6 kaedah pengurusan e-sisa disenaraikan oleh pengkaji dan hasil analisa deskriptif menunjukkan penglibatan pelajar adalah dalam julat rendah ke sederhana bagi setiap kaedah pengurusan yang disenaraikan. Dapatan ini adalah selari dengan dapatan kajian Muhammad Hafiz Mohd Tukimin et al. (2019) yang mendapati pelajar kebanyakannya memahami konsep pengurusan e-sisa namun tahap penglibatan pelajar dalam pengurusan e-sisa adalah masih di tahap yang rendah.

Ujian-*t* dijalankan bagi membandingkan amalan pengurusan sisa antara pelajar lelaki dan wanita. Hasil analisa menggambarkan bahawa tiada perbezaan yang signifikan dalam amalan pengurusan e-sisa bagi kedua-dua jantina. Analisa-*t* turut dijalankan bagi membandingkan tahap kesedaran pelajar lelaki dan perempuan tentang pengurusan e-sisa. Dapatan analisa ini

menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan dari segi kesedaran pengurusan e-sisa diantara jantina.

Dapatan daripada kajian ini membuktikan kejayaan kurikulum program Diploma Pengurusan Logistik dan Rantai Bekalan dalam memberi kesedaran dan pemahaman konsep kepada pelajar. Namun begitu, tahap amalan pelajar dalam pengurusan e-sisa masih di tahap yang sederhana. Terdapat banyak faktor yang mungkin mempengaruhi dapatan ini. Antaranya adalah faktor usia pelajar dan faktor kewangan yang mempengaruhi jumlah pemilikan perkakasan elektrik. Berkemungkinan amalan pengurusan e-sisa ini lebih signifikan dalam kalangan ibu bapa pelajar. Oleh yang demikian adalah wajar untuk satu kajian dijalankan pada masa hadapan untuk mengkaji tahap amalan pengurusan e-sisa dalam golongan ibu bapa.

Pengurusan e-sisa di Malaysia perlu dilihat sebagai suatu cabaran besar. Ia hanya mampu dilaksanakan dengan kesedaran dan kerjasama antara semua pihak termasuk individu, agensi kerajaan dan badan bukan kerajaan. Peranan para pelajar dalam pengurusan e-sisa adalah sangat penting kerana mereka merupakan generasi akan datang yang akan memastikan pengurusan e-sisa dapat dilaksanakan dengan betul dan teratur. Dengan ini, peranan IPT dapat dilihat dengan membangunkan kurikulum yang dapat memberi kesedaran tentang e-sisa dan seterusnya dijadikan amalan dalam kehidupan yang serba canggih dan berteknologi.

RUJUKAN

- Abdullah, F. & Zulmahadi, F. (2015). E-waste management: UUM student's awareness of smartphone recycling Proceedings of *Symposium on Technology Management and Logistics (STMLGoGreen)*. Universiti Utara Malaysia.
- Affandi, N. (2017). Attitudes, Perceived Norms, Awareness of Consequences and Perceived Convenience Determinants to the E-Cycling Intention in Malaysia. Available at SSRN 2998925.
- Alias, A. (2015). Kesedaran, pengurusan sisa elektronik masih lemah. *Berita Harian Online*, 28 September 2015.
- Al-Rahmi, W., Alias, N., Dahawi, A. A., Yahaya, N., Saleh, M., & Al-Maatouk, Q. (2018). Strategies to manage electronic waste approaches: an overview in Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 3276-3279.
- Azad, A. K., Islam, M., Hossin, M. M., & Maiwada, A. M. (2017). Generation of electronic-waste and its impact on environment and public health in Malaysia. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 10(5), 1123-1127
- Babington, C. J., Siwar, C., Fariz, M. A., & Ara, B. R. (2010). Bridging the Gaps: An Ewaste management and recycling assessment of material recycling facilities in Selangor and Penang. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(3), 383-391
Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar, 2007
- Badru, N. B., & Asman, S. B. (2020). Cabaran Revolusi Industri 4.0: Satu Proposisi Berganda Mahasiswa & Graduan Universiti.

- Dinggai, M. S., Mapa, M. T., & George, F. (2020). Persepsi Masyarakat Tempatan Terhadap Pengurusan E-sisa oleh Syarikat Swasta di Bandaraya Kota Kinabalu, Sabah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(10), 217-227.
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R. & Bel, G. (2020). The Global E-waste 2020. Quantities, flows, and the circular economy potential. United Nation.
- George, F., Dinggai, M. S., Potirik, E. E. S., & Dinggai, M. S. A. (2018). Pengurusan sisa elektrik dan elektronik (E-Sisa) dalam kalangan isi rumah: kajian kes Wilayah Persekutuan Labuan. *Geografi*, 6(2), 57–66.
- Idrus, D., Rahman, H. A., Ashari, H. & Zaini, F. (2004). *Tahap kesedaran staf Universiti Teknologi Malaysia terhadap keselamatan dan kesihatan di tempat kerja*. Unpublished journal. Universiti Teknologi Mara.
- Ismail, H., & Hanafiah, M. M. (2019). Discovering opportunities to meet the challenges of an effective waste electrical and electronic equipment recycling system in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117927.
- Ismail, F. Tingkat kesedaran bagi kitar semula 'sampah elektronik'. *Berita Harian*, 4 Mac 2019.
- Ismail, M. A., Lamsali, H., & Lee, C. T. (2018). Trends and issues of electronic waste and mobile phone waste: A review of Malaysia context.
- Jaffar, Ali Ashar (2020). Electronic waste: the dark side of industry 4.0. *Daily Times*, 8 Disember 2020.
- Jayaraman, K., Vejayon, S., Raman, S., & Mostafiz, I. (2019). The proposed e-waste management model from the conviction of individual laptop disposal practices-An empirical study in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 208, 688-696.
- Kalana, J. A. (2010). Electrical and electronic waste management practice by households in Shah Alam, Selangor, Malaysia. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(2), 132-144.
- Kwatra, S., Pandey, S., & Sharma, S. (2014). Understanding public knowledge and awareness on e-waste in an urban setting in India: A case study for Delhi. *Management of Environmental Quality: An International Journal*.
- Mapa, M. T., George, F., Peters, D., Dinggai, M. S., & Jafar, A. (2021). The Effect of Social-economic background on electric and electronic waste (e-waste) management amongst Residential areas in Kota Kinabalu City, Sabah, Malaysia. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 27(2), 5299-5312.
- Mohd Sharif, K. I., & Soo, W. K. (2017). Factors influence consumer's behaviour toward logistics e-waste recycling in Malaysia
- Orlando, H. (2020). *Cabaran revolusi industri 4.0: satu proposisi berganda mahasiswa & graduan universiti*. Unpublished degree thesis. Universiti Malaysia Sabah

- Salleh, Z. (2021). Lupus barang e-waste secara teratur. *Utusan Malaysia*, 24 Mac 2021.
- Shadzili, S. B. A., & Sharuddin, P. S. B. (2020). Kajian Tahap Kesedaran Kakitangan Pengurusan Fasilitas Terhadap Kepentingan Pengurusan E-sisa.
- Shaharudin, M. R., Said, R., Hotrawaisaya, C., Nik Abdul Rashid, N. R., & Azman Perwira, N. F. S. (2020). Linking determinants of the youth's intentions to dispose of portable e-waste with the proper disposal behavior in Malaysia. *The Social Science Journal*, 1-15.
- Sinar Harian, 2021. Kempen e-waste jadi teras utama, 22 Julai 2021.
- Suja, F., Abdul Rahman, R., Yusof, A., & Masdar, M. S. (2014). E-waste management scenarios in Malaysia. *Journal of Waste Management*, 2014.
- Tiep, H. S., Kin, T. D. Y., Ahmed, E. M., & Teck, L. C. (2015). E-waste management practices of households in Melaka. *International Journal of Environmental Science and Development*, 6(11), 811.
- Tukimin, M. H. B. M., Anwar, R. M., & Latif, A. A. (2019). A performance on awareness of e-waste management among university students.
- Yuan, P. W. S., Mun, N. K., & Rajendran, S. D. (2019). A Study on Barriers to Implement E-Waste Management. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 136, p. 02026). EDP Sciences.

Management of Materials in Material Recovery Facility

Anuar Abdul Wahab, Elisa Rani A/P Charles Johnson & Anusuya A/P Balu

Civil Engineering Department, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

ABSTRACT

The basic Solid Waste Management System is made up of five components that include waste generation, storage, collection, processing and treatment & disposal. Material Recovery Facility (MRF) is a building to receive, sort, process and store recyclable materials to be shipped and marketed to end-users. A Materials Recovery Facility accepts materials, whether source separated or mixed, and separates, processes and stores them for later use as raw materials for remanufacturing and reprocessing. Unfortunately, the Material Recovery Facility which is located at Polytechnic Sultan Idris Shah is poorly managed which has led to several negative impacts. Hence, the main purpose of this research is to come up with an effective system that ensures the Material Recovery Facility is properly maintained and managed. The result of this research was obtained after encountering the condition of the Material Recovery Facility which was more organized and increase in number of people that started using the Material Recovery Facility after implementing a system that consist Standard Operating Procedures (SOPs).

Keywords: Material Recovery Facility, Municipal Solid Waste, Recycling, Sorting, Solid Waste Management

1. INTRODUCTION

The main function of the Material Recovery Facility is as to maximize the quantity of recyclables processed while producing materials that will generate the highest possible revenues in the market. MRFs can also function to process wastes into a feedstock for biological conversion or into a fuel source for the production of energy. MRF. It is also known as Material Reclamation Facility or even Material Recycling Facility is a plant that separates and prepares single-stream recycling materials to be sold to end buyers. MRF sort a wide exhibit of recyclable materials like plastics, cardboard, paper including papers, magazines and so on, glass bottles, metal compartments including aluminium and steel jars and containers (Charles D., 2000).

A MRF accepts materials, whether source separated or mixed, and separates, processes and stores them for later use as raw materials for remanufacturing and reprocessing. MRFs serve as an intermediate processing step between the collection of recyclable materials from waste generators and the sale of recyclable materials to markets for use in making new products (McFeron, 1994).

The function of all MRFs is to separate a waste stream into streams of saleable recyclables and a residual stream for conclusive removal that contains non-recyclable materials and non-recuperated recyclables (P.N. Pressley et al., 2015).

There are basically four components of a typical MRF which are sorting, processing, storage, and load-out. Any facility design plan should accommodate all these activities which promote efficient and effective operation of a recycling program. MRFs may be publicly owned and operated, publicly owned and privately operated, or privately owned and operated (Salman Zafar, 2020).

MRF users have found many animals and pests in the MRF. Delayed repairs and poor maintenance quickly become an open invitation for animals and pests to enter. For example, holes in the siding or gaps of the MRF are easy entry points. The place is unclean and unpleasant smell attracts animals and pests. A leaky basement is very inconvenience as pooling water attracts all kinds of pests, including insects, rodents, flies, cockroaches, fleas, myriapods and other unwanted creatures. It also increases humidity that can lead to dangerous structural damage by termites and fungus. Figure 1.1 portrays the evidence that declared animals and pests were found in the MRF as a problem statement.



Figure 1.1: Animals and pests were found in the MRF

Besides that, the quantity of non-essential materials such as woods, polystyrene, plastic wrap, and garbage has increased in MRF as it cannot be recycled. the items used in the workshop nearby such as wood is also brought to the MRF. As non-essential materials such as woods and food waste is placed in the MRF, those non-essential materials has increased in the MRF which cannot be recycled. Things such as greasy food container and unwashed can drinks can contaminate an entire load of recyclable material. Broken glass is also a problem, as it can contaminate other recyclable materials. Figure 1.2 portrays the evidence that was declared quantity of non-essential materials have increased in MRF as a problem statement.



Figure 1.2: Non-essential materials have increased in MRF

Furthermore, waste that is produced is simply kept at the Material Recovery Facility without proper handling. As the waste is exposed to the moisture in the MRF, decomposition of waste occurs in the MRF. The decomposition of waste produces unpleasant smell as a result of rainwater getting in contact with the waste stacked in the MRF. Figure 1.3 portrays the evidence that was declared waste that was produced causes unpleasant smell as a problem statement.



Figure 1.3: Waste that was produced unpleasant smell

2. LITERATURE REVIEW

The MRF receives the fabric, whether the supply is separated or blended, and separated, processed and saved for later use as uncooked fabric for re-manufacturing and reprocessing. The predominant characteristic of MRF is to maximize quantity recycled substances are processed, whilst generating materials to be able to generate the highest possible income within the marketplace (Charles D., 2000). MRF also can feature to manner waste into biological raw materials conversion or turning into a source of fuel for energy manufacturing. Despite this waste control the selection of chemical alternate of waste through combustion in conjunction with power healing and biological transformation within the form of cardio and anaerobic composting is feasible and validated technologies, they have been no longer taken into consideration in this have a look at. This paper focuses solely to layout MRF for resource restoration the use of mechanical substances separation (Richard Ian., 1996).

The role of MRF is to separate the rejects and impurities detectable within the waste, which is wood, glass, unrecyclable plastic and to improve the quality of the separation of valuable materials such as aluminium, PET and PE. The application of MRFs is compulsory for enhancing the market value of the recyclable materials and for improving the quality of the recycling rate. A MRF could be based mainly on manual operations or could be mechanically advanced, in function of the mechanical systems introduced for separating the recyclable materials. In particular, the first uses mainly the manual separation, while the second considered mainly the separation by mechanical systems, such as sensors, ballistics separators, shredders and trommels (Lucian Ionel Cioca et al., 2018).

A typical MRF rejects, on average, 7.8% of material input (e.g., residual waste) (Carre et al., 2013). The MRF's residual waste contains non-recyclable materials and recyclable materials not in a physical form to be extracted through the mechanical separation process (War on Waste - Episode, 2017). Other high value options for MRF residual waste are unlikely, due to the variety of materials and the absence of quality controls to meet end market specifications, therefore the material is not considered feasible for furthering processing.

3. METHODOLOGY

The flow of methodology in this study is observation of MRF. Next, identification of problem at the MRF and creating draft for online questionnaire. The data was obtained through an online questionnaire which was distributed to all the MRF users. Online questionnaire was used in this research as this research is conducted in the midst of COVID-19 pandemic Several

questions related to Material Recovery Facility were asked in the questionnaire to determine the level of understanding about Material Recovery Facility.

This questionnaire is important in this research as it can stimulate learning about MRF, develop the potential of students to think about the importance of managing the about MRF, drive to clear ideas, stir the imagination and incentive to act. It is also one of the ways to help students, lecturers and other staffs to develop their knowledge more effectively about MRF.

Through the questionnaire, students will take the initiative to know about the Management of Material Recovery Facility in detail. Thus, it will enhance the ability to learn further about MRF and implement the newly designed Standard Operating Procedures onto the MRF. By distributing this questionnaire, researchers will also be able to generally increase concern towards MRF.

Besides that, a Website regarding the Management of MRF was generated as it helps to provide online visibility and discoverability as well as establish and enhance the main purpose of this website. Moreover, a YouTube video was uploaded to introduce about the Management of MRF and also to convey further information about the Material Recovery Facility to the audience. The final method is by conducting a Campaign which is related to MRF.

Figure 2 presents a flowchart of the research. The flowchart shows the flow of this research that began with online questionnaire where distribution of Google form occurred and ended with the implementation of Standard Operating Procedures onto MRF.

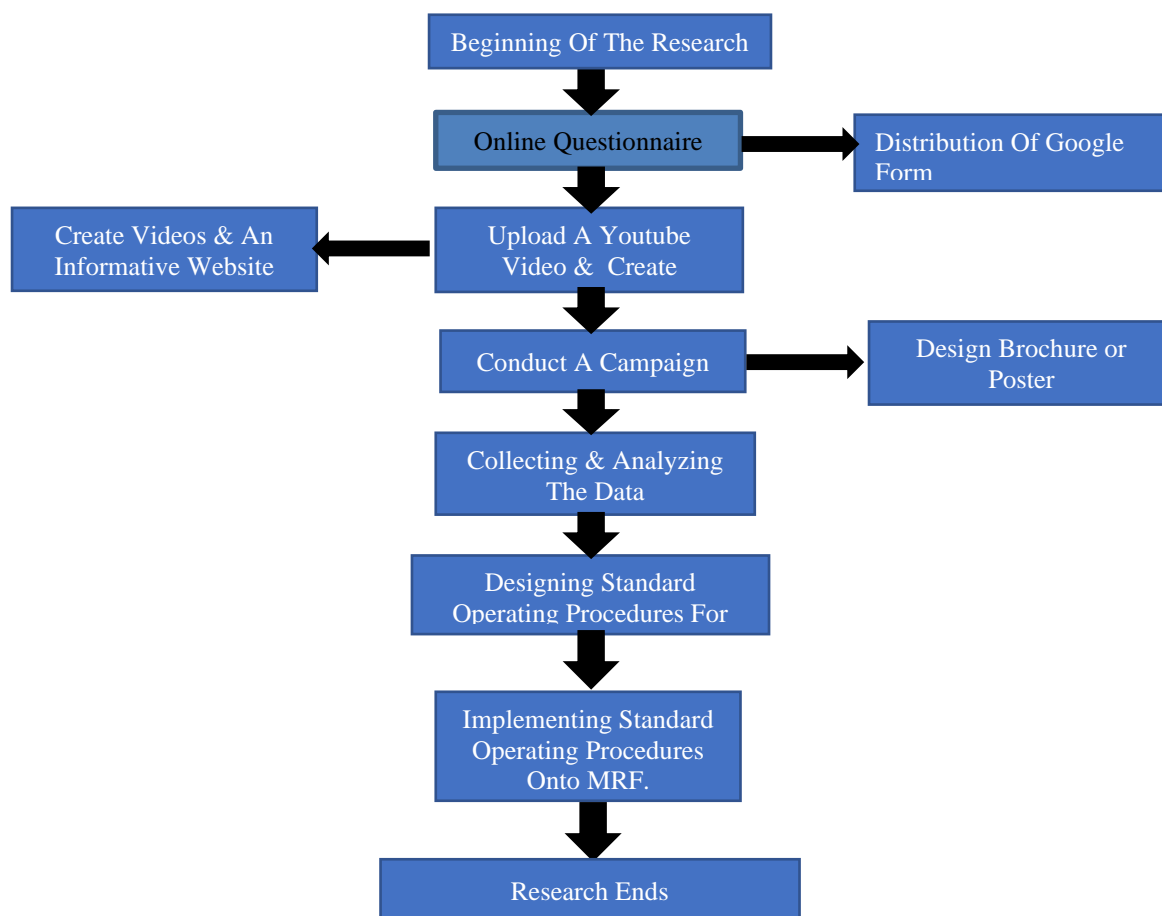


Figure 2: Flowchart of the research

4. RESULT

This section gives a good indication of the expecting result that is obtained from the research. The data that is collected from this research was discussed and analysed. By analysing, researchers were able to spot the condition of the MRF before the SOPs were implemented and after the SOPs were implemented. The researchers were also able to analyse the number of people who used the Material Recovery Facility before implementing the SOPs and after implementing the SOPs. The data of this research was obtained through the distribution of Google form and through Table 4.1. Table 4.1 below portrays the Descriptive of the Analysis that was obtained from the research. The condition of Material Recovery Facility before implementing the SOPs was dirty and not organized properly. There were pests such as cats and cockroaches and non-recyclable material such as woods and contaminated food containers in the Material Recovery Facility. There was improvement in the cleanliness of the Material Recovery Facility after implementing the SOPs. The materials were arranged according to the category and there were no pests found in the Material Recovery Facility after implementing the SOPs. The SOPs that were implemented include Material Recovery Facility must be cleaned frequently, materials that could be damaged by rodents shall be kept at a higher place, appropriate PPE must be provided to minimise the risk of exposure to sharp objects and infection, items that are stacked or stored should follow an appropriate storage plan which include details on maximum bale heights and stability of stored items and stockpiles and materials should not be stacked outside against the wall of the Material Recovery Facility. A website about the Material Recovery Facility was generated to create an awareness among the community about the benefits of Material Recovery Facility, proper guidance on usage of Material Recovery Facility and Standard Operating Procedure of MRF (<https://sites.google.com/view/material-recovery-facility-fyp/home?authuser=0>). Figure 3 shows about 220 responses as a result of the questionnaire that was distributed to the community after the implementation of the Standard Operating Procedures (SOPs).

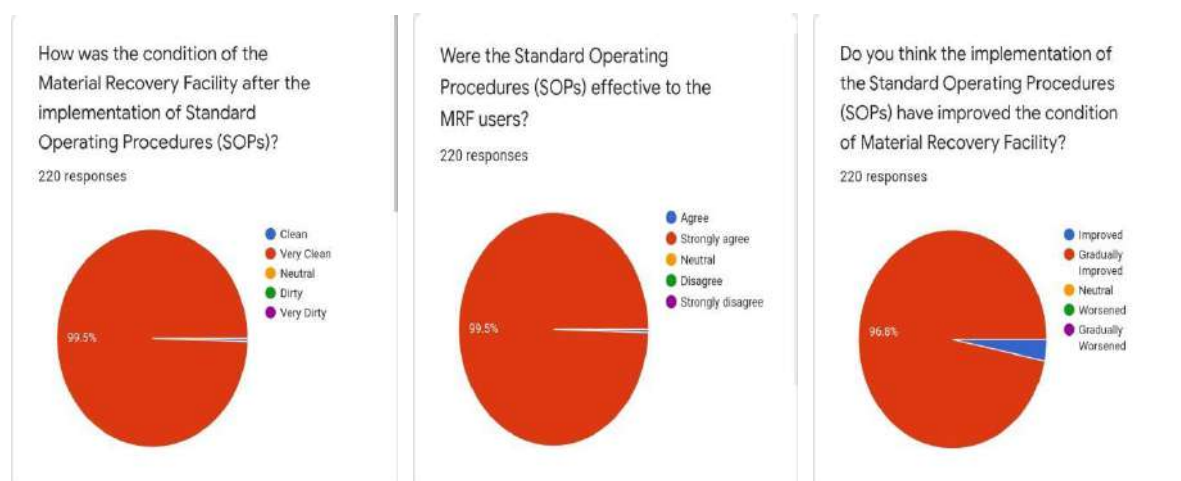


Figure 3: Results of The Questionnaire Distributed to The Community

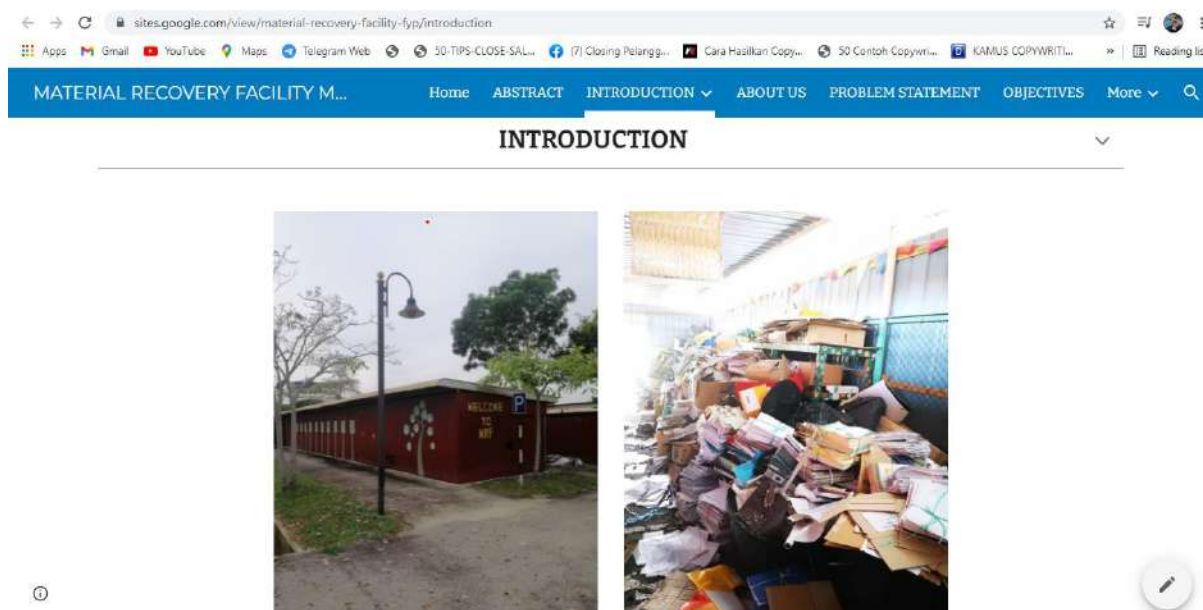


Figure 4 : Website about the Material Recovery Facility

Table 4.1 : Descriptive of the Analysis that was obtained from the research

MATERIAL RECOVERY FACILITY USERS			NUMBER OF PEOPLE THAT USED MRF BEFORE SOPs WERE IMPLEMENTED	NUMBER OF PEOPLE THAT USED MRF AFTER SOPs WERE IMPLEMENTED
POSITION AT PSIS	GENDER	AGE		
Student	Female	18-25	5	11
Lecturer	Male	26-50	7	10
Staff	Female	27-35	4	9

5. CONCLUSION

In this era, the cleanliness of Material Recovery Facility is not prioritized. Cleanliness is something that cannot be compromised. Despite awareness on the importance of cleanliness, the fact that Material Recovery Facility remains dirty still exists and it bring a lot of negative impacts to the nature and environment. As a concerned student towards environmental issues especially on the lack of cleanliness of the Material Recovery Facility. In this research, a new system is awakened to improve the cleanliness of the Material Recovery Facility. Introducing our newly generated website that provides informative article which is related to Material Recovery Facility. This is an effective system that has the ability to provide a user with the information needed.

The objectives of conducting this research are to design a suitable Standard Operating Procedure (SOP) of guidance to manage the wastes in MRF based on analysis of questionnaires, to measure awareness level in the community on the Management of MRF at Sultan Idris Shah Polytechnic and to measure the effectiveness of implementing the new system. The research methodology consists of obtaining the data, uploading a YouTube video & creating a Website (<https://sites.google.com/view/material-recovery-facility-fyp/home?authuser=0>), conducting a campaign, collecting and analyzing the data, designing Standard Operating Procedures for MRF and lastly, implementing the Standard Operating Procedures onto MRF. The main purpose of implementing the SOPs are to provide detailed

instructions on managing and maintaining the MRF. These SOPs would help an individual to carry out certain activities by providing instructions step-by-step.

As we know that MRF is a specialized area wherein wastes were received, segregated and identified for its rightful end point. MRF also helps in the reduction of probable gas emission from improper waste disposal. Wastes identified on the MRF were mostly recyclable materials that tend to react with residual wastes that may produce gaseous compounds. Flammable gaseous compounds and even toxic gaseous compounds were observed at dumpsites wherein segregation wasn't followed. Thus, it is very important to manage and maintain the cleanliness of the MRF.

REFERENCES

- Citrasari, N., Sitogasa, P. S. A., Burhan, A. L., & Sari, N. K. (2019, March 26). (PDF) The design of Material Recovery Facilities (MRF)-based Temporary Disposal Site (TDS) at Universitas Airlangga campus C. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/332025447_The_design_of_Material_Recovery_Facilities_MRFbased_Temporary_Disposal_Site_TDS_at_Universitas_Airlangga_campus_C
- Erik E. Colville and Nancy J. McFeron | Nov 01, N. J. M. F. (2011, May 3). The Large, The Small, The Clean and The Dirty: Equipping MRFs. Waste360.
https://www.waste360.com/mag/waste_large_small_clean
- Cioca, L., Ferronato, N., Viotti, P., Magaril, E., Ragazzi, M., Torretta, V., & Rada, E. (2018). Risk Assessment in a Materials Recycling Facility: Perspectives for Reducing Operational Issues. *Resources*, 7(4), 85.
https://www.researchgate.net/publication/329548269_Risk_Assessment_in_a_Materials_Recycling_Facility_Perspectives_for_Reducing_Operational_Issues
- Putra, H. P., Damanhuri, E., & Sembiring, E. (2020, January 24). The role of MRF in Indonesia's solid waste management system (case study of the Special Region of Yogyakarta, Indonesia). *Journal of Material Cycles and Waste Management*.
https://www.researchgate.net/publication/338811294_The_role_of_MRF_in_Indonesia's_solid_waste_management_system_case_study_of_the_Special_Region_of_Yogyakarta_Indonesia
- Pressley, P. N., Levis, J. W., Damgaard, A., Barlaz, M. A., & DeCarolis, J. F. (2015). Analysis of material recovery facilities for use in life-cycle assessment. *Waste Management*, 35, 307–317.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.012>
- Stessel, Richard Ian. 1996. *Recycling and Resource Recovery Engineering: Principles of Waste Processing*. Springer. New York.
<https://www.worldcat.org/title/recycling-and-resource-recovery-engineering-principles-of-waste-processing/oclc/610037908/editions?referer=di&editionsView=true>

- Ali, M., & Courtenay, P. (2014). Evaluating the progress of the UK's Material Recycling Facilities: A mini review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 32(12), 1149–1157.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25391552/>
- Henningson, Durham and Richardson Architecture and Engineering, P. C. May 1999. Mixed Waste Processing Test and Compost Test. Department of Sanitation.
https://dsny.cityofnewyork.us/wp-content/uploads/2017/12/about_1999-mixed-waste-processing_0815.pdf Society of Plastic Engineers. June 2000. Experiences and Advances in Automated Separation of Plastics for Recycling. MSS, Inc. Nashville, TN.
<https://www.yumpu.com/en/document/view/29489394/mrf-the-fu-foundation-school-of-engineering-applied-science->
- Charles D. Bader. (2000, January 1). Sorting Through the Best Equipment for Recyclables. StackPath.
https://www.wisconsin.edu/wasteresearch/download/final_reports/2007_final_reports/07%20GBY%20Hollenberg%20single%20stream%20paper.pdf
- Salman Zafar, S. (2021, June 18). Concept of Zero Waste and Role of MRFs. BioEnergy Consult.
<https://www.bioenergyconsult.com/zero-waste-mrf/>
- Metin, E., Eröztürk, A., & Neyim, C. (2003, July 4). Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*.
https://www.researchgate.net/publication/10634075_Solid_waste_management_practices_and_review_of_recovery_and_recycling_operations_in_Turkey
- The Paper Stock Report. June 1999. “High-speed optical sorter to revolutionize paper processing, Weyerhaeuser says.” Vol. 10. Number 9.
<https://wenku.baidu.com/view/624085eef8c75fbfc77db258>

Managing, Reusing, and Recycling Used Cooking Oil

Tshin Lip Vui

Department of Tourism and Hospitality, Polytechnic of Kota Kinabalu, Kota Kinabalu, Sabah

tshin@pkk.edu.my

ABSTRACT

Used oil is any petroleum-based or synthetic oil that has been used. One of the common uses of oil is cooking oil. Disposing of cooking oils down the drain in homes is a bad idea since the oil in the drain can harden and create a clog. The Waste Cooking Oil (WCO) disposable system still improperly develops in Sabah, and most of the factories and food and beverage outlets facing a WCO disposable problem, and every month still spends a lot of money to repair the sewage system. This study tends to carry out the solutions to solve the problem facing by most of the factories and food and beverage outlets. The research has been conducted to carry out the perception of food and beverage owners towards the usage of WCO, the second objective is about the usage of WCO in produce green products and last to obtain the comments of the informants towards the implication of the WCO products in the industry and even our daily life. This case study applied a qualitative approach to develop a product by three phases, there are exploration, development, and application. The first result shows that the informants thought that the WCO can be used as a recycle oil for many purposes. The second results also showed that nine products have been produced by using WCO through a specific process. The results contribute to the Politeknik Kota Kinabalu's management in manage the WCO in their classes. At the end of the research, the researchers suggested that the study could expand the study scope to the entire area in Sabah.

Keywords: used cooking oil, WCO, recycling, reusing and managing.

1. INTRODUCTION

Cooking oil is essential in home kitchens and commercial kitchens alike because it is used in a wide variety of cooking. In both situations, the one doing the cooking must deal with the issue of disposing or recycling the used cooking oil. In homes, simply disposing of cooking oils down the drain is a bad idea because the oil will harden in the drain and cause a clog. In commercial kitchens, the large volume of cooking oil must be dealt with using proper equipment so that the used cooking oil is deposited into a holding tank.

It is very important to ensure that used cooking oil is collected and recycled properly to help protect the natural environment. Cooking oil that is allowed to enter the natural environment can cause problems, especially if it enters the municipal sewer system. For those that cook at home, simply put your used cooking oil in a mason jar or something similar to avoid washing it down the drain. If you run a commercial kitchen, then you should work with a professional like Mahoney Environmental to help manage your used cooking oil and provide cooking oil pickup and recycling services.

Collecting the used cooking oil is only half the battle. The next step is figuring out what to do with the used oil. Fortunately, used cooking oil can be repurposed in several different ways, from being used as a lubricant in your home to being made into biodiesel to fuel diesel engines. There are so many effective uses for used fryer oil, whether it is animal-based or vegetable oil, which makes it one of the most reusable products in your home. The one thing you should never do with used cooking oil is disposed of it by putting it in the trash or washing it down

the drain. In-home kitchens, you can make this adjustment very easily by saving your cooking oil in a jar and using it for these various alternative uses.

1.1 Problem Statement

According to Kulkarni and Dalai, (2005), Oil is widely used in modern society to cook food. In today's society, the Oil Frying Method is commonly used because of the contribution of good taste, attractive colour, and better presentation of food. As this method is becoming increasingly common, the accumulation of waste produced from cooking oil is also growing. It has been stated that Waste Cooking Oil (WCO) is widely produced throughout the world. The EU produces about 700,000-1,000,000 tons of WCO per annum, including snack food oils and French fries. WCO produced in Asian countries such as China, Malaysia, Indonesia, Thailand, Hong Kong, India, etc., was estimated at 40,000 tons per year (Razali, 2005).

Improper waste management of cooking oil contributes to the release of WCO into the atmosphere and this will cause contamination of the environment, particularly soil and water. Underwater, the oil layer covers the surface and prevents oxygen breakdown, thus bringing the marine biota to mass extinction. Also, the combination of oil and water raises the chemical demand for oxygen (COD) in water and causes it to be poisonous due to the presence of oil degradation by-products. Carcinogenic compounds are absorbed by sea creatures and returned to humans through the food chain (Kulkarni and Dalai, 2006; Jafari, 2010; Marjadi and Dharaiya, 2010).

Furthermore, regular use of WCO is harmful to consumers because the fried oil forms toxic compounds such as peroxides, aldehyde, and polymer by various reactions such as thermolytic, hydrolysis, and oxidation (Kulkarni and Dalai, 2006).

However, in Malaysia especially Sabah, the WCO disposable system still improperly develops, and most of the factories and food and beverage outlets facing a WCO disposable problem, and every month still spends a lot of money to repair the sewage system. This study tends to carry out the solutions to solve the problem facing by most of the factories and food and beverage outlets. The results would then contribute to the public and related parties to develop a system or management to solve the problems.

1.2 Research Questions

There are three research questions raised after summarizing the research gaps from a literature review from the previous research

1. How do people perceive waste cooking oil?
2. What are the products that could be produced by WCO?
3. How WCO products could be applied in our daily life?

1.3 Research Objectives

There are three research objectives to be achieved after analysed the research questions

1. To explore the perception of people towards the uses of WCO.
2. To identify the products could be produced by using WCO
3. To identify the effectiveness of WCO products to our daily life

1.4 Research Scope

This study will focus on the restaurateurs around Kota Kinabalu. Those respondents must be from the food and beverage outlets and registered under Kota Kinabalu Town Council. This interview session will be conducted to collect data. The data will be saturated when similar

data or answers keep hearing from other respondents to another respondent. The number of respondents depends on the saturated answers.

2. LITERATURE REVIEW

Oil is widely used in modern society to cook food. Due to the contribution of good taste, attractive color, and better presentation of the product, the oil frying method is widely used in the world today. When this method becomes increasingly common, it increases the accumulation of waste produced from cooking oil.

According to Kulkarni and Dalai (2005), WCO has been stated to be widely produced worldwide. The EU produces annually about 700,000,000,000 tons of WCO, including snack food oils and French fries. WCO produced in Asia countries such as China, Malaysia, Indonesia, Thailand, Hong Kong, India, etc., was estimated at 40,000 tons per year (Razali, 2005).

This will cause contamination of the environment, especially of land and water. Underwater, the oil layer covers the surface and prevents oxygen breakdown, thus bringing the marine biota to mass extinction. The combination of oil and water raises water's chemical oxygen demand (COD) and allows it to become toxic due to the presence of by-products from oil degradation. Carcinogenic compounds are ingested by sea creatures and returned through the food chain to humans (Kulkarni and Dalai, 2006; Jafari, 2010; Marjadi and Dharaiya, 2010).

Furthermore, regular use of WCO is harmful to consumers because the fried oil forms toxic compounds such as peroxides, aldehyde, and polymer through various reactions such as thermolytic, hydrolysis, and oxidation (Kulkarni and Dalai, 2006). The thermolytic reaction occurs when there is no oxygen at high temperatures above 180 °C. This reaction forms by-products of alkanes, alkenes, lower fatty acids, symmetric ketones, isopropyl esters, CO, and CO₂ which are produced from the non-oxidative decomposition of saturated fatty acids (Nawar, 1984; Kulkarni and Dalai, 2006). Meanwhile, unsaturated compounds such as dehydrators, saturated dimers, and polycyclic are produced through a thermolytic reaction (Nawar, 1984).

Oxidation of oil happens when the process of frying is performed in the open air. Via traditional free radical processes, the free oxygen molecules react with unsaturated fatty acids. Then, as the primary products, hydroperoxides are formed as a result of an oxygen attack that produces many other compounds with conjugated diene groups. The radical alkoxy, which is formed by breaking the hydroperoxide O-O bond, further produces aldehydes, hydrocarbons, semi-aldehydes, and fatty acids. Dimeric and oligomeric compounds form in excess oxygen, alkoxy, and peroxy radicals (Nawar, 1984; Kulkarni and Dalai, 2006). These by-products are often carcinogenic. It has been stated that the EU prohibited the use of reused WCO as an animal feedstock because of the carcinogenic compounds that could return to the human cycle via the food chain (Cvengros and Cvengrosova, 2004).

While WCO is considered to be a carcinogenic ingredient, it can be used as added value items like biodiesel, lubricants, biopolymers, or soap. Most local people don't realize the risk. Because of the lack of WCO management expertise, a step must be taken to resolve it. Consequently, a survey was conducted in a group in Teluk Bahang, Pulau Pinang to assess the group's knowledge of WCO management. The survey process has contributed to conclusions regarding WCO's adverse impact on human health and the environment.

3. METHODOLOGY

This case study applied a qualitative approach to develop a product by three phases, there are exploration, development, and application. For the exploration phase, the interview and survey of the WCO management will be carrying out. A literature review of the WCO also identifies to conduct simple research and carry out the gap of the case study. The second phase is the development of the product, this phase required lab experiment test to identify the effectiveness of the product and fill the research gap. The product developed should be tested and verify their usage. The last phase is the application of the product. After the product is developed, the product would then be tested their application of the product to the environment.

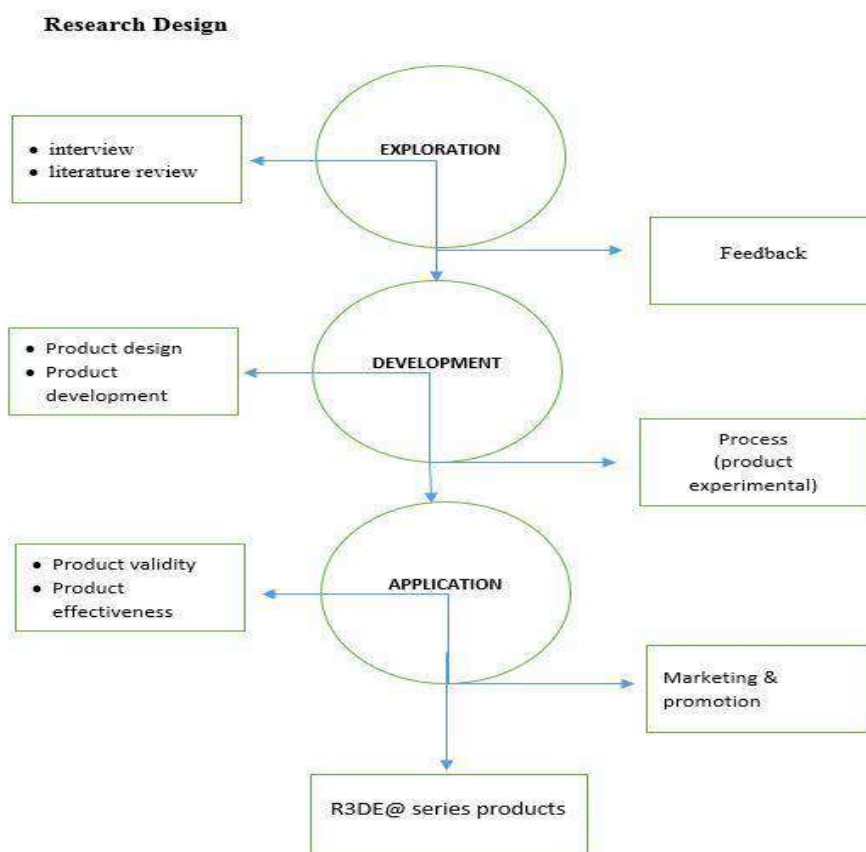


Figure 1: Research Design

A pre-test has been conducted through an interview session with 33 informants regarding the waste cooking oil (WCO) management in their premises. The data will be collected until the data is saturated, indicating that the same data has been replicated. The data were then analyzed to obtain the results. The data would then be analyzed using the data clustering method. The data would then be tested their verification by using data triangulation the results obtained would then be confirmed by the expert from the related industry and their validity.

After conducted the pre-test of this study, the results would determine the direction of the WCO products. The products produced by the WCO will determine where it should take place. The lab test will be conducted after getting feedback from the informants. The products would then be sent to the SIRIM to get approval and verification before the products been promoted to the public and premises.



Figure 2: The Products Making Process

After getting the verification from the SIRIM, the products would then be promoted to the food and beverage premises. WCO series products would then be introduced to the informants and food and beverage outlet owners to widely sharing about their usage and the importance of the environment.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Data analysis is defined as a process of cleaning, transforming, and modeling data to discover useful information for any decision-making. The purpose of data analysis is to extract useful information from data and taking the decision based upon the data analysis.

By referring to the first research objective, a pre-test has been conducted and the majority of the informants (95%) of the informants stated that they are not sure about the usage of the WCO and how to dispose of the WCO. The majority of the informants disposed of the WCO by pouring the WCO into the drainage or collected in a gallon. However, this will be harmful to the environment and causes water pollution without proper WCO management.

After getting results from the pre-test, our group members decided to save our environment from polluted by the WCO. After the discussion, a series of products by WCO has been come out and produce. The emerge of the WCO series products will help in reducing environmental pollution and save our earth. By developing the WCO series products, the food and beverage outlet owners not only can properly manage their WCO but also can save costs to produce their products by using the WCO for their use. Form the WCO, we produce a candle, insect repellent, food warmer, aromatic, room decoration, door gifts, shoe wax, furniture polish, and soap. There are nine products have been producing by using the WCO and each of these products has their function and could help the owner save budget.



Figure 3: The Nine (9) Products

There are Nine (9) products have been produced by using the WCO, the products were sent to the SIRIM and getting the verification from the government about their pattern and details of the products. The products were promoted to the food and beverage outlets and also the informants of this study. At the same time, a post-test has been conducted and the majority (100%) of the informants agreed that the usage of the WCO and they give very high comments about the products and ask for conducting a tutorial in making these products.

5. CONCLUSION

In conclusion, these products received high comments from the informants after the post-test was conducted. The majority of informants agreed with the effectiveness of the products and their importance. The products by WCO expected can help the owners reduce the environment and water pollution. Besides reducing pollution, these products also help owners reduce their costs because some of the products they can apply to their premises and no need to purchase. However, the limitation of the research area is one of the limitations in this study. This is because this study covered only the Sepanggar and Tuaran area and not the whole Kota Kinabalu. Future research could run in the Kota Kinabalu area to raise the awareness of the food and beverage owners in WCO management.

REFERENCES

- Degfie, T.A., Mamo, T.T. & Mekonnen, Y.S. Optimized Biodiesel Production from Waste Cooking Oil (WCO) using Calcium Oxide (CaO) Nano-catalyst. *Sci Rep* 9, 18982 (2019).
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-55403-4>
- Hossain, T. Production of Biodiesel Using Alkaline Based Catalysts from Waste Cooking Oil: A Case Study. *Procedia Eng.* 105, 638–645 (2015)
<https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-resources/challenges-related-to-biomass/used-cooking-oil-recycling/>
<https://www.mbpsolutions.com/used-cooking-oil-collection/>
- Li, M., Zheng, Y., Chen, Y. & Zhu, X. Biodiesel production from waste cooking oil using a heterogeneous catalyst from pyrolyzed rice husk. *Bioresour. Technol.* 154, 345–348 (2014).
- Meng, X., Chen, G. & Wang, Y. Biodiesel production from waste cooking oil via alkali catalyst and its engine test. 9, 5–11 (2008).
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. & Kothari, S. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 15, 1513–1524 (2011).
- Tang, Y., Xu, J., Zhang, J. & Lu, Y. Biodiesel production from vegetable oil by using modified CaO as solid basic catalysts. *J. Clean. Prod.* 42, 198–203 (2013).

Market Waste Assessment at Medan Niaga Satok, Kuching

Nur Lydia Othman

Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Kuching Sarawak, Kuching, Sarawak

lydia@poliku.edu.my

ABSTRACT

Typical municipal solid waste consists of high organic components and most of wastes generated are from household and marketplace. Market waste assessment at Medan Niaga Satok, Kuching was carried out in this study and to characterize physical and chemical composition of market waste. The objectives were also to investigate the potential of converting the organic component from market waste into compost or biogas to pursue green initiatives development. The study involved wet market and dry market at Medan Niaga Satok, Kuching emphasizing on organic waste generation. The estimation of market waste generation rate, characterization of physical and chemical composition of market waste and the potential of converting the organic component from market waste into compost or biogas to pursue green initiatives development were conducted. The waste quantification and composition were done through a sampling method for three weeks. The waste collected were weighed and generation and composition of waste sample were determined. The study shows that the estimated amount of market waste generated daily is 2487 kg/day with average organic waste generation rate is 1957 kg/day. The organic wastes contribute to 79% of total waste generated consisting of 22% fish/seafood, 17% fruits, 16% semi-dry food, 15% vegetable, 5% chicken and 4% meat. According to the study, the organic waste shows great potential in compost by looking at the C:N ratio of 26.1:1 which is in the ideal range for composting and approximately 14,400 kg of the waste can be converted to compost in a month. The potential of fruit and vegetable waste to be converted into biogas is 108 m³/containing 49% of methane.

Keywords: marketplace, waste generation, organic waste, compost, biogas

1. INTRODUCTION

Waste generation in Malaysia tends to increase corresponding to high economic growth and improved living standard as well as increase of total population. Based on IMPAK (2006), each Malaysian generates an average of 1.7kg of solid waste daily especially in major cities. Waste generation will create environmental problems in Malaysia if there is no intention to investigate adverse effects and potential hazard of solid waste. In 2005, municipal solid waste generated was 7.34 million tons and is predicted to increase to 10.9 million tons in 2020 (Alias, 2010). Organic waste content is about 60% of the municipal solid waste (MSW), thus the estimated amount of organic waste generated in 2005 is 4.404 million tons and is estimated to increase to 6.54 million tons in 2020. Currently, Malaysia is facing urban solid waste management issues as landfills are rapidly filling up, increasing amount of waste generated, shortage of disposal land, resulting in serious environmental and human health impacts. These circumstances happen due to the growing amount and the variety of types of waste generated in relation to the rapid population and industrial growth, and also due to the rising standard of living of the people. Landfilling is the most widely used method for solid waste disposal, because it is the most economical and environmentally acceptable method throughout the world. Markets play a very vital role in providing fresh agro supplies to people. Approximately 3.5% of market waste contributes to total waste generated in Malaysia (Agamuthu et al., 2007). It is very important to reduce market waste generation that will haul

to landfill every day by increasing the awareness among the public and corporate bodies to divert the organic waste markets into more valuable products.

2. METHODOLOGY

The market waste assessment at Medan Niaga Satok was conducted for six weeks. A short study survey through observation and interview to the management was carried out before sampling to determine the waste generation and characteristics of the waste generated. Figure 1 shows the process flow of the project.

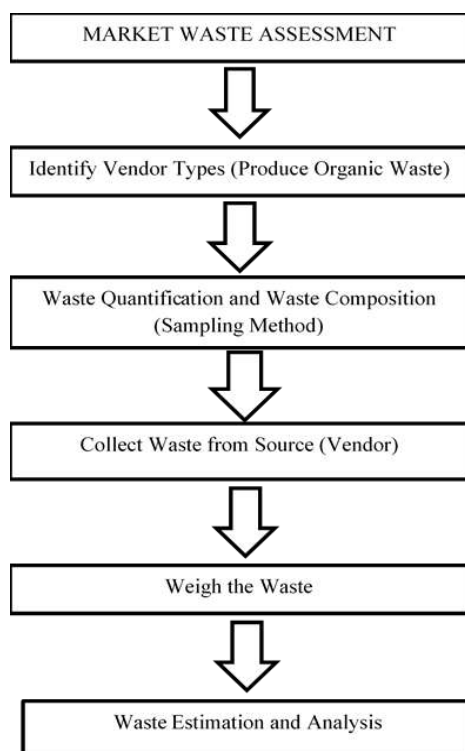


Figure 1: Process Flow of Market Waste Assessment at Medan Niaga Satok Kuching

The audit of waste is conducted in the process to determine the amount of daily waste generated by or collected from the vendor at the market. Fruits, vegetables, meats, chicken meats, seafood and others (plastics, glass, paper and other miscellaneous items) are six categories of wastes selected for compositional analysis of the waste. Five samples were taken during the process audit of waste at Medan Niaga Satok for the completion of ultimate analysis for testing at the laboratory. Moisture content of organic waste obtained by using the wet-weight method measurement.

3. RESULT AND DISCUSSION

Table 1 shows that waste generation in this market varies considerably from day to day and is probably thus the result of the variation in the number of people who went to the market and the number of stalls opened at the market. The number of people going to the market and number of stalls open may reflect in the increasing generation of waste. With an average daily waste generation of 2487kg/day it is estimated that the total waste generation is approximately 75000kg/month and 900,000kg/year.

Table 1: Waste Generation in Medan Niaga Satok

Date	21 Jan – 27 Jan 2014 Week 1	28 Jan – 3 Feb 2014 Week 2	11 Feb – 17 Feb 2014 Week 3
Day	Total (kg/day)	Total (kg/day)	Total (kg/day)
1	1190	2150	1350
2	1900	1410	2230
3	1870	1520	1560
4	2120	2690	1400
5	11160	8090	11580
TOTAL (kg)	18240	15860	18120
AVERAGE (kg/day)	2487		

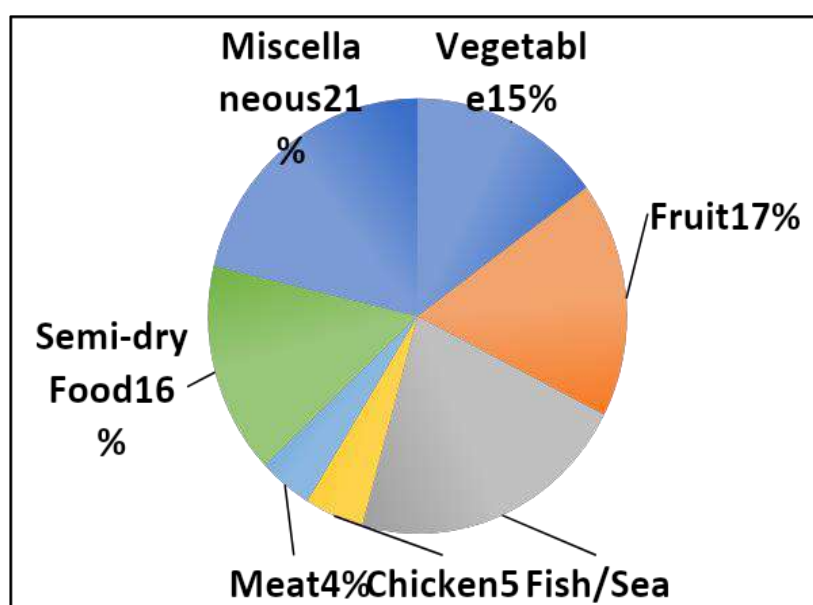


Figure 2: Waste Composition of Medan Niaga Satok in Percent

In addition, the waste generation from Medan Niaga Satok consists of several types of composition as shown in Figure 2. Based on composition in Figure 2, Medan Niaga Satok waste has a high potential for minimization. In compliance with integrated waste management, compostable organic waste can be turned into compost, uncompostable organic waste to animal feed and the miscellaneous items such as plastics and glasses can be sold and papers can be recycled if separated.

Vegetable and fruit waste are chosen for waste characterization due to high potential of waste for minimization into value added products. Five samples of organic waste that consists of vegetable and fruit waste was dried, grinded and sent to laboratory for analysis of pH, moisture content, carbon (C), nitrogen (N) and hydrogen (H) following of standards method MS 678. The average results obtained after analysis are presented in Table 3.2. From Figure 2, by considering only fruit and vegetable waste will turn into compost with 32% composition and estimation of waste generation rate 75000kg/month from Table 1, approximately 14400kg of the waste can be converted to compost in a month.

Table 2: Characteristics of Vegetable and Fruit Waste from Medan Niaga Satok

No	Parameter	Value
1	pH	6.38
2	Moisture Content (%)	81.56
3	Carbon (wt%)	39.40
4	Hydrogen (wt%)	6.62
5	Oxygen (wt%)	52.33
5	Nitrogen (wt %)	1.51
6	Sulfur (wt%)	0.14

It is observed from Table 2 that moisture content of waste is 81.56%. This shows a very large amount of moisture contributed from vegetable waste and fruit waste. The results are somewhat similar to that reported by Agumuthu et al. (2007), from the study on sustainable management of wet market waste. The value of pH of is 6.38. The value of pH is measured in the analysis because the pH of the organic waste that is being composted is an important parameter to the microbial environment. The carbon of organic waste is 39.40% and nitrogen content is 1.51% by weight. The C:N ratio was 26.1:1. Initial carbon to nitrogen ratios between 25 and 50 are optimum for aerobic composting (Tchobanoglous, 1993).

The calculation of mass conversion of components to molar composition, approximation of the chemical formula by dividing with lowest moles, the chemical formula of the fruits and vegetables waste were $C_{30.4}H_{60.8}O_{30.3}N$. The production of methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2) can be accurately predicted using the Bushwell equation and the total potential biogas from fruit and vegetable waste is $108m^3/day$ contains 49% of methane gas.

4. CONCLUSION

The estimation of market waste generation rate at Medan Niaga Satok is 2487kg/day with the average of organic waste generation rate is 1957kg/day. This shows that organics waste contributed 79% of total waste generated in Medan Niaga Satok and 21% of miscellaneous waste. By emphasizing on organic waste, fish/seafood contribute 22% that the highest amount organic waste followed by fruits 17%, semi-dry food 16%, vegetable 15%, chicken 5% and meat 4%. Vegetable and fruit waste are chosen for waste characterization due to high potential of waste for minimization into value added products.

The pH value and moisture content of waste is 6.36 and 81.56% respectively. The carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O), nitrogen (N) and sulfur (S) content are 39.4%, 6.62%, 52.33%, 1.51% and 0.14% respectively. The organic waste shows great potential in compost by looking at the C: N ratio of 26.1: 1 which is in the ideal range and optimum pH value for the initial stage of composting. Approximately 14400kg of the waste can be converted to compost in a month. The potential of fruit and vegetable waste to be converted into biogas is $108m^3/day$ that contains 49% of methane.

REFERENCES

Agamuthu P., & Fauziah S. H. *Sustainable Management of Wet Market Waste*. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 5 - 7 September 2007, Chennai, India. 239-243.

- Agamuthu, P. (2001). *Solid Waste: Principle and Management*. University of Malaya Press, Kuala Lumpur, Malaysia. 1-39.
- Alias, A. Y. (2010, January 27). Amal kitar semula. *Berita Harian*, 7.
- Deublein, D. & Steinhauser, A. (2008). *Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction*. Wiley-VCH, Weinheim, 89-290.
- Nasir, M., & Chong, T. L. (2001). *Study on solid waste generation rates Sarawak*. Natural Research and Environmental Board.
- Gabrielle, B., Da-Silveira, J., Houot, S. & Michelin, J. (2005). *Field Scale modelling of carbon and nitrogen dynamics in soil amended with urban waste composts*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 110, 289-299
- Holmes, J. R. (1981). *Refuse Recycling and Recover*, John Wiley and Sons, New York.
- Harun, R. & Abdul Latif, P. (2006), Waste: in IMPAK, Quarterly DOE Update on Environment, Development and Sustainability, issue 2, 1-3. Department of Environment, Malaysia.
- Meidiana, C. & Gamse, T. (2010). *Development of Waste Management Practice in Indonesia*. *European Journal of Scientific Research*, 40(2), 45-50.
- Robinson, W.D. (1986). *The Solid Waste Handbook – A Practical Guide*. New York: Wiley.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S.A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principle and Management Issue*. McGraw Hill Inc., New York.

Mesin Sander dari Cakera Keras Terbuang

Mohd Ridhuan bin Ismail

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, POLISAS, Kuantan, Pahang

ridhuan@polisas.edu.my

ABSTRAK

Membuat corak adalah peringkat pertama dalam proses acuan dan tuangan pasir. Untuk memperolehi corak permukaan yang rata, licin dan cantik, mesin yang digunakan pada masa kini ialah mesin talisawat dan mesin sander. Mesin ini mempunyai masalah berkaitan faktor keselamatan. Mesin tersebut berpusing dalam keadaan melintang serta laju dan tiada penghadang keselamatan. Keadaan itu menyebabkan tangan pengguna mudah cedera. Oleh kerana itu, rekabentuk alat mini foundry sander yang boleh mengatasi masalah kecederaan dan menambahbaik mesin untuk membuat corak sediada. Selain dapat mengatasi masalah keselamatan, mesin ini mampu menjimatkan masa untuk menghasilkan bentuk dan permukaan corak yang rata. Mesin ini mempunyai kelajuan motor yang mampu berpusing 7200 rpm. Dengan kelajuan yang tinggi dan pemilihan mata gosok kayu yang bersesuaian, ianya mampu menghasilkan permukaan yang rata, kemas, licin dan tepat. Mesin ini mempunyai rangka yang diperbuat daripada keluli tahan karat (Stainless Steel) supaya rangka mesin tahan terhadap karat dan ianya ringan. Mesin ini menggunakan bekalan kuasa jenis arus ulangalik (AC) sebanyak 230V dan 8A. Mata gosok kayu dipilih supaya bersesuaian dengan kerja penyudahan (finishing) terhadap corak. Ini adalah faktor kekemasan dan ketepatan yang hendak dihasilkan. Mesin ini dilengkapi ciri keselamatan seperti *cut off* dan *over load*. Apabila mesin terlalu panas atau daya tekan berlebihan, mesin mendapat isyarat dan akan hentikan operasi. Hasil analisis mendapati hanya daya 5N dalam masa 22 minit diperlukan untuk menyiapkan corak di bengkel foundri. Secara keseluruhannya, mesin sander adalah mesin untuk memudahkan proses membuat corak di bengkel foundri serta menitikberatkan faktor keselamatan supaya pengguna tidak cedera, mempunyai rekabentuk ringkas dan mudah dikendalikan kerana saiznya yang kecil.

Kata Kunci: corak, Mesin sander, kekemasan

1. PENGENALAN

Corak boleh ditakrifkan sebagai model saiz penuh dan replika objek yang hendak dibuang digunakan sebagai alat pembentuk rongga acuan di mana bahan lebur akan dicurahkan semasa proses penuangan. Corak yang digunakan dalam tuangan pasir boleh dibuat daripada kayu, logam, plastik atau bahan-bahan lain seperti lilin dan plaster of Paris juga digunakan, tetapi hanya untuk aplikasi khusus (Polman Ceper, 2009). Dalam bengkel foundri, corak (pattern) dibuat menggunakan kayu kerana ianya mudah, lembut, ringan, dan mudah untuk bekerja boleh dibentuk pelbagai saiz dan bentuk yang dikehendaki tidak tertakluk kepada meleding atau lencong. Corak yang dibina foundri tidak mahu ia berubah bentuk. Kelemahan adalah bahawa ia cepat terdedah kepada serangan kelembapan. Corak logam adalah lebih tahan lama dan tidak tunduk kepada kelembapan, tetapi ianya adalah lebih berat dan sukar untuk membaiki apabila rosak.

Membuat corak atau kadang-kadang digelar membuat pola adalah melibatkan kemahiran yang berkaitan dengan penggunaan alat dan acuan tetapi juga sering memasukkan unsur-unsur kerja kayu halus. Pembuat corak mempelajari kemahiran mereka melalui latihan atau pengalaman. Di industri, walaupun seorang jurutera boleh membantu untuk merekabentuk corak, ia biasanya pembuat corak yang melaksanakan rekabentuk corak tersebut. Rekabentuk alat yang baru

untuk membentuk corak dikenali mini foundri sander yang boleh mengatasi masalah kecederaan dan menambahbaik mesin untuk membuat corak yang sediada. Selain dapat mengatasi masalah keselamatan, mesin ini mampu menjimatkan masa untuk menghasilkan bentuk dan permukaan corak yang rata (Rajah 2).

Dalam proses pembuat corak di bengkel foundri atau industri logam, perkara utama adalah untuk mendapatkan corak yang mempunyai permukaan yang cantik dan licin agar hasil tuangan dapat dihasilkan dengan baik. Selain daripada itu, faktor keselamatan adalah paling utama yang perlu dititikberatkan. Kebiasaannya pengguna menggunakan kertas pasir dan kikir untuk mendapatkan permukaan corak menjadi cantik dan licin. Kini, dunia yang serba moden ini, terdapat bermacam-macam jenis mesin dan alatan untuk melicinkan permukaan contohnya kertas pasir, mesin pencanai, mesin talisawat and mesin pengampalasan. Alatan seperti mesin pencanai bergerak laju dan berat boleh menyebabkan pengguna tercedera. Semakin lama dipegang, pengguna semakin kurang tenaga dan cara pemegang juga akan menjadi tidak stabil menyebabkan kecederaan.

Mesin talisawat and pengamplasan juga terdedah pada masalah keselamatan. Ini adalah kerana pusingan mesin yang laju dan tiada penghadang pada mesin. Pusingannya adalah dalam keadaan melintang dan ini adalah faktor mudahnya tangan tercedera. Selain itu, tidak semua mesin menggunakan saiz karbon yang sama. Ada mesin yang perlu mengambil masa untuk membuat tempahan karbon yang bersesuaian. Ini menyebabkan kerja menyiapkan corak untuk mendapatkan permukaan yang cantik dan licin tergendala. Proses membentuk permukaan corak yang cantik, licin dan baik mengambil masa yang lama. Ini adalah kerana kurangnya kemahiran menggunakan alatan melicinkan corak dan khawatir berlakunya kecederaan, maka pengguna berhati-hati dan lambat membuat corak. Masalah ini dihadapi oleh pensyarah dan pelajar yang mengambil Kursus Mechanical Workshop practice 2 di bengkel foundri POLISAS.

Mesin Sander ini dicipta untuk melicinkan permukaan kayu dengan rata, kemas dan cantik. Mesin ini mempunyai tapak di mana pengguna boleh menggunakannya tanpa perlu menggerakkan alatan yang dihasilkan. Mesin ini telah melupuskan penggunaan karbon kerana mesin yang berpusing seperti pencanai (grinder). Selain itu, mesin ini juga tidak perlu pemasangan yang rumit kerana cuma memerlukan beberapa skru untuk menahan sander tersebut.

2. ULASAN LITERATUR

Menurut Polman Ceper (2009), proses keseluruhan secara umum dari pembuatan acuan dan penuangan dapat diklasifikasikan kepada lima peringkat iaitu membuat corak (pattern making), acuan dan membuat teras, peleburan dan penuangan, pelakanan dan rawatan suhu dan pengujian dan pemeriksaan. Di dalam dunia yang serba moden ini, terdapat alatan yang boleh mengasah permukaan supaya ianya menjadi permukaan yang cantik. Kerja-kerja menggosok adalah mengikut urat/ira kayu. Penggunaan kertas las kasar, kemaskan benda kerja untuk mendapatkan gred yang halus (M. Taufiq, 2016). Kebiasaannya orang menggunakan kertas pasir dan kikir. Corak kayu dibuat untuk menghasilkan struktur alat mesin perlu mempunyai kekuatan dan ketepatan yang mencukupi untuk membentuk rongga yang padat dalam bentuk yang dikehendaki di proses tuangan pasir (Han-Tae S.,2015). Keadaan ini adalah proses terakhir atau kekemasan terhadap corak agar permukaan corak lebih baik, cantik dan licin. Corak mempunyai pelbagai jenis. Antaranya ialah corak sekeping tunggal iaitu ianya hanya replika acuan yang dikehendaki adalah lebih besar sedikit daripada tuangan. corak ini mungkin

daripada kayu, logam atau plastik, corak dua keping, corak plat Match, cope & corak drag, corak membina, corak pelbagai-keping, corak berpagar, corak sweep, corak rangka, corak cengkerang, corak sekeping longgar, kiri dan corak tangan kanan, ikut corak papan dan corak segmen.

Terdapat bermacam-macam jenis mesin dan alatan untuk melicinkan permukaan dan membuat finishing seperti pengasah mata alat, mesin pengisar tangan dan belt sander. Pengasah mata alat adalah sejenis alat untuk mengasah hujung mata pemotong yang sudah tumpul. Alat ini digunakan untuk mencanai bahan-bahan lebihan yang tidak di ingini pengguna. Kegunaan pengasah mata alat adalah mengasah pahat, gerudi, mata alat mesin pelarik (Aiza, 2012). Selain itu, mesin ini memiliki kelebihan iaitu boleh mengasah besi yang keras. Alat ini juga mempunyai kelemahan contohnya kos mesin tersebut agak terlalu mahal untuk perolehinya.

Mesin pengisar tangan adalah digunakan untuk membuat penghalusan dan penajaman pada corak dengan cara mengisar atau memotong. Selain itu, ianya juga digunakan untuk memperkilatkan permukaan logam dari produk tertentu. Kegunaan mesin pengisar tangan adalah mengilatkan mata pisau dan sebagainya. Seterusnya, mesin ini mempunyai kelebihan iaitu boleh membuat dua kerja iaitu memotong dan mengasah dengan masa yang singkat. Manakala, ia juga memiliki kelemahan iaitu gegaran yang tinggi semasa melakukan kerja mengisar atau memotong.

Mesin Talisawat adalah alat yang digunakan untuk membuat kerja pembentukan dan mengasah sesuatu produk corak. Talisawat sander dari Bosch adalah alat yang sesuai untuk mengasah dan mencanai serta membentuk pelbagai permukaan corak dari bahan-bahan seperti kayu, plastik, logam dan sebagainya. Selain itu, kelebihan mesin tersebut adalah mudah mengasah suatu permukaan berbanding kertas pasir. Manakala, ianya juga mempunyai kelemahan iaitu kos yang agak mahal dan ia hanya boleh digunakan di tempat tertentu sahaja.

Mengikut Maciej (2021), proses pengamplasan kayu keras dan kayu lembut berbeza dengan ketara. Proses pengamplasan dengan bilangan grit yang lebih tinggi (P120 dan P180) berkelakuan sama semasa mengamplas kayu keras dan kayu lembut. Oleh itu, jenis kayu adalah faktor lain selain yang diketahui sebelumnya seperti daya tekanan, kelajuan tali pinggang, ketumpatan kayu, dan bilangan geser dari tali pengamplasan yang harus diambil kira semasa merancang proses pengamplasan unsur kayu pepejal. Dalam pengamplasan mesin kayu pada tekanan rendah dan kelajuan talisawat tinggi, bahan kasar dengan bilangan grit rendah dan ketajaman tinggi mempengaruhi kayu keras dan kayu lembut secara berbeza. Kecekapan pengamplasan kayu jauh lebih tinggi daripada kayu keras dalam keadaan ini. Oleh itu, parameter pengamplasan seperti tekanan dan kelajuan tali pinggang harus ditetapkan pada nilai yang lebih rendah untuk mengelakkan pengamplasan atau pengamplasan berlebihan.

3. METODOLOGI

Dalam merekabentuk mini foundry sander ini, metodologi yang digunakan ialah konsep P.R.I.M.E. yang memberi maksud Permasalahan, Penyelidikan, Penciptaan, Pengubahsuaian dan Penilaian. Untuk memudahkan pemahaman dan pelaksanaan, metodologi kajian telah ditunjukkan dalam bentuk carta aliran.

3.1 Permasalahan (P)

Masalah iaitu kecederaan dan penghapusan penggunaan karbon di mana kecederaan ini menyebabkan mesin yang ada di bengkel foundri tidak lagi digunakan untuk pelajar. Arah pusingan mesin tersebut berpusing dalam keadaan menegak dan permukaan mata alat tersebut terlalu terdedah mengakibatkan pengguna mudah untuk tercedera.

3.2 Penyelidikan (R)

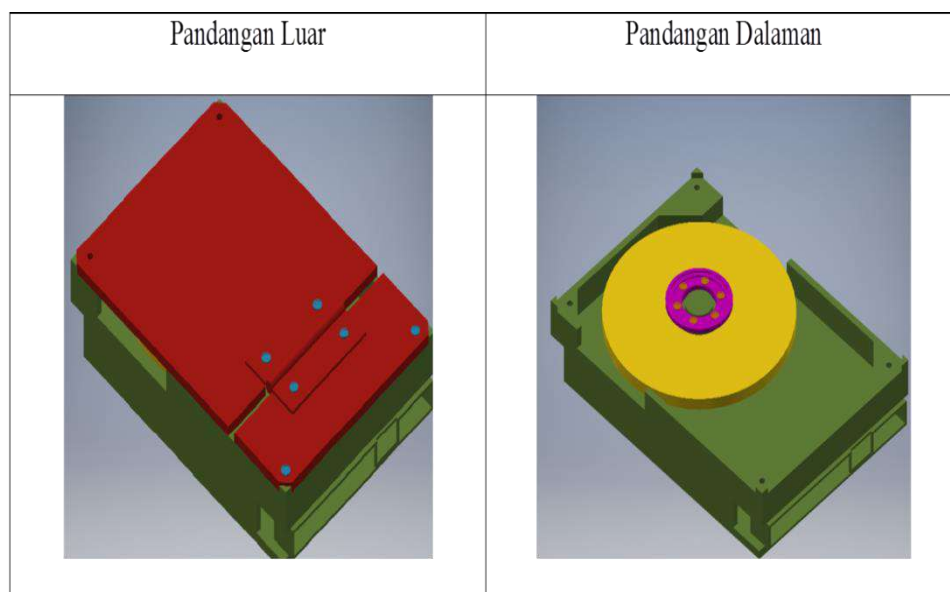
Dalam kajian literatur telah dinyatakan berkaitan faktor keselamatan dan cara penggunaan digunakan untuk menambahbaik kekurangan mesin lain supaya mesin ini selamat dan mudah untuk digunakan pada pengguna.

3.3 Penciptaan (I)

Dalam penciptaan tiga perkara ini diutamakan iaitu pemilihan komponen, kos modal dan pemilihan rekabentuk. Pemilihan komponen juga dititik beratkan supaya projek ini menggunakan bahan yang baik dan sesuai. Pemilihan komponen adalah penting kerana untuk menjimatkan kos. Kualiti dan ketahanan juga adalah penting ketika memilih komponen. Jika bahan yang dipilih mempunyai ketahanan rendah bahan tersebut tidak dapat menahan haba yang ada, mudah rosak dan sebagainya.

Kos modal juga turut termasuk dalam penciptaan dan berkait rapat dengan pemilihan komponen. Setiap komponen yang digunakan dipilih dengan kos yang rendah dan mudah di dapati agar mudah untuk diselenggara dan dicari oleh pengguna.

Seterusnya pemilihan rekabentuk untuk projek ini juga termasuk dalam penciptaan. Rekabentuk yang dipilih berdasarkan kelemahan rekabentuk lain dan memilih yang terbaik di mana cara penggunaannya mudah dan selamat. Penilaian dan pemilihan dianalisis dengan membandingkan konsep dengan konsep rujukan (Datum). Ini dilakukan dengan memberi mata kepada nilai setiap konsep untuk menentukan konsep terbaik. Rekabentuk yang dipilih dilukis dalam lukisan 3D seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1: Lukisan 3D mesin Sander

3.4 Pengubahsuaian (M)

Pengubahsuaian dibuat semasa proses pembuatan mini foundry sander seperti pemilihan kertas pasir dan hard disk yang diubahsuai untuk memenuhi kriteria mesin baru. Fabrikasi yang telah siap seperti Rajah 2.



Rajah 2: Mesin sander dan cara penggunaan

3.5 Penilaian (E)

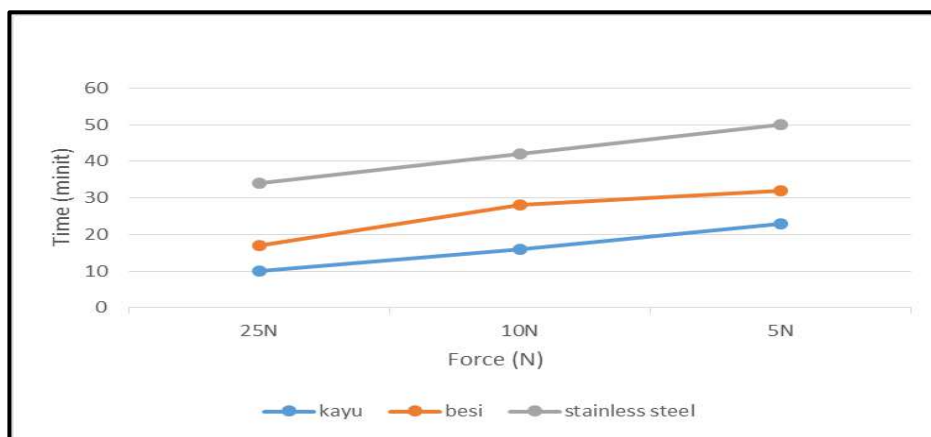
Pengujian yang dijalankan ke atas mesin rekaan yang baru mini foundry sander untuk mengenalpasti keputusan. Pengujian penggunaan dilakukan seperti dalam Rajah 2.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian ini terbahagi kepada dua bahagian iaitu ujian produk dan analisis kejuruteraan untuk menerangkan hasil keputusan eksperimen ini samada projek ini berfungsi dengan baik ataupun tidak.

4.1 Ujian Produk

Ujian 1 dijalankan untuk mendapatkan masa larian mini foundry sander yang digunakan pada corak dari bahan kayu untuk mendapatkan bentuk camfer. Ujian 2 dijalankan untuk mendapatkan masa larian mini foundry sander yang digunakan pada corak dari bahan besi untuk mendapatkan bentuk camfer. Ujian 3 dijalankan untuk mendapatkan masa larian mini foundry sander yang digunakan pada corak dari bahan keluli tahan karat (stainless steel) untuk mendapatkan bentuk camfer. Dari keputusan ketiga-tiga ujian yang dijalankan, graf perbandingan bagi ketiga-tiga bahan iaitu kayu, besi dan keluli tahan karat diperolehi (Rajah 3).



Rajah 3: Graf Yang Diperolehi Dari Data

Dari ujian yang dijalankan, didapati jika menggunakan besi sebahagian beban masa larian untuk berhenti lebih rendah daripada kayu. Masa hentian juga tinggi dan masa larian semula untuk berfungsi semula sama dengan menggunakan beban kayu. Data yang di ambil mendapati masa untuk membentuk menggunakan keluli tahan karat (stainless steel) lebih lama iaitu 34 minit berbanding kayu menggunakan masa 10 minit dan besi 17 minit jika 25N daya dikenakan ketika melakukan kerja membentuk corak. Perubahan masa akan berubah jika bahan dan daya yang dikenakan ketika proses membentuk diubah.

4.2 Analisa Kejuruteraan

Jadual 1: *Tork* yang diperlukan menggunakan daya beban kayu terhadap cakera padat.

Berat CD (g)	Berat CD (Kg)	Daya, $F=mg$ (N)	$T=Fr$ (Nm)	Pekali geseran, $\mu =Fr/Fn$
203	0.21	2	9.5	4.08
509	0.51	5	23.75	10.19
713	0.71	7	33.25	14.27
1019	1.02	10	47.5	20.39

Analisis dijalankan untuk membuktikan penemuan berdasarkan data tork, pekali geseran pada beban dan pekali geseran pada kertas pasir. Dari keputusan analisis dalam Jadual 1, mini foundry sander ini mempunyai tork yang rendah iaitu antara 9.5-47.5. Rekabentuk ini boleh membantu menyelesaikan masalah mesin sediaada yang bermasalah membentuk corak dalam proses penuangan logam. Rekabentuk mini foundry sander adalah mudah digunakan, mudah dikawal, mudah dikendalikan, lebih cepat dan cekap, selamat digunakan kerana dapat mengelakkan kecederaan pada pengguna, rekabentuk ringkas dan mudah dikendalikan.

5. KESIMPULAN

Dari analisis dan dapatan kajian yang dijalankan, didapati bahawa rekabentuk alat baru ini boleh menyumbang kepada mengurangkan masa membentuk corak dalam proses penuangan logam lebur di dalam bengkel foundri. Dengan produk seperti rekabentuk mesin sander ini boleh mengatasi masalah kecederaan dan menambahbaik mesin untuk membuat corak sediaada. Rekabentuk ini menggunakan bekalan kuasa jenis arus ulangalik (AC) sebanyak 230V dan 8A. Motor juga mempunyai tork yang rendah dengan pusingan motor 7200 rpm. Daya yang diperlukan serendah 5N ketika proses membentuk serta pemilihan mata gosok kayu yang bersesuaian, ianya mampu menghasilkan permukaan corak yang rata, kemas, licin dan tepat. Mesin sander direkabentuk dan diuji untuk memenuhi objektif teknikal yang dikehendaki supaya bersesuaian dengan kerja kekemasan terhadap corak yang memerlukan faktor kekemasan dan ketepatan yang hendak dihasilkan. Mesin ini dilengkapi ciri keselamatan seperti *cut off* dan *over load*. Apabila mesin terlalu panas atau daya tekan berlebihan, mesin mendapat isyarat dan akan hentikan operasi. Hasil analisis mendapati hanya daya 5N dalam masa 22 minit diperlukan untuk menyiapkan corak di bengkel foundri. Secara keseluruhannya, mesin sander adalah mesin untuk memudahkan proses membuat corak di bengkel foundri serta menitikberatkan faktor keselamatan supaya pengguna tidak cedera, mempunyai rekabentuk ringkas dan mudah dikendalikan kerana saiznya yang kecil.

RUJUKAN

Aiza (2012) dari Malaysia dicapai pada <http://aizacross.blogspot.com/2012/05/pengenalan-pengenalan-kpd-mencanai-dgn.html>

Bruce J. Black, C. Eng, MIEE. (2004). *Workshop Process, Practices and Material*, Elsevier.

Han-Tae Seoa, Jin-Woo Choib (2015). Development of a Costing Model for Wooden Patterns of Casting Structures for Machine Tools: *J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng.* ISSN 2283-4846(Online) / ISSN 2233-6036

Mohd Taufiq (2016) dari Malaysia dicapai pada
<http://tangkapgambar.blogspot.my/2011/04/kemasan-dalam-kerja-kayu.html>

Maciej Sydor, OrcID, Radosław Mirski, Kinga Stuper-Szablewska OrcID and Tomasz Rogoziński (2021). Efficiency of Machine Sanding of Wood by 4OrcID *Appl. Sci.* 2021, 11(6), 2860; <https://doi.org/10.3390/app11062860>

Krishna Gopal Rampal, Mohamad Nizam Jemoin. (2006). *Garis Panduan bagi Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514)*. Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia Malaysia.

POLMAN CEPER, (2009). *Foundry Flow Process (Diagram Alir Pengecoran Logam)*. Foundry Engineering

Shelly, Joseph Atkinson, (2010). *Patternmaking: A treatise on the construction and application of patterns, including the use of woodworking tools, the art of joinery, wood turning, and various methods of building patterns and core-boxes of different types*. New York: Industrial Press

Sydor, M.; Mirski, R.; Stuper-Szablewska, K.; Rogoziński, T. (2021) Efficiency of Machine Sanding of Wood. *Appl. Sci.* 2021, 11, 2860. <https://doi.org/10.3390/app11062860>

Wikipedia. Pattern Casting
[https://en.wikipedia.org/wiki/Pattern_\(casting\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pattern_(casting))

Study The Effect Density, Water Absorption, Moisture Content and Bending Strength of Fiber Cement Board using Fly Ash and Coir Fiber

Nor Suhaili Mohamad Zin, Nursyima Nadiah Abu Bakar, Wan Nurhazirah Kamaruzaman & Noor Farahin Bain

Civil Engineering Department, Politeknik Sultan Idris Shah, 45100 Sg. Air Tawar, Selangor

norsuhaili@psis.edu.my

ABSTRACT

A cement board is a combination of cement and reinforcing fibres that are commonly used as a tile backing board. It can be used on the exterior of buildings as a base for exterior plaster systems and sometimes as the finish system itself. The purposes of this research are to identify the optimum ratio of fly ash and coir fiber in producing fiber cement board and to analyse the physical and mechanical characteristics of fiber cement board such as density, water absorption, moisture content and bending strength. The coir fibre and fly ash were mixed with cement and water to produce the cement board. The density, water absorption, moisture content and bending strength properties of cement board produced from the mixture of coir fibre with the different weight percentage of fly ash (0%, 10%, 30%, 50% and 70%) of fly ash were analysed. The results showed that the mixture of 50% of fly ash by weight with coir fibre is the optimum percentage which complies with the standard of cement board in term of density, water absorption, moisture content and bending strength. This study can help to portraits the new alternative in producing cement board with eco-friendly components, low costs and impacts towards the environment.

Keywords: Cement Board, Fly Ash, Coir Fibre

1. INTRODUCTION

Cement boards are made of cement and cellulose-containing fibers. A cement board is typically 600mm x 600mm in size. On tiles, cement boards are utilized to reinforce the support framework. Indeed, the function of cement board is to provide support for tile in locations where tile is typically utilized in exposed areas. It is critical to have support so that it does not get fungi-infested or crushed after prolonged exposure. Cement boards can be used on the floor or horizontally fixed on the wall, and they can be utilized in both exteriors and interiors, as well as fastened to both wood and steel studs. Furthermore, cement boards are manufactured in thin sheets in which the cement is polymerized to allow for curved surfaces. The cement board also adds resistance and strength to the surface of the wall rather than the gypsum board.

Cement is an extremely fine powdered material composed mostly of limestone, sand or clay, bauxite, and iron ore, but may also include shells, chalk, marl, shale, clay, blast furnace slag, and slate. Cements used in building are typically inorganic, with lime or calcium silicate as the basis. It can be classified as hydraulic or non-hydraulic. Cement with a strong alkaline nature and a high amount of heavy metals that can have an impact on the environment and organisms. According to prior plant research, the deposition of cement dust can impact the environment, such as plant vegetative development, lipid and ionic composition of tissues, and foliar temperature (Juan et. al., 2018).

As a result, researchers have played a part in resolving this issue by substituting these basic materials. Cement, for example, had been substituted by fly ash. Fly ash is an industrial waste created during the combustion of coal for electricity generation. It is regarded as a source of

contamination to the environment. A great deal of study has been conducted all around the world on the environmental issues posed by fly ash. Based on the current annual worldwide production of by-products it is estimated about 700 million tons or 70% is fly ash. Fly ash is commonly utilized in construction as a low-cost absorber of organic chemicals, light weight aggregate, road sub-base, mine backfill, flue gas and metals, and zeolite synthesis (M. Ahmaruzzaman et. al., 2010).

The use of fly ash has numerous advantages in the concrete industry, including reduced carbon dioxide emissions, reduced use of natural resources, low heat of hydration of cement, high performance, lower cost than conventional concrete, higher ultimate strength, improved workability, and reduced shrinkage.

Compared to Portland cement concrete mixtures, concrete incorporating fly ash pozzolana is denser, stronger, and more durable in the long run. In general, the inclusion of fly ash in concrete will improve various elements of the concrete's performance. As a result, one typical rationale for utilizing fly ash in concrete is to obtain the required compressive strength while using less cement. It has been discovered that fly ash has a high potential for application in industry, where it is a promising absorbent for the removal of different contaminants. When fly ash is chemically and physically activated, its absorption capacity may rise. The investigation also indicated that the carbon components in fly ash that are not flared have an essential role in their adsorption capability (M. Ahmaruzzaman et. al., 2010).

Coir fiber is a fiber derived from the outer shell (endocarp) or husk of a coconut. Furthermore, coir fiber has the potential for low heat conductivity. With its potential, it can lower heat when coconut fiber is used in building. This will result in lower utility bills (C. Asasutjarit et. al., 2005). Coconut fibers are classified into two types: brown fiber, which is derived from mature coconuts, and white fiber, which is extracted from young coconuts. Coconut fibers are strong and stiff, and they transfer heat poorly (C. Asasutjarit et al., 2005).

Therefore, this study will introduce that fly ash an alternative in reducing consumption of cement in making cement board. It may not have an impact on fly ash generated on a laboratory scale, but if it is used in industry, the use of this waste may make a profit from the disposal of fly ash. Fly ash can also be minimized as this waste can be turned into a valuable commodity.

3. METHODOLOGY

The purposes of this research are to identify the optimum ratio of fly ash and coir fiber in producing fiber cement board and to analyses the physical and mechanical characteristics of fiber cement board such as density, water absorption, moisture content and bending strength. The materials were collected for the study such as cement, fly ash, coir fibre and water. There are 5 different ratio of fly ash were produced. Sample 1 was the original standard cement board where it does not contain any fly ash. Sample 2 was 10% of fly ash. Sample 3 containing 30% of fly ash while sample 4 was containing 50% of fly ash and sample 5 only containing 70% of fly ash. The procedures were repeated and proceed with different ratios of fly ash. The fresh mixing was being poured into standard size of fibre cement board mould in size 300 mm length and 300 mm width. The samples were curing for 7 days for bending strength test and were compared to standard specification for bending strength and Method: BS 3921:1985 water absorption. The test was being held in Concrete Work Laboratory in Politeknik Sultan Idris Shah and JKR Sabak Bernam.

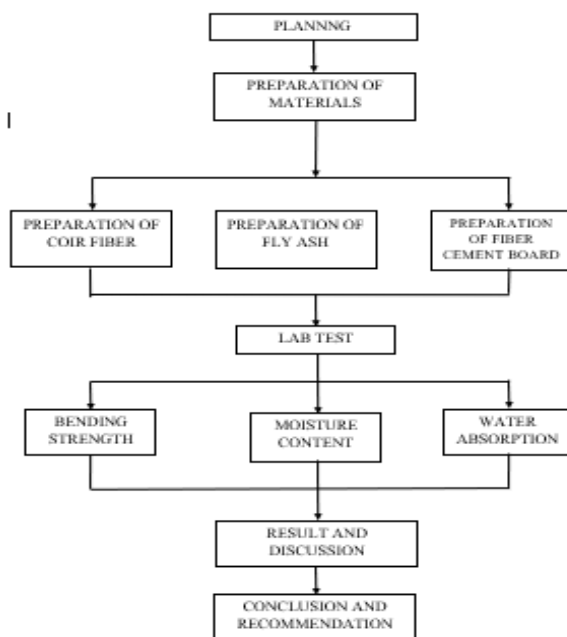


Figure 1: Schematic diagram of methodology research

4. RESULTS AND DISCUSSION

There are 5 different ratios of cement board samples were produced to be compared. Sample A contained 400 mL of water, while samples B to E contained 300 mL. All samples containing the same amount ratio of coir fiber which is 32 grams. Sample A does not contain any fly ash and using 100 % of cement and coir fiber. Sample B contain 10 % of fly ash and 90 % of cement followed by coir fiber. Sample C contain 30 % of fly ash and 70% of cement followed by coir fiber. Sample D contain 50 % of fly ash and 50 % of cement followed by coir fiber. Lastly, sample E contain 70 % of fly ash and 30 % of cement followed by coir fiber.

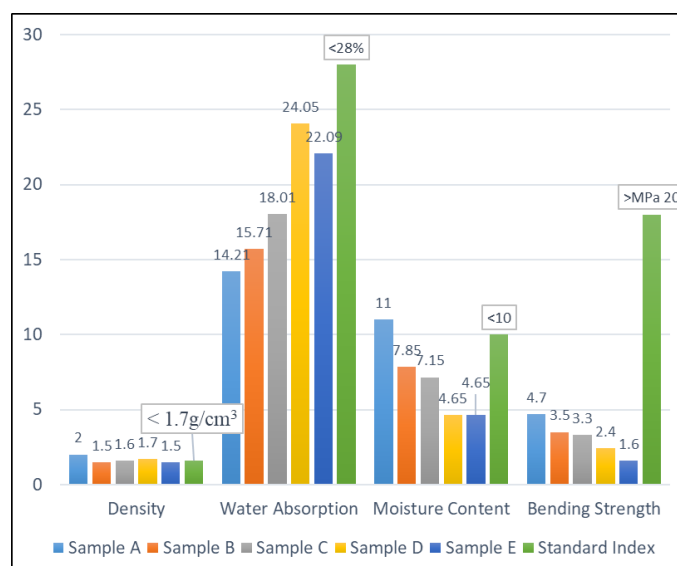


Figure 2: Comparison samples with standard index value.

The figure 2 shows the comparison between fiber cement board with the standard index of cement board provided. Sample D has been proved that it has been successfully reached the

optimum ratio in the fiber cement board production. Sample D contained 50% of fly ash and another 50% is cement component. Overall, sample D has achieved the standard of cement board specifications where the value of density is 1.7 g/cm^3 , 24.05 % of water absorption, 4.65% of moisture content and 2.4 MPa of its bending strength. Even though the bending strength curing periods only 7 days but the sample reached the best bending strength value.

The average data for sample D has shown better values because most of the tests reading have reached the range of standard specifications. This fiber cement board has been categorized as high density board since the reading of its density is 1.7 g/cm^3 .

The percentage of water absorption for sample D is highest among all the samples which is 24.05% of water absorption. This ratio has displayed the maximum water absorption value and described as the optimum water absorption value of the samples and at the same time it has been successfully met the standard of water absorption capacity needed which is 28%. Moreover, sample D has shown that the amount of its moisture content has proved that it has achieved the standard specifications which is still below 10%. It has achieved 4.65% of its moisture content. Generally, a lower moisture content capacity is preferred as fiber cement board has achieved its best specifications.

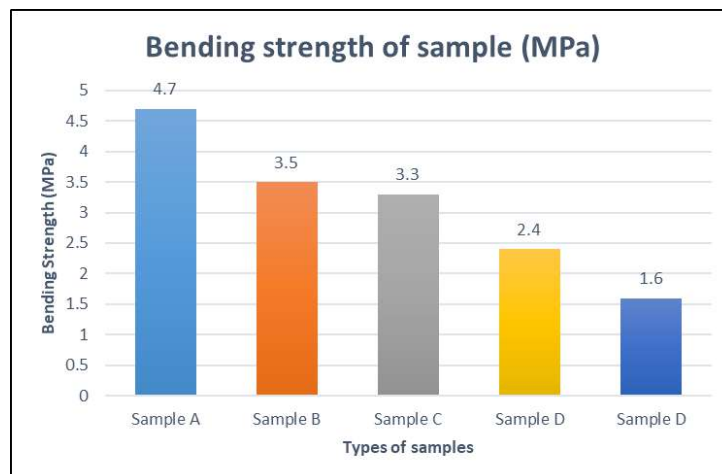


Figure 3: Bending Strength of Sample (MPa)

Figure 3 shown the best value of bending strength achieved is on sample D which is 2.4 MPa even the curing days are less than 28 days. The increase of fly ash content can affect the early strength of the samples because reduction does happen on early phase of strength compared to the later phase. This is expected due to the secondary hydration that pozzolanic action that takes place on the samples. In comparison with sample A, the strength starts with high value of strength due to its zero fly ash content. This has been proved that the fly ash does effect on the cement replacement content in cement board. It effects on the early phase strength of the fiber cement board mixture. The results for bending strength the result for 7 days bending strength still able to shows an acceptable value for the early phase of its bending strength value. Based on a study, it has been stated that the reduction is more at earlier ages as compared to later ages. It also stated that, the secondary hydration due to pozzolanic action is slower at initial stage for fly ash concrete. So, it is presumed that the value of bending strength will increase and still be able to meet the standard index when 28 days has been achieved and passed by.

5. CONCLUSION

This study shown that coir fiber and fly ash has a great potential to be utilized as an alternative way in producing cement board as mixture of 50% of fly ash by weight with coir fibre was found as optimum percentage. Both can be recovered and suitable as a substitution for cement board manufacturing to increase the optical properties of cement board along with lower cost for the manufacturing processes. Through this study, the examination of chemical composition analysis indicated that boiled and washed coir fiber have high lignin and cellulose. It also shown that, high amount of lignin and cellulose has a great potential to increase the strength of composites. Therefore, coir fiber can prove its ability as a reinforcement. The finding throughout this study has contribute into an eco-friendly production of cement board that is able to emits a lower pollution to the world by using wastes as an alternative to produce fiber cement board. Other than that, it also shown that it can reduced the usage of cement in industries by use the fly ash and coir beside it also can reduce cost of production, reduce air pollution and impacts negative to the environment.

REFERENCES

- Agamveer Singh, Jaspreet Singh, Shaurya Ajay (2018), Judul Artikel: Properties of Fiber Cement Boards for Building Partitions, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 10 (2018) pp. 8486-8489
- C.Asasutjarit, J. Hirunlabh, J. Khedari, M. Daguene, D. Quenard (2005), Judul Artikel: 10DBMC International Conference On Durability of Building Materials and Components LYON (France)
- Juan Manuel E. Drack, Diego P. Vazquez (2018), Judul Artikel: Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol 148, p.p 571-577
- Kadir Aeslina Abdul Kadir, Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah, Noor Amira Sarani (2016), Judul Artikel: The Utilization of Coconut Fibre into Fired Clay Brick
- M.Ahmaruzzaman (2010), Judul Artikel: A review on the utilization of fly ash. Issue 3, Pages 327-363.
- Ruth Sherly, S. Shantha Kumar (2018), Judul Artikel: Environmental, Water Resources & Transportation Engineering Division School of Mechanical and Building Sciences, VIT University, Vellore, Tamilnadu 632 014, India”

Pembudayaan *Reverse Logistics* bagi Pengurusan Sisa Organik di Kalangan Pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti

Zety Shakila Mohd Yusof¹, Merhayati Sipon² & Mohd Azian Husin @ Che Hamat³

¹Jabatan Perdagangan, Politeknik METRo Johor Bahru, Johor Bahru, Johor Darul Ta'zim

²Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Port Dickson, Port Dickson,
Negeri Sembilan Darul Khusus

³Unit Akademik, Kolej Komuniti Pasir Mas, Wakaf Bharu, Kelantan Darul Naim

ABSTRAK

Pengurusan sisa adalah pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah, kumbahan dan produk sisa lain. Ia merupakan proses merawat sisa pepejal dan menawarkan pelbagai penyelesaian bagi barangan kitar semula yang tidak termasuk sampah. Selain daripada itu, ia juga merupakan kaedah tentang bagaimana sisa boleh dikitar semula menjadi sebagai sumber yang berharga. Objektif bagi kajian ini adalah untuk mengenengahkan budaya *Reverse Logistics* secara praktikal di kalangan pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti, menguruskan pengendalian sisa organik yang melibatkan aktiviti seperti pengumpulan, pengasingan dan pengkomposan serta membina jaringan kerjasama dengan agensi luar yang berpotensi menjayakan pembudayaan *Reverse Logistics*. Metodologi kajian ini dibuat secara kualitatif menggunakan teknik pemerhatian proses pengurusan dan pengendalian kitar semula sisa organik. Seramai lima orang pelajar Politeknik METRo Johor Bahru (PMJB) yang dilantik sebagai ahli jawatankuasa Keselamatan dan Kebersihan bagi Program NBME (New Breed Marketing Entrepreneur) pada Januari 2019 dan tiga orang pelajar SLK 3A Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang pada Jun 2020 adalah responden bagi kajian ini. Hasil dapatan menunjukkan proses pembudayaan *Reverse Logistics* secara praktikal di kalangan pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti, tahap pengurusan pengendalian sisa organik yang melibatkan aktiviti seperti pengumpulan, pengasingan dan pengkomposan serta jaringan kerjasama dengan agensi luar yang berpotensi menjayakan pembudayaan *Reverse Logistics* di kedua-dua insitusi adalah pada tahap yang sederhana dan memerlukan kepada proses penambahbaikan secara berterusan.

Kata Kunci: Reverse Logistics; pengurusan sisa organik; pengendalian kitar semula;

1. PENGENALAN

Pengurusan sisa adalah pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah, kumbahan dan produk sisa lain (Khairul dan Sarah, 2021; Muhamad Azahar, 2013). Ia merupakan proses merawat sisa pepejal dan menawarkan pelbagai penyelesaian bagi barangan kitar semula yang tidak termasuk sampah. Selain daripada itu, ia juga merupakan kaedah tentang bagaimana sisa boleh dikitar semula menjadi sebagai sumber yang berharga (Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam, 2007).

Reverse Logistics adalah operasi yang berkaitan dengan penggunaan semula produk dan bahan. Ia melibatkan satu set tindakan, prosedur dan kaedah yang digunakan untuk membolehkan pengumpulan dan pengembalian sisa organik. Instrumen ini bertujuan untuk menggunakan semula sisa dengan aktiviti nilai tambah terhadap sisa tersebut hingga menjadikan ianya bermanfaat.

Menurut kajian, budaya *Reverse Logistics* telah banyak dipraktikkan dalam industri elektrik dan elektronik, pakaian, pembuatan serta lain-lain. Namun, kajian mengenai budaya *Reverse Logistics* dalam industri makanan serta minuman secara runcit di Malaysia adalah terhad. Oleh

itu, pengeluar atau pengusaha makanan dan minuman di Malaysia harus menyedari kepentingan budaya *Reverse Logistics* yang perlu dipraktikkan dalam pengoperasian perniagaan (Noor Irdiana et al.,2016).

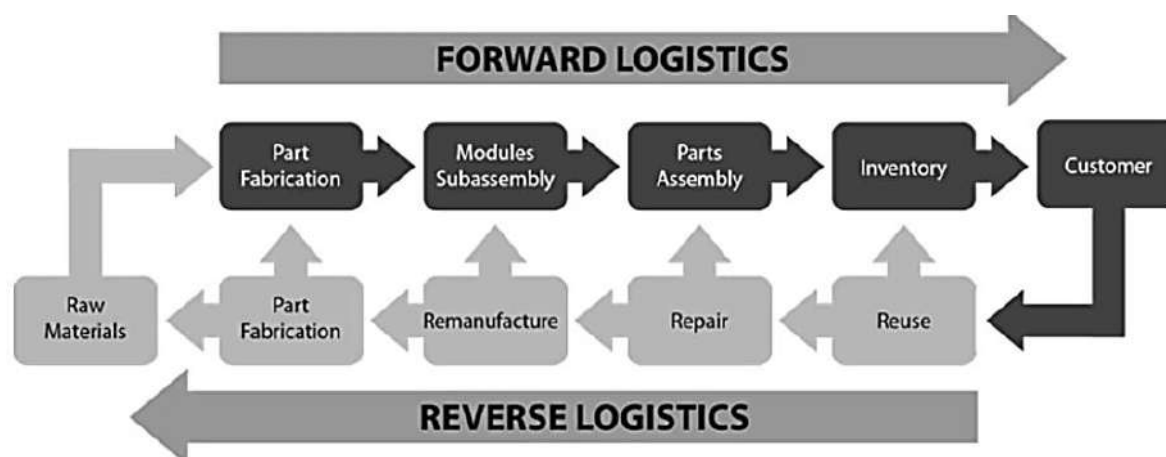
Objektif bagi penyelidikan kajian adalah;

- mengenengahkan budaya *Reverse Logistics* secara praktikal di kalangan pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti selepas mengendalikan pelbagai program seperti aktiviti keusahawanan, pembudayaan pengurusan Hijau dan lain-lain.
- menguruskan pengendalian sisa organik yang melibatkan aktiviti seperti pengumpulan, pengasingan dan pengkomposan yang lebih lestari dan mesra alam.
- membina jaringan kerjasama dengan agensi luar yang berpotensi menjayakan pembudayaan *Reverse Logistics*.

2. LITERATUR

Reverse Logistics boleh didefinisikan sebagai pergerakan produk atau bahan yang berlaku pada arah bertentangan dalam saluran rantaian bekalan bagi tujuan nilai tambah semula atau membuat pelupusan dengan kaedah yang betul (Nik Abdullah dan Yaakub, 2015). Ia merangkumi pemprosesan barang yang dikembalikan atas beberapa faktor seperti kerosakan, lebihan, inventori bermusim dan lain-lain yang diterima daripada peruncit atau pengguna akhir.

Aktiviti *Reverse Logistics* bermula apabila pembeli atau pengguna akhir membuat pengesahan mengenai produk serta bahan yang dibeli telah sampai tarikh luput, rosak dan telah menjadi lebihan sisa yang perlu dikembalikan kepada penjual atau diuruskan untuk kitar semula (Rogers dan Tibben-Lembke, 1999, ms.2). Produk atau bahan yang ditolak boleh dikembalikan kepada penjual, dijual semula dengan diskaun yang tinggi serta didermakan untuk tujuan amal.



Rajah 1: Carta Alir Pelaksanaan *Reverse Logistics*

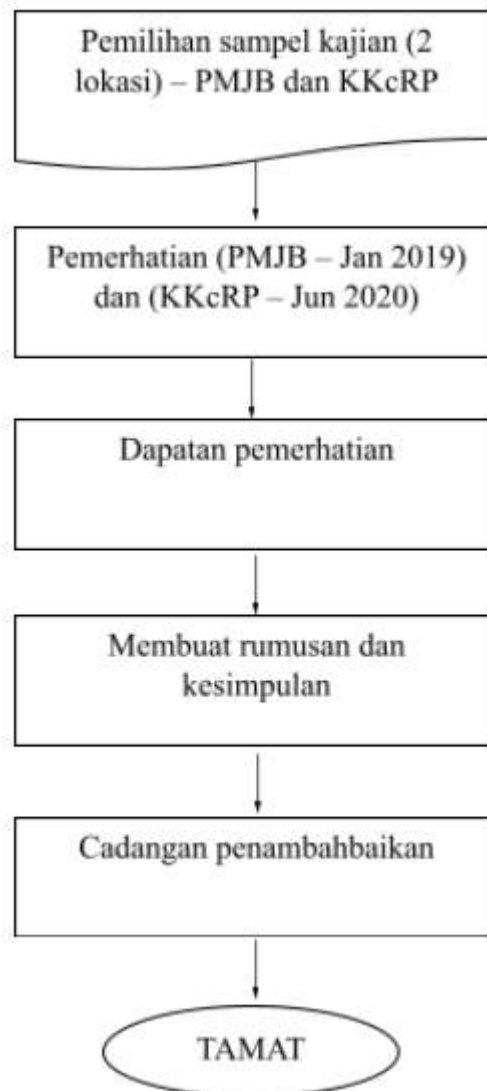
Sumber: <https://www.c3controls.com/white-paper/what-is-reverse-logistics/>

Pemprosesan semula produk atau bahan yang dikembalikan boleh memberikan keuntungan kepada sesebuah syarikat (P. de Brito, Dekker dan D.P. Flapper, 2003). Dalam sesetengah kes, penggunaan produk kitar semula boleh menjadi bahan mentah yang murah berbanding pengeluaran barang baru. Menurut Akdogan dan Coskun (2012), aktiviti *Reverse Logistics* menjadi pilihan yang dapat membawa faedah ekonomi secara langsung seperti mengurangkan kos bahan mentah, menambah nilai melalui penjualan semula dan lain-lain.

3. METODOLOGI

Penyelidikan kajian dibuat secara kualitatif yang melalui pemerhatian proses pengurusan dan pengendalian kitar semula sisa organik. Seramai lima orang pelajar Politeknik METrO Johor Bahru (PMJB) yang dilantik sebagai ahli jawatankuasa Keselamatan dan Kebersihan bagi Program NBME (New Breed Marketing Entrepreneur) dan tiga orang pelajar SLK 3A Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang adalah responden bagi kajian ini.

Tempoh kajian dilakukan berdasarkan program keusahawanan yang diadakan di PMJB pada Januari 2019 dan aktiviti pembudayaan pengurusan Hijau di KKcRP pada Jun 2020. Tempat pengkomposan yang terlibat dalam pengurusan sisa organik ini adalah di Petrosains Playsmart Johor Bahru dan kawasan belakang Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang.



Rajah 2: Carta Alir Metodologi Kajian




4. HASIL DAPATAN

Berdasarkan kepada pemerhatian, perbandingan amalan *Reverse Logistics* bagi pengurusan sisa organik di Politeknik METrO Johor Bahru dan Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang telah dapat dibuat dan diringkaskan seperti di 4.1 dan 4.2.

4.1 Program MYAGROSIS New Breed Marketing Entrepreneur (NBME) @ Politeknik METrO Johor Bahru (PMJB)

Aktiviti *Reverse Logistics* ini dilaksanakan selepas Pelancaran MYAGROSIS NBME peringkat Negeri Johor dibuat di Politeknik METrO Johor Bahru. Program NBME adalah salah satu program keusahawanan yang didedahkan kepada pelajar PMJB bagi penglibatan dalam bidang pemasaran dan industri asas tani secara online yang diwujudkan oleh MOA dan Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA) melalui portal Agrobazaar Online (ABO).

Progress aktiviti *Reverse Logistics* yang telah dijalankan adalah seperti dibawah:


No.	Aktiviti	Lampiran Gambar
1.	Sesi perkongsian ilmu mengenai pengkomposan sisa organik oleh pelatih Petrosains Playsmart Johor Bahru.	
2.	Proses pengumpulan sampah selepas Program NBME.	
3.	Proses penghantaran sampah melalui trak pengangkut oleh Syarikat Pengangkutan Tahang Sdn. Bhd. dari PMJB.	




4.	Penerimaan sampah di Petrosains PlaySmart Johor Bahru	
5.	Aktiviti pengkomposan sisa organik yang dilakukan oleh petugas Petrosains PlaySmart Johor Bahru	 <p>Sisa organik yang berjaya diasingkan untuk dijadikan baja kompos</p> <p>Rumput kering sebagai sumber karbon yang dicampurkan dengan sisa organik</p> <p>Alat kompos di Petrosains PlaySmart Johor</p> <p>Jambul nenas ditanam semula</p>



4.2 Pembudayaan Pengurusan Hijau @ Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang

Aktiviti *Reverse Logistics* yang telah dibuat adalah salah satu usaha yang menjayakan pembudayaan pengurusan hijau di Kolej Komuniti Cawangan Rantau Panjang.

Progress aktiviti tersebut adalah seperti dibawah:

No.	Aktiviti	Lampiran Gambar
1.	Sesi perkongsian ilmu secara atas talian mengenai pengkomposan sisa organik oleh pelatih Petrosains Playsmart Johor Bahru.	

2.	Proses pembuatan peralatan kompos yang dilakukan oleh penduduk sekitar kawasan Rantau Panjang.	
3.	Persediaan peralatan untuk aktiviti pengedaran dan pengumpulan bekas beserta sisa-sisa organik.	
4.	Aktiviti pengasingan dan penimbangan sisa-sisa organik yang boleh dikompos.	

5.	Aktiviti pengkomposan yang dilakukan oleh pelajar KKcRP bermula.	
6.	Hari ke-3 aktiviti pengkomposan dijalankan. Suhu pada hari ke-3 mencecah 32.5°C. Suhu untuk mendapatkan kualiti kompos organik yang baik ialah 40 °C.	

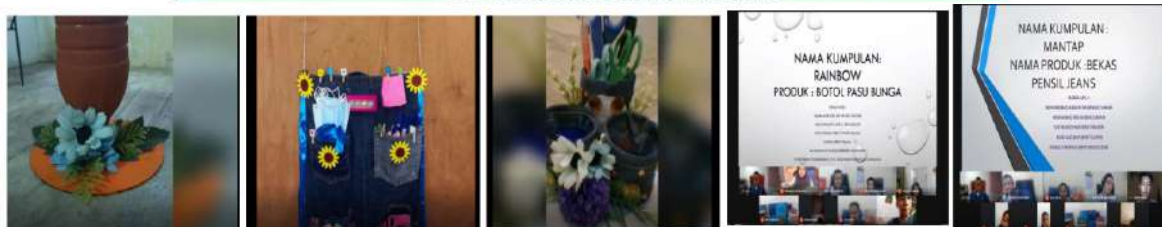
5. PERBINCANGAN

Perbincangan kajian melalui pemerhatian yang telah dibuat dan dirumuskan seperti berikut.

- a. Untuk mengenengahkan budaya *Reverse Logistics* secara praktikal di kalangan pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti selepas mengendalikan pelbagai program seperti aktiviti keusahawanan, pembudayaan pengurusan hijau dan lain-lain.

Hasil pemerhatian keseluruhan menunjukkan bahawa proses pembudayaan *Reverse Logistics* di kedua-dua insitusi dapat diketengahkan secara praktikal di dalam kelas bagi memenuhi kursus SLK1053 (Asas Pengurusan Logistik), MPU1222 (Keusahawanan), MPU1231 (Kemahiran Insaniah) dan MPU1411 (Pengurusan Kelab) di kalangan pelajar KKcRP dan kursus DUG 30023 (Green Technology Compliance) di kalangan pelajar PMJB.

Melalui sokongan pihak pengurusan satu Pertandingan Inovasi dan Rekacipta pelajar KKcRP yang berasaskan bahan terbuang dan kitar semula telah dianjurkan pada 25-30 Oktober 2020. Aktiviti ini berusaha untuk membentuk sahsiah pelajar ke arah membudayakan kitar semula dalam kalangan pelajar. Sejumlah lima produk inovasi telah dapat dihasilkan berasaskan bahan kitar semula.



Rajah 3: Pertandingan Inovasi dan Rekapipta pelajar KKcRP

- b. Untuk menguruskan pengendalian sisa organik yang melibatkan aktiviti seperti pengumpulan, pengasingan dan pengkomposan yang lebih lestari dan mesra alam.

Hasil pemerhatian juga menunjukkan bahawa pengurusan pengendalian sisa organik bagi institusi KKcRP telah dapat dilaksanakan melalui perancangan daripada Unit EKSA. Ianya dilakukan secara berperingkat yang bertujuan untuk membudayakan aktiviti *Reverse Logistics* sebagai salah satu usaha ke arah kelestarian mampan.



Rajah 4: Sudut EKSA di KKcRP

- c. Untuk mempelbagaikan jaringan kerjasama antara agensi luar yang berpotensi menjayakan pembudayaan *Reverse Logistics*.

Hasil pemerhatian menunjukkan bahawa jaringan kerjasama antara agensi luar dapat dilaksanakan dimana kedua-dua institusi sama ada KKcRP dan PMJB banyak melibatkan pihak luar dan komuniti dalam menjayakan aktiviti *Reverse Logistics* ini.

Kerjasama antara PMJB dan agensi luar seperti Petrosains Playsmart Johor Bahru (penerimaan sisa organik) dan Syarikat Tahang Sdn. Bhd. (perkhidmatan trak pengangkut sisa organik) serta

kerjasama antara KKcRP dan komuniti Rantau Panjang (pembinaan tong kompos) telah dapat dilaksanakan melalui pembudayaan *Reverse Logistics* pada Januari 2019 dan Jun 2020.

6. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahawa pelaksanaan aktiviti pembudayaan *Reverse Logistics* untuk kedua-dua institusi adalah berada pada tahap sederhana dan memerlukan kepada perancangan, pembudayaan serta proses penambahbaikan yang berterusan. Kelly.W, 2011 menyatakan bahawa memaksimumkan keuntungan adalah matlamat utama bagi semua syarikat tanpa mengira produk atau perkhidmatan yang ditawarkan. Justeru, strategi *Reverse Logistics* serta perancangan dan penjadualan berkala boleh dianalisa dan diteliti semula bagi memastikan objektif *Reverse Logistics* tercapai dan menjadi amalan warga PMJB dan KKcRP.

Selain dari itu, antara cadangan yang boleh dilaksanakan adalah setiap institusi mendapat sokongan dan kerjasama pengurusan dari aspek kewangan untuk menampung kos-kos seperti sewaan pengendalian pengangkutan, pengendalian peralatan dan mesin yang sesuai bagi pelaksanaan *Reverse Logistics*. Hasil pengeluaran aktiviti *Reverse Logistics* yang telah dilaksanakan terutama yang berkaitan penghasilan baja kompos dari sisa organik, berupaya menjana pendapatan kepada institusi dengan memasarkan baja kompos tersebut kepada pelanggan sasaran. Kerjasama serta bimbingan berterusan dari agensi seperti RISDA, FAMA dan koperasi-koperasi peladang serta golongan petani sendiri perlu dipupuk bagi kelestarian program *Reverse Logistics* serta pembudayaan amalan tersebut di kalangan warga serta komuniti setempat.

Produk baja kompos dari sisa organik ini juga boleh menyokong aktiviti keusahawanan bagi kedua-dua institusi dengan melihat kepada prospek pasaran. Pelajar-pelajar dapat melibatkan diri serta berpeluang membangunkan BMC (*Business Model Canvas*) berasaskan produk tersebut sehinggalah produk berjaya dipasarkan.

RUJUKAN

- Akdogan M. Sukru and Coskun Aysen. (2012). Drivers of Reverse Logistics Activities: An Empirical Investigation. 8 th International Strategic Management Conference.
- Kelly Weeks. (2011). Reverse Logistics Strategies as a Means to Improve Profitability. International Logistics and Globalization Vol.3 No.1.
- Khairul Baharudin and Sarah Aziz (2021). Menganjak ke Satu Pengurusan Sisa Pepejal Secara Lestari di Kampus UKM Bangi, Selangor: Pertimbangan Awal. Jurnal Personalia Pelajar 23(2):155-164.
- Marisa P. de Brito, Rommert Dekker dan Simme D.P. Flapper. (2003). Reverse Logistics – a review of case studies. Econometric Institute. Capaian melalui atas talian di https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-17020-1_13
- Muhamad Azahar Bin Abas (2013). Pelupusan Sisa Pepejal: Kajian Sistem Kitar Semula Satu Aliran di Pusat Pengajian Sains Matematik dan Sains Komputer (Bangunan G31), Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang. Tesis Pengurusan Sisa Pepejal, Academia.

- Nik Abdullah Nik Ab Halim and Yaakub Sabariah. (2015). The Pressure for Reverse Logistics Adoption among Manufacturers in Malaysia. *Asian Journal of Business Accounting* 8(1). Pp 151-177.
- Noor Irdiana Binti Ngadiman, Mehdi Moeinaddini, Jamilahtun Binti Ghazali and Nur Fathin Binti Roslan. (2016). Reverse Logistics in Food Industries: A Case Study in Malaysia. *International Journal Supply Chain Management*. Vol. 5, No. 3, September 2016.
- Reddy Dhananjaya. (2013). A Study on Reverse Logistics. Msc Thesis Work in Product and Process Development Production and Logistics. Malardalens Hogskola, Sweden.
- Rogers, Dale S. dan Ronald S. Tibben-Lemke (1999). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, Pittsburgh, PA: RLEC Press, ms. 2.
- Akta 672: Akta Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam, 2007. Dicapai melalui atas talian di jpsn.kpkt.gov.my/index.php/pages/view/106.
- c3controls. What is reverse logistics? Capaian melalui atas talian di <https://www.c3controls.com/white-paper/what-is-reverse-logistics/>

Penghasilan Gula Penurun daripada Pelbagai Jenis Sisa Kertas Menggunakan Proses Hidrolisis Enzim

Siti Nurul Hana Ramli & Azzah Syahmina binti Azman

Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

sitinurulhana@psis.edu.my

ABSTRAK

Sisa kertas merupakan salah satu komposisi utama sisa dari isi rumah dan penyumbang masalah sisa pepejal di Malaysia. Selain menggunakan sisa kertas sebagai bahan kitar semula, sisa kertas juga dapat menjadi pilihan alternatif dalam penghasilan bioetanol. Ini kerana sisa kertas mudah untuk didapati, kos bahan yang rendah, mempunyai potensi yang lebih tinggi untuk penggantian bahan bakar fosil dan juga memberi kesan positif kepada persekitaran seperti pengurangan pelepasan gas rumah hijau. Objektif utama kajian ini adalah untuk menentukan kepekatan gula penurun dalam pelbagai jenis sisa kertas menggunakan proses hidrolisis enzim dan membandingkan kepekatan gula penurun bagi pelbagai jenis sisa kertas dalam keadaan yang sama. Pra-rawatan dilakukan dengan menggunakan kepekatan asid sulfurik 1.5 peratus pada suhu 100 darjah celsius dalam 45 minit. Enzim glukamilase telah ditambahkan dalam proses hidrolisis dan gula penurun akan dilepaskan. Dari hasil kajian, data menunjukkan sisa kotak mempunyai pengurangan kepekatan gula yang paling tinggi iaitu 0.332 peratus, berbanding sisa kertas hitam putih sebanyak 0.301 peratus dan sisa kertas campuran warna dengan penurunan kepekatan gula sebanyak 0.298 peratus. Hasil kajian ini menunjukkan sisa kertas mempunyai potensi sebagai bahan untuk penghasilan bioetanol.

Kata Kunci: sisa kertas, hidrolisis enzim, gula penurun, bioetanol

1. PENGENALAN

Permintaan yang tinggi kepada penghasilan bioetanol adalah kerana ia merupakan bahan tenaga yang boleh diperbaharui dan tenaga yang berterusan. Bioetanol telah menjadi salah satu sumber alternatif yang digunakan sebagai pengganti kepada bahan bakar petroleum. Bioetanol dihasilkan melalui proses penapaian dari pelbagai bahan mentah. Terdapat dua jenis bahan mentah. Pertama adalah bahan mentah utama, seperti tebu dan jagung. Kedua adalah bahan mentah sekunder iaitu lignoselulosa seperti batang kelapa sawit, sisa kayu, dan sisa kulit pisang serta sekam padi.

Penghasilan bioetanol dunia meningkat dari 50 juta meter persegi pada tahun 2007 kepada 100 juta meter persegi pada tahun 2012. Brazil dan Amerika Syarikat merupakan dua negara yang menyumbang hampir 80 peratus penghasilan bioetanol yang dihasilkan daripada jagung dan tebu. Penghasilan bioetanol menggunakan tanaman seperti jagung dan tebu telah menjadi satu isu kepada kekurangan sumber bahan mentah bagi penghasilan makanan dan penggunaan tanah yang luas bagi penghasilan pengeluaran secara besar-besaran. (Lim et al., 2012). Demi mengatasi masalah ini, pelbagai kajian telah dijalankan bagi mencari sumber alternatif bagi menggantikan jagung dan tebu dalam penghasilan bioetanol. Salah satunya adalah penghasilan bioetanol daripada sisa kertas.

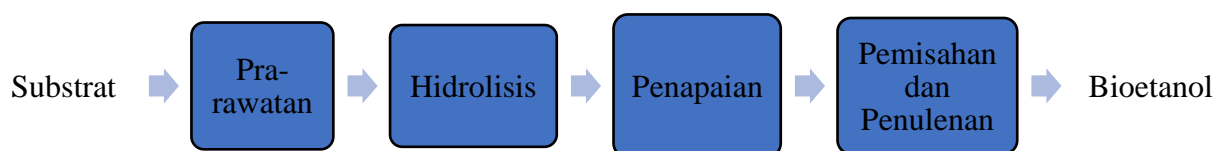
Pada tahun 2012, di laporkan 9 peratus daripada sisa pepejal di rumah adalah sisa kertas. Pada tahun 2017, sebanyak 139.6 juta tan sisa pepejal telah dilupuskan dan 13 peratus daripadanya adalah sisa kertas dan karton. Hasil penyelidikan bioteknologi kini mendapati bahawa sisa kertas bukan sahaja boleh dijadikan bahan kitar semula tetapi ia juga berpotensi bertindak

sebagai substrat murah yang mampu menghasilkan gula penurun apabila melalui proses hidrolisis enzim. (Saini et al., 2020)

Gula penurun umumnya terdiri daripada gabungan xilosa, arabinaso, glukosa, galaktosa, fruktosa dan mannose. Gabungan ini dapat bertindak sebagai sumber karbon dan boleh diformulasikan sebagai medium dalam proses penapaian. Seterusnya menghasilkan bahan-bahan bernilai seperti bahan perisa makanan, bahan pewarna, bahan bakar bioetanol dan biojisim sel (Sun & Cheng, 2002; Hendriks & Zeeman, 2009). Justeru itu dalam kajian ini, objektif utama yang akan dilihat adalah mengkaji kepekatan bagi penghasilan gula penurun oleh tiga jenis sisa kertas yang berbeza dengan melalui proses hidrolisis enzim.

2. ULASAN LITERATUR

Pelbagai kajian telah dibuat bagi menunjukkan bahawa sisa kertas mampu menghasilkan gula penurun dan seterusnya digunakan bagi penghasilan bioetanol. Kos bahan mentah yang rendah, mudah dan cepat menjadi antara faktor perkembangan penggunaan bioetanol sebagai bahan api alternatif dalam industri automotif. Terdapat empat langkah utama bagi proses penukaran bahan substrat menjadi bioetanol. Langkah pertama adalah pra-rawatan, yang diikuti dengan hidrolisis dan penapaian, akhirnya, pemisahan dan penulenan produk. Rajah 1 menunjukkan proses yang perlu dilalui untuk penghasilan bioetanol. (Kazi et al., 2010).



Rajah 1: Proses penukaran substrat kepada bioetanol

Kajian yang telah dibuat oleh Byadgi dan Kalburgi (2016), mendapati sisa surat khabar dapat digunakan bagi penghasilan bioetanol. Dalam kajian ini, bakteria *CytophagaHuchnosonni* telah digunakan bagi meningkatkan penghasilan gula penurun semasa proses hidrolisis. Bakteria digunakan bagi menguraikan penukaran selulosa kepada gula penurun untuk digunakan dalam penghasilan bioetanol. Melalui kajian ini juga, didapati kadar optimum yang di perlukan bagi proses pra-rawatan pada adalah pada 1.5% kepekatan asid sulfurik pada suhu 121°C dan mengambil masa selama 45 minit.

Guerfali et al., (2014) telah menjalankan kajian penghasilan bioetanol menggunakan dua jenis sisa kertas iaitu sisa surat khabar dan sisa kertas pejabat dengan menggunakan proses hidrolisis enzim. Dalam kajian ini gula penurun yang dihasilkan telah ditukarkan kepada bioetanol (0.38 g etanol g⁻¹ gula) dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae CTM-30101*. Hidrolisis enzim memerlukan suhu dan pH yang rendah iaitu, 50-60 ° C dan pH 4.5–5.5. Justeru itu, proses ini tidak memerlukan tenaga yang tinggi dan dapat menghasilkan peratus gula penurun yang tinggi, 80-95%, serta tidak mempunyai kesan buruk terhadap alam sekitar. (Branco et al., 2018).

Penghasilan bioetanol dari pelbagai sisa adalah strategi untuk memenuhi sebahagian daripada permintaan bahan api pengangkutan dan juga menyumbang kepada pengurusan sisa pepejal yang mampan. Sisa kertas seperti surat khabar, kertas pejabat, majalah dan kadbod mengandungi kandungan karbohidrat 50% - 70% adalah bahan mentah yang berpotensi untuk pengeluaran bioetanol. Wang et al., 2012 telah menjalankan kajian penghasilan bioetanol

menggunakan pelbagai sisa kertas. Kajian ini menunjukkan bahawa pengeluaran bioetanol dari sisa kertas adalah boleh dilaksanakan dan menguntungkan dari sudut teknikal dan ekonomi.

3. METODOLOGI

Tiga jenis sisa kertas iaitu, sisa kotak, sisa kertas hitam putih, sisa kertas berwarna telah dikumpulkan untuk dijadikan substrat bagi penghasilan gula penurunan. Substrat dikumpulkan dalam keadaan bebas debu dan kulat. Seterusnya substrat akan dijadikan kepada saiz yang kecil dan dikeringkan dengan menggunakan ketuhar untuk beberapa jam sebelum disimpan di dalam plastik kedap udara.

Substrat seterusnya menjalani proses pra-rawatan yang optimum. Proses ini dilakukan dengan menggunakan 1gm substrat yang ditambahkan dengan 10 ml asid sulfurik cair dengan nisbah 1:10. Parameter bagi mendapatkan proses pra-rawatan yang optimum telah ditentukan pada kepekatan asid sulfurik 1.5% pada suhu 100°C dan selama 45 minit.

Substrat seterusnya menjalani proses hidrolisis dengan menggunakan enzim glukoamilase. Sebanyak 10g substrat yang telah menjalani proses pra-rawatan telah dicampurkan bersama 190 ml air suling dan dibiarkan selama 10 minit. 2ml glukoamilase telah dimasukkan ke dalam campuran substrat. Ia kemudian dipanaskan bagi mencapai suhu tetap antara 50 °C - 55 °C selama 3 jam. Gula maksimum dibebaskan dalam tempoh ini. Setelah 3 jam selesai, campuran kemudian dipindahkan ke dalam bikar dan ditutup dengan parafilm. Kemudian dibiarkan di dalam peti sejuk selama 24 jam.

Setelah 24 jam, campuran substrat akan di saring menggunakan penapis bersaiz normal bagi memisahkan mendapan dan substrat. Kemudian, ia disaring sekali lagi dengan menggunakan kertas turas untuk memisahkan substrat yang lebih halus. 60g substrat yang ditapis kemudian dituangkan ke dalam bekas dan dilabelkan. Bekas ditutup rapat untuk mengelakkan kebocoran dan dikemas dengan baik. Substrat di analisis bagi mengetahui jumlah kepekatan gula penurunan.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Dalam kajian ini, 60g substrat bagi setiap jenis sisa kertas telah dihantar untuk menjalani analisa kepekatan gula penurunan. Analisa telah dijalankan menggunakan peralatan AOAC 968.28 Edisi 17 untuk menganalisis penurunan berat gula per kepekatan berat (% W / W) untuk setiap substrat. Ketiga-tiga substrat telah menjalani proses penghasilan gula penurunan dibawah persekitaran terkawal yang sama seperti yang dinyatakan dalam jadual 1.

Jadual 1: Parameter untuk menghasilkan persekitaran terkawal

Parameter	Prosedur
Kepekatan asid sulfurik (H ₂ SO ₄)	Kepekatan optimum : 1.5 %
Suhu (°C)	Proses pra-rawatan: 100°C Penyediaan enzim: 30°C Proses hidrolisis : 50°C – 55°C
pH	Hidrolisis: 7.0 Penyediaan substrat untuk proses hidrolisis : 4.0 – 5.0

Masa	Masa optima bagi proses pra-rawatan :45 minit Penyediaan enzim: 10 minit Proses hidrolisis : 3 jam
------	--

Jadual 2 menunjukkan peratus kepekatan gula penurun yang dihasilkan bagi setiap jenis sisa kertas. Sisa kotak telah menghasilkan kandungan kepekatan gula penurun yang tinggi berbanding sisa kertas hitam putih dan sisa kertas campuran warna.

Jadual 2: Peratus kepekatan gula penurun yang dihasilkan oleh sisa kertas

Jenis Sisa Kertas	Kepekatan gula penurun (g)	Kepekatan gula penurun (%W/W)
sisa kertas hitam putih	0.18060	0.301
sisa kertas campuran warna	0.17880	0.298
sisa kotak	0.19920	0.332



Rajah 2: Perbandingan peratus kepekatan gula penurun

Rajah 2 di atas menunjukkan perbandingan peratus kepekatan gula penurun yang dihasilkan oleh ketiga-tiga jenis sisa kertas. Sisa kotak telah menghasilkan kandungan gula yang lebih tinggi iaitu 0.332% berbanding sisa kertas hitam putih 0.301% dan sisa kertas campuran berwarna 0.298%. Ini menunjukkan bahawa sisa kertas mempunyai potensi sebagai substrat dalam penghasilan bioetanol. Untuk meningkatkan kadar penghasilan bioetanol adalah disarankan untuk menjalankan proses hidrolisis dengan menggunakan masa penderaman yang lebih lama. Ini adalah kerana, hidrolisis menggunakan enzim memerlukan masa yang lama untuk memastikan enzim yang digunakan bertindakbalas dengan substrat bagi penghasilan gula penurun yang optimum. (Kamzon et al., 2016). Proses hidrolisis enzim merupakan proses kritikal dalam penghasilan gula penurun, banyak faktor yang perlu dititikberatkan seperti kadar penggunaan enzim, masa hidrolisis, kepekatan substrat serta kandungan lignin dan hemiselulosa. (Guerfali et al., 2014)

5. KESIMPULAN

Permintaan kepada bioetanol yang semakin meningkat menyebabkan banyak kajian dijalankan bagi mendapatkan kaedah yang optimum dalam penghasilan bioetanol. Dalam kajian ini, sisa kotak, sisa kertas campuran berwarna dan sisa kertas hitam putih berpotensi menghasilkan gula penurun bagi penghasilan bioetanol. Setiap substrat mempunyai kepekatan gula penurun yang berbeza. Sisa kotak menghasilkan kepekatan gula penurun yang paling tinggi diikuti dengan sisa kertas hitam putih dan sisa kertas warna campuran. Dengan menggunakan proses hidrolisis enzim, ia dapat menentukan kepekatan gula penurun bagi setiap jenis sisa kertas. Penghasilan gula penurun dari sisa kertas boleh menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan pengeluaran bioetanol tanpa menyebabkan masalah pada penghasilan bekalan makanan atau kehilangan ekosistem asli. Kajian ini hanya tertumpu kepada penghasilan gula penurun, kajian yang lebih mendalam boleh dijalankan bagi mengetahui kadar penghasilan bioetanol yang dihasilkan oleh sisa kertas yang berbeza.

RUJUKAN

- Ali, M. N. (2011). Production of bioetanol fuel from renewable agrobased cellulosic wastes and waste news papers. *Int. J. Engineering Sci. & Techn.*, 3(2), 884–893.
- Branco, R. H. R., Serafim, L. S., & Xavier, A. M. R. B. (2019). Second generation bioetanol production: On the use of pulp and paper industry wastes as feedstock. *Fermentation*, 5(1), 1–30. <https://doi.org/10.3390/fermentation5010004>
- Byadgi, S. A., & Kalburgi, P. B. (2016). Production of Bioetanol from Waste Newspaper. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.040>
- Guerfali, M., Saidi, A., Gargouri, A., & Belghith, H. (2015). Enhanced enzymatic hydrolysis of waste paper for ethanol production using separate saccharification and fermentation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 175(1), 25–42. <https://doi.org/10.1007/s12010-014-1243-1>
- Hendriks, A. T. W. M., & Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 100(1), 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.05.027>
- Kamzon, M. A., Abderafi, S., & Bounahmidi, T. (2016). Promising bioetanol processes for developing a biorefinery in the Moroccan sugar industry. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(45), 20880–20896. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.035>
- Kazi, F. K., Fortman, J. A., Anex, R. P., Hsu, D. D., Aden, A., Dutta, A., & Kothandaraman, G. (2010). Techno-economic comparison of process technologies for biochemical ethanol production from corn stover. *Fuel*, 89(SUPPL. 1), S20–S28. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.01.001>
- Lim, S. H., Ibrahim, D., & Che Omar, I. (2012). Oil Palm Frond for the Production of Bioetanol. *International Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(1), 7–11.

- Saini, S., Chutani, P., Kumar, P., & Sharma, K. K. (2020). Development of an eco-friendly deinking process for the production of bioethanol using diverse hazardous paper wastes. *Renewable Energy*, 146, 2362–2373. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.087>
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Wang, L., Sharifzadeh, M., Templer, R., & Murphy, R. J. (2012). Technology performance and economic feasibility of bioethanol production from various waste papers. *Energy and Environmental Science*, 5(2), 5717–5730. <https://doi.org/10.1039/c2ee02935a>

Renewable Utilization of Polyethylene Terephthalate (Pet) Waste for Preparation of Carbonaceous Adsorbent

Siti Arinah Binti Sanat, Kong Man Hong & Ishwaran A/L Govindasamy

Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

arinah_sanat@psis.edu.my

ABSTRACT

Efficient waste management has become a major concern throughout the world in both the developed and developing countries. The plastic is high generated among the waste and not easily decompose. In these studies, we will use the Polyethylene Terephthalate (PET) as the main material and convert it in carbonaceous adsorbent through KOH activation in order to treat the Methylene Blue Dye that will be discharged in the water resources. There are two objectives of this study. First, to prepare a PET derived carbonaceous adsorbent. Second is to establish the modelling, kinetic and thermodynamic analyses of the adsorption system. The research chosen raw material such as plastic waste which is Polyethylene Terephthalate (PET) bottles. However, the laboratory test will be conduct at Universiti Sains Malaysia Engineering Campus (USM) Environmental Laboratory 2. All the solvent for the removal test will only in laboratory condition not involved sampling sample procedure. The study will test the Effect of PH and Temperature (Thermodynamic Study). The results show the PET derived carbonaceous adsorbent address the Methylene Blue dye solution. For this reason, the PET waste was successfully converted into an adsorbing agent for the removal of Methylene Blue from aqueous solutions. The adsorption was influenced by various parameters such as temperature, initial dye concentration, and solution pH. The overall of the concentration of sample solution decreased due to the added activated sample in the solution which enable the adsorption mechanism.

Keyword: Polyethylene Terephthalate (PET), KOH, Methylene Blue Dye, Adsorbent

1. INTRODUCTION

Efficient waste management has become a major concern throughout the world in both the developed and developing countries. The European Environment Agency has projected that total municipal waste produced by the European countries will increase by 25% in year 2020 as compared to year 2005(Republic, 2008) and in Beijing alone, 100,000 tonnes of PET has been consumed in year 2012(Zhang & Wen, 2014). During year 2009, the massive PET disposal in Mexico has reached more than 7800 million of nonreturnable bottles, because the non-biodegradability nature of this material and the solid handle materials in all state jurisdictions have experienced an important impact. Approximately, 21.3 million bottles will be used every day by people and it is estimated that only 20% of these bottles will eventually reach the facilities for recycling solid and the rest will be accumulated in rubbish dumps (Ávila Córdoba et al., 2013). There are three most common methods to treat municipal waste including recycling, incineration and landfill. Landfill is the most popular method where the waste will be buried inside the earth. However, not all waste can be disintegrated easily by the nature, especially plastics materials that may take more than 100 years to be biodegradable.

Hence, recycling has become the second most preferred waste treatment where the waste will be processed and reused again. The first step in recycling is sorting the waste to classify it according to its type. Where different types of waste require different methods of treatment. Usually, there will be a different waste bin for the popular types of recycle waste such as paper,

plastic and glass. Even for plastic waste, there will be various methods of treatment that require them to be discriminated, mainly according to the material type.

The highest scrap value among the plastic waste is polyethylene terephthalate (PET). This because it is environmentally friendly and low cost (Dahmus & Gutowski, 2007). One of the plastic category that high in demand is polyethylene terephthalate (PET), which is used as packaging materials for water and beverages in most of the manufacturing industries (Parthasarathy & Narayanan, 2014). Polyethylene terephthalate (PET) is one of the most used materials in the packaging of several kinds of products. The packages made with polyethylene terephthalate (PET) are light, transparent, and with high resistance to impact, the polyethylene terephthalate (PET) also do not interact chemically with the contents, are not toxic and also these characteristics have made them gain presence in the polymer market by earned a major existence in the global industry (Moses et al., 2015).

One of the plastic categories that high in demand is polyethylene terephthalate (PET), which is used as packaging materials for water and beverages. Moreover, the nature of polyethylene terephthalate which is non-degradable makes the waste increases over years, cause serious problems to the environments. Although PET waste can be easily collected and recycled, there is still a limited number of alternative methods to maximize and branch out the use of PET waste into useful and valuable end products. Currently most of the applications of recycled PET are for construction usage such as pavement concrete (Chowdhury et al., 2018) and Eco-bricks (Antico et al., 2017). Recently, (Leng et al., 2018) studied on the manufacture of a sustainable paving material through chemical recycling of polyethylene terephthalate (PET) waste into crumb rubber modified asphalt to increase the storage stability and rheological performance of crumb rubber modified asphalt. Mechanical recycling is one of the practical method available to recycle PET (Vollmer et al., 2020). Therefore, PET as a medium to support nanoparticles presents a novel method for using waste resources to decrease environmental burden (Alias et al., 2019) reported on review of usage of numerous plastic wastes as sorbents for environmental pollutant including heavy metal, oil and dye.

With the increasing of industrialized and developing of countries rely substantially on large-scale industrialization to boost their global economic competitiveness. Waste generation rate gradually increasing in landfills or dumped in oceans. Most of the time, the Municipal Solid Waste (MSW) containing about 10-12% of plastic is burnt, releasing toxic gases into the environment which include substances like *Dioxins*, *Furans*, *Mercury* and *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs) (Verma et al., 2016). From that, the Plastic was contributing the major problem to environment not only human being but also eco-system.

Fossil carbon sources such as crude oil and natural gas, derived primarily from non-renewable resources that are synthetically processed to produce plastic through polymerization process in which plastic are arranged by one or more organic polymer of hefty molecular weight. A statement from Webb et al., 2013 mention that plastic components of landfill waste have been shown to persist for more than 20 years. This is due to the limited availability of oxygen in landfills. Without appropriate waste management with the increased of plastic waste, will add to the back log of plastic waste already in existence. There is no agreed figure on the time that plastic takes to degrade but it could be hundreds or thousands of years (Webb et al., 2013). Hence, the waste plastics must overcome with the alternative way with the small pollution to environmental before it become worst.

Plastic contains of hydrogen, carbon, nitrogen, chlorine and other element that make plastic very durable and non-biodegradable. Due to this non-biodegradable property, plastic waste may take billions of years to degrade naturally (Abd-Aziz et al., 2019). In less than 100 years, annual global plastic production increased from a mere 2million (m) tones in 1950 to 381m tones in 2015. In terms of what plastic are commonly used for, nearly 40% of total plastic produced globally are for packaging purposes (Kin Wong Ee, 2019).

Critically, according to (Jambeck et al., 2015) it shows that out of 192 coastal countries in the world, Malaysia is the eight largest producers of bungle plastic wastes which are not adequately disposed or recycled. This have been proven based on the survey data on Solid Waste Composition by Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSN) Malaysia, (2013), about 2305 MT/day of plastic being discarded to landfill. In statistic of JPSPN, Malaysia has 112 landfill facilities however just 6% of them are under environment control. In year 2001 until 2014, the number of landfills increases into 296. This shows that the proportion of plastic waste still very high that it occupied a huge space ended up in the landfill. Landfilling will sooner or later be phased out due to the insufficiency of space and its rising expenditure.

Table 1: Plastic Wastes Generated, Discarded and Disposed from Malaysian Households into Landfills

Types of Plastics		As Generated Ton/day	As Discarded Ton/day	As Disposed Ton/day
Polyethylene (PET)	Terephthalate	538	463	374
High-Density (HDPE)	Polyethylene	774	610	604
Polyvinyl Chloride (PVC)		107	92	90
Low-Density (LDPE)	Polyethylene	832	782	717
Polypropylene (PP)		290	263	188
Polystyrene (PS)		293	293	299
Other Plastics		16	16	33
Total		2850	2519	2305

Source: Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara, 2013

There are two objectives of this study. First, to prepare a PET derived carbonaceous adsorbent. Second is to establish the modelling, kinetic and thermodynamic analyses of the adsorption system. The laboratory test will be conduct at Universiti Sains Malaysia Engineering Campus (USM) Environmental Laboratory. All the solvent for the removal test will only in laboratory condition not involved sampling sample procedure.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate, commonly shortened PET, made of polymerized units of the (C₁₀H₈O₄) Monomer Ethylene Terephthalate. It is the most common thermoplastic polymer resin of the polyester that found. PET is a material that possesses a large number of applications, most of the world's production being for synthetic fibres (>60%), plastic bottles (≈30%), and industrial uses (≈10%). The Polyethylene Terephthalate (PET) are most used in water and soft drink packaging. The consumption of PET is steadily increasing in the global

plastic market due to the expansion of the PET bottle market. Polyethylene terephthalate (PET) is a soft transparent thermoplastic, with high melting point (265 °C) and has very good mechanical strength (at least up to 175 °C) due to the presence of aromatic ring in the polymer back-bone (Aarya et al., 2012). It is resistant to heat, moisture and many chemicals and thus has wide applications in research fields.

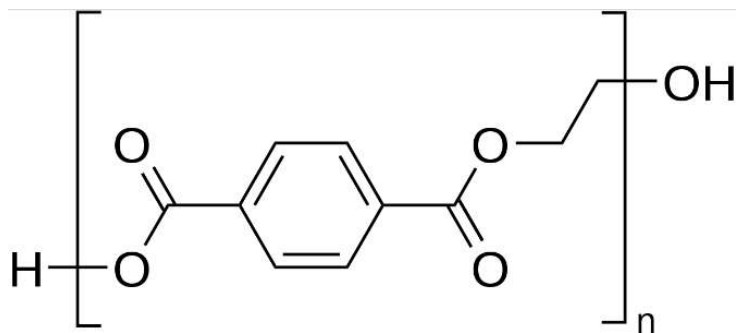


Figure 1: Molecular structural of Polyethylene Terephthalate (PET)

2.2 Properties of PET

Properties of PET Plastic Similarly to other thermoplastic polyesters, PET products are tough, especially the unfilled materials that show no breaks in the unbroken impact strength test at low temperatures (approximately 40 °C). The tensile strength and flexural modulus decrease with the temperature rise but still allow use in several applications requiring exposure to elevated temperatures.

PET is distinguished by excellent performance under static and dynamic loads, retaining dimensional stability even at elevated temperature. Glassy, hard, and abrasion resistant, with low coefficients of friction are the result of moulded PET surface. Low moisture absorption of PET, allowing the material to maintain excellent dimensional stability through extremes of temperature and high humidity. Because of its good electrical insulation properties, PET has found use in many electrical applications (Moses et al., 2016) PET exhibits interesting physical properties (morphology). PET, in its purest form, is an amorphous glass-like material.

PET is classed as a semi-crystalline polymer and when heated above 72 °C changes from a rigid glass-like state into a rubbery elastic form where the polymer molecular chains can be stretched and aligned in either one direction to form fibres, or in two directions to form films and bottles. Because of its rather high transition temperature only a limited amount of crystallization can occur during cooling after injection moulding Polyethylene terephthalate.

Those mouldings are transparent and amorphous and are of little value. If the material melt cooled quickly, while still held in the stretched state, then the chains are frozen, with their orientation remaining intact. Once set in this stretched state the material is extremely tough and confers the properties as seen in a typical PET bottle. The modifications are chemically nature to make manipulation of the PET between different, if the PET is held in the stretched form at temperatures above 72°C it slowly manipulation between each of these forms generates a wide range of different products, which are all variants of the same basic chemical formula of PET. The PET described so far is the simplest typical product. However, many modifications are introduced to develop specific properties for the various packaging applications and to suit manufacturing equipment. Crystalline forms easier.

2.3 Adsorption

There is a wide selection of methods to remove pollutants from environmental waters or sewage. Most of them can be classified as biological, chemical, and physical purification processes. Among these techniques, adsorption is considered to be the most well-known process (Holkar et al., 2016). The accumulation of adsorbates at gas-solid or liquid-solid interface is called adsorption phenomena (Aksu, 2005). In most cases, adsorption is rescindable because of weak Van der Waals bonds between adsorbent and adsorbate (Koumanova et al., 2005). The first attempts for using adsorption process for removal of an unwanted compound was started in 1550 BC by Egyptians who used charcoal to adsorb odorous vapours from wounds and intestine (Kaykhai et al., 2018).

Nowadays a wide range of theories designate that adsorption phenomena and there are variety of practical examples, including industrial and environmental tasks that were carried out by this phenomenon. Since adsorption deals with a lot of critical domains such as membrane separation, chromatography and ion exchange, every development in these areas will affect immensely on the development of new adsorption techniques which that give impact to the surface area, pore volume, grain size and pore size distribution (Kaykhai et al., 2018). They are so important because if they change, the efficiency of removal change too. Other than that, adsorption is active in most natural physical, biological, and chemical systems, and is widely used in industrial applications such as activated charcoal, synthetic resins and water purification (Kaykhai et al., 2018).

3. METHODOLOGY

3.1 Materials and Chemicals

The precursor was Polyethylene terephthalate (PET) from post-consumer mineral water bottles, this waste bottles were collected after verifying the ISI code of Polyethylene terephthalate (PET). The chemicals used in this work are Potassium Hydroxide (KOH) and Methylene Blue (MB) from Merck, Germany. All chemicals were in analytical grade without further purification.

3.2 Experiment Flowchart

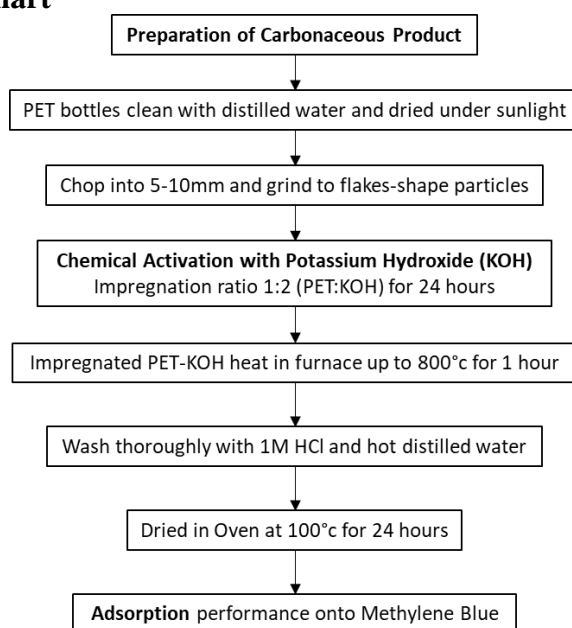


Figure 2: Experiment flowchart of the preparation of carbonaceous adsorbent.

3.3 Preparation of Carbonaceous Adsorbent

PET waste mineral water bottles were cleaned with distilled water and dried under sunlight. The labels, cap and bottom of bottle were removed, then the waste bottles were chopped into flakes with average size of 5-10mm and grinded to flakes-shape particles using Fabricate Grinder Machine to increase the surface area with the better react of chemical. In this work, chemical activation of the samples was performed by using Potassium Hydroxide (KOH) as the chemical reagent. The activation process involved the impregnation of 10g of PET waste with 20g of KOH (i.e., PET: KOH ratio 1:2, by weight) and uniformly homogenized for 24 hours.

The impregnated sample was next placed in a round bottom alumina ceramic crucible and carbonized in a Tubular Furnace in a N₂ atmosphere. The activation process was carried out by heating the samples at 10°C min⁻¹ from room temperature to 800°C followed by holding the samples at the activation temperature for 1 hour and switch the inert gas to CO₂ (5cc min⁻¹) atmosphere. After that, the system was allowed to cool down to room temperature under N₂ flow.

Finally, the resulting solid products were thoroughly washed with 1M HCl solution and hot distilled water to reduce the ash and decomposed fragments and then dried in vacuum oven at 100°C for 24 hours. Percentage of activation yield was calculated from dividing the weight of prepared sample by the initial weight.

3.4 Performance Analysis

3.4.1 Effect of pH

The effect of pH performed in the range of 2 to 12 pH in initial concentration of MB solution (500mg/L). The solution was adjusted to desired pH range using 1M NaOH and HCl and measured using Thermo Fisher pH Meter. Next, 0.1g of sample mixed with 200mL of adjusted solution in 250mL conical flask, shaken in Water Bath Shaker at 120 rpm for 24 hours. The final readings were taken spectrophotometrically using Shimadzu UV-1800.

3.4.2 Effect of Temperature (Thermodynamic Study)

The prepared MB solutions (50 – 500mg/L) were used to determine the effect of temperature from 30°C, 40°C and 50°C. A weighed carbonaceous sample (0.1g) added to 200mL of MB solution varies from 50 to 500mg/L in 250mL conical flask, shaken in Water Bath Shaker at 120 rpm, temperature of the water bath condition is 30°C, 40°C and 50°C. The final readings were determined spectrophotometrically using Shimadzu UV-1800.

4. RESULT

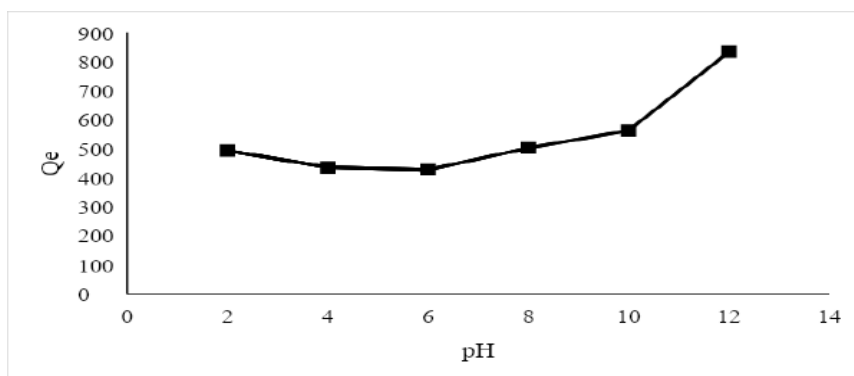


Figure 3: Effect of pH solution.

The effect of the pH of the solution on the adsorption of dye on the carbonaceous adsorbent prepared from the PET waste was examined under the following conditions: at 30 °C, an initial concentration of 500 mg/L of MB, and 0.1g of adsorbent. The pH of the solution was adjusted between pH 2 and pH 12 by adding either HCl (1M) or NaOH (1 M) solution. The pH values of the solutions were measured using a Thermo Fisher pH Meter. Each solution was shaken well for 5 min before measure in Shimadzu UV-1800 measurement. The residual concentration of the dye was determined as previously described, and the amount of adsorbed dye was calculated. The experimental results showed a significant variation in the amount of solute adsorbed in the examined pH range (Figure 3).

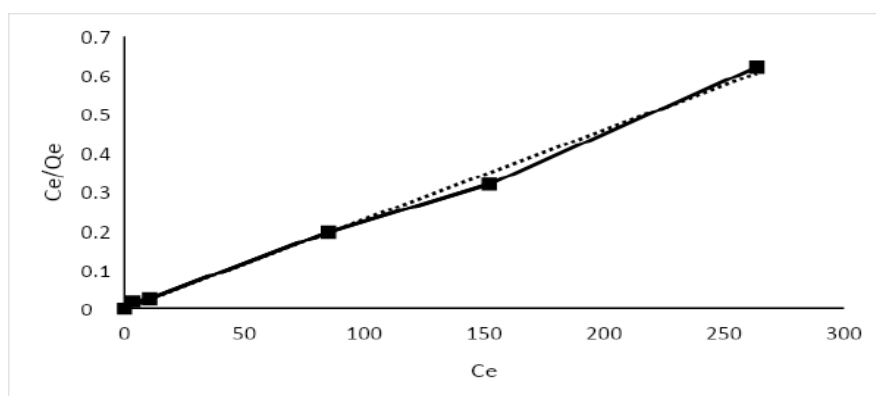


Figure 4: Langmuir isotherm for adsorption of MB dye on PET-KOH carbonaceous adsorbent.

The linear plots of ce/Q_e vs ce (Figure 4) show that the adsorption of MB dye solution on PET-KOH carbonaceous adsorbent the Langmuir isotherm model for MB dye. The values of Q_m and K_i were determined for all adsorbents from the intercept and slopes of the linear plots of C_e/Q_e vs. C_e (Table 2). The Langmuir isotherm model is solved by plotting C_e/q_e on y-axis and C_e on x-axis. The slope will give the value of $1/Q_{max}$ and intercept will give $1/(K_L*Q_{max})$.

R^2 values are indicative of the actual deviation between the experimental points and the theoretically predicted data points and in our case, show a better correlation of the experimental data to the Langmuir model.

Table 2: Isotherm parameters of the Langmuir and Freundlich models

Adsorption Model	Isotherm Parameters	R^2
Langmuir	$Q_{max} = 434.782\text{mg/g}$ $K_L = 5.75$	0.9958
Freundlich	$K_f = 3.06$ $nf = 0.897$	0.7455

Table 3: Calculated values of the Langmuir dimensionless constant separation factor or equilibrium parameter (R_L) for the adsorption experiments of MB at different dye concentrations.

MB dye concentration (mg/L)	Separation Factor (Langmuir), R_L
50	0.003925
100	0.001814
200	0.000871
300	0.000596
400	0.000459
500	0.000377

From Table 3, the R_L values are in the range “ $0 < R_L < 1$ ”, so that the adsorptions can be seen as a favourable process. As explained above, the adsorption of CV and NB on the tested activated carbons is well described by the Langmuir model, regardless of the experimental conditions (i.e. initial concentration, temperature or pH of solution).

5. CONCLUSION

It can conclude that the objectives of this study have achieved which are to prepare a PET derived carbonaceous adsorbent, to evaluate the adsorptive performance of the PET derived carbonaceous adsorbent, and to establish the modelling, kinetic and thermodynamic analyses of the adsorption system. The results show the PET derived carbonaceous adsorbent address the Methylene Blue dye solution. For this reason, the PET waste was successfully converted into an adsorbing agent for the removal of Methylene Blue from aqueous solutions. The adsorption was influenced by various parameters such as temperature, initial dye concentration, and solution pH. The overall of the concentration of sample solution decreased due to the added activated sample in the solution which enable the adsorption mechanism. The conversion from waste to renewable source was the main concept of this project whereby this can be improving the modelling of modification process for plastic waste into an adsorbent and its reusability. In the future, it is imagined that the PET waste which would then have to be functionalized chemically with other types of chemicals to analyse the adsorption performance.

REFERENCE

- Aarya, S., Dev, K., Kumar, S., Krishna, J. B. M., & Wahab, M. A. (2012). Effect of gamma radiation on the structural and optical properties of Polyethyleneterephthalate (PET) polymer. *Radiation Physics and Chemistry*, 81(4), 458–462.
<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2011.12.023>
- Abd-Aziz, N. H., Alias, S., Bashar, N. A. M., Amir, A., Abdul-Talib, S., & Tay, C. C. (2019). A short review: Potential use of plastic waste as adsorbent for various pollutants. *AIP Conference Proceedings*, 2124(July). <https://doi.org/10.1063/1.5117094>

- Aksu, Z. (2005). Application of biosorption for the removal of organic pollutants: A review. *Process Biochemistry*, 40(3–4), 997–1026.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.04.008>
- Alias, S., Bashar, N. A. M., & Amir, A. (2019). A short review: Potential use of plastic waste as adsorbent for various pollutants A Short Review: Potential use of Plastic Waste as Adsorbent for Various Pollutants. 020034(July).
- Antico, F. C., Wiener, M. J., Araya-Letelier, G., & Retamal, R. G. (2017). Eco-bricks: A sustainable substitute for construction materials. *Revista de La Construccion*, 16(3), 518–526. <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.518>
- Ávila Córdoba, L., Martínez-Barrera, G., Barrera Díaz, C., Ureña Nuñez, F., & Loza Yañez, A. (2013). Effects on mechanical properties of recycled PET in cement-based composites. *International Journal of Polymer Science*, 2013(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1155/2013/763276>
- Azlina Wan Ab Karim Ghani, W., Salleh, A., Zalikha Rebitanim, N., Khalid Mahmoud, D., Akmal Rebitanim, N., & Amran Mohd Salleh, M. (2012). Adsorption Capacity of Raw Empty Fruit Bunch Biomass onto Methylene Blue Dye in Aqueous Solution. *Journal of Purity, Utility Reaction and Environment*, 1(August 2015), 45–60.
<https://www.researchgate.net/publication/267844981>
- Chowdhury, T. U., Mahi, M. A., Haque, K. A., & Mostafizur Rahman, M. (2018). A review on the use of polyethylene terephthalate (PET) as aggregates in concrete. *Malaysian Journal of Science*, 37(2), 118–136. <https://doi.org/10.22452/mjs.vol37no2.4>
- Dahmus, J. B., & Gutowski, T. G. (2007). What gets recycled: An information theory based model for product recycling. *Environmental Science and Technology*, 41(21), 7543–7550. <https://doi.org/10.1021/es062254b>
- Holkar, C. R., Jadhav, A. J., Pinjari, D. V, Mahamuni, N. M., & Pandit, A. B. (2016). A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches. *Journal of Environmental Management*, 182, 351–366.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.090>
- Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (JPSPN). (2013). Survey on Solid Waste Composition, Characteristics & Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). *the ocean*. September 2014.
- Kaykhaii, M., Sasani, M., & Marghzari, S. (2018). Removal of Dyes from the Environment by Adsorption Process. *Chemical and Materials Engineering*, 6(2), 31–35.
<https://doi.org/10.13189/cme.2018.060201>
- Kin Wong Ee, J. A. F. (2019). Plastic: An Undegradable Problem. *Khazanah Research Institute*, September, 1–12.

- Koumanova, B., Allen, S. J., & Koumanova, B. (2005). *DECOLOURISATION OF WATER / WASTEWATER USING ADSORPTION (REVIEW)*. 175–192.
- Leng, Z., Padhan, R. K., & Sreeram, A. (2018). Production of a sustainable paving material through chemical recycling of waste PET into crumb rubber modified asphalt. *Journal of Cleaner Production*, 180(August), 682–688.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.171>
- Moses, V., Sagar, S., Shivraj, V., & Chetan, S. (2015). A Review on Processing of Waste PET (Polyethylene Terephthalate) Plastics. *International Journal of Polymer Science Engineering*, 1(2), 1–13. www.journalspub.com
- Moses, V., Sagar, S., Shivraj, V., & Chetan, S. (2016). *A Review on Processing of Waste PET (Polyethylene Terephthalate) Plastics. January 2015*.
- Oil, D., Acids, F., Resin, P., Mckeen, L. W., & Handbook, F. (2012). *Alkyd Resins Polymers for a Sustainable Environment and Green Energy*. 0–10.
- Parthasarathy, P., & Narayanan, S. K. (2014). Effect of Hydrothermal Carbonization Reaction Parameters on. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 33(3), 676–680. <https://doi.org/10.1002/ep>
- Republic, C. (2008). *Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions • iii*, 2008–2011.
- Toor, M., & Jin, B. (2012). Adsorption characteristics, isotherm, kinetics, and diffusion of modified natural bentonite for removing diazo dye. *Chemical Engineering Journal*, 187, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.01.089>
- Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., & Gowda, A. N. S. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 701–708.
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>
- Vollmer, I., Jenks, M. J. F., Roelands, M. C. P., White, R. J., van Harmelen, T., de Wild, P., van der Laan, G. P., Meirer, F., Keurentjes, J. T. F., & Weckhuysen, B. M. (2020). Beyond Mechanical Recycling: Giving New Life to Plastic Waste. *Angewandte Chemie - International Edition*, 59(36), 15402–15423. <https://doi.org/10.1002/anie.201915651>
- Webb, H. K., Arnott, J., Crawford, R. J., & Ivanova, E. P. (2013). Plastic degradation and its environmental implications with special reference to poly (ethylene terephthalate). *Polymers*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/polym5010001>
- Zhang, H., & Wen, Z. G. (2014). The consumption and recycling collection system of PET bottles: A case study of Beijing, China. *Waste Management*, 34(6), 987–998.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.07.015>

3r Smart Trash Bin (3rstb)

Mohd Naim Marzuki & Siti Nursoleha Saringan

Department of Mechanical Engineering, POLISAS, Kuantan, Pahang

naim@polisas.edu.my

ABSTRACT

The project is applied from observations based on 3R (Reduce, Reuse, Recycle) activities. Reduce, reuse and recycle are the tools for reducing the adverse environmental effects of retailing and manufacturing. The existing 3R barrels in use nowadays are unattractive and not equipped with modern conceptual features. The 3R Smart Trash Bin (3RSTB) was fabricated to encourage citizens to recycle paper waste based on a feasible design idea. This innovation is used to help citizens practice better recycling methods and maintaining environmental sustainability. The 3RSTB addresses several issues, including people's inability to dispose of garbage in the trash bin due to a lack of moral motivation, time-consuming waste disposal activities, and discouragement to dispose of waste due to full trash bins. This research was conducted at Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah (POLISAS), providing a solution by making a smart trash bin based on Arduino Uno and Nano, ultrasonic sensor, infrared sensor, servo motor, adapter circuit, buzzer, speaker, and LED. The 3RSTB uses an Arduino board-based ultrasonic sensor as a distance detector; a servo motor is used as a driver to open and close the trash can, and a buzzer with LEDs as a notification that the trash is full. In addition, they are equipped with sensors that will produce a "thank you" audio on discarded paper waste. Overall, this project can encourage people to dispose of paper waste in proper places. The smart bin equipped with new technologies makes waste disposal tasks more enjoyable by applying playful experience and reward.

Keywords: 3R, Recycling, Environmental, Waste management, Smart dustbin

1. INTRODUCTION

1.1 Background of study

More trash is being produced over the planet, poisoning the land and polluting the seas. Malaysia recognizes that waste management is one of its most pressing issues. On average, Malaysians generate 30,000 tonnes of garbage per day, with only 5% recycled (Mustafa & Ku Azir, 2017). Recycling is one of the fundamental approaches taken for managing waste. The existing recycle bin is ineffective as people do not recycle their waste correctly (Gayanthika et al., 2019). Recently, there has been growing interest in research and writing on solutions to increase people's interest in disposing of trash to the right place. One of them is by upgrading ordinary trash bins into trash bins with advanced technology called Smart Trash Bin as a form of effectiveness and efficiency in disposing and managing waste.

One of the leading causes of deforestation is the usage of paper. Due to population increase, industrialization, and urbanization, there is a massive demand for pulp and paper goods worldwide (Yang et al., 2019). Approximately 390 million tonnes of paper and paperboard are produced annually around the world. Because this sector is strongly reliant on fibrous wood to make paper and pulp, which is primarily derived from forests, this demand has resulted in massive tree cutting (Otieno et al., 2021). As a result, innovative techniques to tackling these problems should be explored. The paper waste generated by management administration, teaching, and learning activities in the Department of Mechanical Engineering POLISAS is disposed of in the 3RSTB that has been presented in this study.

1.2 Problem Statement

Paper is used extensively in modern life for writing and printing. On the other hand, conventional paper production may result in many concerns, including global greenhouse gas emissions and other environmental challenges (Van Ewijk et al., 2018). The first main issue in the 3R smart trash bin innovation is based on a report from the Quality Environment (QE/5S) chief internal auditor of POLISAS informed that innovation is crucial if it impacts management or management systems can improve the quality of the environment. However, 3R bins in the office are too small for A4 size paper storage. Furthermore, the existing 3R bin is unattractive and not equipped with modern technological features. Also, based on the Malaysia Productivity Corporation (MPC) auditor's report, POLISAS needs to produce more innovations that contribute to 3R (Reduce, Reuse and Recycle) activities.

1.3 Objective

The study's objective was to innovate and design 3RSTB with a modern concept and new features and functions. Then, the second objectives of this project are to fabricate the 3RSTB by applying the installation of automatic sensors to measure the trash when full, open and close the trash bin lid automatically and produce audio 'Thank You' after the paper waste is disposed into the trash bin. The third goal is to evaluate the functioning and capacity of A4 papers that can be inserted into the container.

1.4 Scope of The Research

The first scope of this project is to store the maximum amount accumulated in the containers that can fill up 6 ½ paper rims, which are approximately around 3250 pieces at a time. In the second scope of this project, the maximum amount of A4 paper that can be inserted is only 25 pieces simultaneously, and this 3RSTB innovation is produced for A4 paper size storage only.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Introduction

Dustbins are containers used for collecting household waste all around the world. Society will get its waste dispatched felicitously only if the dustbins are placed well and amassed well. The 3R smart trash bin is intended to collect waste materials for recycling. The only way to create a sustainable ecosystem is to recycle (Ziouzios et al., 2021). Paper recycling reduces carbon emissions, which can contribute to climate change. It was becoming a challenging issue due to lack of awareness and incorrect waste segregation at the source. To get into the solution, appropriate waste disposal at the start is an urgent prerequisite. Paper is an essential source of trash in offices and educational institutions.

Recently, many researchers conducted research and writing on solutions to increase people's interest in disposing of trash to the right place. One of them is by upgrading ordinary trash bins into trash bins with advanced technology called Smart Trash Bin as a form of effectiveness and efficiency in disposing and managing waste. One of the articles that discussed trash bin technology was from Indian Authors S et al., (2020), who used an automated smart dust bin to segregate wet, dry, plastics, and metals wastes and then transmitted a signal to mobile phones. The other similar research is about high-tech trash bins in the form of a trash bin with a waste sorting (Patel et al., 2019). These findings help optimize waste collection and management. However, the results are still less effective in attracting the public's interest in disposing of waste into the trash bin for recycling.

So far, the research that has been carried out has resulted in effective expenditure to optimize waste collection and management. The subsequent findings have occurred in 4 articles that discuss similar research. There are came from Aravindaraman & Ranjana, (2019), Baihaqi et al., (2018), Mahajan et al., (2017), and M Patel et al., (2020) whose discussing monitoring systems in the trash can. By using Internet of Things (IoT) technology, the system will alert users when the capacity of the trash bin is full, so there is no need to check into the trash bin every time. Furthermore, the most common research is smart trash bins that can automatically open and close the cover. One of them is written by Gayanthika et al., (2019). A similar study also came from Anilkumar et al., (2019), revealing that smart trash bin uses a microcontroller and infrared.

3. METHODOLOGY

3.1 Introduction

The 3R smart trash bin is proposed to improve the amount of paper waste store for recycling. The project's main objective is to design and enhance the regular trash bin in the market. This research providing a solution by making a smart trash bin based on Arduino Uno and Nano, ultrasonic sensor, servo motor, adapter circuit, buzzer, speaker, and LED. Arduino Uno and Nano use Arduino software for programming the controller using appropriate code. When the trash is full, the Arduino Uno is connected to a buzzer, emitting an alarm. A lighting signal has also been attached to the system through an LED. Arduino Nano connected to the speaker, DF Player Mini, and Sensor Infrared Detector. This circuit functions to produce sound 'Beep' and audio 'Thank You'. The proposed system uses an ultrasonic sensor as an input and is installed in the front of the rubbish bin at the highest level. The ultrasonic sensor is used for movement detection. It works with a servo motor to automatically open the lid and detect the maximum level of paper in the container.

3.2 Design Concept Analysis

The 3RSTB is designed to increase the interest of the community to maintain cleanliness with fun. The conceptual idea of the design is presented with multiple sketches, and they are evaluated using Matrix Evaluation Method. The best idea concept selected as shown in Figure 1: Idea Concept 3RSTB. The preferred concepts are transformed into detailed drawings using AutoCAD software using the existing smart garbage bin on the market as a data source for the evaluation. The finalized design is shown in Figure 2: Computer-Aided Design.



Figure 1: Idea Concept 3RSTB

3.3 Computer-Aided Design

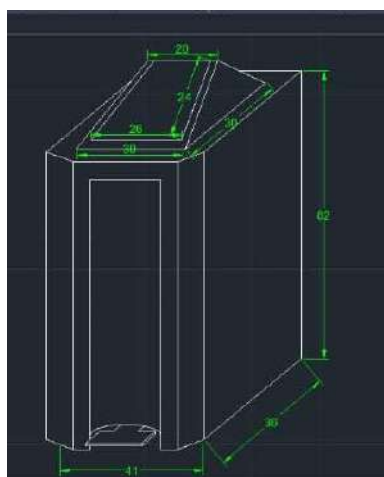


Figure 2: Computer-Aided Design

The selected material is also evaluated in terms of cost-effectiveness but at the same time has good precision. The required mechanical and electrical parts are listed in Table 1: Mechanical and electrical parts requirements for facilities material and selection. The circuit to power up the mechanical devices is also assembled to obtain the desired result. First, the mechanical parts will be cut, jointed, and assembled. Then, the electrical component is more to soldering and also programming coding for the sensor.

Table 1: Mechanical and electrical parts requirements

Mechanical Part	Electrical Part
Solder	Buzzer
Rivet Gun	Adapter 12v
Hand drill Gun	Arduino Uno
Hot Glue Gun	Arduino Nano
Cutter Acrylic	Sensor Ultrasonic
Soldering Iron	Servo Motors 10.5kg
PVC Insulating Tape	Jumper Wire 30mm
Aluminium Blind Rivet 1/8"	Regulator Step Down 5v
	Light Transmitter Indicator (LED) 10mm

4. RESULTS AND DISCUSSION

The design and fabrication process results are reports by graphically presented the fabrication process from the cutting part of the body trash bin as previously planned in the design stage. Figure 3 shows the fabrication process of the trash bin. Then, Figure 4 shows the wiring process, soldering process of wire to connect the sensor. Next, to more detail about the programming coding system, the wiring process is performed based on Figure 5. The final result is shown in Figure 6.

4.1 Mechanical Fabrication Process

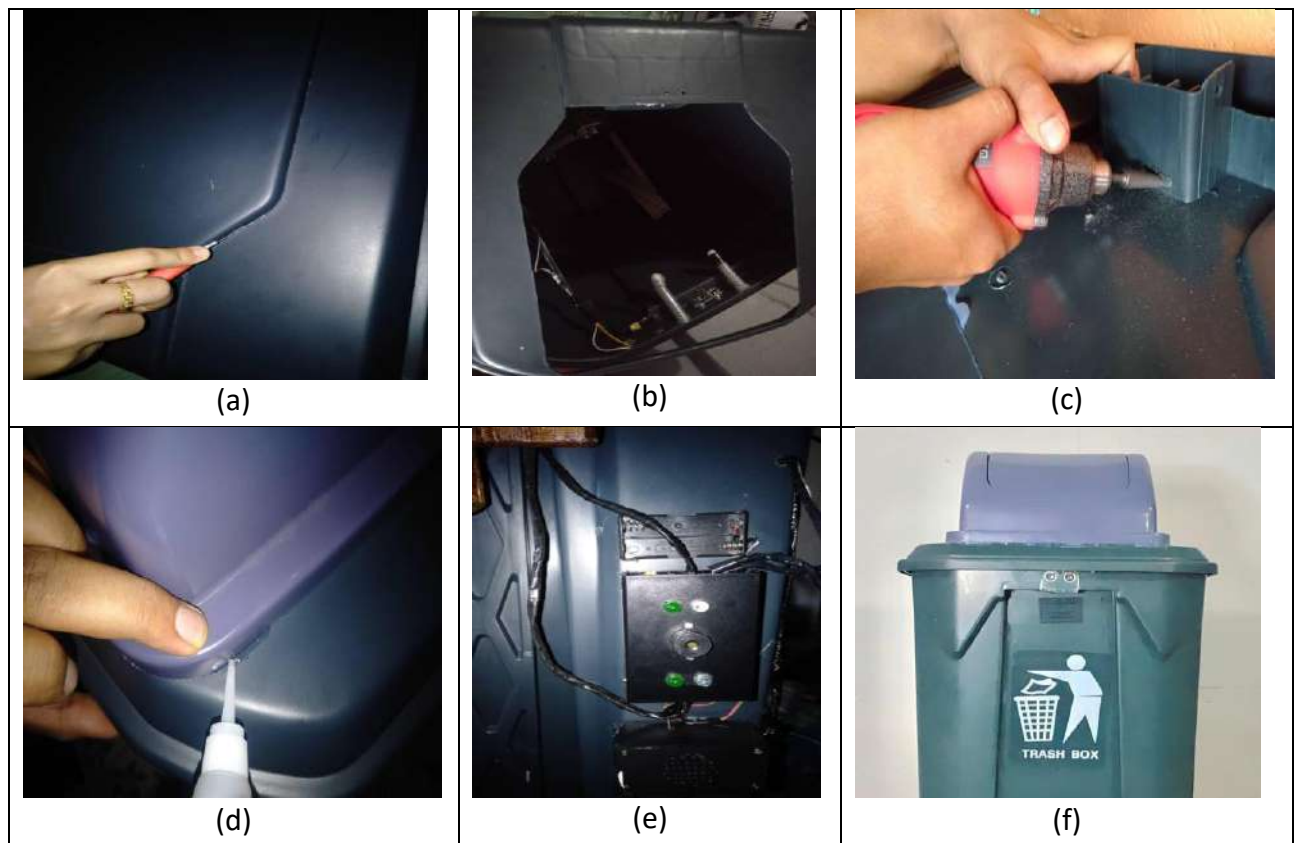


Figure 3: (a) Cutting the part of body trash bin using cutter acrylic. (b) Results after cutting for trash can cover. (c) Drilling holes for attach wire using hand drill gun. (d) Glue the new trash can cover (modify the can trash cover). (e) Attach wiring box at trash bin body. (f) Results after the glue and the new can trash cover.

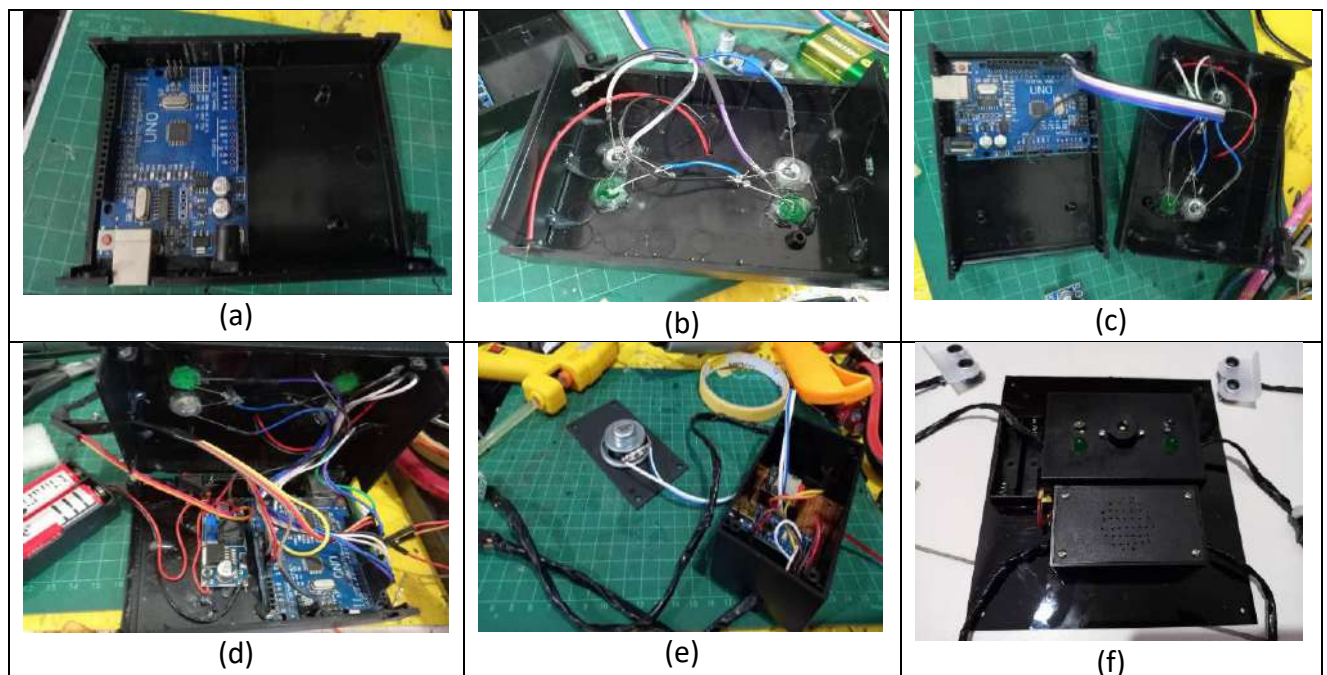


Figure 4: (a) Fabricate wiring box based on the size of elements sensor. (b) Soldering the wire (c) Connecting wire with sensor also doing programming. (d) Soldering the next wire to combined the circuit. (e) Connecting wire with audio sensor and buzzer (f) Wiring box is done.

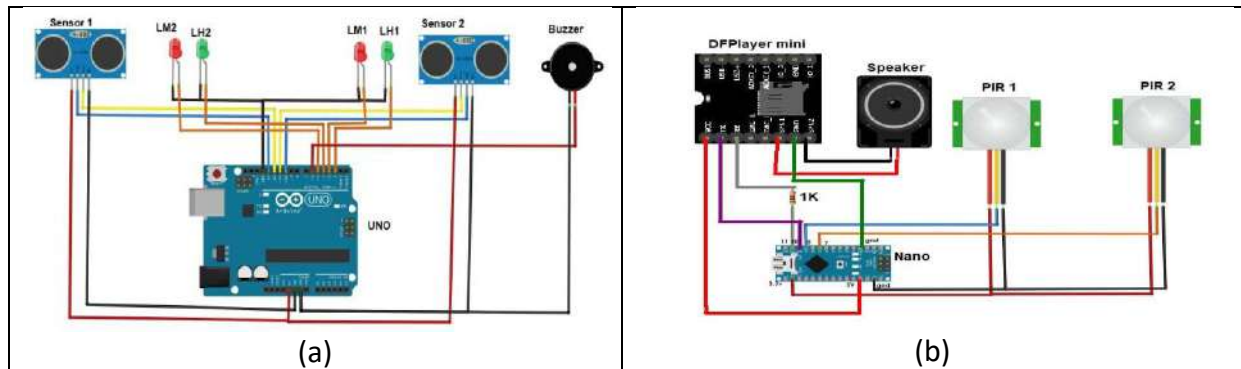


Figure 5: (a) Schematic wiring diagram for Arduino Uno system. It is related to the sensor open and close when dumping the paper waste into the trash bin and using an automatic sensor to measure the paper waste when full. (b) The schematic wiring diagram for Arduino Nano produces audio after the container is full and produces the sound "thank you" as feedback after paper waste is disposed into the bin.

This study investigated how to systematically dispose of paper waste, collect paper waste correctly, and successfully recycles that waste. It's a multi-faceted approach to the present paper waste disposal issue. The researchers proposed an Arduino Uno and Nano-based smart trashcan to address the problems mentioned earlier with paper waste management. 3RTSB testing was conducted by physical examination only. Tests found that the 3RTSB bins worked well. The bin's lid will open automatically when the waste paper is a touch on the ultrasonic sensor located on the front of the container. The open and close movement of the bin lid occurs due to the servo motor working correctly. Next, a 'thank you' sound is successfully produced when the paper waste is thrown into the bin as a tribute to the consumer.

The maximum capacity of paper that can fill the bin is being examined as well. The testing found that the bin could fill the container with a total of 6 rims of A4 paper size before the buzzer emitted the beep warning and LED lighting. The resulting bins managed to detect the total capacity of the paper waste as expected. Finally, there are various advantages to this approach for current paper waste disposal. It can encourage people to participate in recycling activities by the reward system. It also contributes to the preservation of the country's beauty and its appeal to the general people. This approach can provide financial benefits to both the user and the Municipal Council.

4.2 Final Outcome of 3R Smart Trash Bin (3RSTB)



Figure 6: (a) Front view. (b) Side view. (c) Top view. (d) Check if the sensor works or not.

6. CONCLUSION

In conclusion, many automatic bins have been made and commercialized nowadays. However, this innovative 3R SMART TRASH BIN not only has the lid opened and closed automatically, but it also has a "Thank You" audio that can attract people's attention and encourage them to participate in the recycling activity. It was also able to signal by turning on the lights and automatically producing sound when the paper waste exceeds the maximum capacity. The capacity of the bin can also accommodate up to 6 rims of A4-sized paper. As a result, this study proposed a smart waste bin prototype that may be used in any typical waste bin. The prototype makes the paper waste collection mechanism more efficient. The 3RSTB utilizes modern technologies and effectively attracts the public's interest in disposing of paper waste into the trash bin for recycling.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to acknowledge colleagues for encouragement and the Department of Mechanical Engineering, POLISAS, for technical support and facilities provided.

REFERENCES

- Anilkumar, C. S., Suhas, G., & Sushma, S. (2019). A smart dustbin using mobile application. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(11), 3964–3967. <https://doi.org/10.35940/ijitee.K2129.0981119>
- Aravindaraman, B. A., & Ranjana, P. (2019). Design of A Monitoring System for Waste Management Using IoT. *Proceedings of 1st International Conference on Innovations in Information and Communication Technology, ICICT 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICICT1.2019.8741499>
- Baihaqi, M. Y., Wijaya, W., Widyoko, M. A. R., & Wikaningrum, T. (2018). the Prospect of Using Smart Dustbin for Reducing Garbage Pick Up Time (a Simulation in Padang City). *Journal of Environmental Engineering & Waste Management*, 3(2), 61–67. <https://doi.org/10.33021/jenv.v3i2.439>
- Gayanthika, W. A. L., Maduranga, G. K. C. D., Silva, A. I. S., Wikramaratne, S. D. H. S., & Ranasinghe, R. M. I. S. (2019). Smart dustbin for waste management. *International Journal of Environmental Science and Development*, 10(4), 118–121. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2019.10.4.1159>
- M Patel, N., Nander, B., & Patil, S. (2020). Smart Dust Bin for Waste Management. *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, 4(5), 1–4. <https://doi.org/10.46647/ijetms.2020.v04i05.001>
- Mahajan, P. S. A., Kokane, A., Shewale, A., Shinde, M., & Ingale, S. (2017). Smart Waste Management System using IoT. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(4), 93–95. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.4.12>
- Mustafa, M. R., & Ku Azir, K. N. F. (2017). Smart Bin: Internet-of-Things Garbage Monitoring System. *MATEC Web of Conferences*, 140, 1–4. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201714001030>
- Otieno, J. O., Okumu, T. N., Adalla, M., Ogotu, F., & Oure, B. (2021). Agricultural Residues as an Alternative Source of Fibre for the Production of Paper in Kenya-A Review. *Asian Journal of Chemical Sciences*, 10(1), 22–37. <https://doi.org/10.9734/ajocs/2021/v10i119084>
- Patel, D., Kulkarni, A., & Sharma, H. U. | S. (2019). Smart Dustbins for Smart Cities. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development, Volume-3(Issue-3)*, 1828–1831. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd22993>
- S, D., M, M., S, D., & B, P. (2020). Smart Dust Bin for Modern Environment. *International Research Journal on Advanced Science Hub*, 2(6), 140–144. <https://doi.org/10.47392/irjash.2020.52>

Van Ewijk, S., Stegemann, J. A., & Ekins, P. (2018). Global life cycle paper flows, recycling metrics, and material efficiency. *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), 686–693.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12613>

Yang, Y., Li, J., Li, X., Guan, L., Gao, Z., Duan, L., Jia, F., & Gao, G. (2019). Easily Prepared and Reusable Films for Fast-Response Rewritable Light Printing [Research-article]. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 11(15), 14322–14328.
<https://doi.org/10.1021/acsami.9b01207>

Ziouzios, D., Baras, N., Dasygenis, M., & Tsanaktsidis, C. (2021). Envisioning IoT applications in a smart city to underpin an effective municipal strategy: The smartbin project. *SHS Web of Conferences*, 102, 04020.
<https://doi.org/10.1051/shsconf/202110204020>



Bidang 5

PENGURUSAN AIR

Peningkatan Pengetahuan Tentang Utiliti Dan Amalan Kaedah Penjimatan Air Melalui Pemantauan, Kawalan & Pembangunan Sistem Kitar Semula Air & Penuaian Air Hujan

Aluminum Staging Water Filter: An Alternative Source of Water

Ahmad Aftas Azman^{1*}, Norbaya Sidek² & Nurul Nadia Mohammad³

¹JMSK, PSA, Shah Alam, Selangor

²FKA, UiTM, Shah Alam, Selangor

³FKE, UiTM, Pasir Gudang, Johor

*aftas@psa.edu.my

ABSTRACT

Floods are a natural phenomenon that frequently occurs in Malaysia. Flooding will cause water to become cloudy or turbid. In this situation, the supply of clean drinking water is the most affected component. Therefore, many researchers have designed a water filter system to overcome these problems. There are several methods in the development of water filtrations; the most popular method is to use material such as fabric, sand, charcoal etc. There are also other methods used chemical as a purifying agent or known as coagulant and flocculation process. The main objective in this research is to develop an innovation of water filter using chemical that replace traditional filter element. In this study researcher used Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ as a coagulant agent, and Aluminum Staging Water Filter (ASWF) plan as a flocculation process. The experiment conducts in a laboratory by using five (5) categories of cloudy water from most turbidity to less turbidity water with one (1) reference of drinking water. Results show that this coagulant and flocculant technique has successfully filtered the cloudy water to a turbidity standard, drinking water set by Malaysian Standard NTU.

Keywords: turbidity, aluminum sulfate, ASWF, coagulant and flocculant

1. INTRODUCTION

The development of human civilization frequently took place along the riverbanks near water sources for irrigation and domestic users. If the drainage system is not properly planned, a flood may occur. Earth consists 71% of the water that is an essential element for human survival, precisely on energy sources and daily consumptions (How Much Water is There on Earth. 2021). A specification has been outlined by World Health Organization (WHO) to determine the water quality parameter (WQP) for each water usage (Azman et al. 2015). Parameters of water that have been studied by researchers which is most significant to be concern is temperature, turbidity, pH, total dissolved solids (TDS), bacteria oxygen demand (BOD) and heavy metal (Shamsudin & Siti Naimah. 2015). One of the parameter set by WHO for drinking water is turbidity which has been set less than 1 NTU (Guidelines for Drinking-water Quality 2011), while for Malaysia, under the Ministry of Health has set less than 5 NTU (Drinking Water Quality Surveillance Programme - Ministry of Health.2015). Turbidity is often associated with flood, water supply is very limited and difficult to obtain in a flood situation, and therefore floodwater will be treated as clean water. There are several methods used to treat floodwater, the popular method is using a water filter. However, water filter lifespan will be short due to frequent backwashing activity, yet the filter elements need to change rapidly due to the extreme and unpredicted turbidity of floodwater. In addition, another technique is used to treat the flood water by inserting an Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ (also known as alum) into a barrel of floodwater, so that the water will be purified. This study is a combination technique of alum and water filters, where the floodwater is treated with Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ in advance before it is filtered. In addition, this study will focus on the purification of cloudy water to accepted NTU of drinking water by WHO and Malaysian Standard.

Furthermore, this study will introduce an innovation of water filtration by using a staging technique, replacing the conventional barrel for coagulant and flocculent process via Aluminum Staging Water Filter (ASWF) plan.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Water Filter

A water filter removes impurities by lowering the contamination of water using a fine physical barrier, a chemical process, or a biological process (Hoslett et al. 2018). Filters cleanse water to different extents for purposes such as providing agricultural irrigation, accessible drinking water, public and private aquariums, and the safe use of ponds and swimming pools (Water filter.2021). The importance of a water filter to make sure the water used is safe and free of any radical unhealthy. However, water filters also have their advantages and disadvantages. One of the real advantages is a source of purified water is safer to drink and has a high-quality line set by the WHO. Suitable pH for raw water between 6.5 –8.5 (pH in Drinking-water.2003). The disadvantage of a water filter often needs off backwashing activities to remove debris. If the activity is not implemented properly, this will affect the treatment process, and as a result, will produce poor quality of water. The selection of a water filter must take into account in emphasizing the cost, quality, lifespan and maintenance, that is to say, the selected water filter is following the requirements (Mohd Kamil, Abdullah, and Mizad 2020).

2.2 Turbidity

Turbidity is measured by the intensity of light scattered by solid particles and refers to a variety of liquid conditions. American Water Works Association defines turbidity as a measurement number of particles in the water such as silt, clay, organic materials and inorganic matter (Edzwald 2011) . Colonies of particle size (diameter between one nanometer and one micrometer) are responsible for turbidity in the water. Furthermore, turbidity is measured by determining the clarity of the water where the passage of light can pass through materials suspended in the water. Suspended material is including soil particles (clay, silt and sand), algae, plankton, microbes and other substances (Boyd 2020). These material's sizes are in the range of 0.004 mm (clay) to 1.0 mm (sand) (US EPA 2015). Turbidity may cause chemical contamination in the water supply due to the absorption of heavy metals or pesticides (Richardson et al. 2007). Particles can cause turbidity that can affect the effectiveness of the treatment disinfection process for drinking water. Turbidity terms are referred to as a leading indicator of drinking water by the Environmental Protection Agency (EPA) (LeChevallier et al.1991).

Nephelometric turbidity units (NTU), or Formazin Nephelometric Unit (FNU) commonly measures turbidity. Nephelometry is the process of light emission in a liquid sample and measuring the intensity of light scattered at 90 degrees from the beam (Sendra. 2013). Turbidity can be seen by the human eye as low as 5 or 10 NTU. Samples would seem clear with turbidity lower than 5 or 10 NTU, may contain colloidal particle concentrations that sufficient for serious human diseases(Importance of Turbidity. 1999).

2.3 Aluminum Sulphate $Al_2(SO_4)_3$

Aluminum is the most abundant metallic element and constitutes about 8% of the Earth's crust. It occurs naturally in the environment as silicates, oxides, and hydroxides, combined with other elements, such as sodium and fluoride, and as complexes with organic matter (Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-

water Quality 1998). Aluminum sulfate is a chemical compound with the formula $Al_2(SO_4)_3$. It is soluble in water and is mainly used as a coagulating agent (promoting particle collision by neutralizing charge) in the purification of drinking water and wastewater treatment plants, and also in paper manufacturing. One of the major effects of water availability is flood and drought, apart from that surface water quality is also affected by climate change (Delpla et al. 2009). The material used for the removal of turbidity is composed of two elements, namely inorganic coagulants (e.g., aluminum and ferric salts) and synthetic organic polymers (e.g., polydactyl amide derivatives and polyethyleneimine), this element are very efficient at removing turbidity from the water (Antov et al. 2012).

In the process of coagulant dosage control in water plants, only consider alum's influence on pH and turbidity, need to adjust the frequency of dosing pump to control the purpose of flocculants dosage, since the amount of flocculants dosage is not the direct control (Jumadi et al. 2020). Aluminum Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ is the most aluminum-based coagulant used, however, aluminum chloride ($AlCl_3$) is also used as coagulant (Matilainen et al. 2010). This study is using Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ that has been diluted into distilled water with 10g/L. Besides a coagulant of turbid water, alum can be used as a coagulant for the treatment of wastewater plants, removal of organic contaminants from river and reservoir waters (Hussain et al. 2013). From the review, researchers agreed that optimum alum dose is depending on the type and source of water where it is found and needs to be tested by using the Jar test (Murshed et al. 2014). By controlling the alum dosing are much better than constant (manual) alum dosing in improving water turbidity. However, turbidity can be controlled at a certain reference level, with the use of an appropriate dose of alum (Onat and Dogruel 2004).

3. METHODOLOGY

This is a multidisciplinary study related to Electrical Engineering and Civil Engineering, which involves process control systems and environmental technology. In the early implementation stage of this study, an innovation of a water filter was developed, to gather with turbid water preparation was made, where five (5) turbid water samples were prepared to be filtered by ASWF. Subsequently, water filtration laboratory work was carried out to purify the sampled water. Last, after completing the filtrations process, the data was analyzed. Finally, at the end of this study, a finding will be concluded.

3.1 Innovation of Aluminum Staging Water Filter (ASWF) Plan.

An innovation of Aluminum Staging Water Filter (ASWF) plan has been build based on figure 1, Aluminum Staging Water Filter (ASWF) schematic plan.

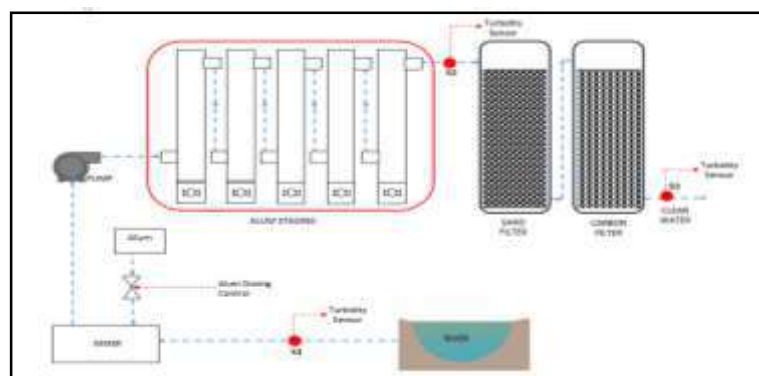


Figure 1: Aluminum Staging Water Filter (ASWF) schematic plan.

As an illustration to a diagram in Figure 1, Aluminum Staging Water Filter (ASWF) operation starts with, turbid water is collected and transfer to the mixer station. Then, the flow of Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ liquid solution, will be controlled by a control valve to determine the optimum amount of Aluminium Sulphate $Al_2(SO_4)_3$ and be mixed up with turbid water at the mixer station for a coagulant process. Thereafter, the pump will channel the flow of the mixed liquid through the alum staging in which the flocculant process participates. In addition, at this stage, the clarification process of water purification is in progress. After that, the purified water will flow out from alum staging to the turbidity sensor (S2), and channel to the water filter segment. Finally, the turbidity sensor (S2) will provide signal feedback to the controller about the NTU level of water turbidity. In such a situation, the operation of the Aluminium Staging Water Filter (ASWF) takes part to produce clean water from turbid water.

3.2 Fabrication of Aluminum Staging Water Filter (ASWF) Plan

The Alum staging section is a crucial part of Aluminum Staging Water Filter ASWF, which is where the flocculation process takes place, so it is very important in the manufacture of this water filter, as the turbid water will be clarified during this process. Alum staging construction consists of five cylinders of PU pipe rods with a length diameter of 50mm X 1219mm. The alum staging fabrication is as shown in Figure 2, where part of the alum staging assembly process is carried out. While Figure 3 shows a complete set of Aluminum Staging Water Filter ASWF that has been installed and ready to use for the water filtration process.



Figure 2: Alum Staging Fabrication.



Figure 3: Aluminum Staging Water Filter (ASWF) Plant

4. RESULTS AND DISCUSSION

First, the alum solution should be prepared before experimenting. By following the standards from the National Institute of Standards and Technology (National Institute of Standards & Technology 2015) 10 grams of alum solution should be diluted with one liter of water (Satterfield 2005) Then the alum solution will be used as a coagulation agent in the experiment. After that, the water purification process using Aluminum Staging Water Filter ASWF is performed as described in section 3.1. From the experiments conducted, it is found that the results for alum and optimum turbidity are as in Table 1. Important to realize from Table 1, with 6 samples (A, B, C, D & E) used including a sample of clean water as a reference (Ref) found turbidity level can be lowered to reach the WHO standard level of 1 NTU by using Aluminum Staging Water Filter (ASWF), while optimal Alum can also under control and monitored. With attention to, Table 1 can be shown turbidity before and after treatment with optimal alum dose as in Figure 4, while Figure 5 shows reduced turbidity with optimum alum 10mg / L (ml) is also the finding from Table 1.

Table 1: Optimum Alum Dosage and Turbidity Comparative Data.

Sample	Optimal Alum	Turbidity before treatment (NTU)	Turbidity after treatment (NTU)	%Turbidity reduce
Ref	1.00	0.27	0.20	25.93%
A	15.60	10.90	0.98	91.01%
B	13.40	13.30	0.81	93.91%
C	11.80	18.50	0.61	96.70%
D	9.30	31.50	0.43	98.63%
E	7.50	68.80	0.65	99.06%

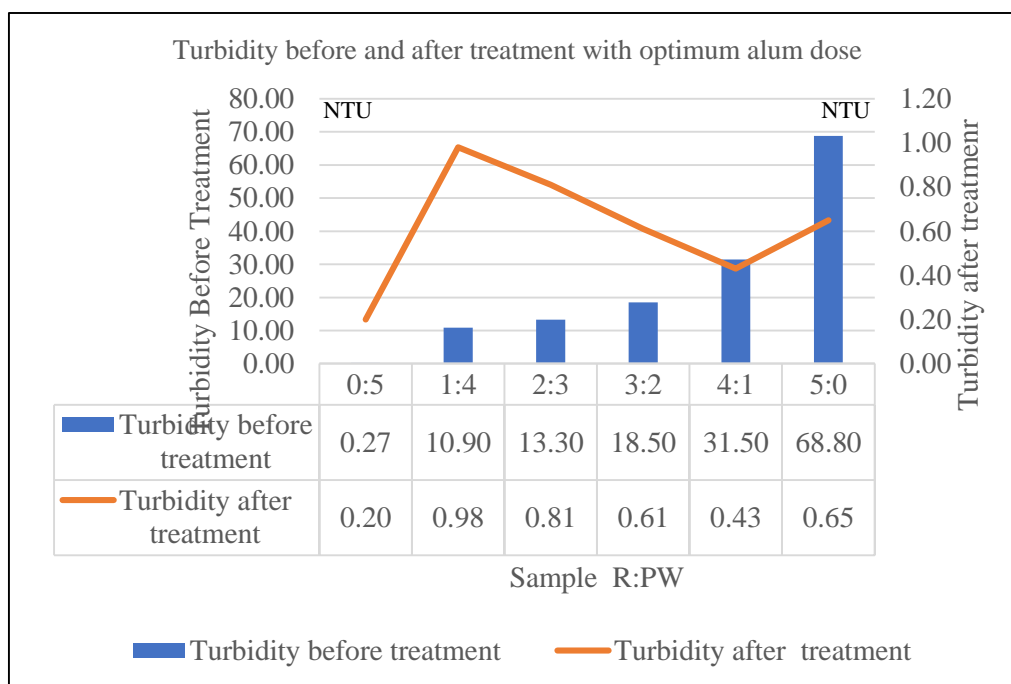


Figure 4: Turbidity (NTU) Before and After Alum Treatment

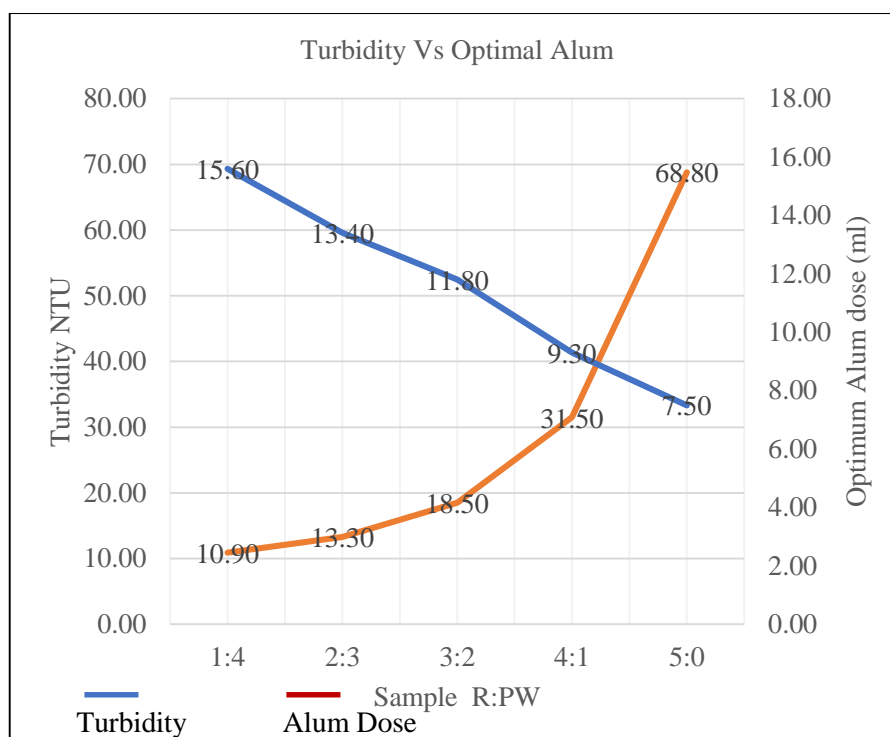


Figure 5: Turbidity Reduced with Optimal Alum 10mg/L (ml)

Based on Figure 5, it can be observed, less aluminum sulfate is required to purify the water at the maximum turbidity value. On the other hand, more aluminum is needed to purify water at a minimum turbidity level.

5. CONCLUSION

In conclusion, it has been proven from behavioural experiments that turbid water can be purified by using Aluminum Staging Water Filter ASWF that can replace the traditional barrel for the water purification process. Furthermore, the purified water also meets WHO and Malaysia standards of less than 1 and 5 NTU for drinking water. Furthermore, it is found that optimal Alum can also be under control and monitored during the water purification process. In the future, the authors propose an advanced control system to control the mixing of alum solutions to obtain more optimal alum control, in addition to saving alum costs.

ACKNOWLEDGMENT

The researcher would like to give an endless gratitude to En. Roslaini Bin Abdul Ghani (water filter and water treatment expert) for his advice on designing the water filter system, Pn. Hashimah Bt Hussain (Peg. Kawalan Alam Sekitar, Negeri Selangor) for her advice in connection with floods and their impact, Dr. Sharifah Bt Abdullah FCE UiTM for her advice and guidance related to Alum dosage, Associate. Prof. Dr. Mohd Hafez Bin Jahen, UniTen for his advice on turbid water and kaolin sample for turbid water.

REFERENCES

Aluminium in Drinking-Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality." 1998. *World Health Organization* 2: 1–14.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/aluminium.pdf.

- Antov, Mirjana G., Marina B. Šćiban, and Jelena M. Prodanović. 2012. "Evaluation of the Efficiency of Natural Coagulant Obtained by Ultrafiltration of Common Bean Seed Extract in Water Turbidity Removal." *Ecological Engineering* 49: 48–52.
- Azman, Ahmad Aftas, Mohd Hezri Fazalul Rahiman, Norbaya Sidek, and Ilyani Akmar Abu. 2015. "Water Quality Parameter : A Review On Dissolve Oxygen (DO) Control Method." *International Journal of Technical Research and Applications e-ISSN: 2320-8163* 28(28): 98–102. www.ijtra.com.
- Boyd, Claude E. 2020. "Suspended Solids, Color, Turbidity, and Light. In: Water Quality." In *Water Quality*, Switzerland: Springer, Cham, 119–33. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23335-8_6.
- Delpla, I. et al. 2009. "Impacts of Climate Change on Surface Water Quality in Relation to Drinking Water Production." *Environment International* 35(8): 1225–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>.
- "Drinking Water Quality Surveillance Programme - Ministry of Health." <http://kmam.moh.gov.my/public-user/drinking-water-quality-standard.html> (October 4, 2015).
- Edzwald, James. 2011. *Water Quality & Treatment: A Handbook on Drinking Water, Sixth Edition*. American Water Works Association. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071630115/front-matter/preface2>.
- "Guidelines for Drinking-Water Quality." 2011. *World Health Organization* (4th edition).
- Hoslett, John et al. 2018. "Surface Water Filtration Using Granular Media and Membranes: A Review." *Science of the Total Environment* 639: 1268–82. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.247>.
- "How Much Water Is There on Earth?" *USGS*. https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects (August 11, 2021).
- Hussain, Sabir et al. 2013. "Removal of Organic Contaminants from River and Reservoir Waters by Three Different Aluminum-Based Metal Salts: Coagulation Adsorption and Kinetics Studies." *Chemical Engineering Journal* 225: 394–405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2013.03.119>.
- "Importance of Turbidity." In *Environmental Protection Agency. EPA Guidance Manual*; , Washington, DC, USA, 1–13, 1999.
- Jumadi, J, · A Kamari, · J S J Hargreaves, and · N Yusof. 2020. "A Review of Nano-Based Materials Used as Flocculants for Water Treatment." *International Journal of Environmental Science and Technology* 17(3): 3571–94. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02723-y>.

- LeChevallier, M W, W D Norton, and R G Lee. 1991. "Giardia and Cryptosporidium Spp. in Filtered Drinking Water Supplies." *Applied and environmental microbiology* 57(9): 2617–21.
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=183629&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Matilainen, Anu, Mikko Vepsäläinen, and Mika Sillanpää. 2010. "Natural Organic Matter Removal by Coagulation during Drinking Water Treatment: A Review." *Advances in Colloid and Interface Science* 159(2): 189–97.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cis.2010.06.007>.
- Mohd Kamil, N. A.F., F. N. Abdullah, and M. Mizad. 2020. "Requirement of Outdoor Water Filtration System." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 498(1).
- Murshed, Mohamad Fared et al. 2014. "Changes in the Quality of River Water before, during and after a Major Flood Event Associated with a La Niña Cycle and Treatment for Drinking Purposes." *Journal of Environmental Sciences* 26(10): 1985–93.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1001074214001235>.
- National Institute of Standards & Technology. 2015. "Standard Reference Material: Aluminum (Al) Standard Solution." : 1–3.
- Onat, Mustafa, and Murat Dogruel. 2004. "Fuzzy Plus Integral Control of the Effluent Turbidity in Direct Filtration." *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 12(1): 65–74.
- "PH in Drinking-Water." 2003. *WHO Guidelines for Drinking-water Quality 2*: 1–7.
- Richardson, Susan D. et al. 2007. "Occurrence, Genotoxicity, and Carcinogenicity of Regulated and Emerging Disinfection by-Products in Drinking Water: A Review and Roadmap for Research." *Mutation Research - Reviews in Mutation Research* 636(1–3): 178–242.
- Satterfield, Zane. 2005. "Jar Testing." *Tech Brief*: 1–4.
- Sendra, Sandra et al. 2013. "A Low Cost Turbidity Sensor Development." *SENSORCOMM 2013 : The Seventh International Conference on Sensor Technologies and Applications*: 260–65.
- Shamsudin, Siti Naimah et al. 2015. "Review on Significant Parameters and Techniques in Water Quality Assessments." *2015 6th IEEE Control and System Graduate Research Colloquium ICSGRC 2015*: 1–6.
- US EPA, OW. "Turbidity." <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms55.cfm>.
<http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms55.cfm> (August 7, 2015).
- "Water Filter." *wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Water_filter (July 14, 2021).

Eutrofikasi dalam Ekosistem Akuatik – Sumber dan Cara Kawalan

Zummy Dahria Mohamed Basri^{1*} & Siti Farah Wahida Mohamed²

¹Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Azlan Shah, Tanjung Malim, Perak

²Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

*zummy.dahria@psas.edu.my

ABSTRAK

Dewasa ini, banyak sumber air di seluruh dunia terancam dengan pencemaran nutrien. Ini berlaku bagi aliran sungai yang membawa jumlah nutrien daripada sistem pengeluaran makanan dan pertumbuhan bandar. Pengangkutan nutrien melalui air sungai boleh menyebabkan berlakunya proses eutrofikasi pesisir pantai. Kertas kajian ini memberikan gambaran dan pendedahan secara umum berkaitan sumber dan cara kawalan eutrofikasi dalam ekosistem akuatik. Eutrofikasi adalah proses berlakunya penurunan kualiti air yang bersangkutan dengan pencemaran nutrien dalam jasad air. Dari segi kualiti air, nutrien dapat dianggap sebagai pencemar apabila kepekatannya mencukupi untuk memungkinkan pertumbuhan tanaman akuatik yang berlebihan, terutama alga. Ianya juga memberi bau busuk, meningkatkan kos rawatan air, menghilangkan kemudahan rekreasi kepada manusia, menghilangkan nilai estetika sesuatu sumber air dan juga menyebabkan kematian banyak haiwan akuatik yang lain. Eutrofikasi banyak mempengaruhi kesihatan ekologi tasik dan takungan di seluruh dunia sejak berpuluh-puluh tahun dahulu. Untuk menghapuskan proses eutrofikasi ini adalah hampir mustahil, namun begitu beberapa langkah proaktif perlu dilakukan bagi mengawal proses eutrofikasi ini daripada terus berlaku di mana banyak langkah proaktif telah diambil, antaranya mengawal sisa-sisa agrikultur dan kumbahan daripada memasuki sumber jasad air, mengitar semula baja dalam pertanian, meningkatkan proses rawatan aersisa sebelum dilepaskan ke alam sekitar, dan juga mengurangkan nutrien seperti nitrogen dan fosforus daripada memasuki sumber air. Selain itu, rawatan air yang mengalami proses eutrofikasi juga merupakan satu langkah akhir sebelum air dapat digunakan semula oleh pengguna dengan selamat.

Kata Kunci: eutrofikasi, ekosistem akuatik.

1. PENGENALAN

Nutrien adalah bahan kimia, seperti nitrogen, fosforus, karbon, sulfur, kalium, boron, mangan dan zat besi, yang penting untuk pertumbuhan makhluk hidup. Pengayaan nutrien boleh menyebabkan mekarnya alga, yang akhirnya mati dan terurai. Penguraian alga ini akan menghilangkan oksigen dari air, berpotensi menyebabkan tahap oksigen terlarut yang tidak mencukupi untuk mengekalkan bentuk kehidupan normal. Alga dan bahan organik yang membusuk menambah bau, kekeruhan, warna dan rasa yang tidak menyenangkan pada air yang sukar dikeluarkan, seterusnya menyebabkan air tersebut kurang diterima sebagai sumber air domestik. Selain daripada alga, *duckweed* seperti di dalam Rajah 1 juga adalah sejenis tumbuhan yang boleh terhasil daripada proses eutrofikasi ini.



Rajah 1: *Duckweed* yang tumbuh di permukaan air hasil daripada proses eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan proses pengayaan nutrien dan bahan organik di dalam air. Ianya terjadi tidak terhad kepada air tawar sahaja, malah berlaku juga pada air masin. Nitrogen (N) adalah nutrien penting untuk pertumbuhan tanaman, dan ditambah sebagai baja mineral atau organik ke ladang pertanian. Lebihan nitrogen dibebaskan ke atmosfera dalam bentuk tidak bertindak balas Nitrogen (N_2), atau dilepaskan ke udara, tanah atau air di mana-mana reaktifnya bentuk seperti nitro oksida (N_2O), nitrat (NO_3^-) atau amonia (NH_3). Pengedaran pelbagai bentuk pelepasan nitrogen ke udara dan air adalah berbeza mengikut tempat dan persekitaran. Semua keadaan ini adalah berkaitan dengan pengurusan pertanian, industri, sumber perbandaran, ciri tanah, iklim tempatan dan lokasi geografi (Matlock et al., 2013). Pembajaan nitrogen adalah bahagian penting dalam pertanian moden, menyediakan makanan untuk populasi manusia yang semakin meningkat, tetapi juga menyebabkan kesan persekitaran apabila nitrogen reaktif (N) dilepaskan ke persekitaran. Jumlah dan kesan pelepasan ini sukar untuk diukur dalam penilaian kitaran hidup, kerana sifatnya bergantung kepada keadaan semulajadi sesuatu kawasan (Henryson, 2020).

Menurut De Oliveira et al. (2020), eutrofikasi ekosistem akuatik, samada disebabkan oleh proses semula jadi atau disebabkan oleh aktiviti manusia, kemudiannya akan mengakibatkan ketidakseimbangan antara produksi dan proses penguraian, dengan implikasi teruk terhadap kualiti air dalam takungan. Salah satu masalah eutrofikasi yang berlaku secara besar-besaran adalah lautan negara China akibat daripada perkembangan industri yang pesat (Li, et al., 2019).

2. PUNCA-PUNCA BERLAKUNYA PROSES EUTROFIKASI

Eutrofikasi adalah salah satu masalah terpenting yang mempengaruhi banyak kawasan pesisir di seluruh dunia. Beberapa sumber telah dikenalpasti sebagai punca-punca berlakunya proses eutrofikasi ini. Ia berlaku di akuatik lembangan pengeluaran primer tinggi disebabkan oleh nutrien yang mempunyai kepekatan tinggi. Alga dan *cyanobacteria* yang mekar (termasuk toksin-menghasilkan spesies fitoplankton), diikuti dengan kadar pemendapan dan pengumpulan yang tinggi, bersamaan dengan pertukaran air yang terhad mengakibatkan eutrofikasi, iaitu dimanifestasikan oleh hipoksia dan anoksia dalam sedimen dan air di bahagian bawah (Szymczak-Zyla, et al., 2017). Rajah 2 menunjukkan proses eutrofikasi yang berlaku di persekitaran tanaman sawit dan pisang.



Rajah 2: Proses eutrofikasi di persekitaran pertanian

Tahap eutrofikasi dalam sesuatu sumber air adalah bergantung kepada kandungan nitrogen dan fosforus yang ada di dalam air tersebut (De Oliveira, et al., 2020; Suga, et al. 1998). Penggunaan tanah, aktiviti manusia dan pengurangan tanah dalam kawasan tertentu boleh menjadi faktor kepada berlakunya proses eutrofikasi (De Oliveira et al., 2020). Eutrofikasi laut di Atlantik Timur Laut (NEA) sangat bergantung pada pengayaan nutrien di hujung sungai, yang berkaitan dengan aktiviti manusia dan penggunaan tanah di kawasan aliran sungai (Desmit, et al. 2018).

Semasa penebangan hutan dan penanaman pelbagai tanaman, nutrien tanah tadahan seperti fosforus (P), nitrogen (N) dan oksida besi (Fe oksida) akan dihanyutkan dan ianya akan memberi pengaruh kuat terhadap kitaran geokimia utama dalam ekosistem akuatik dalam kawasan aliran sungai. Ekosistem tasik sensitif terhadap perubahan persekitaran yang berasal daripada perubahan iklim. Peningkatan eksport nutrien dari tanah tadahan akibat pembangunan pada masa kini dan pada masa lalu akan menjadi penyebab utama eutrofikasi, pengasidan, dan hipoksia air tasik (Haas, et al. 2019). Dapat dilihat pada kawasan yang berdekatan, tadahan yang tidak terdedah kepada punca-punca berlakunya eutrofikasi dilihat lebih bersih dan airnya jernih (Rajah 3). Manakala tadahan air yang mengalami proses eutrofikasi dilihat sebaliknya seperti dalam Rajah 4.



Rajah 3: Tiada proses eutrofikasi



Rajah 4: Berlaku proses eutrofikasi

Selain itu, sistem kumbahan juga merupakan sumber penting nitrogen dan fosforus di sungai-sungai di kawasan hiliran. Secara umumnya, kawasan tengah dan hilir menyumbang kepada pencemaran nutrien di kawasan pesisir pantai (Strokal, et al. 2020). Menurut kajian yang dilakukan oleh Matlock et al. (2013) mendapati potensi kesan terhadap persekitaran tempatan (pencemaran fosforus) dan serantau (pencemaran Nitrogen ke Teluk Mexico) pada kawasan tadahan air, eutrofikasi lebih cenderung untuk berlaku berpunca daripada sumber pengeluaran makanan berbanding aktiviti tenusu di ladang.

3. MASALAH YANG TERJADI AKIBAT PROSES EUTROFIKASI

Proses eutrofikasi ini mengakibatkan perkembangan alga yang boleh menyebabkan pengurangan biodiversiti akuatik, yang mana ianya menimbulkan masalah rasa dan bau pada air, meningkatkan kos rawatan air, menghilangkan nilai estetika, mengurangkan kemudahan rekreasi air, dan juga pembebasan toksin dari sesetengah spesies alga. Pengabaian tanah dan pertumbuhan semula hutan menyebabkan penstabilan tanah dan pengekalan nutrien, secara signifikan meningkatkan keadaan redoks tasik. Penebangan hutan berskala besar yang menghilangkan kestabilan tumbuh-tumbuhan nampaknya mempunyai kesan terbesar terhadap hakisan tanah dan mobilisasi nutrien (Haas, et al., 2019).

Menurut Padedda et al. (2017), proses eutrofikasi merupakan masalah yang paling meluas yang mempengaruhi penggunaan perairan Takungan iklim Mediterranean. Eutrofikasi mempengaruhi hampir 80% air yang disimpan (21 dari 31 takungan) dalam kajian yang dilakukan di Sardinia, Italy, di mana ianya merupakan isu utama yang harus ditangani kerana air untuk bekalan minuman adalah diperoleh daripada sumber ini. Salah satu kesan utama eutrofikasi yang merugikan adalah kecenderungan gangguan spesies *cyanobacteria* yang meningkat dalam jumlah yang banyak dalam ekosistem air tawar (Padedda, et al. 2017).

4. CARA KAWALAN PROSES EUTROFIKASI

Menurut Desmit, et al. (2018), cara utama untuk mengurangkan pengayaan nitrogen yang dilepaskan dalam jasad air adalah dengan menghubungkan semula pengeluaran tanaman dan penternakan, serta pertanian dan cara pemakanan manusia yang bergantung pada sesuatu tempat. Pengurangan nutrien yang ketara mungkin dapat dicapai melalui gabungan pertanian, sosial dan ekonomi. Ini dapat dibuktikan melalui kajian yang telah dijalankan oleh Szymczak-Zyla, et al., (2017) di mana proses eutrofikasi boleh meningkat dan menurun di sesuatu tempat bergantung kepada aktiviti yang dijalankan yang menjadi punca kepada eutrofikasi tersebut. Eutrofikasi yang disebabkan oleh nitrogen dan fosforus boleh dikurangkan dengan menggunakan sistem pengairan berputar (Suga, et al. 1998).

Perancangan pengurusan untuk mengurangkan eutrofikasi sangat diperlukan untuk bertindak pada beban luaran seperti loji rawatan kumbahan, dan juga pada pelepasan fosforus dalaman dari sedimen dengan cara meningkatkan pengoksigenan lapisan permukaan air ke dasar. Selain itu, kajian yang dijalankan oleh Padedda et al. (2017) ini menyoroti keperluan untuk meningkatkan kesesuaian loji rawatan bagi merawat air dengan kehadiran mikroalga. Selain daripada itu, untuk spesies *cyanobacteria* yang berpotensi toksik, protokol pemantauan yang lebih tepat untuk penilaian *cyanotoksin* dalam takungan, pengambilan air mentah, dan proses rawatan air pada pelbagai peringkat mesti dirancang untuk mengurangkan risiko yang dikaitkan dengan sebatian ini.

Negara China mengambil langkah proaktif dalam menangani masalah eutrofikasi di mana air bertakung di kawasan pesisiran pantai dengan mencadangkan beberapa cadangan penyelesaian merangkumi aktiviti kitar semula baja, aplikasi penggunaan baja, mengawal pemakanan haiwan dan rawatan air sisa daripada kumbahan (Li et al., 2019). Ini menunjukkan bahawa mengurus dan mengawal kedua-dua input fosforus dan nitrogen ke sumber aliran air mungkin diperlukan bagi mengurangkan risiko eutrofikasi dan penurunan kualiti air persekitaran, yang mana ianya memainkan peranan penting dalam kepelbagaian biologi air tawar dan ekosistem (Jarvie et al., 2018).

5. KESIMPULAN

Masalah berkaitan eutrofikasi yang berlaku sejak berdekad lamanya ini adalah salah satu masalah pencemaran air di peringkat global. Faktor-faktor seperti pelepasan nutrien yang banyak ke dalam sumber air, iklim setempat, dan aktiviti-aktiviti manusia seperti pertanian dan pembangunan, mengakibatkan proses eutrofikasi ini terus berlaku. Akibat daripada proses eutrofikasi ini, sumber air seperti parit, tasik dan pesisir pantai dipenuhi dengan alga atau tumbuhan yang menutupi permukaan air. Ianya juga memberi bau busuk, meningkatkan kos rawatan air, menghilangkan kemudahan rekreasi kepada manusia, menghilangkan nilai estetika sesuatu sumber air dan juga menyebabkan kematian banyak haiwan akuatik yang lain. Banyak langkah proaktif telah diambil, antaranya mengawal sisa-sisa agrikultur dan kumbahan daripada memasuki sumber jasad air, mengitar semula baja dalam pertanian, meningkatkan proses rawatan aersisa sebelum dilepaskan ke alam sekitar, dan juga mengurangkan nutrien seperti nitrogen dan fosforus daripada memasuki sumber air.

RUJUKAN

- De Oliveira, T.F., de Sousa Brandao, I.L., Mannaerts, Hauser-Davis, R.A., de Oliveira, A.A.F., Saraiva, A.C.F., de Oliveira, M.A. & Ishihara, J.H. (2020). Using Hydrodynamic and Water Quality Variables to Assess Eutrophication in a Tropical Hydroelectric Reservoir. *Journal of Environmental Management*, 256, 109932(1-11).
- Desmit, X., Thieu, V., Billen, G., Campuzano, F., Duliere, V., Garnier, J., Lassaletta, L., Menesguen, A., Neves, R., Pinto, L., Silvestre, M., Sobrinho, J.L. & Lacroix, G. (2018). Reducing Marine Eutrophication May Require a Paradigmatic Change. *Science of the Total Environment*, 635, 1444-1466.
- Haas, M., Baumann, F., Castella, D., Haghypour, N., Reusch, A., Strasser, M., Eglinton, T.I., & Dubois, N. (2019). Roman-driven Cultural Eutrophication of Lake Murten, Switzerland. *Earth and Planetary Science Letters*, 505, 110-117.
- Henryson, K., Katterer, T., Tidaker, P. Sundberg, C. (2020). Soil N₂O Emissions, N Leaching and Marine Eutrophication in Life Cycle Assessment – A comparison of Modelling Approaches. *Science of the Total Environment*, 727, 138332(1-13).
- Jarvie, H.P., Smith, D.R., Norton, L.R., Edwards, F.K., Bowes, M.J., King, S.M., Scarlett, P., Davies, S., Dils, R.M. & Bachiller-Janero, N. (2018). Phosphorus and Nitrogen Limitation and Impairment of Headwater Streams Relative to Rivers in Great Britain: A National Perspective on Eutrophication. *Science of the Total Environment*, 621, 849-862.

- Li, A., Strokal, M., Bai, Z., Kroeze, C. & Ma, L. (2019). How to Avoid Coastal Eutrophication – a Back-casting Study for the North China Plain. *Science of the Total Environment*, 692, 676-690.
- Matlock, M., Thoma, G., Cummings, E., Cothren, J., Leh, M. & Wilson, J. (2013). Geospatial Analysis of Potential Water Use, Water Stress, and Eutrophication Impacts from US Dairy Production. *International Dairy Journal*, 31, S78-S90.
- Padedda, B.M., Sechi, N., Lai, G.G., Mariani, M.A., Pulina, S., Sarria, M., Satta, C.T., Viridis, T., Buscarinu, P. & Luglie, A. (2017). Consequences of Eutrophication in the Management of Water Resources in Mediterranean Reservoirs: A Case Study of Lake Cedrino (Sardinia, Italy). *Global Ecology and Conservation*, 12, 21-35.
- Strokal, M., Kahil, T., Wada, Y., Albiac, J., Bai, Z., Ermolieva, T., Langan, S., Ma, L., Oenema, O., Wagner, F., Zhu, X. & Kroeze, C. (2020). Cost-effective Management of Coastal Eutrophication: A Case Study for the Yangtze River Basin. *Resources, Conservation & Recycling*, 154, 104635 (1-11).
- Suga, K., Fukui, N., Tatani, M., Katakura, Y., Omasa, T. & Kishimoto, M. (1998). Reduction of Lake Eutrophication Caused by Nitrogen and Phosphorus from Paddy Nearby Field using A Circular Irrigation System. *Computer Applications in Biotechnology*, 553-559.
- Szymczak-Zyla, M., Krajewska, M., Winogradow, A., Zaborska, A., Breedveld, G.D. & Kowalewska, G. (2017). Tracking Trends in Eutrophication Based on Pigments in Recent Coastal Sediments. *Oceanologia*, 59, 1-17.

IoT Water Usage Management Module by using Water Flow Sensor “MyWaterMtr”

**Wan Mohd Rumaizi Wan Taib, Mohamad Nazid Mukhtar &
Muhammad Haziq Mohd Zain**

Department of Electrical Engineering, Politeknik Ibrahim Sultan

rumaizi@pis.edu.my

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT), often known as the Internet of Everything or the Industrial Internet, is a new technology paradigm envisioned as a global network of interconnected equipment and objects. Water is precious available natural resource on the earth. However, water is considered as the primary need of human beings. Population growth causes uneven distribution of drinking water in cities and need to monitor and control the consuming of water on minimum requirement base so proposed system improve the water supply monitoring and consuming of water for domestic. The available water billing system is tedious and time-consuming process. Error in water billing can occur because of human interference. The main objective of the research is to build and develop a module system that can measure the flow of the water in order to monitor the consume of water usage. An Arduino development board as central console of embedded system, it reads the sensor to monitor the water usage for houses or domestic purpose. The system consists of YF-B5 as a flow sensor. Arduino Wemos D1 R1 compatible ESP8266 is used to read the sensor values from all sensors and control the water supply system. The calculation of the water usage will be done automatically and at the same time will display on LCD and system will send the information onto consumer smartphone via the wi-fi developed module as accurate water bill calculation as the tariff under company Syarikat Air Johor (SAJ) Sdn Bhd.

Keywords: internet of things, automated water meter, wi-fi module, water bill tariff.

1. INTRODUCTION

The modern digital era is focusing on smart city applications based on Internet of Things (IoT), Wi-Fi, etc. The IoT is recognized as one of the most important areas of future technology and is gaining vast attention from a wide range of industries (In Lee, 2015). Effective water management involves supplying water according to the real requirement, and thus measuring water is very essential step in water management systems. There are many water flow measurement techniques as well as different types of water flow meters used to measure the volume of water flow in pipelines but these all are too costly. This proposal describes ideas for design and development of Water Usage Management by Using Water Flow Sensor, with the help of readily-available and medium-cost water flow sensors. Sustainability of available water resource in many regions in Malaysia especially in Johor is now a serious issue. This problem is silently related to inadequate use of water and integrated water mismanagement.

Water is widely used for agriculture, industry, and domestic consumption. The water monitoring is important constraint for the different applications of human being. The unnecessary wastage of water can be controlled by applying small charges which is bearable by poor people. By using of older mechanical meters, meter reading changes and errors are more, if pipes in premises are leaking consumer also difficult to trace it (Nadiah, 2019). Current manual water billing systems are costly and having other disadvantages like missing of water bill. Also, user has to wait till the end of the month to know water usage and the water bill.

Automatic water billing system came into existence because of human error and inconsistency that is associated with manually operated system. Human error associated with manually operated system, improper bill creation, Bill availability and payments process which are time consuming activities, Wastage of water in process of manually operated Water pump, these are the problems that lead to the development of an “Water Usage Management by Using Water Flow Sensor”.

2. LITERATURE RESEARCH

There is various factor that makes author towards to choose Arduino WEMOS D1 as microcontroller for the development Water Usage Monitoring Module. As in figure 1 below, The Arduino WEMOS D1 is the easiest point of entry to basic IoT with the standard form factor of the UNO family. Whether looking at building a sensor network connected office or home router, or if want to create a BLE device sending data to a cell phone, the Arduino WEMOS D1 is your one-stop-solution for many of the basic IoT application scenarios. This board also able to connect to a Wi-Fi network to the device such as smartphone, using its secure ECC608 crypto chip accelerator. Arduino WEMOS D1 is a WIFI development board based on ESP8266 12E. The functioning is similar to that of NODEMCU, except that the hardware is built resembling Arduino UNO. The D1 board can be configured to work on Arduino environment using boards manager (Hareendran, 2021).



Figure 1: Arduino WEMOS D1 Rev 2

Water flow sensor YF B5 as in figure 2, is used to take a note of how much water has been transferred from one area to the other. It consists of a copper valve body, a water rotor and a hall-effect sensor. Water flow sensor is designed to measure the volume of liquid traveling past a given point, a great way to keep tabs on how much water that drip irrigation system is using, or any other project were the flow of liquid needs to be tracked. The sensor itself is very simple inside; there is a small flapper wheel that spins as water flows past. A magnet on the flapper wheel triggers a hall effect sensor which sends a momentary pulse down the output wire with each revolution, we can then determine the flow rate over time or the total volume that has passes. Water flow sensor consists of a plastic valve body, a water rotor, and a hall-effect sensor. When water flows through the rotor, rotor rolls. Its speed changes with different rate of flow. The hall-effect sensor outputs the corresponding pulse signal (Botnroll, 2021).



Figure 2: Water Flow Sensor YF-B5

Blynk is a new platform that allows in build interfaces for controlling and monitoring a hardware projects from iOS and Android devices. As figured in figure 3, currently, *Blynk* supports most Arduino boards, Raspberry Pi models, the ESP8266, Particle Core, and a handful of other common microcontrollers and single-board computers, and more are being added over time (Alsen, 2017). Arduino Wi-Fi and Ethernet shields are supported in order to control devices plugged into a computer's USB port as well. There are three major components in the platform i.e. Blynk App, *Blynk* Server and *Blynk* Libraries.



Figure 3: *Blynk* Application

3. METHODOLOGY

Arduino WEMOS D1 Rev 2 was used as a microcontroller which this controller was the latest version of Arduino module, and this microcontroller will receive input from Hall Effect Based Flow Sensor. Water flow sensor used to measure the volume of water used by residential that are supplied with water by a public water supply system.

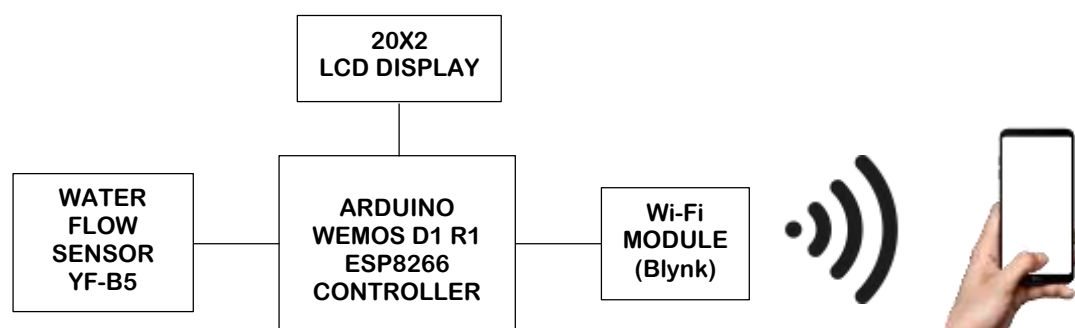


Figure 4: Block Diagram of the System

Block diagram shown in figure 4, consist of Arduino WEMOS D1 Rev 2 which is acts as a microcontroller, Water Flow Sensor YF-B5 as input component, LCD as output. Firstly, the initial process started with Hall Effect Sensor that placed in Water flow sensor interfaced with Arduino through 3 ribbon connector and used to measure every litres water flow through it. When water flows through the rotor, the rotor starts to rotate affected by the pressure. Its speed changes with different rate of flow.

The Water Flow Sensor outputs the corresponding pulse signal. The Water Flow sensor is utilized in the flow meter using a small fan/propeller shaped rotor which is placed in the path of the water flowing. The water pushes against the fan of the rotor, causing it to rotate. The shaft of the rotor is connected to a Hall Effect sensor. It is an arrangement of a current flowing coil and a magnet connected to the shaft of the rotor, thus a voltage/pulse is induced as this rotor rotates. In this flow meter, for every litre of water passing through it per minute, its outputs

about 4.5 pulses and then this data will send to microcontroller, diagram of Water Flow Sensor as shown in figure 5 below.

The connections required for this flow rate sensor with respect to the Arduino is very minimal. There are only three wires coming from the flow rate sensor the 5V Vcc (Red wire), the GND (Black wire) and the signal/pulse (Usually yellow) line. Connect the Vcc and GND of the flow meter to the Arduino Vcc and GND. The pulse line of the flow rate sensor is connected to the Arduino pin. Arduino software is used for Arduino coding to find flow rate of water, display the output in serial monitor and displayed on LCD which can be monitored by customers. Next, when microcontroller read and retrieves data information from Water Flow sensor, microcontroller will process data information and works on the principle of the water flow sensor. According to which, a voltage difference is induced in a conductor transverse to the electric current and the magnetic field perpendicular to it. In Water Flow Sensor, for every litres of liquid passing through it per minute, its outputs about 4.5 pulses. This is due to the changing magnetic field caused by the magnet attached to the rotor shaft as seen in the Figure 6. Microcontroller will measure the number of pulses using an Arduino WEMOS D1 and calculating the flow rate in litres per hour (L/hr) by using a simple conversion formula. If microcontroller failed to retrieves data information from water flow sensor, the process of the system will be end.

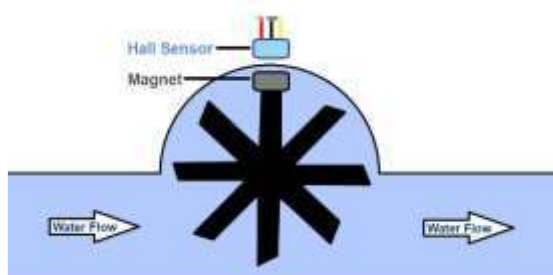


Figure 5: Hall Effect of Water Flow Sensor



Figure 6: Process of Water Flow Sensor

The Arduino Integrated Development Environment or Arduino Software (IDE) is a cross-platform application that is written in functions from C and C++ contains a text editor for writing code, a message area, a text console, a toolbar with buttons for common functions and a series of menus. It connects to the Arduino and Genuino hardware to upload programs and communicate with them. Arduino IDE is used to generate the code and upload the code on microcontroller for implementation and testing.

According to this principle, in this sensor, a voltage difference is induced in the conductor due to the rotation of the rotor. This induced voltage difference is transverse to the electric current. When the moving fan is rotated due to the flow of water, it rotates the rotor which induces the voltage. This induced voltage is measured by the hall effect sensor and displayed on *Blynk* app.



Figure 7: Process Flow of the System

The calculation of the water flow data retrieved from the water flow sensor now to be converted onto the written source coding in Arduino IDE to display the price of the water bills correctly based on the tariff (SAJ, 2020) under company Ranhill Sdn Bhd or formerly known as Syarikat Air Johor (SAJ) Sdn Bhd. Thus, output data will be sent through Wi-fi Module via Blynk application in order sending to the consumer smartphone.

The hardware component of the system consists Arduino WEMOS D1 Rev 2, Hall Effect Water Flow Sensor YF-B5, LCD display 2002 20x2 and AC DC Adapter 9V 1A for the input power supply.

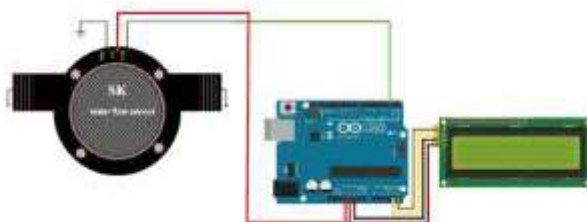


Figure 8: Schematic Circuit Overall System

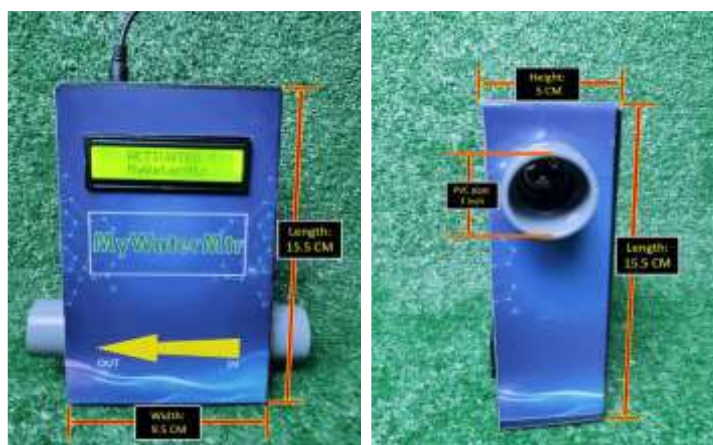


Figure 9: Overview of Product

4. RESULT

The analysis and result for this project in order to calibrate and get a correct calculation on the coding written by using a standard water tariff as a foundation of the calculation result as well as a validity of the project and to get the efficiency of water flow sensor additionally can also increase accuracy. The result from 10 times test attempts been analysed and further studied so that the project is based on the correct data. Testing is done stage by stage.

4.1 Coding Calculation Validity

For the water bill calculation, the coding written according to water tariff from water supply corporation in Johor which is Ranhill Sdn Bhd. For this experiment there are three (3) stages which for first stage is to calibrate the frequency of the water flow sensor in order to get high accuracy of water flow which is frequency author was set up to 4.99MHz. Second stage is flow rating of water flow by referring to datasheet of water flow sensor which formula (frequency/6.6) entered into a source code and by this way water flow sensor will reads a signal pulse and calculate the water flow rate base on this formula set up. At final stage, entering the formula for water bill calculation which is every litres water flowing through *MyWaterMtr* that will send to microcontroller and will automatically calculate it, refer to water tariff i.e. for the first $1\text{m}^3 - 20\text{m}^3 = \text{RM}0.80$, for next $21\text{m}^3 - 35\text{m}^3 = \text{RM}2.00$ and for 35m^3 and above was $\text{RM}3.00$. This tariff calculation only for domestic user and for religious institution, domestic bulk or non-domestic category will be different.

Next, before this water tariff formula entered into a source code, units of water flowing were converts firstly from metre cube to litres in order to get more accurate value:

$1\text{m}^3 = 1000\text{Litre of water,}$
 $1\text{m}^3 = \text{RM } 0.80$
Hence, $1\text{L} = \text{RM}0.0008$
**(for every 1L water will times RM0.0008 for the first 20000L)*

By using this simple conversion that added these formulae into source code of the programming, whichever every litre water flowing through *MyWaterMtr* been calculated. For final product functionality, author have made an experiment with 3Litre of water and end of result, this project was shown the satisfactory output for the 3L water with $\text{RM}0.0024$ total bill amount. Output result display can refer to figure below.



Figure 10: Final *MyWaterMtr* Functionality Test Output Display

4.2 Product Efficiency

Experiment was conducted to find the product efficiency. The table 1 below show the analysis and result for this project such as analysis about how to get the efficiency of water flow sensor additionally can also increase accuracy. The result from 10 times test was analyzed and further studied so that the project is based on the correct data by setting on 5 Liter of water repeatedly. Testing is done stage by stage. The result was good because of the efficiency of the product up to 98% accurate of sensor reading.



Figure 11: Product Efficiency Testing Apparatus and Setup

Table 1: Result of Efficiency Test for 10 times Attempts

<i># of Attempt</i>	<i>Input (litre/L)</i>	<i>Output (litre/L)</i>
1	5.00	4.95
2	5.00	4.97
3	5.00	4.89
4	5.00	4.95
5	5.00	5.00
6	5.00	4.96
7	5.00	4.89
8	5.00	4.97
9	5.00	4.97
10	5.00	4.99
Total	50.00	49.54

Efficiency (τ):

$$\tau = \frac{\sum \text{Output}}{\sum \text{Input}} \times 100\%$$

$$\tau = \frac{49.54}{50.00} \times 100\%$$

$$\tau = \mathbf{99.08\%}$$

Efficiency of the product was 99.08%

4.3 Data Sending Validity Test

The testing is to validate the water bill consumed when the water through the water flow sensor, the *Blynk* will calculate the bill based on the formula that put in the Arduino programming. The trial takes a litre of water flow by getting the price of RM0.008 as stated water bill tariff accordingly.



Figure 12: Data Sending to Smartphone Testing Apparatus and Setup

Table 2: Result of Data Sending Test for Product Validity

Volume (litre/l)	Flow Rate	Amount (RM)
0.125	0.624	0.001
0.250	0.62	0.002
0.375	0.622	0.003
0.500	0.63	0.004
0.625	0.642	0.005
0.750	0.641	0.006
0.875	0.666	0.007
1.000	0.673	0.008

A correct data was sent though smartphone as desired calculated.

5. CONCLUSION

The product was successfully developed and proven to be used accordingly as its aimed to measure the water flow by consuming of water per user and indirectly educate user to control their water bill. The present water billing system used analogue and tedious water meters. Modern electronic device such as water flow sensor can be used to overcome basic limitations of analogue meter such as less accuracy, human error while billing etc. From the case study, it is evident that flow sensor can produce very accurate results. The proposed system is a cost effective and reliable system compared to present water billing system. The process of monitoring water flow rate, transmitting the usage, calculating the bill etc. is through pre-programmed Arduino controller and hence no errors as it avoids human intervention. Also, Billing information is display on LCD and also can be send into consumer smartphone via Wi-Fi developed module as a parts of Internet of Things (IoT) as a current global trend which is real time notification is a reliable and also helpful for the consumer as the user gets acknowledge the water usage and bill whenever user want.

REFERENCES

- A. Alsen (2017). *Relay control using NodeMCU through Blynk App*. Retrieved from <https://projects.digilentinc.com/shibinkp202/relay-control-using-nodemcu-through-Blynk-app-b3750c#things>.
- Botnroll (2021). *Water Flow Sensor YF-B5*. Retrieved from <https://www.botnroll.com/en/biometrics/2546-water-flow-sensor-yf-b5.html>.
- In Lee, K. L. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises, *Business Horizons*, 431-440.
- Nadiah Zamlus (2019). *Paip Dalam Premis Bocor Punca Bil Air Tinggi*, Informatik For Public. Retrieved from <https://selangorkini.my/2019/06/paip-dalam-premis-bocor-punca-bil-air-tinggi/>.
- T. K. Hareendran (2021). *WeMos D1 WiFi Review*. Retrieved from <https://www.electroschematics.com/d1-wi-wi-board/>.
- SAJ (2020). *Tariff Grid Syarikat Air Johor Holding (Malaysia)*. Retrieved from <https://tariffs.ib-net.org/sites/IBNET/ViewTariff?tariffId=1668&countryId=0>.

Kajian Kadar Kecekapan Pengaliran Air Menggunakan Sistem Ternakan *G3 Hybrid RAS*

Farah Diyana*, Mohd Ridhwan, Mohd Munir, Mohd Azman & Mohamad Shamsul

Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti,
Kolej Komuniti Jerantut, Pahang, Malaysia

*farahdiyana@kkjerantut.edu.my

ABSTRAK

Pada era ini, penggunaan tenaga konvensional adalah terhad terutamanya di kawasan luar bandar berbanding dengan kawasan bandar. Terdapat banyak tenaga yang boleh diperbaharui dapat digunakan berdasarkan ketersediaan sumber di sesuatu lokasi. Negara seperti Malaysia mempunyai potensi besar dalam mengembangkan sumber tenaga boleh diperbaharui (RE) meliputi tenaga solar, biojisim serta tenaga hidro dan telah dikenalpasti dalam perancangan Strategi Bahan Bakar ke-5 di bawah Dasar Tenaga Nasional pada tahun 2001. Pergantungan pada tenaga konvensional dalam skala besar tidak lagi praktikal kerana banyak negara maju memberi perhatian terhadap teknologi hijau yang mampu memberi kesan baik terhadap alam sekitar. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji kadar kecekapan aliran air di dalam sistem ternakan *G3 Hybrid RAS* yang menggunakan gabungan teknologi sumber tenaga diperbaharui; tenaga solar dan tenaga kinetik/potensi (*hydraulic ram pump*). Eksperimen terhadap kadar kecekapan aliran air dijalankan dengan menguji 3 Sistem; Sistem A (tenaga solar), Sistem B (tenaga kinetik/potensi-*Hydraulic Ram pump*) dan Sistem C (tenaga solar + tenaga kinetik/potensi-*hydraulic ram pump*). Kaedah *Bucket Method* dengan botol air berisipadu 1 liter digunakan bagi mengumpul isipadu air daripada *delivery pipe* dan *waste valve*. 3 sampel diambil bagi setiap sistem yang dikaji dan masa dicatat dengan menggunakan jam randik. Hasil kajian menunjukkan dapatan eksperimen bagi *G3 Hybrid RAS* yang menggunakan *method Hybrid (Solar Pump + Ram Pump)* menunjukkan hasil yang baik untuk diaplikasikan dalam Sistem *Recirculating Aquaculture System (RAS)* berbanding penggunaan *Single Method* seperti *Solar Pump* atau *Ram Pump*. Bagi merealisasikan Dasar Teknologi Hijau Negara, keperluan kajian ini akan diaplikasikan sebagai inisiatif pengurangan kebergantungan penuh terhadap tenaga konvensional.

Kata Kunci: tenaga boleh diperbaharui, tenaga solar, tenaga kinetik, G3 Hybrid RAS, kadar kecekapan aliran air.

1. PENGENALAN

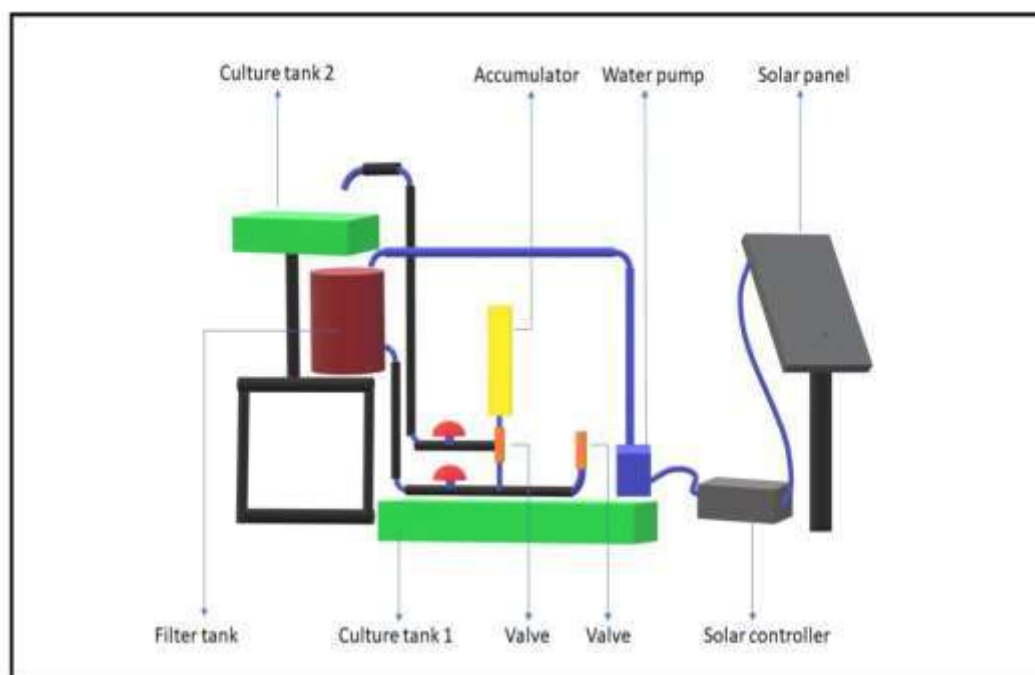
Penggunaan sumber tenaga yang boleh diperbaharui semakin mendapat tempat dan diberi perhatian tidak kira bagi negara maju atau membangun. Hal yang demikian berlaku disebabkan terdapat faktor yang mengehadkan penggunaan sumber tenaga konvensional terutamanya di kawasan pedalaman dan terpencil. Teknologi tenaga boleh diperbaharui merupakan sumber tenaga bersih yang kurang memberi kesan kepada alam sekitar berbanding tenaga konvensional (Fatahi Alkouhi R et al., 2019). Sumber tenaga yang boleh diperbaharui perlu digunakan secara optimum bagi menyelesaikan isu kepada pemanasan global, pengurangan bahan fosil bagi tujuan penjana sumber tenaga konvensional secara berterusan yang akan berkurangan pada masa hadapan (Qazi, A. et al., 2019).

Berdasarkan statistik tahun 2020, Negara China merupakan negara di dunia yang mencatatkan rekod penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui tertinggi diikuti oleh Amerika Syarikat seperti tenaga solar, angin, hidroelektrik dan sebagainya (International Renewable Energy Agency, 2020). Hal ini mungkin terjadi disebabkan kepelbagaian sumber tenaga boleh

diperbaharui yang terdapat di negara tersebut. Berbanding negara Malaysia, penggunaan terhadap tenaga hijau masih di tahap yang rendah. Jadi, penekanan diberikan secara berfokus terhadap tenaga solar, biojisim dan tenaga hidro dalam perancangan Strategi Bahan Bakar ke-5 di bawah Dasar Tenaga Nasional tahun 2001 (Shamsuddin, 2012).

Malaysia merupakan antara negara yang mencatatkan peningkatan dalam pelepasan kesan gas rumah hijau dengan purata 7.9% daripada jumlah terkumpul bagi tempoh 1990-2006 (Shamsuddin, 2012). Secara purata, industri tenaga di Malaysia telah menyumbangkan kira-kira 60 juta tan gas karbon dioksida dan angka ini dijangka akan meningkat kepada 153 juta tan pada masa akan datang (Khazanah Nasional, 2009). Jadi, kesedaran dalam menggunakan tenaga yang boleh diperbaharui secara optimum perlu dititikberatkan bagi mengelakkan kesan yang buruk terhadap alam sekitar, pengurangan sumber serta peningkatan kos.

Kajian ini dijalankan bertujuan mengkaji kadar kecekapan kitaran dan aliran air menggunakan 3 sistem berbeza berteraskan tenaga boleh diperbaharui. Satu sistem ternakan yang menggunakan konsep sistem akuakultur kitar semula air (*Recirculating Aquaculture System-RAS*) telah dihasilkan dengan gabungan elemen tenaga boleh diperbaharui iaitu tenaga solar, tenaga kinetik dan tenaga potensi (*Ram pump*) diberi nama sebagai *G3 Hybrid RAS* seperti yang dilihat pada rajah 1. Aspek kajian ini amat penting bagi tujuan penggantian secara berkala dalam penggunaan sumber tenaga konvensional memandangkan institusi ini terutamanya bagi Program Sijil Akuakultur Kolej komuniti Jerantut menggunakan sistem ternakan *Recirculating Aquaculture System (RAS)* yang perlu beroperasi selama 24 jam menggunakan tenaga konvensional. Hal yang demikian telah membawa kepada peningkatan terhadap kos elektrik disamping berlakunya ketidakcekapan penghasilan tenaga yang mampu memberi kesan terhadap alam sekitar. Selain itu, data kajian kadar pengaliran air dalam sistem RAS ini juga penting sebagai penunjuk relevan dalam usaha menggantikan penggunaan tenaga konvensional kepada tenaga yang boleh diperbaharui untuk diaplikasikan kepada Sistem RAS yang terdapat di institusi.



Rajah 1: Lakaran sistem *G3 Hybrid RAS*

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Ram Pump (Pam Tanjakan)

Kos bahan bakar dan penyelenggaraan untuk mengoperasikan sistem pam konvensional meningkat dari hari ke hari. Pam tanjakan adalah alat alternatif dan kaedah mengepam dengan menggunakan prinsip teknologi yang agak mudah dan cekap yang menggunakan tenaga boleh diperbaharui dan sangat tahan lama. (M.Hudzari, 2020).

Ram pump adalah satu sistem pam yang menggunakan sistem tanjakan hidraulik. Sistem ini telah dicipta dan dikembangkan pada 200 tahun yang lalu (Wanchai Asvapoositkul et al., 2019). Sistem ini berfungsi dengan menggunakan kesan ketukan air (*water hammer effect*) untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat yang lain tanpa menggunakan tenaga atau bahan api (A.Roberts, 2018).

Di dalam tanjakan hidraulik, gelombang tekanan dihasilkan untuk memaksa air ke atas. Sistem tanjakan ini terdiri daripada injap pembaziran (*waste valve*) yang merangsang untuk penghasilan kesan ketukan air (*waterhammer effect*), dan injap penyampaian (*delivery valve*) yang menghasilkan tekanan dan mencegah air yang di pam ke atas daripada mengalir semula ke arah bawah (Matthias Inthachot et al., 2015). Oleh yang demikian, terdapat penjimatan tenaga yang dapat dilakukan jika sistem ini dapat diaplikasikan dalam sektor agroteknologi dan akuakultur. Menurut M.Huzadri (2020), tidak ada tenaga lain yang diperlukan selagi terdapat aliran air yang berterusan, pam akan berfungsi tanpa henti kerana sumber air didorong oleh tenaga graviti.

2.2 Tenaga Solar dan Sistem Akuakultur

Di Malaysia, potensi untuk menghasilkan tenaga elektrik daripada janaan solar adalah sangat baik. Ini adalah kerana, Malaysia menerima keamatan tenaga suria sebanyak 4 hingga 5 kWh/m² setiap hari sepanjang tahun. Kedudukan negara Malaysia yang terletak di garisan khatulistiwa yang secara tidak langsung menerima cahaya matahari melebihi 4 jam setiap hari ini merupakan salah satu faktor utama mengapa Malaysia mempunyai potensi besar menghasilkan tenaga janaan solar (Aziz et al., 2016). Menurut Denholm et al. (2010), tenaga solar boleh diperolehi dengan pelbagai cara seperti pemasangan panel di atas bumbung, perletakan panel solar di kawasan tanah rata melalui aplikasi ladang solar, pemasangan secara integrasi hibrid dan pemasangan secara sendiri (*off-grid*) yang tidak memerlukan penyambungan dengan grid elektrik utama.

Kajian daripada Almaktar et al. (2015) menyatakan bahawa kekurangan rizab minyak dan gas dalam tempoh 15 tahun yang akan datang menyebabkan kerajaan mula cenderung kepada tenaga boleh diperbaharui. Oleh yang demikian, penggunaan tenaga solar di dalam sistem ternakan akuakultur merupakan salah satu inisiatif kesedaran untuk mengaplikasikan sumber tenaga baharu dalam kalangan pengamal akuakultur. Ini sejajar dengan pelbagai dasar dan pelan tindakan tenaga yang telah dicadangkan dan dibincangkan di kalangan pelbagai jabatan kerajaan, organisasi bukan kerajaan (NGO) dan sektor perindustrian dalam meningkatkan kesedaran dan penghasilan tenaga baru seperti Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KETTHA), Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) dan Persatuan Perusahaan Industri Fotovolta Malaysia (MPIA) (Almaktar et al., 2015). Menurut artikel daripada Vikrant Bhakar et al. (2021), satu sistem akuakultur seperti akuaponik yang dipasang dengan tenaga solar adalah sangat berguna kepada petani dalam jangka masa panjang dan boleh bertahan sekurang-kurangnya 5 tahun dan ke atas. Tenaga elektrik yang dihasilkan oleh solar memberikan potensi untuk pengembangan akuakultur di kawasan luar bandar.

2.3 Recirculating Aquaculture System (RAS)

Sejak beberapa dekad yang lalu, penghasilan produk akuakultur daripada sektor akuakultur meningkat dengan pesat. Tambahan pula, dengan penggunaan sistem intensif seperti ternakan RAS. Sistem Ternakan RAS adalah sistem ternakan akuakultur dengan pertukaran air yang terbatas dan terkawal (Silva et al., 2021). Menurut kajian daripada Martins et al. (2010), RAS adalah satu sistem di mana sebahagian air disalurkan kembali kepada ternakan setelah menjalani rawatan air. Berdasarkan Zhang et al. (2018) pula teknologi RAS adalah teknologi yang mengitar semula sistem akuakultur di mana spesies akuatik membesar dalam keadaan persekitaran yang terkawal. Manakala semasa proses kitaran air, pengurangan jumlah isipadu air di dalam tangki ternakan dapat dikurangkan (Colson et al., 2015). Justeru, sistem RAS kini telah berkembang dan beroperasi dengan menggunakan pelbagai spesis yang berbeza dan diusahakan secara intensif oleh industri (Martins et al., 2010).

Terdapat pelbagai faedah jika menggunakan sistem RAS di antaranya adalah seperti pengurangan dan penjimatan penggunaan sumber air (Verdegem et al., 2006). Selain itu, menurut Summerfelt et al. (2009), penggunaan sistem ternakan RAS dapat membantu dan meningkatkan *biosafety* dengan merawat dan mengawal wabak sesuatu penyakit ternakan. Selain itu juga, kebaikan sistem RAS ialah ia dapat mengawal suhu dan iklim untuk sesuatu ternakan (Bregnballe et al., 2010).

3. METODOLOGI

3.1 Sistem G3 Hybrid RAS

Sistem *G3 Hybrid RAS* adalah gabungan di antara tiga elemen teknologi iaitu Sistem *Hydraulic Ram Pump*, tenaga solar, dan elemen teknologi pembelajaran *Industrial Revolution 4.0 (IR4.0)* iaitu kamera di bawah air (*underwater camera*). Pemerhatian penggunaan sumber air melalui Sistem *G3 Hybrid RAS* telah dilakukan oleh ahli kumpulan. Pemerhatian ini melibatkan keberkesanan penggunaan sumber air melalui 2 sumber tenaga iaitu penggunaan pam air menggunakan tenaga solar dan tenaga pam hidraulik. Pemasangan sistem ini boleh dirujuk pada Rajah 2 dan Jadual 1 seperti di bawah:



Rajah 2: Pemasangan Sistem *G3 Hybrid RAS*

Jadual 1: Bahan dan peralatan *G3 Hybrid RAS*

Bil	Bahan dan peralatan		Catatan
1.	Sistem tenaga solar	Panel solar	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rated Maximum Power</i> (Pmax) 30W • <i>Voltage at Maximum Power</i> (VMP) 18.31V • <i>Current at Maximum Power</i> (IMP) 1.64A • <i>Open –Circuit Voltage</i> (VOC) 21.97V • <i>Short-Circuit Current</i> (ISC) 1.75A • <i>Maximum System Voltage</i> 1000V
		Bateri solar	<ul style="list-style-type: none"> • 12V 7Ah
		<i>Inverter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 500 watt DC to AC
		<i>Controller</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Work voltage</i>: 12/24v • <i>Rater charge current</i>: 10A • <i>Rated load current</i>: 10A
2.	<i>Hydraulic Ram Pump</i>	- <i>Inlet pipe</i> - <i>Delivery pipe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Saiz 20 mm
		<i>Valve</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Saiz 20 mm
		<i>Accumulator</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Saiz 50 mm
3.	<i>Underwater Camera</i>	<i>SQ29 Mini Camera</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemantauan ternakan melalui aplikasi di telefon pintar, <i>Sports DV</i>.

3.2 Bucket Method

Cara pengiraan Bucket (*Bucket Method*) telah digunakan untuk mengukur keberkesanan penggunaan sumber air oleh sistem *G3 Hybrid RAS*. Menurut *Bucket Method*, bahan dan peralatan yang diperlukan adalah baldi yang berisipadu 1 Liter dan jam randik. Kaedah pengukuran saliran air adalah, air akan dipenuhi sebanyak 1 Liter dengan menggunakan baldi dan masa akan dicatat menggunakan jam randik setelah bekas tersebut telah dipenuhi air. Kaedah ini akan diulang sebanyak tiga (3) kali untuk memastikan kejituan keputusan. Pemboleh ubah yang diambil kira untuk mengukur keberkesanan pengaliran air adalah pengaliran air menggunakan pam tenaga solar, pengaliran air menggunakan *Hydraulic Ram Pump* sahaja dan penggunaan kedua-dua sumber tenaga iaitu pam tenaga solar dan *Hydraulic Ram Pump*. Pengaliran air yang telah diukur adalah pengaliran air yang disalurkan kepada *delivery pipe*. Selain itu, pengukuran pengaliran air yang disalurkan kepada *waste valve* juga turut diukur dengan menggunakan *Bucket Method*.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

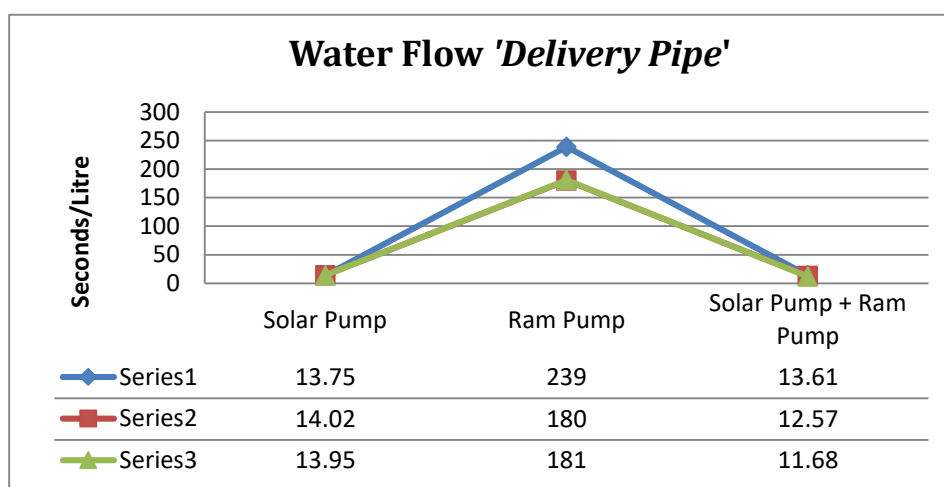
Keputusan pemerhatian pengaliran air menggunakan kaedah *Bucket Method* telah dilakukan dan boleh dirujuk seperti di Jadual 2 dan Jadual 3:

Jadual 2: Keputusan pengukuran pengaliran air melalui *Delivery Pipe*

Sistem	Kaedah Pengaliran Air	Replikasi	Masa yang dicatat
A	Pam tenaga solar	1	13.75 saat/liter
		2	14.02 saat/liter
		3	13.95 saat/liter
B	<i>Hydraulic Ram Pump</i>	1	239 saat/liter
		2	180 saat/liter
		3	181 saat/liter
C	Pam tenaga solar dan <i>Hydraulic Ram Pump</i>	1	13.61 saat/liter
		2	12.57 saat/liter
		3	11.68 saat/liter

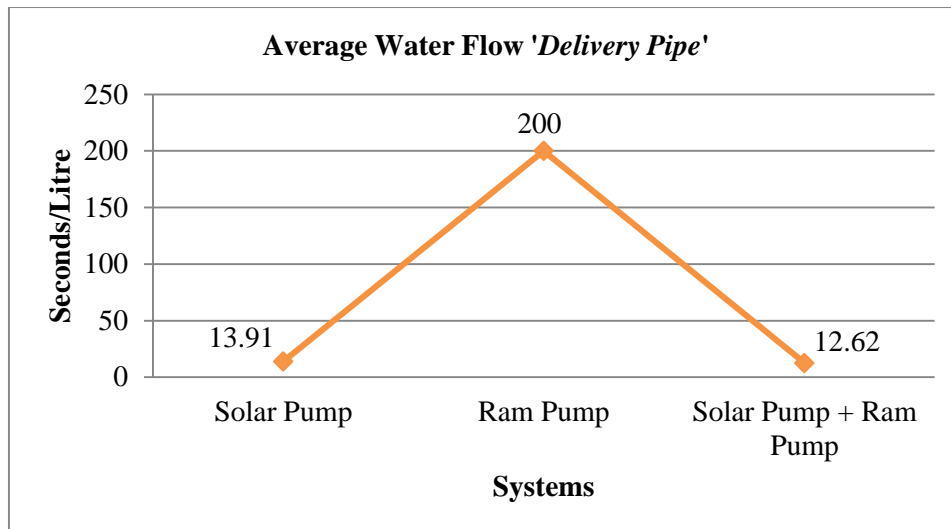
Jadual 3: Keputusan pengukuran pengaliran air melalui *Waste Valve*

Sistem	Kaedah Pengaliran Air	Replikasi	Masa yang dicatat
A	<i>Hydraulic Ram Pump</i>	1	12.00 saat/liter
		2	12.00 saat/liter
		3	11.00 saat/liter
B	Pam tenaga solar dan <i>Hydraulic Ram Pump</i>	1	12.00 saat/liter
		2	12.00 saat/liter
		3	11.00 saat/liter



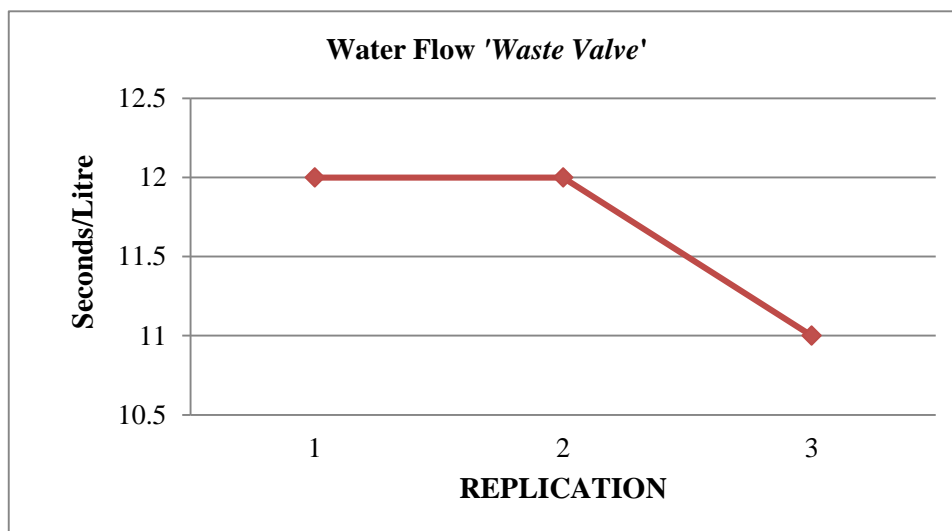
Rajah 3: Graf pengukuran pengaliran air melalui '*Delivery Pipe*'

Rajah 3 menunjukkan graf pengukuran pengaliran air melalui '*Delivery Pipe*'. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil bacaan masa (saat) bagi 1 liter padu air yang mengalir keluar dari '*Delivery Pipe*'. Tiga *method* yang berbeza digunakan iaitu Solar Pump, Ram Pump dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) dan data diambil sebanyak 3 sampel/replikasi bagi setiap *method*. Daripada graf tersebut, bacaan pengaliran air bagi *method* Solar Pump bagi 3 sampel/replikasi adalah 13.75s, 14.02s dan 13.95s. *Method* Ram Pump pula menunjukkan bacaan 239s, 180s dan 181s manakala *method* hybrid (Solar Pump + Ram Pump) bacaan masa untuk pengaliran 1 liter padu air adalah 13.61s, 12.57s dan 11.68s.



Rajah 4: Graf purata pengaliran air melalui 'Delivery Pipe'

Rajah 4 pula menunjukkan graf purata pengaliran air melalui 'Delivery Pipe' daripada 3 sampel/replikasi yang diambil untuk tiga method iaitu Solar Pump, Ram Pump dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump). Purata masa bagi method Solar Pump untuk 3 sampel/replikasi adalah 13.91s, Ram Pump 200s dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) 12.62s. Daripada data eksperimen yang diperolehi ini menunjukkan bahawa masa bagi pengaliran air sebanyak 1 liter padu melalui 'Delivery Pipe' bagi 2 method iaitu Solar Pump dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) hampir sama dan hanya 1.29s perbezaan masa bagi keduanya. Namun terdapat perbezaan masa yang ketara antara kedua-dua method tersebut dengan bacaan masa bagi method Ram Pump iaitu perbezaan sebanyak 173.47s. Daripada data purata bagi ketiga-tiga method tersebut menunjukkan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) mempunyai bacaan masa yang paling baik untuk 1 liter padu pengaliran air melalui 'Delivery Pipe' berbanding dengan 2 method yang lain.



Rajah 5: Graf pengukuran pengaliran air melalui 'Waste Valve'

Rajah 5 pula menunjukkan graf pengukuran pengaliran air melalui 'Waste Valve' daripada 3 sampel/replikasi yang diambil untuk 2 method iaitu Ram Pump dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump). Tiada bacaan untuk method Solar Pump kerana pengaliran air melalui 'Waste Valve' hanya untuk method yang menggunakan Ram Pump sahaja. Hasil eksperimen

menunjukkan bacaan masa bagi 1 liter padu air yang melalui 'Waste Valve' bagi 3 sampel/replikasi ialah 12s, 12s dan 11s. Secara purata yang dicatat adalah 11.67s. Secara keseluruhannya, hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan bacaan masa secara purata bagi pengaliran 1 liter padu air yang menghampiri bacaan masa pengaliran air melalui 'Waste Valve' adalah *method* Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) iaitu 12.62s dan 11.67s bagi 'Waste Valve'. Perbezaan masa hanya 0.95s sahaja. Untuk mendapatkan hasil eksperimen yang baik, bacaan masa bagi *method* yang digunakan untuk pengaliran air melalui 'Delivery Pipe' perlu sama dengan bacaan masa pengaliran air melalui 'Waste Valve' iaitu 11.67s. Eksperimen ini perlu untuk memastikan *water balanced* antara keduanya bagi mengelakkan berlakunya limpahan air dari tangki dalam *Recirculating Aquaculture System* (RAS). Kesimpulannya, hasil dapatan eksperimen bagi *G3 Hybrid RAS* yang menggunakan *method* Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) menunjukkan kadar kecekapan pengaliran air yang baik untuk diaplikasikan dalam Sistem RAS berbanding penggunaan *Single Method* seperti Solar Pump atau Ram Pump.

5. KESIMPULAN

Hasil eksperimen menggunakan pengiraan Bucket (*Bucket Method*) untuk mengukur keberkesanan atau kecekapan penggunaan sumber air dalam sistem *G3 Hybrid RAS* melalui tiga *method* yang berbeza iaitu Solar Pump, Ram Pump dan Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) menunjukkan dapatan yang berbeza bagi ketiga-tiganya. Hasil daripada analisis data yang diperolehi daripada eksperimen yang dilakukan membuktikan bahawa pengaplikasian *method* Hybrid (Solar Pump + Ram Pump) dalam Sistem *G3 Hybrid RAS* lebih berkesan dan menghasilkan kadar kecekapan pengaliran air yang baik dan sesuai digunakan untuk *Recirculating Aquaculture System* (RAS) dalam industri Akuakultur.

RUJUKAN

- Affandy Othman, Wan Mohd Khairudin, Jamel Othman, Mahadzir Abd Ghani, Ahmad Shakir Mohd Saudi. (2017). Water flow measuring methods in small hydropower for streams and rivers - A study, *International Journal of Applied Engineering Research*. ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 24, pp. 14484-14489.
- Almaktar, M., Rahman, H. A., & Hassan, M. Y. (2015). Photovoltaic technology in Malaysia :past, present, and future plan, 6451.
<https://doi.org/10.1080/14786451.2013.852198>
- A.Roberts, B.Thomas, P.Sewell, E.Hoare (2019). Generating renewable power from water hammer pressure surges, *Renewable Energy*, Volume 134, Pages 1392-1399.
- Aziz, A., Wahid, A., Arief, Y., & Aziz, Ab. N. (2016). Evaluation of Solar Energy Potential in Malaysia. *Trends in Bioinformatics*, 9, 35–43.
<http://dx.doi.org/10.3923/tb.2016.35.43>
- Bregnballe, Jacob, et al., (2010). A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. *Food Agric. Org. United Nations* (FAO).
- Colson V, Sadoul B, C. Valotaire, P. Prunet, M. Gaumé, L. Labbé, (2015) Welfare assessment of rainbow trout reared in a Recirculating Aquaculture System: comparison with a Flow-Through System Aquaculture, 436, pp. 151-159.

- Denholm, P., Drury, E., Margolis, R., & Mehos, M. (2010), Chapter 10— Solar Energy: The Largest Energy Resource. In F. P. Sioshansi (Ed.), *Generating Electricity in a Carbon-Constrained World* (pp. 271–302). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-655-2.00010-9>.
- Dhaiban, H. T. (2019). Experimental study the performance of ram water pump. *EUREKA, Physics and Engineering* (1), 2227. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00836>.
- Fatahi-Alkouhi, R., Lashkar-Ara, B., & Keramat, A. (2019). On the measurement of ram pump power by changing in water hammer pressure wave energy. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(4), 681–693. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.05.001>
- International Renewable Energy Agency. (2020). Country Rankings. Retrieved from <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- Khazanah Nasional. (2009). Report on the Study: Opportunities and risks arising from climate change for Malaysia.
- Kaygusuz, K. (2012). Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 1116–1126. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.013>
- Matthias Inthachota, Suchard Saehaengb, Johannes F. J. Maxa, Johannes Müllerc, Wolfram Spreerb. (2015) Hydraulic ram pumps for irrigation in Northern Thailand, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 5, 107 – 114.
- Martins, C.I.M., Eding, Ep H., Verdegem, Marc C.J., Heinsbroek, Leon T.N., Schneider, Oliver, Blancheton, Jean-Paul, d’Orbcastel, E. Roque, Verreth, J.A.J., et al., (2010). *Aquac. Eng.* 43 (3), 83–93.
- M. Hudzari, (2020). Development Of Self-Operating Water Pump Irrigation System For Sustainable Agriculture Instrumentation, *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, Vol. 10, Issue 3.
- Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A. B. D., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE Access*, 7(June), 63837–63851. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906402>
- Shamsuddin, A. H. (2012). Development of renewable energy in Malaysia strategic initiatives for carbon reduction in the power generation sector. *Procedia Engineering*, 49, 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.10.150>
- Silvaa L.C.B., Bruna Lopesb, Maria J. Pontesa, Isidro Blanquetc, Marcelo E.V. Segattoa, Carlos Marques. (2021). Fast decision-making tool for monitoring recirculation aquaculture systems based on a multivariate statistical analysis, *Aquaculture* 530.

- Summerfelt, Steven T., Sharrer, Mark J., Tsukuda, Scott M., Gearheart, Michael. (2009). Process requirements for achieving full-flow disinfection of recirculating water using ozonation and UV irradiation. *Aquac. Eng.* 40 (1), 17–27.
- Verdegem, M.C.J., Bosma, R.H., Verreth, J.A.J. (2006). Reducing water use for animal production through aquaculture. *Water Resour. Dev.* 22 (1), 101–113.
- Vikrant Bhakar, Kiranjot Kaura, Harpreet Singh. (2021). Analyzing the Environmental Burden of an Aquaponics System using LCA, / *Procedia CIRP* 98, 223–228.
- Wanchai Asvapoositkul, Jedsada Juruta , Nattapong Tabtimhin , and Yosawat Limpongsa (2019). Determination of Hydraulic Ram Pump Performance: Experimental Results, *Hindawi Advances in Civil Engineering Volume*.
- Zhang, Q., Yu, Z., Wang, X.G., Tian, J.P. (2018). Effects of inoculants and environmental temperature on fermentation quality and bacterial diversity of alfalfa silage. *Anim. Sci. J.* 89, 1085–1092.

Kawalan Sekuriti Pengurusan Air

Siti Nadiyah Ismail^{1*}, Muhamad Khairul Anuar Zulkepli²

¹Jabatan Fesyen dan Pakaian, Kolej Komuniti Arau, Perlis

²Akademi Pengajian Bahasa, Universiti Teknologi Mara Cawangan Kedah, Kedah

*sitinadiyah5100@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan sumber utama dalam kehidupan dan kemajuan sesebuah negara. Dalam memaju arus kemajuan dan transformasi negara, air dilihat menjadi sumber utama yang dipelihara, diselia dan diurus tadbir dengan satu pengurusan sistematik. Namun, di sebalik pembangunan negara yang kian pesat dan membangun, ia memberi kesan terhadap kawalan dan pengurusan air yang masih boleh dipertingkatkan dalam usaha mengecapi kelestarian air. Justeru, kajian ini bertujuan membincangkan aspek kawalan sekuriti dalam pengurusan air yang masih menjadi kekurangan dan kelemahan untuk diatasi bersama. Kajian ini ialah kajian kualitatif yang berbentuk kajian kepustakaan dan data yang diperolehi diuraikan secara deskriptif. Hasil perbincangan mendapati kawalan sekuriti air adalah masalah besar yang perlu diberikan perhatian serius dalam usaha membentuk teknologi kepakaran termaju dan termoden untuk memelihara tahap kualiti dan kelestarian air yang cemerlang. Ia boleh dimajukan menerusi beberapa kawalan seperti sistem rawatan air, kawalan sumber-sumber air, kawalan pengoperasian industri dan kawalan air tidak berhasil.

Kata Kunci: Air, pengurusan, sekuriti, kelestarian

1. PENGENALAN

Air merupakan sumber asasi kehidupan yang dominan dalam kehidupan. Di Malaysia secara umumnya terdapat banyak sumber air semula jadi yang mampu menghasilkan kualiti air terbaik. Kepelbagaian sumber ini berkembang pesat sejajar dengan transformasi kemajuan teknologi menerusi sistem pengurusan air yang diwujudkan.

Sungguhpun begitu, kepesatan pembangunan dan aktiviti manusia yang agresif pada arus modenisasi ini mendorong kepada masalah terhadap pengurusan dan pembangunan sumber air dan ini boleh menjejaskan kelestarian sumber air. Sepertimana disebut oleh Loucks (2000), pengurusan air mampan ialah sistem sumber air yang dibina, diurus dan diselia sepenuhnya bagi penggunaan masyarakat sama ada sekarang dan juga masa depan dengan mengekalkan sistem ekosistem, ekologi, alam sekitar dan integriti hidrologi.

Kegiatan ekonomi dan aktiviti manusia yang semakin berkembang pesat ini ternyata memberi impak negatif di sebalik impak positif yang dikecapi. Justeru, kecanggihan teknologi yang semakin berdaya saing tidak bersifat sempurna atau komprehensif. Malah, ia turut mempunyai kelemahan dan kekurangan yang boleh mengakibatkan sistem kehidupan, ekosistem dan alam sekitar tidak seimbang. Oleh itu, apa yang dinyatakan ini berkait rapat dengan pembangunan air yang perlu dilestarikan demi keseimbangan sejagat. Perkara ini dijelaskan oleh Breen dan Rigby (1994) bahawa hampir kebanyakan bandar di dunia bermula sebagai pusat perdagangan, hub pengangkutan dan industri serta menjadi pusat utama kepada bandar tersebut. Namun, masalah-masalah kompleks yang dihadapi seperti perubahan teknologi, peningkatan kesedaran terhadap alam sekitar di kalangan masyarakat dan pemandaran mengakibatkan perubahan drastik kepada banyak kawasan sumber air.

Dewasa ini, transformasi kemajuan dan teknologi semakin hari memberikan impak kepada air dan pengurusannya. Ia bertitik tolak daripada kesedaran dan pengurusan yang kurang berkesan dalam usaha menjamin kelestarian air. Sehubungan itu, amat wajar sekiranya semua pihak turut berganding bahu dan mewujudkan kerjasama erat dalam memastikan mutu pengurusan air ini bertambah komprehensif.

2. TINJAUAN LITERATUR

Terdapat banyak kajian berkisarkan tentang air dan sumber-sumbernya telah dibangkitkan oleh pengkaji terdahulu dan terkini. Pengkajian tersebut masih diteruskan hingga kini menerusi pelbagai aspek bidang kajian sama ada saintifik, teknologi dan sebagainya. Ini menunjukkan bahawa air dan sumber-sumbernya merupakan satu keperluan sangat dominan yang sentiasa dijaga untuk menjamin mutu kelestarian air.

Md. Yassin (2012) dalam kajiannya menghuraikan tentang kelestarian pembangunan hadapan air di Malaysia. Ia bertujuan mengenal pasti tahap kelestarian pembangunan hadapan air di Malaysia dari perspektif beberapa pihak yang berkepentingan. Sebanyak 25 pihak terlibat secara langsung dalam projek pembangunan hadapan air yang melibatkan tiga kawasan iaitu Kuching Riverfront, Malacca Waterfront dan Glenmarie Cove Riverfront. Hasil dapatan yang diperoleh menunjukkan pembangunan hadapan air di Malaysia masih belum mencapai tahap kelestarian seperti kejayaan yang dikecapi oleh negara-negara maju lain. Terdapat dua faktor utama dikenalpasti menjadi punca kegagalan iaitu kurang sumber kewangan serta kekurangan tenaga pakar dan teknologi. Beberapa punca lain juga dikenalpasti iaitu kurang keseimbangan keperluan sosial, ekonomi dan kewangan dalam semua pihak yang terlibat, tidak wujud kerjasama antara semua pihak yang terlibat, campur tangan pihak luar dan kekurangan tenaga pakar.

Tuan Mat dan Jamil (2013) ada membahaskan tentang pengeluaran air sisa, rawatan dan penggunaan di Malaysia. Beliau menyatakan bahawa teknologi telah banyak membantu dalam kitaran air dengan menjalankan proses kitar air tercemar kepada kurang tercemar. Syarikat Indah Water Konsortium menyatakan bahawa jenis rawatan air sisa utama di negara ini adalah berbentuk rawatan awal (penyingkiran air cemar dari pembasuhan baju, sampah-sarap, minyak dan gris), rawatan primer (penyingkiran bahan mendak dan terapung) dan rawatan sekunder (rawatan biologi untuk mengeluarkan pepejal organik dan bahan terampai). Namun, syarikat ini tidak pernah merancang untuk membina teknologi rawatan air tahap tinggi (melibatkan penyingkiran nutrien bahan-bahan toksik seperti logam berat dan penyingkiran pepejal terampai dan bahan organik) di negara ini. Walaupun teknologi rawatan air sisa dipercayai memberi banyak manfaat kepada negara, beberapa isu perlu dihadapi seperti kos tarif pembentungan dan kos penyelenggaraan sangat tinggi, keingkaran pihak-pihak tertentu yang tidak memasang perangkap gris atau tidak mengekalkan perangkap gris secukupnya boleh mengakibatkan masalah berterusan. Ini membawa kepada satu andaian terhadap syarikat perkhidmatan pembentungan di negara dikatakan tidak kondusif operasi dan penyelenggaraan yang membawa kesan kepada syarikat tersebut dalam proses rawatan dan operasi.

Lai Chee Hui et. al (2014) dalam kajiannya ada menghuraikan tentang aspek cabaran yang dihadapi untuk mengurangkan air tidak berhasil di Malaysia. Perbincangan difokuskan kepada air tidak berhasil (*Non-Revenue Water*) yang menjadi cabaran utama dalam pengurusan air. Beliau menyebut bahawa punca utama tahap air tidak berhasil yang tinggi di Malaysia ialah kehilangan air sebenar yang membabitkan air hilang daripada paip bocor, paip pecah, tangki limpahan dan lain-lain kehilangan air secara fizikal. Tahap air tidak berhasil di beberapa negeri

juga tidak dikawal pada tahap yang rendah dan ia menaik secara ketara selepas 5 tahun. Oleh itu, kenaikan tahap air tidak berhasil ini boleh berpunca daripada kekurangan bajet untuk menukar paip lama, meter yang berusia, kemerosotan kakitangan untuk menangani masalah, pengurusan tidak baik dan masa pembaikan tidak mengikuti sasaran syarikat air dan faktor lain-lain.

Perbincangan yang diutarakan oleh Lai Chee Hui et. al (2014) tersebut dilanjutkan lagi pada kajian Sakke (2020) yang membahaskan tentang cabaran ke atas sekuriti bekalan air. Isu yang diberikan perhatian ialah berkaitan dengan air tidak berhasil (NWR). Menurutnya, banyak kelemahan dikenal pasti oleh Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) dalam menangani isu NRW di Malaysia. Antaranya tiada program atau perancangan pengawalan kebocoran secara aktif, peruntukan penyelenggaraan yang kecil, kekurangan kakitangan yang kompeten, pengurusan aset yang lemah, pelaksanaan dan penyelenggaraan sistem bekalan air yang tidak sistematik, kelemahan dari segi sistem teknologi maklumat, kelemahan dari segi sistem pengumpulan data, pemahaman pengurusan kebocoran kurang diberi perhatian dan air dianggap bukan satu perkara yang bernilai disebabkan oleh kadar harga yang rendah. Isu-isu tersebut perlu diselesaikan bagi mencapai sasaran yang dikehendaki. Air terawat menjadi satu isu global yang paling penting dan menjadi cabaran utama dalam keselamatan dan pengurusan air. Ini disebabkan oleh tahap kehilangan air yang tinggi dalam rangkaian penyaluran air bersih terawat kepada pengguna. NRW merupakan cabaran besar terhadap syarikat konsesi perawat air dalam pengurusan bekalan air terawat dan cabaran besar dalam pengurusan sekuriti air di Malaysia.

S.A. (2019) dalam kajiannya ada mengupas berkenaan dengan aplikasi prinsip Islam dalam pengurusan alam sekitar lestari menurut perspektif kitab *al-Jidar*. Menurutnya, ada empat prinsip dikaitkan dengan pengurusan alam sekitar lestari antaranya ialah prinsip menghilangkan kemudaratan (*la dharar wa la dhirar*). Prinsip tersebut dikaitkan dengan salah satu skop pengurusan alam sekitar iaitu pengurusan air dan sisa air. Dalam perkara ini, disebut bahawa saliran untuk mengalirkan air atau sisa air tidak boleh dibina di atas jalan mati kerana ia mendatangkan bahaya kepada pengguna jalan. Keadaan jalan yang licin mengakibatkan kemalangan di samping menjejaskan kebersihan kawasan persekitaran. Justeru, prinsip yang dinyatakan ini mendorong kepada satu langkah pengurusan air yang sistematik bagi mengelak daripada berlakunya kemudaratan.

Anuar et. al (2019) dalam kajiannya membincangkan tentang pemuliharaan sungai menurut Islam dan aplikasinya dalam konteks sungai Terengganu. Menurutnya, pemuliharaan sungai merupakan perkara penting dan ia amat dititikberatkan dalam agama. Ini kerana penjagaan dan pemuliharaan sungai diwujudkan bagi menjamin keharmonian dan kesejahteraan dalam kehidupan seharian. Justeru, menjadi kewajipan setiap insan menjaga kebersihan sungai bagi memastikan kelestarian sungai. Dalam hal ini, beliau menyebut kaedah pemuliharaan sungai yang boleh diimplementasikan ialah pembersihan sungai untuk mencegah sampah sarap mengalir terus ke sungai Terengganu. Oleh itu, pemasangan perangkap sampah telah dipasang di hilir sungai bertujuan untuk menghalang sampah sarap besar seperti botol dan plastik dibawa ke sungai.

Berdasarkan kajian yang telah dikemukakan ini, ia membincangkan aspek permasalahan yang timbul dalam pengurusan air. Namun, perbincangan aspek sekuriti dalam pembangunan dan pengurusan air kurang diberi perhatian. Ini memberi lompangan terhadap skop pembangunan dan pengurusan sumber air dari sudut sekuriti dan pemantauan yang masih menjadi kelemahan serta kekurangan untuk digarap secara serius.

3. METODOLOGI

Kajian ini kajian kualitatif dan ia lebih cenderung kepada kajian kepustakaan. Pengumpulan data kajian ini adalah berpandukan kepada data-data seperti jurnal, artikel, laporan sedia ada, buku ilmiah, internet, Jabatan Air Malaysia dan organisasi-organisasi lain yang melibatkan air. Data yang diperoleh dibincang secara deskriptif untuk menghuraikan aspek kawalan sekuriti pengurusan air bagi menghasilkan idea baru atau penambahbaikan metodologi dan polisi sedia ada. Kupasan terhadap kawalan sekuriti tersebut dikategorikan kepada tajuk-tajuk kecil utama untuk dihuraikan.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil dapatan menunjukkan aspek sekuriti air amat seharusnya diberi perhatian serius dalam mendepani arus kehidupan yang semakin mencabar. Ini kerana isi yang berhubung kait dengan sekuriti air ini boleh menyebabkan kerugian besar yang dialami oleh setiap syarikat air yang menerajui negeri-negeri. Berikut adalah kupasan aspek sekuriti atau keselamatan yang boleh disajikan sebagai perbincangan terhadap penambahbaikan pengurusan air sedia ada:

4.1 Kawalan pengoperasian industri

Pemilihan lokasi industri amat sinonim dengan pembangunan kilang-kilang yang berhampiran kawasan sungai dan implikasinya membawa kepada berlakunya pencemaran air. Kesan yang berlaku ini membabitkan keselamatan ekosistem dalam sungai terancam disebabkan oleh sisa-sisa pembuangan kilang yang dilepaskan mengalir ke sungai. Maka, ini menjadi satu keperluan kepada syarikat-syarikat air membangunkan sekuriti kawalan pengoperasian semua kilang industri yang berdekatan sungai untuk merangka sistem saluran baru kilang-kilang industri bagi mengalirkan sisa-sisa buangan. Hal ini dinyatakan oleh Arsyad (2017) dengan menyebut secara teknikalnya, penempatan lokasi pembuangan sisa-sisa kilang industri perlu disediakan bagi menangani pencemaran air. Ini tidak akan menjejaskan ekosistem sungai malah air sungai tersebut dapat dikitar semula sebagai air rawatan bersih untuk disalurkan sebagai air minum yang selamat.

Dalam mengharungi keadaan seperti ini, haruslah diwujudkan satu polisi dan pewartaan umum kepada semua industri terhadap kawasan sungai yang menjadi lindungan segala aktiviti industri dan perkilangan. Ia sebagai langkah kawalan mengelakkan pencerobohan dan penyalahgunaan sungai demi melestarikan pengurusan air. Akta kawalan dan polisi melibatkan air dan sungai perlu lebih ditekankan dan dikuatkuasakan.

4.2 Kawalan air tidak berhasil (*Non-Revenue Water*)

Air tidak terhasil ini berpunca daripada beberapa faktor antaranya kebocoran, paip pecah, paip sudah tertalu lama dan lain-lain. Sepertimana yang dinyatakan oleh Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN), air tidak terhasil ini ialah air yang telah dihasilkan dan ia hilang sebelum sampai kepada pengguna. Kehilangan tersebut boleh berpunca daripada kebocoran dan amat memberikan kerugian besar kepada pengurusan syarikat-syarikat air.

Dalam hal ini, apa yang boleh dikatakan ialah kebocoran sistem perpaipan ini perlu diatasi dengan membangunkan sistem pengesanan kebocoran yang digabungkan dengan kepakaran teknologi. Dalam erti kata yang lain, sistem perpaipan perlu dinaikkan taraf kepada sistem paip berteknologi tinggi yang boleh mengesan kebocoran paip pada semua tempat dan kawasan. Teknologi ini boleh diimplementasikan dan diselaraskan di semua negeri. Kawalan sekuriti seumpama ini boleh membantu mengurangkan isu kebocoran dan sistem perpaipan sedia ada

supaya kakitangan bagi sesebuah syarikat air bertindak lebih pantas menyelenggara kerosakan tersebut. Ia bertepatan dengan apa yang disebut oleh Nordin Sakke (2020) bahawa kemelut utama dalam menangani isu air tidak berhasil (NRW) ini ialah tiada program atau perancangan pengawalan kebocoran secara aktif.

4.3 Kawalan sumber-sumber air

Kolam simpanan perlu diwujudkan dan dibangunkan dengan professional. Ia dilihat sebagai satu kawalan yang bijak dan proaktif khususnya dalam mendepani masalah gangguan bekalan air. Kewujudan kolam simpanan air gergasi boleh menjadi satu sumber air kecemasan apabila berhadapan dengan detik gangguan bekalan air dan pencemaran air. Boleh dikatakan Malaysia masih lagi belum mencapai kejayaan maksimum 100% untuk mengatasi gangguan bekalan air dan pencemaran air. Ia berpunca daripada banyak pencemaran kronik dalam sungai di negara ini yang masih sukar untuk dikawal.

Sebagaimana yang diwartakan dalam akhbar tempatan, antara strategi boleh dipertimbangkan ialah membina kolam simpanan air, melindungi kawasan tadahan air dan mengadakan sistem rawatan air yang lebih canggih. Ia sebagai pelan sokongan sekiranya berlaku gangguan bekalan air akibat pencemaran sungai (malaysiakini, 2020). Jelas bahawa lembangan sungai yang ada di Malaysia sebenarnya sangat luas dan ini boleh menjadi pelan strategik untuk merangka lebih banyak lagi kawalan-kawalan sumber air.

4.4 Kawalan sistem rawatan air

Dalam usaha memantau pengurusan air dengan lebih efisien dan praktikal, kawalan sistem rawatan air perlu dipertingkatkan bagi memantapkan lagi sekuriti air. Realitinya, sistem rawatan air yang ada kini di Malaysia tidak mampu menampung kadar kekotoran air yang terlalu tinggi akibat daripada pencemaran. Berbeza dengan negara-negara maju yang tidak mempunyai masalah dalam mengawal dan merawat air kerana pengurusan lembangan air adalah jauh lebih baik dan menggunakan teknologi rawatan air paling maju. Oleh itu, sudah tiba masanya untuk semua syarikat bekalan air mengorak langkah menaik taraf teknologi sistem rawatan air yang sedia ada.

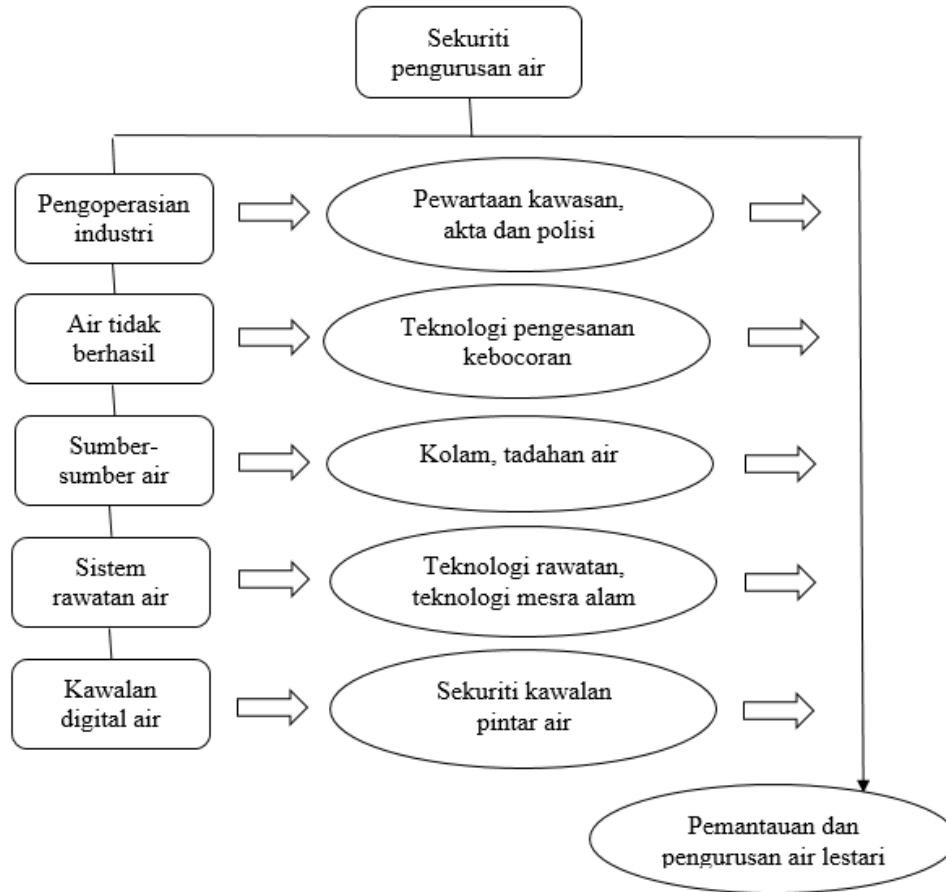
Sistem rawatan air ini bukan melibatkan syarikat-syarikat air atau syarikat pembekal air sahaja malah ia turut melibatkan kilang-kilang atau premis-premis perindustrian. Dalam erti kata lain, penggunaan teknologi rawatan air perlu diaplikasikan dalam premis kilang, perindustrian, sektor perladangan, penternakan dan pertanian bagi mengawal tahap pencemaran air berlaku. Sistem rawatan ini juga boleh digabungkan dengan teknologi mesra alam seperti disinfeksi solar dalam merawat air, rawatan air tanpa menggunakan bahan kimia dan sebagainya.

4.5 Kawalan digital air

Satu sistem yang boleh dibangunkan dalam pengurusan dan pemantauan air ialah menerusi digitalisasi air. Kawalan ini boleh dijadikan sekuriti air yang merangkumi skop kawalan air, tekanan air, sistem pembacaan meter dan bil secara jarak jauh tanpa melibatkan proses bacaan secara manual. Dengan mengoptimumkan teknologi secara maksima, pengkalan data pintar dapat diwujudkan bagi mengawal pengoperasian pemantauan air secara sistematik yang boleh dikawal dari pusat kawalan.

Dalam hal ini, sudah tiba masanya untuk Malaysia memperkenalkan sistem digital air dalam semua syarikat dan organisasi terlibat dengan air serta memperkasakannya. Ini memberikan satu peningkatan baru terhadap industri air dalam mengharungi segala cabaran pengoperasian secara terkawal oleh satu pusat sekuriti digital air. Ia membantu dari segi kawalan jumlah dan

kuantiti air yang perlu disalurkan dari masa ke semasa kepada orang ramai dan juga industri-industri perkilangan, pertanian, penternakan dan sebagainya. Dalam satu kenyataan akhbar ada menyatakan bahawa melalui pendigitalan operasi, sesebuah syarikat boleh mengumpul dan menggunakan maklumat untuk dianalisa tepat pada masanya agar tindakan pencegahan dapat diambil sebelum timbul sebarang isu yang lebih kritikal (mstar, 2020). Hasil daripada kupasan ini dapat diringkaskan kepada Rajah 1:



Rajah 1: Kawalan pengurusan air

5. KESIMPULAN

Kawalan sekuriti air merupakan aspek terpenting dalam industri air di negara dalam mendepani kehidupan berdatang. Tidak dinafikan bahawa isu sekuriti atau keselamatan air ialah cabaran besar yang perlu dihadapi oleh industri air dari masa ke semasa untuk merealisasikan satu pengurusan air yang bertaraf tinggi dan lestari seiring dengan perkembangan zaman serta dan berdaya saing di peringkat global.

Oleh yang demikian, semua pihak perlu berganding bahu bekerjasama memberikan usaha yang gigih dalam memastikan keperluan sumber air bersih sentiasa terjamin dan berkualiti. Satu perancangan yang strategik perlu dirangka dan dibangunkan untuk meningkatkan teknologi industri air dengan pelaburan jangka masa panjang agar bekalan air bersih ini menjadi aset yang terus kekal dan tidak lenyap hilang dari bumi Malaysia. Sehubungan itu, dengan hasil kupasan yang telah dibahaskan dalam penulisan ini dapat menjadi satu penambahbaikan dalam metodologi pengurusan air yang sedia ada.

RUJUKAN

- Arsyad, K.M. (2017). *Modul Konservasi Sumber Daya Air*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan. Bandung.
- Anuar, Nur Usani, Anisha Emilia Redzuan, Nur Nadia Hani Rosnan, Nur Salsabila Mohamed, Fadhilah Afiqah Rosli, Wan Mohd Yusof Wan Chik. (2019). Pemuliharaan Sungai Menurut Islam Dan Aplikasinya Dalam Konteks Sungai Terengganu. *Proceedings of the International Conference on Islamic Civilization and Technology Management 23-24 November 2019*, 158-167.
- Breen, A., & Rigby, D. (1994). *Waterfronts: Cities Reclaim Their Edge*. United State: McGraw-Hill.
- Lai C. H., Chan. N. W., Suhaimi Abdul Talib, Jamaluddin Md Jahi. (2014). Ke Arah Pengurusan Air Mampan: Kajian Awal Terhadap Cabaran Untuk Mengurangkan Air Tidak Berhasil Di Malaysia. *Prosiding Seminar Serantau Ke-2 Pengurusan Persekitaran di Alam Melayu*, 107-116.
- Loucks, D.P. (2000). Sustainable Water Resources Management. *Water International*, 25 (Number 1), 3-10.
- Kurniawati Kamarudin. (2020, January 24). Sekuriti air Penyelesaian Isu Sumber Air Mentah, *malaysiakini*. <https://www.malaysiakini.com/news/508269>.
- Mohd Izzat Mohd Khalizan. (2020, Disember 13). Seiring Teknologi Terkini Digitalisasi Ubah Operasi Industri Air Negara, *mstar*. <https://www.mstar.com.my/lokal/semasa/2020/12/13/seiring-teknologi-terkini-digitalisasi-ubah-operasi-industri-air-negara-matlamatnyapengguna-dapat-servis-lebih-mantap>.
- Md. Yassin, Azlina & Sharifah Meryam Shareh Musa. (2012). Kelestarian Pembangunan Hadapan Air di Malaysia. *Akademika* 82(2): 3-13.
- Sakke, Nordin, Adi Jafar, Amirah Abdin. (2020). Air Tidak Berhasil (NRW): Cabaran Ke Atas Sekuriti Bekalan Air di Sabah, Malaysia. *Jurnal Kinabalu* 26(2): 256-319.
- S. A., Sharifah Fadylawaty & Nurzahidah, J. (2019). Aplikasi Prinsip Islam Dalam Pengurusan Alam Sekitar Lestari Menurut Perspektif Kitab *Al-Jidar*. *Global Journal Al-Thaqafah* 9(1): 115-131.
- Tuan Mat, Engku Azman & Shaari, Jamil. (2013). Wastewater production, treatment and use in Malaysia. *Fifth Regional Workshop 'Safe Use of Wastewater in Agriculture'*. http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/501/mod_page/content83/Session2_Malaysia.pdf.

Relationship between Knowledge, Values, Skills, Attitudes, and Sustainable Practices Towards the Practice of Water Conservation During Ablution

Azizi Mursidy Zainol Abidin^{1*}, Mohd Aiman Mohd Fauzi², Syahid Irfan Yunus³, Fatin Najihah Zainal Abidin⁴, Jaanavee Devi Sundaresan⁵ & Dr. Zainah Othman⁶

¹Civil Engineering Department, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor
^{2,3,4,5,6}Commerce Department, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor

*azizimursidy@gmail.com

ABSTRACT

The need to conserve water when performing ablution is highly encouraged among Muslims. The prophet Muhammad pbuh stressed that it is important to save water even when performing ablution. It takes strong self-discipline for one to avoid leaving the tap running while taking ablution. This study investigates on the elements that make people to save water while taking ablution. When green indicators were posted in Kampung Bukit Cherakah's mosque, 17 cubic meters of water were saved for three consecutive months. Furthermore, the stickers managed to reduce 44% of water consumption for the month of October until December 2019. Therefore, this study aims to examine the relationship between knowledge, values, skills, attitudes and sustainable practices towards the practice of water conservation during performing ablution after the green stickers were posted. This quantitative approach was conducted by distributing 500 questionnaires to the Jemaah of the mosque. As a result, a Cronbach alpha of 0.9 was attained which allowed further analysis. A factor analysis was employed to discern the relationship between the independent and dependent variables. A KMO and Bartlett Test of 0.8 and 0.01 were accomplished indicating that the variables used were fit to be in this study framework. Knowledge, values, attitudes, skills and sustainable practices showed positive relationship between the practices of water conservation during ablution. In the future, similar studies should be conducted on other mosques with additional variables that contribute to the water saving attitudes.

Keywords: ablution, water conservation and water consumption

1. INTRODUCTION

Ablution wastage has been the issues in many countries. In Saudi Arabia, the number of water consumed by a single person per prayer can range on average between 0.7 gallon (2.5 liter) and 1.2 gallon (4.5 liter) during performing ablution and it was at its highest in the month of Ramadan (Youssef et. al., 2017). Many Muslim countries have tried alternative techniques in the attempt to save water. Some have upgraded the water tap functions and designs. Others have changed the whole setting of the ablution area. These are done to ensure less water are consumed thus enhances water conservation.

In this context, the Star Online (2019), reported that the Pengurusan Air Selangor Sdn. Bhd. (Selangor Water) through 'Be a Water Conservation Warrior' Programme has urged all consumers to reduce water wastage and concern about water conservation (Bernama, 2019). It is about time for the management of the mosque to share the same concern on this issue by playing a much significant role in addressing water wastage especially during ablution (Bernama, 2016; Anang, 2019). This concern is also supported by Zaied (2016) through his research that almost 48 percent of the total amount of water consumed during ablution is wasted.

1.1 The Problem Statements

The management of Al-Barokah mosque in Kampung Bukit Cherakah is also facing the same dilemma on this issue (Ahmad, 2019). In September 2019, water conservation during ablution program was introduced by applying a specially designed 'The Ablution H2O Saver' sticker on each ablution points available throughout the mosque. Mohd Fauzi et al, (2020), studied on the amount of water consumed during performing ablution at Al-Barokah mosque showed that after water conservation stickers' were posted at the mosque's ablution area, for three consecutive months starting from September 2019 until November 2019, the amount of wastage was reduced to only 11.5 cubic meter compared to 40.48 cubic meter water wastage alone in September.

This study helps by employing a simple measure that is performed by Prophet Muhammad when taking an ablution. When the teachings of Prophet Muhammad pbuh was ignored, a huge amount of water was wasted. Mohd Fauzi et al. (2020) indicated that respondents used seven times amount of water than used by Prophet Muhammad. Therefore, this research is conducted to investigate the use of water conservation sticker and its relationship towards the practice of water conservation.

1.2 The Objective

The objective of this study is to determine the relationship between knowledge, values, skills, attitudes and sustainable practices towards the Al-Barokah mosque's Jemaah of water conservation practice.

2. LITERATURE REVIEW

The importance of sustaining water resources has become one of the main concerns in Asian Pacific countries. As a proof, five dimensions of water security elements were drafted in 2013 by the Asian Development Bank through the Asian Pacific Water Forum. That five dimensions highlighted are economic water security, urban water security, household water security, resilience to water related disaster and environmental security. Recommendations on policy actions for the countries' leaders to improve water governance and guidance on investments to increase their countries' water security were also discussed thoroughly (Asian Water Development Outlook, 2013). Water security elements that touch on social dimension is considered important as it can prepare the community to become resilient towards extreme water event (Siwar et. al. (2014).

According to report by The Star Online, the average daily water consumption by a Malaysian was 211 liters, which is almost double the benchmark recommended by the United Nations (Bernama, 2016). On serious note, the amount of water consumed by Malaysia is more than recommendation by World Health Organization (WHO) of 165 liters per day (Jye, 2017). So daily, Malaysian has overused almost 45 liters of water (Sobian, 2018, Raduan, 2018)). The water consumption in mosque including during ablution lies under the non-domestic consumption's category of public uses (Anang, 2019).

Knowledge dissemination on water conservation to the consumer is important, as this will allow much efficient water management (Benninghause et. al., 2017 in Uma, 2018). Furthermore, as mention earlier, the Selangor Water with the collaboration of Selangor State Agency has continuously launched many water conservation initiatives as part of sharing water conservation knowledge (Star Online, 2019). Values in water conservation among people can

be enhanced through early exposure on education and skills of smart water consumption (Uma, 2018).

Although the people were aware of the need to save water, the attitude towards conservation did not reflect the saving behaviour (Kelly, 2015). Furthermore, in measuring public attitudes to water issues, Dolnicar, S et. al. (2010) found that 98% of the respondents agreed on conducting water restrictions only during period of drought or water shortage. According to Youssef (2017), people seldom close the taps while the hands are busy washing the body parts because closing taps, after holding water in the palm, was found not that convenient. Wastage of water when performing ablution was caused by lack of knowledge and skills in controlling the attitude of the people (Johari, 2013).

Attitude toward water conservation refers to the degree to which a resident has a positive or negative evaluation of water conservation behaviors (Anil et. al. 2017). Anil et. al. (2017) also stresses out that residents who had very positive water conservation and environmental attitudes saved more water than those with moderately positive attitudes. Furthermore, people who actively seek out information on water conservation, and then pay attention to that information, are more likely to report intention to conserve water, although the effects are weak (Clements, J. 2016). In the case of the Al-Barokah Mosque once the green sticker was applied, when comparing the usage of water from September to December 2019, there are reduction of water consumptions (Mohd Fauzi et. al., 2020).

On the other hand, through research investigated on Muslim understanding towards their knowledge on ablution and tool to control behavior when performing ablution, lack of knowledge in ablution leads to wastage of water when performing ablution (Johari, 2013). Therefore, this research tried to determine the relationship between knowledge, values, attitudes, skills and sustainable practices towards the practice of water conservation among the Jemaah of Kampung Bukit Cherakah Jaya mosque after the green stickers were posted at the mosque.

3. METHODOLOGY

This research employed a mix method approach where the first of part of the research was conducted through an observation from the months of September until December 2019. The respondents were observed on the amount of water consumed during performing ablution. The technique used in this research was participant observation (event, time and instantaneous sampling) (McLeod, 2019). Based on this, details of how the Jemaah performed ablution were transformed into instrument in the quantitative part of this research. According to Cresswell, 2012 in a mixed method study the validation of the qualitative data is increased when it is triangulated with quantitative method. In this study, the independent variables were replicated from Uma (2018) that suggested for the independent variables. Through the research conducted by Uma (2018), the factor analysis of the items indicates the value of Kaiser-Meyer-Olkin Test (KMO) is 0.732 and the value of Bartlett-Test is 91. Therefore, the same independent variables were adopted and adapted for the questionnaire development of this research. Pilot test was done on 30 respondents of Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah Polytechnic, mosque. A value of 0.900 Cronbach Alpha was derived from the reliability test indicated that the instrument used is valid for further actual data analysis.

3.1 Area of Study: Al Barokah Mosque Kampung Bukit Cherakah

Masjid Al Barokah is the only mosque built for the villagers of Kampung Bukit Cherakah in 1992 (Jabatan Agama Islam Selangor, 2020). It can accommodate up to approximately 500 Jemaah during Friday prayer time. The ablution areas can be divided into 17 ablution points intended for male and three for the female. In addition, a pond (Kolah) is also used for performing ablution. The ratio of the ablution points is lower than the recommended ratio of 5% according to Malaysia Standards Institution (2014). The study used specially designed sticker known as “The Ablution H2O Saver Visual Booster” as the main tool that acted as an injection of sustainable water consumption to the Jemaah of the mosque. The sticker was self-explanatory, and it gave the Jemaah information on how to use water effectively while performing ablution as required by Prophet Muhammad pbuh. The size of the sticker is 175 mm long and 125 mm wide in size and made of 3M Vinyl and Bi-axially Oriented Polypropylene (BOPP) material.

The total of 505 questionnaires were distributed to the Jemaah of the mosque. The determination of numbers of attendance to the mosque is important as it can be used to justify the amount of water consumed during ablution (Radin, 2016). This method of data collection was also utilized by Radin (2016) and Suratkon (2014).

4. RESULTS AND DISCUSSION

The total collected questionnaires from the survey were 505. The task of data cleaning and the search of missing values were performed to proceed for further analysis operations. The reliability of each item in the instruments was measured using the Cronbach’s Alpha coefficient. Each dimension of the questionnaire was calculated separately to facilitate clear understanding. The reliability analysis is then conducted to derive the consistency of the instrument measured. Reliability is a degree to which an assessment tool produces stable and consistent results. (Phelan & Wren, 2006) which the instrument of the concept helps to assess the “goodness” of measure.

Table 1: Reliability Coefficients for Each Variable (N=505)

Variables	No of Item	Cronbach’s Alpha
Knowledge	15	0.787
Values	10	0.734
Skills	10	0.664
Attitudes	14	0.636
Sustainable Practices	17	0.685
Water Conservation During Ablution	19	0.837

Table 1, As rules of thumb, values which were above 0.7 were considered acceptable and 0.8 is the most appropriate (Pallant, 2011). This data is shown on table 4.1. Based on the table appended all variables that were addressed in the questionnaire achieved reliability of close to 0.7. On the test of normality, the result indicates that all the variables were a sample of normally distributed population by having the skewness and kurtosis value from negative 1.96 to positive 1. The Shapiro-Wilk test is less than 0.05, means that null hypothesis is rejected, provided the data distribution is normal so further analysis is run using the parametric test.

Table 2: KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.817
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square df Sig.	1485.487 15 .000

Based on the Table 2 this research was analysed and the result by Kaiser-Meyer-Oklin Measure Of Sampling Adequacy is 0.817 which is near to 1 it means the data in the process gave accurate and reliable result about the factor of water conservation during ablution, The Bartlett's test was significant [$\chi^2(15)=1485.487$, $p=.000$] (Cohen ,1988)

4.1 Statistical Hypothesis Testing

This section answered the hypothesis for this research. The five hypotheses tested for this research; they were as below:

- H1: There is a significant relationship between knowledge and the reduction of water conservation during ablution
- H2: There is a significant relationship between values and the reduction of water conservation during ablution
- H3: There is a significant relationship between skills and the reduction of water conservation during ablution
- H4: There is a significant relationship between attitudes and the reduction of water conservation during ablution
- H5: There is a significant relationship between sustainable practices and the reduction of water conservation during ablution

4.1.1 Regression Analysis

The regression analysis was conducted to determine the relationship between the five independents variable and the dependent variable. The relationships between sustainable practices, knowledge and value towards water conservation during ablution was strong where, sustainable practices ($r=0.680$), knowledge ($r=0.608$) and value ($r=0.551$). The relationship between skills and attitudes towards water conservation during ablution is medium where skills ($r=0.420$) and attitudes ($r=0.491$). The significant value for the relationship between knowledge, value, skill, attitude and sustainable practice towards water conservation during ablution is 0.01 (SPSS 2011).

4.1.2 Linear Regression Testing

Linear regression was employed in order to test the influence of an independent variable towards a dependant variable. The linear regression in this study was tested separately by knowledge, values, skills and attitudes for their influence towards sustainable practices.

Table 3: Linear Regression Testing

Model Summary ^b						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson	
1	.758 ^a	.575	.570	.36666	1.959	

a. Predictors: (Constant), IV5, IV2, IV3, IV4, IV1
b. Dependent Variable: DV

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	90.648	5	18.130	134.856	.000 ^b
	Residual	67.084	499	.134		
	Total	157.732	504			

a. Dependent Variable: DV
b. Predictors: (Constant), IV5, IV2, IV3, IV4, IV1

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.817	.137		5.981	.000
	IV5	.821	.039	.680	20.813	.000
2	(Constant)	.168	.135		1.242	.215
	IV5	.611	.040	.507	15.289	.000
	IV1	.359	.032	.370	11.178	.000

a. Dependent Variable: DV

Table 3 showed the multiple regression testing for knowledge, values, skills, attitudes, sustainable practices and water conservation practices in ablution. The change in variance in water conservation during ablution explained by the independent variables is 57.5% (R square). The table also indicated that there was significant positive influence of the independent variables towards water conservation during ablution ($F=134.856$, $P<0.05$). Only two independent variables that significantly influenced towards water conservation during ablution the sustainable practices ($Beta=0.507$, $P<0.05$) and knowledge ($Beta=0.370$, $P<0.05$).

4.2 Discussion

Overall the level between knowledge, values, skills, attitudes, sustainable practices towards water conservation during ablution is at medium level. There is significant positive relationship between sustainable practices towards water conservation during ablution. There is also linear relationship between knowledge, values, skills, attitudes, sustainable practices towards water conservation during ablution. For multiple regression, only sustainable practices and knowledge has significant influence towards water conservation during ablution.

5. CONCLUSION

As the conclusion, the objective of study which is to identify the relationship between knowledge, values, skills, attitude and sustainable practices towards the reduction of water conservation during ablution was achieved. From the survey, it was found that only two

variables that have high relationship which are knowledge and sustainable practices. The remaining three of the variables which are values, skills and attitude have the least relationship. The application of the “Ablution H2O Saver” sticker did have bring some impact in water conservation during ablution. In the future, water conservation activity can be easily implemented provided that resident have some knowledge and capable to sustain water. The research benefits on parties involved such as the resident of Kampung Bukit Cherakah and the Jemaah of Al-Barokah mosque. The finding of study may provide information and knowledge for the extension on water conservation and sustainability research in the future.

REFERENCES

- Ahmad, M. H. (2019, September 21). Water Conservation during Ablution. (Z. A. M, Interviewer)
- Anang, P. J. (2019). Factors Affecting Water Demand: Macro Evidence in Malaysia. *Jurnal Ekonomi Malaysia*.
- Anil et. al. (2017). Using the Theory of Planned Behavior to Encourage Water Conservation among Extension Clients. *Journal of Agricultural Education*, 58(3), 185-202.
<https://doi.org/10.5032/jae.2017.03185>.
- Asian Water Development Outlook. (2013). Achieving water security in Asia and the Pacific. Philippines: Asian Development Bank 2013.
- Bernamea. (2019). Save Our Water. Batu Caves, Gombak.
<https://www.thestar.com.my/metro/metro-news/2019/10/19/save-our-water>: The Star Online.
- Bernamea. (2016). Selangor MB Instructs Mosque, Surau to Cut Water Wastage. Kuala Lumpur. <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2016/03/27/selangor-mb-instructs-mosques-surau-to-cut-water-wastage/1088165> : The Malay Mail.
- Bernamea. (2016, 31st January). Water Wastage High in Malaysia. Kuching.
<https://www.thestar.com.my/news/nation/2016/01/31/water-wastage-high-in-msia/>
: The Star Online.
- Bimo, S. (2012 March 26). Tutorial dan Jasa Olah Data Statistik
<https://www.statistikolahdata.com/>
- Chamhuri Siwar, F. A. (2014). Concepts, Dimensions and Elements of Water Security. *Water Resources in Malaysia: Issues and Challenges*, 281-286.
- Clements, J. (2016). The influence of Religiously and Scientifically Framed Messages on Agreement with Water Use Restrictions. *Soc. Sci.* 2016, 5,76;
<https://doi.org/10.3390/socsci5040076>.
- Cohen, J.W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edn). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Creswell, J. W. (2012). Educational research Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th ed.). Boston, MA Pearson.
- Dolnicar, S & Hurlimann, A. (2010). Australian Water Conservation Behaviours and Attitudes. *Australian Journal of Water Resources*, 14(1), 43-53.
- Jabatan Agama Islam Selangor. (2020, January 2). Portal Pengurusan Masjid. Retrieved from Jabatan Agama Islam Selangor Web Site: <https://e-masjid.jais.gov.my/>
- Johari N. H., H. O. (2013). A Behaviour Study on Ablution Ritual among Muslim in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- Jye, L. W. (2017). Making Every Drop of Water Count. Kuala Lumpur: The Star Online.
- Kelly, D. F. (2015). Water Conservation: The Implications of User Awareness, Attitude and Behaviour. *Proceedings of 41st International Symposium of CIB W062 on Water Supply and Drainage 2015* (pp. 319-329). Beijing: CIB World
- McLeod, S. A. (2019). *Sampling Methods*. Simply Psychology. <https://www.simplypsychology.org/sampling.html> Retrieved on 15th January 2020.
- Mohd Fauzi, et. al. (2020). Water Conservation during Ablution: A Case Study at Al-Barokah Mosque Kampung Bukit Cherakah Jaya. *Proceedings: Nurture Young Research Talent, Series 1/2020*. MNNF Network.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Pallant, J. (2011) *SPSS survival manual A step by step guide to data analysis using the SPSS program*. 4th Edition, Allen & Unwin, Berkshire.
- Phelan.C & Wren.J (2006). Exploring reliability in Academic Assesment.
- Radin, A. M. (2016). Conventional Water Filter (Sand and Gravel) for Ablution Water Treatment, Reuse Potential and its Water Savings. *Journal of Sustainable Development*.
- Raduan, I. Y. (2018). Ethics of Water Usage in the Context of Ablution: A Perception Based on the Concept of Excess in the Qur'an and Sunnah. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 958-969.
- Siwar, et. al (2014). Concepts, Dimensions and Elements of Water Security. *Water Resources in Malaysia: Issues and Challenges*, 281-286.
- Sobian. (2018). Water is Life, Use it wisely, and don't Waste it. Kuala Lumpur: New Straits Times.
- Standards Malaysia. (2014). MS2577:2014 Architecture and Asset Management of Masjid: Code of Practice. Kuala Lumpur: Standards Malaysia.

- Suratkon, C. C. (2014). SmartWUDHU': Recycling Ablution Water for Sustainable Living in Malaysia. *Journal of Sustainable Development*, 150-157.
- Uma (2018). Amalan Penggunaan Air Secara Lestari: Kajian Kes Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat di Daerah Kinta Utara, Perak. *Fakulti Sains Kemanusiaan, Universiti Pendidikan Sultan Idris*, 2018.
- Youssef, J (2017). Reuse of ablution water for mosque air-conditioning using Indirect Direct Evaporative Cooling (IDEC) technology in Saudi Arabia. *The Free Library*. (2014). Retrieved Feb 10 2020 from <https://www.thefreelibrary.com/Reuse+of+ablution+water+for+mosque+air-conditioning+using+Indirect...-a0490983841>
- Zaied. (2016). Water use and time analysis in ablution from taps. *Applied Water Science*.

Telaga Tiub dan Penapis Air Lima Lapis

Mohd Sumazlin Mahamed, Abdul Azim Yusof

Politeknik Jeli, Kelantan

msumazlin@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan keperluan asas untuk kegunaan harian dan minum. Ia juga diperlukan untuk memenuhi kepentingan industri. Air yang kotor tidak sesuai digunakan dan jika diminum boleh kesan tidak baik kepada kesihatan. Air bersih dan molekul yang kecil mampu memberikan kesihatan yang baik kepada tubuh badan. Penapis telaga tiub (*tube well filter*) menapis kotoran dalam air, menjadikan air bersih, beralkali, mematikan bakteria dan kuman dalam air. Bagi menapis bendasing, kertas kajian ini menyarankan bahagian penapis menggunakan lima lapisan iaitu arang, batu kasar, batu halus, pasir kasar dan pasir halus serta penapis ultraviolet (UF). Air yang ditapis dibuat ujian parameter untuk dibandingkan dengan Piawai Kualiti Air Kebangsaan Malaysia (NWQS) dan *British Pharmacopoeia*. Bacaan jumlah bakteria koliform dan *Escherichia coli* berada di bawah had maksimum yang ditetapkan oleh *British Pharmacopoeia*. Penapis telaga tiub yang dibina dapat menghasilkan air yang jernih, selamat dari kuman dan bakteria. Telaga tiub yang digunakan adalah baik kerana ketersediaan air yang berpanjangan, penyelenggaraan tidak rumit dan kualiti air yang baik.

Kata kunci: telaga tiub, penapis, parameter air, bersih.

1. PENGENALAN

Air merupakan keperluan asas dalam kehidupan ia digunakan untuk penggunaan domestik seperti minum, mandi dan membasuh. Air juga digunakan untuk industri, pertanian, penternakan dan lain-lain. Air yang bersih sangat penting untuk kesihatan tubuh badan. Sumber air adalah daripada sungai, tasik, air hujan dan air bawah tanah. Asasnya punca air dari permukaan dan bawah tanah. Ada beberapa tempat menerima gangguan bekalan air terputus dan kotor. Di Malaysia hanya 3 peratus daripada sumber air bawah tanah digunakan berbanding negara German dan Denmark menjadikan air bumi sebagai bekalan air utama. Malaysia dianggarkan mempunyai kira-kira 5,000 bilion meter padu simpanan air bawah tanah yang belum diterokai (Mohd Yusoff, 2014). Telaga Tiub (*tube well*) digerudi pada kedalaman 100 meter sehingga sampai ke batu caney dan granit (Roslinda, 2019). Sumber bekalan air telaga tiub adalah kekal lama, malahan lebih berkuliti berbanding air di permukaan.

Malaysia disaran mencontohi Korea Selatan yang tidak terlalu bergantung kepada air permukaan di mana menggunakan bawah tanah sebagai sumber bekalan air (Osman dan Wan Nor Hayati, 2017). Sumber air bawah tanah boleh dimanfaatkan dan dijadikan sebagai sumber air baharu negara ekoran peningkatan terhadap penggunaan air di negara ini (Astro Awani, 2017). Sebilangan besar air tawar disimpan di akuifer (bawah tanah). Ia sangat diperlukan ketika musim kemarau (Morris et. al, 2003). Air bawah tanah telah menjadi sumber air yang penting untuk memenuhi keperluan yang semakin meningkat untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian (Mridha et.al, 2019).

Air bawah tanah adalah komponen penting dalam kitaran air dan merupakan sumber penting bagi sebahagian besar penduduk dunia (Luczaj, 2016). Di Malaysia penggunaan sumber air bawah tanah hanya 3 peratus (Rafidah, 2019). Kelantan merupakan negeri yang paling banyak menggunakan air bawah tanah iaitu 84.25 peratus daripada keseluruhan penggunaan air bawah

tanah di Malaysia (Harakahdaily, 2018). Penggunaan sumber air bawah tanah adalah 60 peratus dari keseluruhan jumlah bekalan air bersih yang dikeluarkan loji seluruh Kelantan (Harakahdaily, 2018).

Pertambahan penduduk dan pengguna maka bekalan air perlu ditingkatkan. Ia perlu bersih dan selamat untuk digunakan. Air tidak ditapis dan dirawat akan menyebabkan air tercemar mengandungi bahan cemar biologi (bakteria, virus, parasit, logam berat (arsenik, plumbum, ferum) dan karat. Ia pasti menjejaskan kehidupan dan kesihatan pengguna.

Rakyat Selangor menyatakan perasaan muak apabila masalah bekalan air masih sukar ditangani sehingga menyusahkan penduduk terutamanya warga emas (Bernama, 2018). Ketiadaan air bersih di rumah menyukarkan rutin harian (Nor Farhani, 2020). Kedah terpaksa melakukan catuan air terhadap pengguna sekiranya musim kemarau berlarutan dan menjadi semakin buruk (Hifzuddin dan Hamzah, 2020).

Objektif kajian adalah membina sistem penapis air dan menganalisis kualiti air yang dihasilkan. Penapis dibina menggunakan lima lapisan dan air tapisan dibuat ujian parameter bagi menentukan tahap kualiti air.

2. SOROTAN KAJIAN

2.1 Telaga Tiub

Telaga tiub digali pada kedalaman melebihi 100 meter untuk mendapatkan air yang jernih. Telaga tiub dapat mengatasi masalah kekurangan air pada musim kemarau. Nooazura (2016) menyatakan bahawa terdapat 36 telaga tiub dibina di Kedah sejak 1979. Penggunaan telaga tiub untuk pengairan padi boleh mengatasi masalah kekurangan air terutamanya ketika musim kering atau musim penanaman luar waktu di Malaysia (Mohd Fauzie et.al, 2013). Menurut Noorazura (2019) setiap telaga tiub mampu menampung 400 orang pengguna. Di Malaysia pengguna punca air bawah tanah masih kurang dan banyak menggunakan air di permukaan. Masalah bekalan air bersih di penduduk Kampung Bungallo dan Kotunuan Baru, Kiulu, ketika musim kemarau, kini berakhir apabila telaga tiub siap dibina (Recqueal, 2018).

Kelebihan telaga tiub ialah jimat ruang. Ia tidak memerlukan kawasan yang luas untuk digali. Kerja untuk menyiapkan cepat di mana tempoh yang singkat diperlukan iaitu dua minggu. Pengeluaran air berterusan walaupun pada musim kemarau (Mohd Rozi, 2020).

2.2 Penapis Air

Tujuan penapis air adalah untuk meningkatkan kualiti air supaya selamat untuk diminum oleh manusia (Nurul, 2015). Enam jenis penapis (*filter*) air iaitu pasir, kartrij lima mikron, seramik, blok karbon, pensterilan ultraviolet (UV), dan osmosis terbalik (Adel, 2013). Menggunakan sekam padi sebagai membrane untuk menyingkirkan unsur kimia supaya air selamat untuk diminum. (Hafizan, 2019). Menggunakan sabut kelapa, hampas tebu atau sabut kelapa sawit untuk menapis air (Nurul, 2015). Arang digunakan untuk proses penulenan air

2.2.1 Penapis Ultra

Penapis ultraviolet (UV) membersihkan air daripada bakteria dan mikroorganisma. Bakteria boleh dihapuskan dengan menggunakan klorin, namun toksin yang boleh mendatangkan bahaya kepada kesihatan. Penapis UV menggunakan lampu khas, ia tidak mengubah struktur air dan mineral. Tempoh hayat lampu UV adalah 9000 jam. Menurut Osmonics (1990) penapis UV dapat mematikan virus. Pembasmian kuman ultraviolet (UV) adalah teknologi banyak

digunakan sekarang untuk rawatan air (Li et. al, 2019).

Diod Pemancar Cahaya (LED) UV mempunyai saiz yang lebih kecil dan penggunaan tenaga yang lebih rendah (Muramoto et. al, 2014). Pembasmian kuman menggunakan ultraviolet (UV) adalah teknologi yang efektif untuk mematikan patogen terdapat dalam air seperti virus, bakteria, spora, fungi dan protozoa (Song et.al, 2016). Penggunaan klorin dalam proses pemurnian air boleh diganti dengan UV sebab ia terbukti berkesan (Gagnon et.al, 2016).

2.3 Analisis Air

Bagi menentukan air bersih dan selamat untuk di minum, analisis *E-coli*, Arsenik, Pseudomonas, Ammonia, Ferum, Merkuri, plumbum, Cadmium dan pH dilakukan. Menurut Standard Kualiti Air Minum oleh Kementerian Kesihatan Malaysia kadar adalah seperti Jadual 1. Nilai pH di bawah 4 menghasilkan rasa masam dan nilai yang lebih tinggi dari 8.5 memberikan rasa alkali (Patil et.al, 2011).

Jadual 1: Standard Kualiti Air Minum

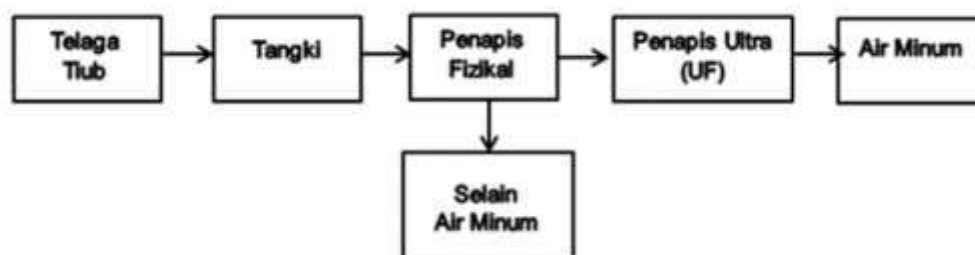
Parameter	Piawaian (mg/L)
<i>E-coli</i>	0 in 100mL
pH	6.5 – 9.0
Ammonia	< 1.5
Ferum	< 0.3
Arsenik	<0.1
Merkuri	0.001
Plumbum	0.01
Cadmium	0.03
Fluorida	0.04-0.06

Sumber: Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan, Kementerian Kesihatan Malaysia

Ujian jumlah bakteria koliform adalah petunjuk awal untuk menentukan samada air sesuai dan boleh untuk di minum. Kandungan bakteria koliform yang tinggi boleh menyebabkan kekejangan, cirit-birit dan masalah pencernaan yang lain. Indeks kualiti air bertujuan untuk menyediakan maklumat kualiti air secara mudah dan ringkas kepada semua pihak berkepentingan untuk melindungi dan memelihara pengguna air tanah (Jabatan Alam Sekitar, 2019).

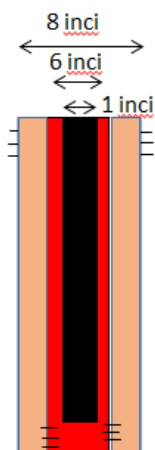
3. METODOLOGI

Kerangka kajian ini adalah seperti Rajah 1.



Rajah 1: Diagram Penapis Telaga Tiub

Penapis telaga tiub mengandungi beberapa komponen iaitu telaga tiub, tangki, penapis fizikal dan penapis Ultra. Jika untuk kegunaan selain air minum ia akan disalurkan terus ke tempat berkenaan seperti bilik. Jika untuk kegunaan air minum seperti sinki air tersebut akan melalui penapis ultra untuk mematikan bakteria dan virus sebelum ia dapat diminum dengan selamat. Pada masa yang sama mengekalkan mineral yang baik.



Rajah 2: Telaga Tiub

Kedalaman telaga tiub adalah melebihi 100-meter iaitu sehingga lapisan batuan (caney dan granit). Kedudukan paip seperti Rajah 3.2, saiz paip yang digunakan adalah 6 dan 8 inci.



Rajah 3: Tangki Air

Air dari telaga tiub akan disedut untuk diisi dalam tangki. Ketinggian tangki adalah 15 kaki dari paras tanah. Ketinggian tersebut bagi memastikan kadar tekanan pengaliran air adalah kuat.



Rajah 4: Lapisan Fizikal

Air seterusnya akan dialirkan ke tempat penapis fizikal sebanyak lima lapis yang mengandungi batu, pasir dan arang seperti Rajah 4. Lapisan arang diletakkan pada lapisan paling bawah dan lapisan pasir halus pada lapisan yang paling atas.

Air yang terhasil melalui penapis dibuat ujian parameter air dan dibandingkan dengan piawaian British Pharmacopoeia. Ia juga turut dibandingkan dengan Piawai Kualiti Air Kebangsaan Malaysia (NWQS) dan garis panduan kualiti air minuman oleh Pertubuhan Kesihatan Dunia (WHO).

4. ANALISIS DAN KEPUTUSAN

Merujuk kepada Jadual 2 menunjukkan air yang menggunakan penapis air ini bebas dari kandungan *e-coli* dan jumlah bakteria koliform. Ia membuktikan air yang dihasilkan oleh penapis ini selamat untuk digunakan dan diminum.

Jadual 2: Ujian Parameter Air Tapisan

Parameter Ujian	Piawai	Kaedah Pengujian	Keputusan
<i>E-Coli</i>	0 in 100 mL	British Pharmacopoeia 2017	Tiada kandungan <i>e-coli</i>
Bakteria Koliform	0 in 100 mL	British Pharmacopoeia 2017	Tiada kandungan bakteria koliform

Jika terdapat E-coli, ia mendiami saluran usus dan menyebabkan cirit birit (Berthe et.al, 2013). Kandungan E-coli menyebabkan pelbagai jenis penyakit kepada manusia (Kaper et al. 2004).

5. KESIMPULAN

Air yang diperoleh daripada penapis ini adalah bersih dan selamat untuk diminum. Bahan asas untuk membuat penapis air adalah arang, batu dan pasir. Ia boleh dibuat secara tiga atau lima atau tujuh lapisan dengan menggunakan saiz bahan yang berbeza. Lagi banyak lapisan maka kualiti air yang dihasilkan adalah lebih baik.

Pengambilan air sungai untuk mandi dan minum sangat berisiko di ketika ini dengan penyakit kencing tikus atau air kotor akibat pelepasan sisa, pembalakan dan sebagainya. Manakala penggunaan air perigi tanpa dirawat atau dimasak mengundang risiko penyakit akibat air tercemar.

Penggunaan air bawah tanah di Malaysia masih sedikit iaitu hanya tiga peratus. Ia perlu ditingkatkan bagi mengurangkan masalah bekalan air yang tidak cukup terutama pada musim kemarau. Pengguna air bawah tanah menggunakan telaga tiub dapat menjamin bekalan air secara berterusan. Air telaga tiub tidak kotor jadi hanya perlu sedikit proses rawatan untuk memastikan ia selamat untuk digunakan. Penggunaan air telaga tiub dapat mengurangkan risiko penyakit cirit birit.

RUJUKAN

Adel A. H., Habib A.Q. & Tariq R. (2013). Effectiveness of domestic water filters. *Desalination and Water Treatment*. 53(3), 649-657.

Astro Awani (2017). Air bawah tanah sebagai sumber baharu air Negara. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/air-bawah-tanah-sebagai-sumber-baharu-air-negara-ahmad-zahid-136770>. 25 Mac 2017.

- Bernama (2018). Rakyat Selangor muak dengan masalah bekalan air. 9 Mac 2018
<https://www.astroawani.com/berita-malaysia/rakyat-selangor-muak-dengan-masalah-bekalan-air-169985>
- Berthe, T., Ratajczak, M., Clermont, O., Denamur, E. and Petit, F. (2013) Evidence for coexistence of distinct *Escherichia coli* populations in various aquatic environments and their survival in estuary water. *Appl Environ Microbiol* (79), 4684– 4693.
- Gagnon J., Calvert N., and Mazumder, Q. (2016) Design and Development of a Portable Water Filtration System. Proceedings of the 2016 ASEE North Central Section Conference.
- Hafizan H. (2019). Alat Penapis Minuman Berasaskan Seramik Sekam Padi. <https://news.utm.my/ms/2019/12/amtec-utm-bangunkan-alat-penapis-minuman-berasaskan-seramik-sekam-padi/>. 3 Disember 2019.
- Harakahdaily (2018). AKSB paling banyak guna sumber air bawah tanah. <http://www.harakahdaily.net/index.php/berita/8880-aksb-paling-banyak-guna-sumber-air-bawah-tanah>. 26 November 2018.
- Hifzuddin I. dan Hamzah O. (2020). Kedah mungkin catu air jika keadaan semakin buruk. Berita Harian. 19 Januari 2020.
- Kaper, J.B., Nataro, J.P. and Mobley, H.L.T. (2004) Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol* (2), 123– 140.
- Li, X., Cai, M., Wang, L., Niu F, Yang, D. and Zhang, G. (2019). Evaluation survey of microbial disinfection methods in UV-LED water treatment systems. *Science of The Total Environment*, 659, 1415-1427.
- Luczaj, J. A. and Blaney, D. (2016). Groundwater Quantity and Quality. <https://www.mdpi.com/journal/resources>
- Mohd Fauzie J., Mohamed Azwan M.Z., Hasfalina C.M. & Suzilawati K. (2013). Prestasi Telaga Tiub untuk Pengairan Menggunakan Air Bawah Tanah di Kawasan Penanaman Padi Tanah Rendah Tropika. *Sains Malaysiana* 42(8) (2013), 1101–1108.
- Mohd Harun Abdullah (1961). *Principles in water analysis for environmental science*. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.
- Mohd Rozi Umor (2020). Air bawah tanah boleh jadi sumber bekalan alternatif. <https://www.bharian.com.my/rencana/lain-lain/2020/10/745199/air-bawah-tanah-boleh-jadi-sumber-bekalan-alternatif>. 23 Oktober 2020.
- Mohd Yusoff, A.R. (2014). Negara miliki 5,000b meter padu air bawah tanah. <https://www.sinarharian.com.my/mobile/politik/negara-miliki-5-000b-meter-padu-air-bawah-tanah-1.269657>

- Morris, B L, Lawrence, A R L, Chilton, P J C, Adams, B, Calow R C and Klinck, B A. (2003). Groundwater and its Susceptibility to Degradation: A Global Assessment of the Problem and Options for Management. Early Warning and Assessment Report Series, RS. 03-3. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- Muramoto, Y., Kimura, M. and Nouda, S. (2014). Development and future of ultraviolet light-emitting diodes: UV-LED will replace the UV lamp. *Semiconductor Science and Technology*. 29(8).
- Mridha G. C., Hossain, M.M., Uddin M.S., Masud, M.S. (2019). Study on availability of groundwater resources in Selangor state of Malaysia for an efficient planning and management of water resources. *Journal of Water and Climate Change*. <https://doi.org/10.2166/wcc.2019.043>.
- Noorazura A.R (2019). Gali telaga tiub atasi masalah bekalan air. *Berita Harian*. 21 Mac 2019.
- Nor Farhani C.A (2018). Penduduk kecewa tiada bekalan air bersih. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2020/02/658056/penduduk-kecewa-tiada-bekalan-air-bersih>. 22 Februari 2020
- Nurul Masliana K.A (2015). Efficiency of Slow Sand Filter in Purifying of Tube Well Water in Kg. Fajar, Gambang, Kuantan. Universiti Malaysia Pahang.
- Osman Lisut dan Wan Nor Hayati Wan Alias (2017). FOMCA syor contohi Korea Selatan ekstrak air tanah. <https://www.bharian.com.my/bhplus-old/2017/01/241969/fomca-syor-contohi-korea-selatan-ekstrak-air-tanah>. 31 Januari 2017.
- Osmonics (1990). The Filtration Spectrum. Minnetoka, MN. Osmonic Inc. <https://techblog.ctgclean.com/wp-content/uploads/The-Filtration-Spectrumosmonics.pdf>
- Pamela P.M, Ayesha S.M, Mohammad Y., Faruque A.S. G, Tahmeed A., Pascual M., Caroline O.B. (2020) Tube Well Use as Protection Against Rotavirus Infection During the Monsoons in an Urban Setting. *The Journal of Infectious Diseases*, 221(2), 238–242.
- Patil, S.A, Harnish, F, Koch, C and Hubschmann, T (2011). Electroactive mixed culture derived biofilms in microbial bioelectrochemical systems: The role of pH on biofilm formation, performance and composition. *Bioresource Technology* 102(20), 9683-90
- Rafidah Mat Ruzki (2019). Undang-undang baharu guna sumber air bawah tanah dirangka. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2019/07/580353/undang-undang-baharu-guna-sumber-air-bawah-tanah-dirangka>. 02 Julai 2019.
- Recqueal Raimi (2018). Telaga tiub selesai masalah bekalan air. <https://www.bharian.com.my/berita/wilayah/2018/03/403596/telaga-tiub-selesai-masalah-bekalan-air>. 25 Mac 2018.
- Roslinda Hashim (2019). Gali telaga tiub tampung bekalan air. <https://www.sinarharian.com.my/article/19404/EDISI/Utara/Gali-telaga-tiub-tampung-bekalan-air>. 21 Mac 2019.

Seksyen Kawalan Alam Sekitar, Kementerian Kesihatan Malaysia (2016). Standard Kualiti Air Minum Kebangsaan.

Song, K. Mohseni, M. and Taghipour, F. (2016). Application of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LEDs) for water disinfection. *Water Research*, 94, 341-349.

Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Tenaga, Teknologi, Sains, Alam Sekitar, Perubahan Iklim (2019). Standard dan Indeks Kualiti Air Tanah Malaysia.

World Health Organization (2017). Guidelines for Drinking-Water Quality. 4th ed.



Bidang 6

PENGANGKUTAN

Menerapkan Kesedaran Tentang
Kepentingan Bagi Mengurangkan
Pencemaran Melalui Pelaksanaan Polisi
Dan Pengurusan Teknologi Hijau

Electric, Green & Smart Vehicles and Its Sustainable of Technology in Automotive Industry

Ahmad Tarmizi Md Nor¹, Rosidi Yub² and Mohd Husharilamri Husain³

Kolej Komuniti Kelana Jaya, Malaysia

¹ mizrin_80@yahoo.com.my, ²rosidi@kkkj.edu.my, ³husharilamri@kkkj.edu.my

ABSTRACT

Automotive engineering is a branch of applied science, which deals with designing, developing, and manufacturing ground vehicles. Vehicle development is an interdisciplinary optimization problem subject to many design criteria, which often conflict with each other. In the development of a new vehicle, major design criteria are defined due to fuel consumption, vehicle safety, crashworthiness, NVH concepts, ride comfort, handling behaviours, ergonomics, an aerodynamics and durability. The competitive nature of automotive industry forces original equipment manufacturers (OEMs) to make critical decisions among these design parameters. Efficient and intelligent transportation systems, zero emissions, green economic development and new automotive industry policies are the result of the production of electric vehicles (EVs). With the existing road system, traffic safety can be improved because the EV is equipped with an artificial intelligence system. With various electrical, electronic, mechanical, automotive and chemical engineering technologies, vehicle bodies and energy management systems, fuel cells and energy storage devices are characteristic of electric vehicle (EV) systems. Autonomous vehicle technology aims to minimize traffic accidents and to reduce energy consumption and air pollution (Bagloee et al., 2016). Autonomous vehicle technology has different levels, as suggested by National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA, 2013). The highest level is defined as level 4; the vehicle drives itself without a human driver (Anderson et al., 2014). Autonomous vehicle technology interacts with other technologies, such as automotive electronics, human-machine interaction (HMI) systems, vehicle networks and automotive security (Fleming, 2015). To reduce the computational cost, fault-tolerant characteristics, and modularity of the entire system, different system architectures are offered in the literature (Jo et al, 2014). It is still not clear who will be responsible, when an autonomous vehicle crashes. Hence, autonomous vehicle technology is also a proper subject for legislative regulation (Geistfeld, 2017).

1. INTRODUCTION

The design of the cars is considered a key activity for addressing environmental concerns through its ability to affect the whole life of the product. Initiatives in design vary, from the use of lightweight materials, fuel efficiency and diversification, to elimination or reduction of VOCs and the “four substances of concern”, and intelligent systems to reduce traffic congestion. Design for recycling and dismantling are the main approaches to deal with landfill shortages and new stricter ELV legislation. The increasing use of batteries (in hybrid vehicles), new electronic components and safety devices may produce forthcoming concerns for reverse logistics. Stricter ELV legislation (in Europe and Japan) is regarded as a learning opportunity by the companies, and gives them the chance to influence future legislation. It provides them with valuable experience and allows them to help governments and environmental agencies design new types of legislation, mainly in developing countries. Due to environmental and energy concerns, fuel consumption is the foremost design parameter. Transportation still depends on fossil fuels. In 2016, gasoline and diesel contributed 92% of the total energy used in transportation. The use of bioethanol and biodiesel is about %5. The contributions of natural gas and electricity are 3% and 1%, respectively. All over the world, 67% of global oil is consumed for transportation. By 2050, a 70% increase in oil demand and a 130% rise in CO₂

emissions are predicted. It is estimated that these emission values could increase global average temperature by 6°C, which may result in irreversible climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) offers that CO₂ emissions should be reduced by 85% to hold the increase in the global average temperature to below 2°C. For sustainable transport and reduced CO₂ emissions, the use of alternative fuels, electric and hybrid vehicles are promoted (Chang et al., 2017).

2. FACTORS INFLUENCING AUTOMOBILE INDUSTRY

Vehicle manufacturers influence economic choices and various factors are imposed to increase complexity in the global automotive industry. Interacting and relying on each other is a factor of choice. However, there are several factors that do not directly affect vehicle manufacturers due to the existing market (Samarth Uchil & Rashad Yazdanifard 2015). These factors are:

a. Market Concentration, Regionalization and Globalization

The national market is becoming more global with the process of liberalization. Indirectly, competition is increasing and posing a threat to newcomers but giving companies the opportunity to grow in new markets (Jain & Garg, 2007).

b. Consumer Collection of Various Behavioral Patterns

Consumers are now more concerned with products based on their own tastes than standard products. As such, to attract customers to their products, companies have narrowed down their sales target group. However, due to the increasing competition in the latest global markets and the shift from brand loyalty to price, consumers are no longer attracted to a company based on their products alone. These factors cause vehicle manufacturers to consider these consumer elements in the process of producing their own vehicle products. (Jain & Garg, 2007)

c. Portfolio Diversity and Accelerated Product Modification

The rapidly changing consumer demand with innovative products has forced companies to shorten the lifespan of their models. Generally, the life cycle of a product in the automotive industry is around 8 years but today with the advent of the automated mobile industry has changed their products in just 2 to 3 years. This results in the company earning low profits and shortening the time for OEMs due to the same cost and increasing every year for the development of new models. (Jain & Garg, 2007)

d. Application of Digital Technology to Cars

Digital technology in a vehicle in 2002 was around 22 percent and is expected to increase to 35 percent in 2010. Indirectly with the availability of software and digital hardware will improve the functionality of the vehicle but cause problems in the vehicle. These problems affect the company especially in the development & research department, the level of customer satisfaction, product failure, warranty costs and claims. (Jain & Garg, 2007)

e. Flexible Development and Manufacturing and Increased Innovation Pressure

Product life cycle issues and digital technology problems on vehicles are placed with the development and research department. To attract the attention of special target groups, many specialized models are developed in line with the number of development projects set by vehicle manufacturing companies. Of course, virtual reality is necessary for new vehicle production expansion techniques. BMW for example have used this

technique in shortening the time to just 30 months for the development of the Z4 vehicle model. (Jain & Garg, 2007)

3. ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES

Based on Table 1, there are three types of electric vehicles available in the market. Electric motors and internal combustion engines (ICE) are available in HEVs. Fossil or alternative fuels are the main fuel in ICE for these functional vehicles. Thermoelectric and regenerative brake generators are provided to facilitate the energy in batteries used by electric motors in HEV systems (Muhammad Ahmed But et al, 2018). According to Enang & Bannister (2017), low emissions and fuel efficiency is the purpose of HEV designed. To distinct from HEVs, PHEVs can be plugged in to an electric power source to charge the battery. Different kinds of hybrid system configurations, such as series, parallel and full hybrid systems are being used in the industry (M. A. Hannan et al, 2014). The Fisker Karma is an example of a series system PHEV. The Toyota Prius, the Chevy Malibu and the Honda Insight are some examples of parallel hybrid systems, which are commercially available. In the parallel hybrid system, the electric motor and ICE can operate together or individually. Configuration of a full hybrid system and Toyota Prius II powertrain system are shown in Figure 1 and Figure 2, respectively. In this system, gearbox, alternator and starter motor are replaced by electric motor and generator. In this configuration, power splitter device acts as a second differential.

Table 1: Types of hybrid & electric vehicles

Vehicle Type	Battery charging	Powertrain
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	Internal + external	ICE + electric motor
Hybrid Electric Vehicle (HEV)	Internal	ICE + electric motor
Full Electric Vehicle (FEV)	External	Electric motor

FEVs do not have an ICE; the power is supplied by electric motor(s) only. Due to environmental and energy concerns, these zero-emission vehicles are gaining increased attention. To replace the traditional fossil fuel vehicles, FEVs have to meet some expectations, like high power, high torque and a reasonable range. Beside an optimum energy control strategy, the key features for FEVs are the electric motor and the battery (Dorrell et al., 2014). Permanent magnet (PM) electric motors are the most efficient alternatives (I. Boldea, 2014). These motors are equipped with rare-earth permanent magnets, like samarium cobalt and neodymium-iron-boron magnets. Samarium cobalt magnets provide higher operating temperatures (up to 500°C) than neodymium-iron-boron magnets (Breno Nunes and David Bennett, 2014). On the other hand, neodymium-iron-boron magnets offer the maximum efficiency (Akin Oktav 2018). However, the use of rare- earth permanent magnets has to be reduced in terms of sustainability (Muhammad Ahmed Butt et al., 2018). Important physical properties of the permanent magnets can be found in the Standard: MMPA-0100 (MMPA, 2000).

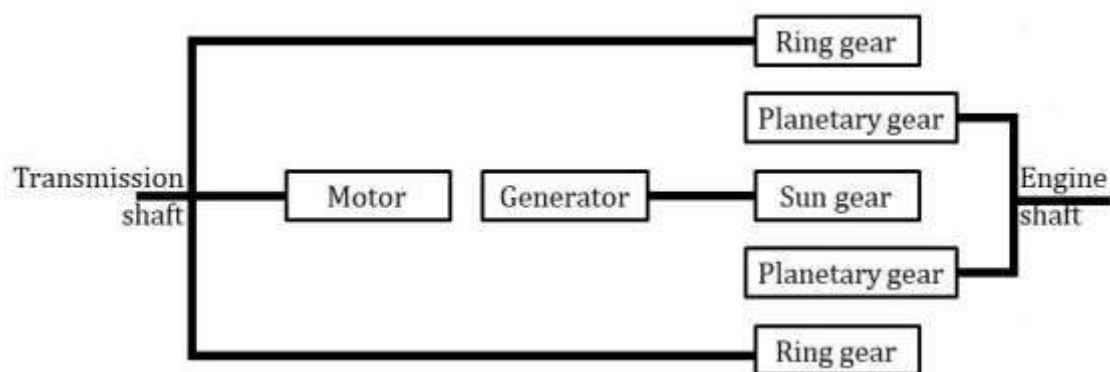


Figure 1: The configuration of a full hybrid system

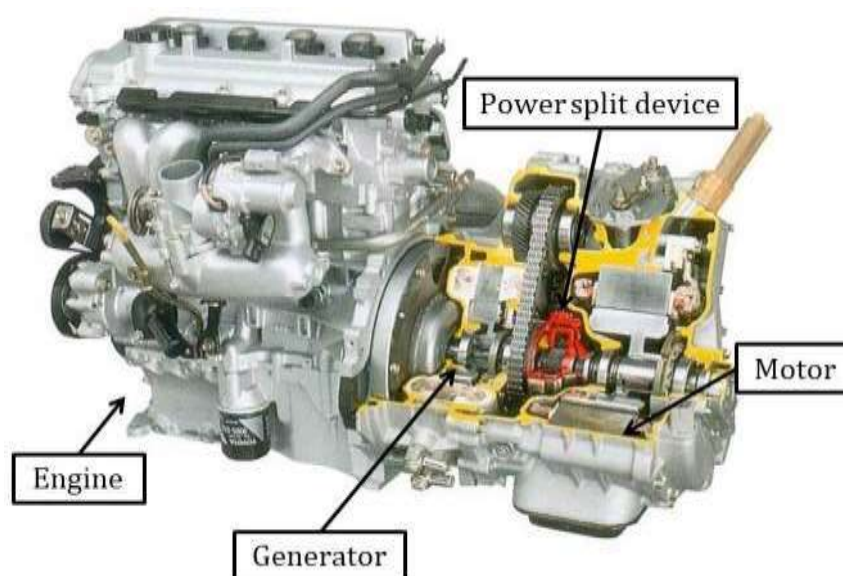


Figure 2: Hybrid powertrain Toyota Prius II

To be employed in electric and hybrid vehicles, a variety of electric motors are developed in recent years. Most common types of electric motors available in the market are DC motors, multi-phase AC induction motors, permanent magnet (PM) synchronous motors (or brushless AC motors), switched reluctance (SR) motors and brushless direct current (BLDC) motors (Hashemnia & Asaei, 2008; De Santiago et al., 2012; Yıldırım et al., 2014; Kumar & Jain, 2014). The choice of electric motor type is critical. In order to compete against the fossil fuel vehicles, a FEV has to successfully satisfy the following criteria:

- High torque value
- Minimum torque ripple control
- Low speed hill climbing
- Overload and fault tolerant capability
- Instant acceleration
- High speed cruise
- High efficiency over a wide torque-speed range
- Regenerative braking system
- Operational controllability
- Temperature management

4. AUTOMOTIVE LIGHTWEIGHT MATERIALS

The use of lightweight materials in automobiles first came into question in the motorsport area. The Lotus Type 7 Elite in 1957 is the first volume-production car ever built with fiberglass monocoque construction. Using fiberglass, the curb weight of the vehicle was reduced to 660 kg. In 1963 and 1965, the Lotus driver won Formula One Grand Prix. In the following years, the weight of the race cars is reduced consistently to achieve better performance (A. C. R. Teixeira and J. R. Sodr , 2018). The first Formula One carbon fiber monocoque was invented in 1981 by McLaren to revolutionize their race car. Today's highly competitive automotive market demands powerful, stronger and safer vehicles with lighter body-in-whites (BIWs). Lightweight vehicles exhibit better fuel efficiency and emission performance. The correlation between the lightweight materials and the fuel efficiency is gradually realized by the vehicle users. OEMs developed fuel-efficient powertrains and lightweight BIWs to meet the customer expectations. Although electric vehicles do not need solutions for fuel efficiency and emission values, they should also have been constructed using lightweight materials in order to compensate for their heavy batteries.



Figure 3: The materials used in new XC90 (Courtesy of Volvo Car Corporation)

5. AUTOMOTIVE ELECTRONICS

The journey to autonomous vehicle technology started with the development of collision-avoidance/warning and active cruise control systems. Actually, these systems require automation of vehicle longitudinal/lateral control tasks (Abduaziz Jama Oumer et al., 2015). Then, it is noticed that these systems can be synthesized with the others to achieve more. OEMs and information technology companies have made an enormous investment in the commercialization of autonomous vehicles (K. Zheng et al., 2015). At that time, it was expected that these vehicles will be on the market by 2020. The sensors and technologies used in an autonomous vehicle are shown in Figure 6. An autonomous vehicle should exactly know its location. GPS antennas used in these vehicles provide the location information up to a centimeter accuracy. These vehicles should be able to make decision on how to reach the determined destination. To achieve this, the Lidar (light detection and ranging) is employed. Lidar illuminates a pulsed laser light and creates a 3D map of the environment using the reflected pulses. The vehicle has to detect pedestrians, other vehicles, kerbs, lanes, crosswalks and speed bumps, as well (H. Zhu et al., 2017). In order to face these challenges, a high-resolution camera, radar sensors and advanced driving algorithms are employed (Akin Oktav 2018).

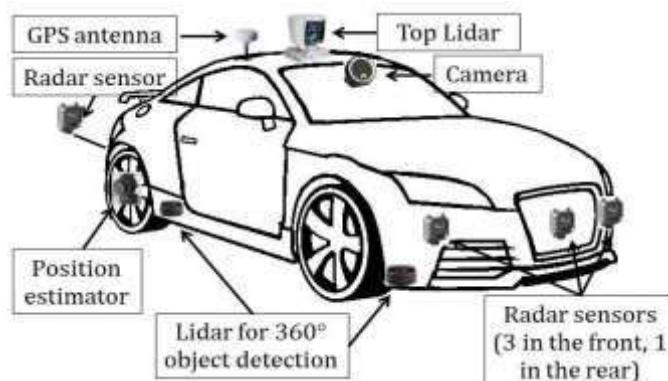


Figure 4: Sensors and technologies used in an autonomous vehicle

6. DISCUSSION

Toyota Production System successfully reduced Toyota in terms of cost. Compared to European and American manufacturers, the TPS system successfully reduced engineering time to develop new products, less manpower factories, reduced manufacturing workspaces and reduced investment tools. Other auto industries can learn with them to enter the market successfully (Williander, M. 2007). To reduce cost and manpower, powerful production systems need to be learned and understood by them. Before entering a country's market, they must form a strong network, formulate strategies to compete with existing competitors and understand the geographical demographics of the country. To make accurate and bold decisions, an up-to-date research team must be established and local market forecasts must be understood before production and distribution are implemented. With a neat and strong marketing strategy it can help new automobile companies at the beginning of the business cycle grow rapidly and have a stable and strong platform (M. S. Kumar and S. T. Revankar, 2017).

7. CONCLUSION

Existing different stakeholder perceptions such as conflicts of interest are taken in formulating a strong green strategy and perfect its implementation accompanied by interesting peculiarities. Due to the lack of accurate previous research studies, green management decision-making model cannot be framed and the importance of environmental issues will be destroyed. To meet the growing demand in formulating green strategies, the situation is complicated by the fact that a comprehensive framework fails to be offered and the existing knowledge is insufficient for them (J. Hermans, 2017). It can be concluded from this study, for the purpose of sustainable development in realizing the strategy of internalizing green strategies in their advanced and automated production plants, automotive industry players apply it in third world countries. Without a clear and robust green strategy model, based on existing reactive determinants in developing countries the same automotive players operate implementing their green strategy. Strict enforcement of green strategies could not be enforced as the government did not have supportive mechanisms strategies for the automotive industry. Major automotive industries and corporate companies need to shift the reactive determinant paradigm proactively as it will provide support and encouragement to the automotive sector to be competitive not only domestically but also internationally in addition to the design of green economic policies based on studies by the existing government (John German, 2015).

REFERENCES

- A. C. R. Teixeira and J. R. Sodr , (2018). Impacts of replacement of engine powered vehicles by electric vehicles on energy consumption and CO₂emissions, *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 59, no. February, pp. 375–384.
- Abduaziz Jama Oumer, Jack Kie Cheng and Razman Mat Tahar (2015). Green Manufacturing and Logistics in Automotive Industry: A Simulation Model, University Malaysia Pahang, Faculty of Industrial Management.
- Akin Oktav (2018). New Trends and Recent Developments in Automotive Engineering, Abdullah Gul University,
- Breno Nunes and David Bennett (2014). Green operations initiatives in the automotive industry: An environmental reports analysis and Bench marking study. Aston Business School, Aston University, Birmingham, UK.
- D. Dorrell, L. Parsa, I. Boldea, “Automotive Electric Motors, Generators, and Actuator Drive Systems with Reduced or No Permanent Magnets and Innovative Design Concepts,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(10):5693-5695, 2014.
- H. Zhu, K.V. Yuen, L. Mihaylova, H. Leung, “Overview of environment perception for intelligent vehicles,” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, (in press), 2017.
- I. Boldea, L.N. Tutelea, L. Parsa, D. Dorrell, “Automotive Electric Propulsion Systems with Reduced or No Permanent Magnets: An Overview,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(10): 5696-5711, 2014.
- J. De Santiago, H. Bernhoff, B. Ekergard, S. Eriksson, S. Ferhatovic, R. Waters, M. Leijon, “Electrical Motor Drivelines in Commercial All-Electric Vehicles: A Review,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 61(2):475-484, 2012.
- J. Hartley, A. Day, I. Campean, R.G. McLellan, J. Richmond, “Braking System for a Full Electric Vehicle with Regenerative Braking,” SAE Technical Paper 2010-01-1680, 2010.
- J. Hermans. (2017). The challenge of energy-efficient transportation, *MRS Energy Sustain.*, vol. 4, p. E1.
- Jain, S., & Garg, R. K. (2007). Business Competitiveness: Strategies for Automobile Industry. Indian Institute of Management Kozhikode
- J.M. Anderson, K. Nidhi, K.D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, O.A. Oluwatola, “Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers,” Rand Corporation, ISBN: 978-0-8330-8398-2, 2014.
- John German (2015). Hybrid Vehicles Technology Development and Cost Reduction. International Council on Clean Transportation.

- K. Jo, J. Kim, D. Kim, C. Jang, M. Sunwoo, "Development of Autonomous Car - Part I: Distributed System Architecture and Development Process," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(12):7131-7140, 2014.
- K. Zheng, Q. Zheng, H. Yang, L. Zhao, L. Hou, P. Chatzimisios, "Reliable and Efficient Autonomous Driving: The Need for Heterogeneous Vehicular Networks," *IEEE Communications Magazine*, 53(12):72-79, 2015.
- L. Kumar, S. Jain, "Electric Propulsion System for Electric Vehicular Technology: A Review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29:924-940, 2014.
- M. A. Hannan, F.A. Azidin, A. Mohamed, "Hybrid Electric Vehicles and Their Challenges: A Review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29:135-150, 2014.
- M. Geistfeld, "A Roadmap for Autonomous Vehicles: State Tort Liability, Automobile Insurance, and Federal Safety Regulation," *California Law Review*, 17(09), 2017
- M. S. Kumar and S. T. Revankar. (2017), "Development scheme and key technology of an electric vehicle: An overview," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 70, no. July 2016, pp. 1266–1285.
- M. Yıldırım, M. Polat, H. Kurum, "A Survey on Comparison of Electric Motor Types and Drives Used for Electric Vehicles," *16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC 2014)*, 21-24 September 2014, Antalya, 218-223, 2014.
- Muhammad Ahmed Butt, Paul Katusé & Juliana M. Namada (2018). *On Green Strategy: Effect on Automotive Industry of Pakistan*, United States International University Africa, Nairobi, Kenya.
- N. Hashemnia, B. Asaei, "Comparative Study of Using Different Electric Motors in the Electric Vehicles," *Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines (ICEM 2008)*, 06 – 09 September 2008, Vilamoura, Portugal, 1-5, 2008.
- Olson, E. G. (2008). *Creating an Enterprise-Level "Green" Strategy Journal of Business Strategy*, 29, 22-30.
- Samarth Uchil, Rashad Yazdanifard (2015). *The Growth of the Automobile Industry: Toyota's Dominance in United States*, Southern New Hampshire University, KL, Malaysia.
- S.A. Bagloee, M. Tavana, M. Asadi, T. Oliver, "Autonomous Vehicles: Challenges, Opportunities, and Future Implications for Transportation Policies," *Journal of Modern Transportation*, 24(4):284-303, 2016.
- W. Fleming, "Forty-Year Review of Automotive Electronics: A Unique Source of Historical Information on Automotive Electronics," *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 10(3):80-90, 2015.

Williander, M. (2007). Absorptive capacity and interpretations system's impact when 'going green': an empirical study of Ford, Volvo Cars and Toyota, *Business Strategy and the Environment*, 16(3), 202-213.

W.R. Chang, J.J. Hwang, W. Wu, "Environmental Impact and Sustainability Study on Biofuels for Transportation Applications," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67:277-288, 2017.

Kesan Enjin Sangkut Dua Lejang Kepada Alam Sekitar

Ts. Mohd Hisham Mokhtar¹ Ts. Mohd Jalil Ahmad², En Azharudin Ahmad³,
En Mohd Ismail Hj Mohd Litak⁴

^{1,2} Kolej Komuniti Bukit Beruang, ³ Kolej Komuniti Tangga Batu,

⁴ Politeknik Melaka

hishamokhtar76@gmail.com, jalil_asyna@gmail.com, azharudinster@gmail.com,
ismaillitak@gmail.com

ABSTRAK

Sektor pengangkutan adalah salah satu daripada penyumbang kepada pencemaran alam sekitar. Penggunaan bahan api sebagai bahan bakar untuk menjana kuasa enjin menghasilkan gas Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbon (HC) dan Nitrogen Oxides (NOx) yang dikeluarkan oleh enjin. Kertas penulisan ini adalah bertujuan untuk melihat kesan pencemaran alam sekitar hasil daripada pelepasan gas ekzos bagi Enjin Sangkut (*Outboard Engine*) yang banyak digunakan di dalam sektor pengangkutan marin. Penulisan ini merangkumi topik yang berkaitan dengan pengenalan enjin sangkut, ciri-ciri enjin sangkut dan juga inovasi di dalam teknologi enjin sangkut kearah kelestarian alam sekitar. Objektif penulisan ini adalah untuk membincangkan kadar pelepasan gas ekzos enjin sangkut dan kesanya kepada alam sekitar. Penulis menggunakan hasil dapatan daripada kajian lepas untuk menunjukkan kesan pencemaran dan juga penambahbaikan yang dijalankan di dalam industri enjin sangkut. Cadangan pada masa hadapan daripada penulisan ini adalah untuk pengkaji menjalankan kajian secara khusus untuk menghasilkan dapatan daripada ujian makmal untuk penghasilan gas ekzos dari enjin sangkut dan inovasi yang boleh dicadangkan untuk mengurangkan kadar pencemaran yang dikeluarkan oleh enjin sangkut.

Kata Kunci: Enjin Sangkut, kesan alam sekitar

1. PENGENALAN

Penggunaan Enjin Sangkut atau (*Outboard Engine*) bagi menggantikan Enjin Dalam (*Inboard Engine*) untuk menggerakkan kenderaan laut mula diperkenalkan oleh Gustave Trouvé pada awal 1920-an. Semenjak itu, penggunaan pesat teknologi enjin sangkut ini telah merubah kaedah pelayaran dilaut di seluruh pelusok dunia kerana ia direka bentuk dengan menggabungkan keseluruhan enjin, kotak gear dan kipas kedalam satu unit ringkas dan ditempatkan pada pepat perahu (*vessels transom*) untuk memberi daya tujahan untuk menggerakkan bot dan boleh dikawal bagi mengendali hala arah pelayaran tanpa perlu menggunakan layar atau stering. Reka bentuk pemasangan enjin yang ringkas ini dapat meminimalkan ruang menempatkan enjin serta memaximakan lagi ruang perahu atau bot bagi keperluan lain. Enjin sangkut digunakan dengan meluas untuk bot kecil bagi memenuhi pelbagai keperluan termasuk untuk tujuan perkhidmatan pengangkutan, nelayan sehingga ke bot rekreasi air. Bermula tahun 1960-an teknologi enjin sangkut mula digunakan secara meluas oleh para pelaut negara kita terutama oleh para nelayan laut dan nelayan darat (bot sungai, tasik dan sebagainya) kerana ia lebih mudah untuk dikendalikan serta kos penyelenggaraan yang lebih murah.

Enjin sangkut kebiasaannya menggunakan bahan api petrol dan terdiri daripada dua jenis sistem pembakaran dalaman (*internal combustion chamber system*), samada enjin empat lejang (*Four Stroke*) atau enjin dua lejang (*Two Stroke*). Oleh kerana penggunaan sistem enjin empat lejang menghasilkan pembakaran dalam yang lebih cekap, perbincangan ini akan hanya

menumpukan kepada penggunaan enjin dua lejang sahaja. Ini kerana faktor seringnya terjadi penghasilan yang tinggi bahan buangan (*pelepasan asap*) yang tidak sempurna. Dalam rekaan sistem pembakaran dalam untuk enjin dua lejang, bahan api dan pelincir yang digunakan akan terbakar bersama bagi tujuan membantu mengurangkan geseran dalaman dan mengelakkan berlakunya panas lampau (*over heat*). Keadaan ini berpotensi untuk menimbulkan pencemaran udara di laut kerana penggunaan enjin secara berterusan dalam jangka masa yang panjang serta kecuaiannya penyelenggaraan enjin akan memburukkan prestasi enjin serta akan menghasilkan kadar asap bertoksik yang lebih banyak.

2. ULASAN LITERATUR

Penggunaan enjin sangkut sangat popular ketika ini, walau bagaimanapun tiada sebarang kawalan dan pemantauan penyelenggaraan berkala oleh pihak yang berwajib bagi mengawal penggunaan enjin jenis ini di laut. Proses pembakaran enjin dua lejang ini menyumbang kepada pencemaran kerana hasil buangan dari pembakaran yang berlaku di dalam enjin jenis ini. Binaan enjin dua lejang mengundang kepada beberapa faktor yang menyumbang kepada pembakaran yang tidak lengkap dan tidak mesra alam menjadikan faktor pencemaran boleh berlaku di laut, sungai dan kolam dengan penggunaan enjin ini. Menurut Francesco Di Natale et al. (2013), petunjuk mengenai penggunaan keseluruhan sector maritime terhadap atmosfera global harus ditetapkan kepada 5% sahaja dari jumlah pelepasan yang dihasilkan oleh sisa bahan bakar.

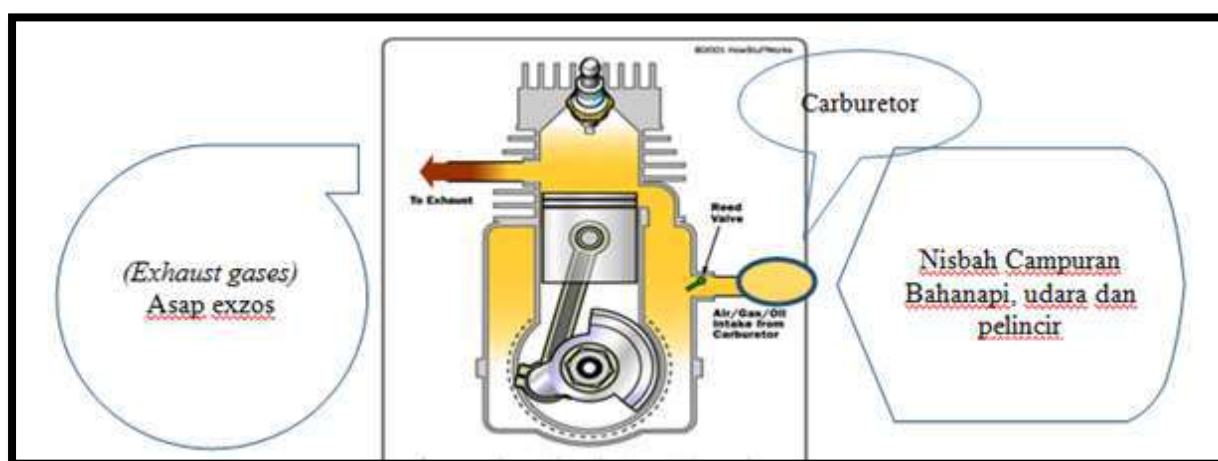
Dalam rekaan sistem pembakaran enjin dua lejang, bahan api dan pelincir digunakan bersama dan dicampurkan melalui karburetor mengikut nisbah pembakaran enjin (*Compression ratio*) dan akan terbakar bersama didalam blok enjin (*Combustion chamber*) yang akan menukar tenaga kimia bahan api kepada tenaga kinetik iaitu proses pengembangan haba yang dapat mengerakkan piston. Campuran dari minyak pelincir dan bahan api ini adalah bertujuan membantu pergerakan komponen dalaman enjin bertujuan mengurangkan geseran untuk mengelakkan berlakunya panas yang melampau (*Over heat*).

Kerosakan enjin yang tidak diselenggara laras berpotensi untuk menimbulkan keadaan dimana situasi pembakaran campuran bahanapi didalam blok enjin tidak sempurna dan menjadi punca perlepasan gas ekzos yang boleh menjadi punca pencemaran alam sekitar dan masalah kesihatan kepada penggunanya. Sungguhpun demikian, penggunaan enjin dua lejang semakin berkurangan disebabkan keluaran gas ekzos enjin dua lejang yang kurang mesra alam berbanding enjin empat lejang. Faktor utama yang menyebabkan penghasilan gas ekzos yang mencemarkan udara oleh enjin dua lejang ialah pembakaran minyak pelincir serta proses ekzos yang menyebabkan sebahagian campuran udara-bahanapi-pelincir yang tidak terbakar turut disingkirkan dan mengurangkan kecekapan enjin.

2.1 Binaan Enjin Sangkut

Binaan enjin dua lejang adalah lebih ringkas dan kebiasaannya lebih ringan kerana terdiri dari komponen dalam yang lebih sedikit daripada enjin empat lejang. Jika dibuat perbandingan diantara enjin empat lejang tekanan bebanan terhadap enjin dua lejang adalah lebih tinggi serta penggunaan bahan apinya adalah lebih banyak. Terdapat di dalam pasaran ketika ini pelbagai enjin dua lejang yang menawarkan penggunaan bahanapi yang lebih cekap, walau bagaimanapun harganya adalah lebih tinggi. Konsep proses kerja enjin dua lejang yang menggabungkan pelincir (*2T lubrication oil*) bersama bahan bakar yang telah diketahui ramai kebiasaannya akan menghasilkan bahan buangan asap ekzos yang lebih tinggi termasuk pelepasan gas-gas berbahaya seperti karbon monoksida *Carbon Monoxide (CO)*, Hidro

Karbon *Hydrocarbon (HC)* serta *Nitrogen Oxides (NO_x)*. Bahan-bahan ini mencemarkan alam sekitar serta tidak sihat dan merbahaya kepada pengguna dalam jangka masa yang panjang. Menurut badan kawal selia antarabangsa CIMBC –International Council on Combustion Engine terhadap kajian pelepasan asap bagi penggunaan enjin marin terutama ke atas enjin sangkut bagi mengkaji pencemaran terhadap alam sekitar dan pencemaran dibawah laut telah menetapkan sasaran untuk pengurangan pelepasan asap sebanyak 75% mulai tahun 2006. (Sumber: The Load and the Gas Emissions Measurement of Outboard Engine. IIETA report 31 December 2015).



Rajah 1: Rajah skematik asas enjin dua lejang

Enjin sangkut adalah unik dimana keseluruhan komponen utamanya iaitu enjin, kotak gear dan kipas digabungkan dalam satu binaan. Rajah 1 menunjukkan gambar skematik bagi enjin dua lejang yang pada prinsip asasnya sama digunakan pada enjin sangkut yang banyak digunakan pada masa kini. Bahan api disuntik ke dalam ruang pembakaran dan pembakaran akan terhasil dari kitaran tersebut, Ed May (2005). Susun atur yang sempurna mempunyai kedudukan enjin diatas dan kipasnya didalam air dalam satu jajaran yang lurus dapat mengoptimakan aliran kuasa serta daya tujahan (*propulsion*) yang lebih baik. Enjin motobot atau lebih dikenali sebagai enjin sangkut adalah enjin yang biasanya di sangkutkan di bahagian belakang sesebuah bot untuk memberi daya tujahan kepada bot untuk bergerak apabila enjin dihidupkan. Separuh dari bahagian enjin ini akan terendam didalam air bersama kipas enjin untuk bersedia di pusingkan bagi memberi daya untuk menolak badan bot menajah kehadapan. Kebiasaannya enjin ini berada dalam kedudukan tegak untuk menghasilkan kitaran dan pusingan kepada syaf pemutar bagi memusingkan kipas bot yang berada di bahagian bawah air. Enjin jenis ini menggunakan sistem enjin dua lejang di mana bahan api dan bahan pelincir akan terbakar bersama-sama. Ini akan menimbulkan pencemaran udara di laut kerana menghasilkan asap yang banyak hasil dari enjin pembakaran dalam. Kadar pembakaran dalam enjin sentiasa menggunakan bahan pelincir tambahan untuk sistem pelinciran enjin dan sekiranya bahan pelincir ini tidak di gunakan maka boleh menyebabkan enjin mengalami kerosakan akibat dari berlakunya panas yang melampau di dalam enjin tersebut.

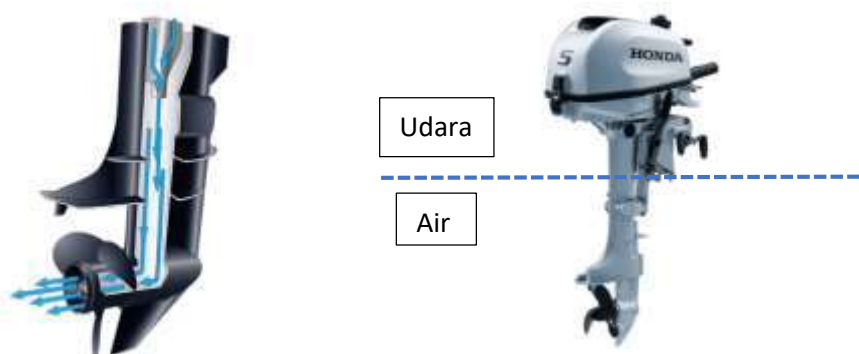


Rajah 2: Enjin sangkut berbagai saiz mengikut *horsepower*

2.2 Ciri Enjin Sangkut

Enjin sangkut ini adalah enjin yang unik di mana ianya berfungsi di air dengan prestasi yang baik untuk penggunaan bot dan sampan bagi pengguna yang menggunakannya. Binaan enjin di atas dan kipas di dalam air adalah sangat sesuai untuk memberi daya tolak kepada bot dan sampan mengikut kuasa kuda mengikut kesesuaian saiz bot atau sampan. Bagi enjin yang mempunyai kuasa kuda yang rendah ianya boleh di angkut atau ditanggal dari bot bertujuan untuk simpanan serta penyelenggaraan. Rajah 2 menunjukkan contoh enjin sangkut dengan pelbagai saiz bergantung kepada *horsepower*, dimana semakin besar *horsepower* semakin besar binaanya.

Binaan enjin dua lejang adalah lebih ringkas dan kebiasaannya lebih ringan kerana terdiri dari komponen dalam yang lebih sedikit dibandingkan dengan binaan enjin empat lejang. Enjin jenis ini menerima tekanan bebanan kerja yang lebih tinggi serta memerlukan penggunaan bahan api yang lebih banyak dibandingkan enjin empat lejang. Kerosakan lazim kebiasaannya adalah akibat penggunaan enjin secara berterusan dalam jangka masa yang panjang serta kecuaiian dalam menjalankan penyelenggaraan enjin secara berkala seperti yang dianjurkan oleh pihak pengilang. Konsep proses kerja enjin dua lejang yang menggabungkan pelincir (*2T lubrication oil*) bersama bahan bakar yang telah diketahui ramai kebiasaannya akan menghasilkan bahan buangan asap ekzos yang lebih tinggi termasuk pelepasan gas-gas yang merbahaya seperti Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbon (HC) serta Nitrogen Oxides (NO_x). Bahan-bahan ini mencemarkan alam sekitar serta merbahaya kepada pengguna dalam jangka masa yang panjang.



Rajah 3: Aliran pelepasan gas ekzos di dalam air dan kedudukan enjin pada bot

Pembakaran dalam atau lebih dikenali sebagai enjin pembakaran dalam (*ICE*) adalah sangat popular digunakan untuk enjin sangkut. Sistem enjin dua lejang lebih laju memindahkan tenaga dari enjin ke kipas pendesak bagi menggerakkan bot. Rajah 3, Globalsuzuki (2021) menunjukkan aliran gas ekzos yang dilepaskan oleh enjin sangkut, dan menunjukkan kedudukan paras air bagi meletakkan enjin sangkut pada bot. Dalam proses kerja enjin dua lejang ini pembakaran dalam enjin menghasilkan bahan buangan ekzos yang tidak sihat dimana enjin ini membakar bersama bahan pelincir yang menjadikan punca kepada hasil pembakaran yang lebih kotor dan tidak sihat. Rajah 4, Globalsuzuki (2021) menunjukkan bagaimana aliran pelepasan gas ekzos yang dikeluarkan oleh enjin sangkut di dalam air dimana pelepasan gas ini berlaku di dalam sumber air.



Rajah 4: Pelepasan gas ekzos enjin sangkut di dalam air

3. METODOLOGI

Penulisan ini adalah untuk melihat tahap kandungan pelepasan gas ekzos yang dikeluarkan oleh *outbound engine* dan kesan kepada alam sekitar. Ini adalah berdasarkan kepada jadual kadar tahap pelepasan gas ekzos yang dibenarkan. Cadangan pada masa hadapan adalah menjalankan kajian dan inovasi yang boleh dilaksanakan agar kadar pelepasan gas ekzos mematuhi standard yang ditetapkan.

3.1 Objektif Penulisan

Objektif kajian adalah ini adalah untuk membincangkan kadar pelepasan gas ekzos enjin sangkut dan kesanya kepada alam sekitar. Disamping itu, penulisan ini juga membincangkan inovasi dalam pembangunan teknologi enjin sangkut kepada enjin yang mesra alam sekitar bagi kelestarian alam sekitar.

4. PERBINCANGAN

Kesan pencemaran hasil dari gas ekzos enjin sangkut dua lejang ini walaupun kecil tetapi tidak boleh dipandang ringan. Sekiranya tiada kawalan oleh pihak berkuasa, saiz pencemaran akan menjadi serius terutama di dalam kawasan yang komposisi pengguna enjin sangkut dua lejang ini besar. Semakin besar populasi pengguna semakin banyak pencemaran yang akan berlaku. Hasilnya permukaan air akan dilitupi oleh minyak dan gas toksik yang beracun. Ini akan menyebabkan haiwan kecil akuatik seperti anak ikan, plankton dan mikroorganisma lain tidak mendapat udara yang secukupnya. Kesan jangka panjang akan menyebabkan haiwan akuatik dan organisma didalam air mati dan boleh menyebabkan kepupusan spesies haiwan tersebut. Kepupusan plankton dan mikroorganisma yang lain pula akan menyebabkan rantai sistem ekologi pemakanan terganggu. Penggunaan enjin dua lejang ini perlu diambil perhatian serius bagi memastikan kelestarian alam terus terpelihara. Terdapat alternatif lain yang boleh disyorkan bagi memastikan pencemaran ini dapat dikurangkan ke tahap yang minimum. Peranan pihak cendekiawan seperti para jurutera dan ahli pengkaji serta saintis amat diperlukan

untuk terus menjalankan kajian dan eksperimen bagi mencari solusi dan cara yang lebih mudah bagi menghapuskan pencemaran hasil dari bahan buangan pembakaran enjin dua lejang.

Memetik laporan IIETA (*International Information & Engineering Technology Association*), dalam kertas bertajuk *The Load and the Gas Emissions Measurement of Outboard Engine* oleh CIMAC (*International Council on Combustion Engine*) telah menjalankan kajian mulai tahun 2006 dengan objektif mencari kaedah terbaik mengurangkan pelepasan asap yang mencemar alam sekitar dan laut dalam penggunaan enjin marin terutama ke atas enjin sangkut dapat diperbaiki mencapai 75% menjelang 2020 dan seterusnya.

Jadual 1: Jadual pelepasan gas ekzos enjin marin dengan perbandingan dari tiga jenis enjin

Type	Carbon monoxide $CO = A + B/P^n_N$			Hydrocarbons $HC = A + B/P^n_N$			Nitrogen Oxides NO_x	Particulates PT
	A	B	n	A	B	n		
Two-stroke spark ignition	150,0	600,0	1,0	30,0	100,0	0,75	10,0	Not applicable
Four-stroke spark ignition	150,0	600,0	1,0	6,0	50,0	0,77	15,0	Not applicable
Compression ignition	5,0	0	0	1,5	2,0	0,5	9,8	1.0

*(g/kWh)

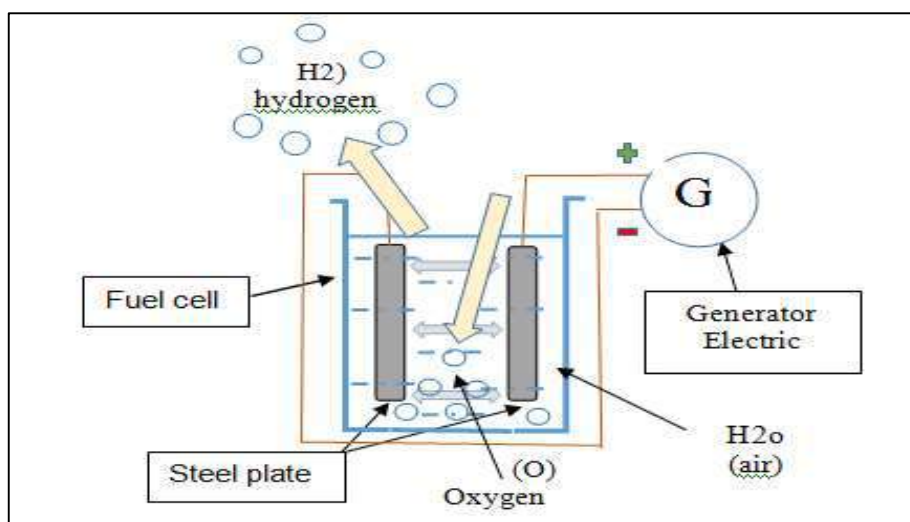
Jadual 1 menunjukkan kadar pelepasan gas ekzos dengan merangkumi kadar Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbons (HC) dan Nitrogen Oxides (NO_x) bagi enjin two stroke spark plug ignition, *Four-Stroke spark ignition* dan *Compression ignition* (enjin disel) yang dirujuk dari Charalampos Arapatsakos et. al (2015). Pengukuran pelepasan gas ekzos ini adalah bersesuaian dengai piawaian yang dikeluarkan oleh ISO 8178-1:2006 Standard (2006). Cadangan yang turut dilampirkan sebagai panduan dalam “Directive 94/25/EC” ditumpukan kepada had kadar pelepasan gas merbahaya ini tidak melebihi kadar yang dinyatakan seperti di Jadual A, B dan n adalah pemalar bagi CO dan HC yang ditetapkan. Nilai yang ditunjukkan pada jadual ini adalah dengan pengukuran g/kWh (g = gram, kWh = kilowatt/jam). Nilai yang tertera adalah sebagai rujukan dalam menghasilkan binaan enjin agar selari dengan kadar yang digariskan. Peraturan oleh International Marine Organization (IMO) menentukan bahawa pelepasan NO_x adalah dalam g/kWh, Vedran Mrzljak et. al. (2019). Untuk mendapatkan semua nilai bagi pelepasan gas ekzos ini, ia juga perlu menentukan aliran gas ekzos dan kuasa enjin. Menurut Harsit Agrawal et al. (2010) pelepasan unsur karbon daripada pelepasan gas ekzos dari enjin yang berbeza dalah di antara 0,007 hingga 0,018 g/kWh sahaja. Berdasarkan daripada data daripada Jadual 1 yang ditunjukkan, beberapa inovasi hasil daripada penulisan awal dan perbincangan, terdapat beberapa cadangan dalam mengurangkan kesan pencemaran gas ekzos yang dikeluarkan oleh enjin sangkut ini.

4.1 Inovasi Enjin Dan Motor Elektrik

Teknologi hibrid merupakan teknologi yang sedang berada di dalam fasa aplikasi ketika ini. Teknologi ini telah mula mengambil tempat didalam penghasilan enjin hibrid yang baru. Binaan enjin elektrik lebih ringkas berbanding enjin pembakaran dalaman. Sekiranya teknologi hibrid dua sistem iaitu enjin pembakaran dalam dua lejang dan enjin elektrik dapat digabungkan secara lebih kompak, dengan enjin elektrik hanya memerlukan komponen asas motor dan juga punca kuasa (bateri) seharusnya direka bentuk lebih kecil dan ringan dengan ciri mudah dipasang dan ditanggalkan bagi kemudahan pengguna.

4.2 Inovasi Enjin Hidrogen (*Fuel Cell*)

Teknologi enjin hidrogen melalui enjin pembakaran dalam (*ICE*) yang menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar untuk menghasilkan kuasa. Enjin ini bertindak menukar tenaga kimia hidrogen yang dibekalkan melalui hasil tindakbalas elektrokimia oleh sel bahan api (*fuel cell*) kepada tenaga mekanik (*tork*). Ketika pembakaran dalam berlaku, hidrogen dibakar didalam enjin melalui kaedah serupa dengan enjin petrol biasa. Rajah 5 menunjukkan proses bahan api sel (*fuel cell* dan komponen yang digunakan dalam enjin hydrogen bagi menggerakkan generator elektrik.



Rajah 5: Proses Bahan Api Sel (*Fuel Cell*)

Molekul hidrogen yang diperlukan sebagai bahan bakar boleh dihasilkan melalui beberapa kaedah seperti termokimia yang menggunakan gas asli, arang, gas petroleum cecair, biojisim dan beberapa kaedah lain. Walau bagaimanapun hidrogen yang dihasilkan melalui proses elektrolisis air merupakan alternatif termurah. Diantara faedah penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar ialah ia boleh membantu mengurangkan pengeluaran gas toksik dan mengurangkan gas rumah hijau yang merosakan lapisan ozon. Bagi inovasi penggunaan hidrogen ini tidak memerlukan kepada penukaran enjin, sebaliknya hanya sekadar sedikit penambahan komponen didalam sistem bahan api. Adalah dicadangkan kajian seterusnya dapat dijalankan bagi meneroka lebih lanjut kaedah penghasilan gas hidrogen melalui usaha reka cipta sel bahan api yang lebih cekap dengan objektif untuk dapat digunakan dan disesuaikan dengan sistem enjin dua lejang dengan perhatian harus ditumpukan kepada pencarian nisbah campuran bahan api (*combustion ratio*) dan hidrogen yang cekap. Adalah dijangkakan hidrogen dapat membantu proses pembakaran enjin yang lebih cekap serta membantu mengurangkan penggunaan bahan api petrol pada masa hadapan. Selain itu bahan api hidrogen merupakan salah satu kaedah alternatif yang berpotensi untuk dimajukan dimasa hadapan. Selain bahan sumber untuk menghasilkan hidrogen yang boleh diperolehi dengan murah (iaitu air), hasil pembakaran hidrogen juga hanya menghasilkan kesan yang minimum ke atas alam sekitar.

4.3 Kempen Kesedaran

Media massa dan elektronik perlu memainkan peranan penting bagi meningkatkan kesedaran orang ramai tentang bahayanya penggunaan enjin 2 lejang terhadap pencemaran ekologi alam sekitar dan perairan kita yang sangat rapuh ini. Kempen kesedaran perlu dipertingkatkan dengan lebih kerap dengan memberikan fakta yang jelas dan betul terutamanya kepada kumpulan sasar iaitu para pelaut yang menggunakan enjin sangkut dua lejang ini. Fakta bahawa

enjin sangkut dua lejang walaupun harganya murah tetapi dari segi jangka masa panjang merugikan. Ini disebabkan penggunaan bahan api enjin dua lejang (*fuel consumption*) lebih tinggi dari enjin empat lejang disebabkan hasil pembakaran yang tidak sempurna. Selain itu tempoh masa penggunaan enjin dua lejang juga lebih singkat (*durability*) kerana sistem pelinciran yang kurang sempurna. Kerajaan juga digesa mewujudkan regulasi yang mematuhi spesifikasi penjagaan alam sekitar mengikut standard terkini dalam pengimportan enjin jenis dua lejang untuk penggunaan di negara ini.

Kesedaran menghargai, menjaga kualiti, perasaan cinta akan sungai mahupun laut dan prihatin terhadap persekitaran alam patut didedahkan kepada murid sejak di bangku sekolah lagi supaya apabila dewasa kelak mereka akan lebih prihatin terhadap usaha kebersihan alam sekitar terutamanya memelihara kebersihan air. Media juga boleh memainkan peranan untuk meningkatkan kesedaran orang ramai terhadap pentingnya sungai dan laut dipelihara supaya terus bersih. Semua pihak perlu memainkan peranan masing-masing supaya sungai dan laut kita tidak terus tercemar dimasa akan datang. Perlu sentiasa diingati, bahawa air merupakan anugerah istimewa daripada tuhan yang tidak terhingga. Pencemaran air merupakan masalah yang sangat serius dan memerlukan kerjasama semua pihak untuk menangani masalah ini supaya kita mendapat sumber air yang bersih dan dapat hidup dalam persekitaran yang bebas pencemaran.

5. KESIMPULAN

Fakta yang dikemukakan dalam kertas ini merujuk kepada punca pencemaran bahan api akibat penggunaan enjin dua lejang mencadangkan penggunaan bahan api dari gas hidrogen untuk dijadikan alternatif bagi menggantikan bahan api sedia ada. Walau bagaimanapun cabaran untuk merealisasikan idea ini sangat sukar. Banyak kajian perlu dilakukan bagi memastikan idea ini dapat direalisasikan dengan mempelbagaikan reka bentuk *Fuel cell* untuk menghasilkan gas hidrogen yang lebih cekap. Pihak institusi pengajian swasta dan awam perlu memainkan peranan terutama di dalam membudayakan amalan penyelidikan untuk mengembangkan teknologi hidrogen ini. Bagi mencapai matlamat ini pelbagai aktiviti boleh disemarakkan antaranya melalui pertandingan inovasi dan seminar bagi tujuan meyemai kesedaran dikalangan orang awam terutamanya kelompok komuniti sasaran iaitu pengguna enjin sangkut dua lejang ini. Institusi pengajian awam dan swasta disaran menjalinkan hubungan kerjasama yang lebih rapat agar kedua-dua pihak boleh memperoleh manfaat melalui hubungan unilateral yang dijalin bagi tujuan ini. Pihak swasta boleh berfungsi sebagai penyedia lapangan kajian bagi mendapatkan data soal selidik yang boleh digunakan untuk kajian. Pihak kementerian terbabit juga disaran memainkan peranan dengan memberi galakan kepada inventor baru melalui penyediaan geran penyelidikan dan pengkomersialan yang lebih besar. Kerajaan juga boleh memberikan insentif pelepasan cukai kepada entiti swasta yang terlibat dalam bidang ini bagi menggalakkan lagi penyertaan pihak swasta. Semoga dengan kerjasama dan komitmen semua pihak idea ini dapat direalisasikan seterusnya generasi akan datang dapat menikmati alam sekitar yang lebih baik dan terus mengekalkan anugerah istimewa dari tuhan iaitu sumber air yang bersih.

RUJUKAN

Ed May (2005). *Automotive Mechanics*. Volume 1, 7th Ed, McGraw Hill, Australia.

Francisco Di Natale et, al. (2013). New Technologies for Marine Diesel Engine Emission Control. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 32. Doi:3303/CET1332061

Harshit Agrawal et al. (2010). Emissions from main propulsion engine on container ship at sea. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*.
<https://doi.org/10.1029/2009JDO113346>

IIETA –*International Information & Engineering Technology Association*. dalam kertas bertajuk The Load and the Gas Emissions Measurement of Outboard Engine oleh CIMAC - *International Council On Combustion Engine*

Mers, M. (2011). Risk Management in Localization. In Dunne, K. J., & Dunne, E. S. (eds.), *Translation and Localization Project Management: The Art of the Possible* (pp. 211-232). John Benjamins Publishing Company.

The Load and the Gas Emissions Measurement of Outboard Engine. IIETA report 31 December 2015.

Vedran Mrzljak et, al. (2019). 2D CFD Simulation of Water Injection Strategies in a Large Marine Engine, *Journal of marine Science and Engineering*.
<https://doi.org/10.3390/jmse7090296>.

https://www.globalsuzuki.com/marine/lineup/dt40wr-40w-30r-30-15a-15-9_9a-9_9/

<https://boatgoldcoast.com.au/cutting-through-the-spin/>

<https://www.hanseyachtsag.com/sealine/us/boats/sealine-c390v/>

https://ms.m.wikipedia.org/wiki/Minyak_enjin_dua_lejang

[http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0025:20031120: en:PDF](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0025:20031120:en:PDF), Retrieved 31-5-2014. Directive 94/25/EC,

Study of Recycled High Density Polyethylene Plastic as Binder Material in Asphalt

Nur Afiqah Najihah Bt Noorizham, Chia Soi Lee & Abdul Muiz Bin Abd Rajak Hamim

Politeknik Sultan Idris Shah, Selangor

afiqahnajihah1204@gmail.com

ABSTRACT

Roads play an important role in various fields either for the economy, socio-cultural or national integration of a country. Roads are designed to make a traffic run smoothly and can accommodate a number of the vehicles and reduce the number of road accidents. However, not all roads can last long. It can be damaged because of imperfect premix mix, the quality during the pavement process, weather changes especially during the rainy season can weaken the pavement structure and drainage system which causes water to stagnant and seep into the pavement. It can occur when part of the pavement materials breaks or detach and forms a hole called pothole. In this study, the Recycled High-Density Polyethylene (RHDPE) uses plastic as a binder material to be added in asphalt because polymer typically increases the stiffness of the bitumen which improves its temperature susceptibility and rutting resistance of the mixture in a hot climate. The purpose of this study is to determine the effectiveness of RHDPE in increasing the strength (stability, flow and density) and durability (void in total mix and void filled with bitumen) of modified asphalt which is tested by Marshall Stability Test. The ratios of RHDPE used are 4%, 6% and 8% by weight of bitumen while the bitumen content contains 4%, 5% and 6% with a 60/70 penetration grade are used. From the analysis, 8% RHDPE with 6% bitumen content is recommended to be added in the asphalt mixture because it could achieve all parameters of strength and durability measurements except stability which is nearest to specification limits given.

Keywords: asphalt, bitumen, RHDPE, strength, durability

1. INTRODUCTION

Road is among the popular mode of transportation in Malaysia. Roads play an important role in various fields either for the economy, socio-cultural or national integration of a country. Roads are designed to make a traffic flow run smoothly and can accommodate a number of a vehicles and reduce the number of road accidents. However, not all roads can last long. It can be damaged because of imperfect premix mix, the quality during the pavement process, weather changes especially during the rainy season can weaken the pavement structure and drainage system which causes water to stagnant and seep into the pavement. It can occur when part of the pavement materials breaks or detach and forms a hole called pothole.

As a result, road pavement must be maintained on a regular basis in order to serve its purpose and provide comfort to road users. A major step within the improvement of the prevailing performance of roads starts with ensuring proper mix design and using suitable ingredients (Jony et al., 2011). Pavement is the actual travel surface especially made durable and serviceable to withstand the load of vehicles commuting upon it. Pavement grants friction for the vehicles thus providing comfort to the driving force and transfers the traffic load from the side to the natural soil. There are three major sorts of pavement which are flexible, rigid and composite. Flexible pavement is commonest utilized in the foremost of the Malaysia roadway. This pavement is made out of bituminous and granular materials, with hot mix asphalt put on top. The most prevalent type of pavement used on Malaysian

roads is flexible pavement. The pavement structure consists of asphalt concrete wear course, asphalt concrete binder course, base, sub-base and subgrade. Since Malaysia has inconsistent weather conditions, the temperature will affect the conditions of the pavement.

Asphalt consumption has certain weakness, since it becomes brittle and hard in cold situations and soft in hot ones, making it easier to break. Furthermore, the increasing capacity or volume of road users is one of the elements that makes the road surface to defect or damage such as cracking. Hard traffic and high loading weight are additional variables influencing the quality of performance pavement, which worsens due to road overload. (Rahim, 2016). Public Works Department spent RM13.4 million on routine maintenance from 2010 until last month. This consists of patching potholes and cracks, cleaning drains, mowing grass, and cleaning road signs (News Straight Times, 2021).

Therefore, many studies on the strength of asphalt were done by adding materials such as latex rubber, crumb rubber which is recycled rubber produced from automotive and truck scrap tires. Besides that, there is also various types of plastics such as High-Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE) and others.

Disposal plastic waste also has become a major concern worldwide due to the considerable increase in volume and growth, since it is not biodegradable material and considered a major environmental pollutant. Therefore, it would be beneficial if plastic waste could be reused in pavement construction (Abdo, 2017). Waste plastic materials, particularly high-density polyethylene, are disposed of in landfills, causing environmental pollution due to the difficulty in degrading polymer material due to environmental factors. In addition, the number of vehicles are growing rapidly causing the waste of tyre rubber to become a major environmental concern (Reddy & Venkatasubbaiah, 2017).

So, this study was carried out to determine the effectiveness of RHDPE in increasing the strength and durability of modified asphalt which is tested by using the Marshall Stability Test. The modified asphalt is also compared to standard asphalt in terms of strength (stability, flow and density) and durability (void in total mix and void filled with bitumen).

2. LITERATURE REVIEW

High density polyethylene (HDPE) is a famous plastic type due to its versatility, having a wide range of applications such as consumer goods, containers and furniture. Recycled High Density Polyethylene (RHDPE) is a great example as it is among the most common recycled plastic usually found in detergent bottles, juice bottles, medicine packaging bottles and some packaged milk products. HDPE polyethylene modifier provides better engineering properties. It offers excellent impact resistance, light weight, low moisture absorption and high tensile strength. The addition of polymers typically increases the stiffness of the bitumen and improves its temperature susceptibility. Increased stiffness improves rutting resistance of the mixture in hot climate and allows the use of relatively softer base bitumen, which in turn, provide better low temperature performance. (Awwad & Shbeeb, 2007)

In the study of “Effects of High Density Polyethylene on the Permanent Deformation of Asphalt Concrete” test conducted using 1%, 2%, 3% & 4% by weight of bitumen at 185°C for 60 min. 2% HDPE optimum since the stiffness modulus is more scientific criterion MQ for simulating the repeated traffic load. Hınısliođlu et al. (2005) concluded that HDPE modified asphaltic binder provide better resistance against permanent deformation because of their higher

stability and stiffness, relatively lower flow. In hot climatic regions, it is thought to be extremely beneficial in reducing persistent deformation.

Awwad & Shbeeb (2007) found that proportion of modifier is 12% by the weight of optimum binder content. They used 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16% and 18% by weight of optimum binder content. To increase the stability, reduce the density and slightly increase the air void. As a result, it can reduce pavement deformation, increase fatigue resistance and provide better adhesion between asphalt and aggregate.

Attaelmanan et al. (2011) has conducted the test using 1%, 3%, 5% and 7% HDPE. Result indicate that flexible pavement with high performance, durability and more economic can be obtained with 5% HDPE. It also increases stiffness and modulus of rupture value of the asphalt mixtures at low temperature (-10°). They state that adding 5% HDPE is recommended because it raises the Marshall stability of control mix by 13%. For Marshall mix design, 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5% and 6.0% bitumen content, 4.0% air voids, and the required asphalt content was at 5.2%.

Refer to the study of Prahara et al. (2020), the results of the process showed an optimum addition of 7% of HDPE by wet process whereas the dry process was 9%. The addition of HDPE produces higher stability value than LDPE, both wet and dry process were 38% and 24.6%, where LDPE for both process was 22% and 19.3%.

Supriyanto et al. (2019) state that the Void in Mixture (VIM) and the stability obtained optimal 8% HDPE plastic mixture with an optimal asphalt binder content of 4.45%. The Marshall testing are conducted with various HDPE content which are 0%, 4%, 8% and 12% HDPE plastic.

3. METHODOLOGY

3.1 Material Preparation and Ratio

The aggregate mixing specimen is tabulated in Table 1 while Table 2 shows the ratio of mixture. The bitumen with 60/70 with penetration grade was selected. This study applied recycle high density polyethylene (RHDPE) as additive in asphalt mixture. The RHDPE is pallet sized. The bitumen content used are 4%, 5% and 6% by weight of mixture while the ratio of RHDPE used are 4%, 6% and 8% by weight of bitumen. The mixture comprises were sufficient to aggregate, sand and filler to produce a sample of approximately 1120g. Two sample were prepared by each ratio of sample and the total of samples was 18 samples.

All the sample were prepared according to ASTM D 1559 standard with 75-blows upside down using automatic compaction machine. The aggregate, quarry dust, cement, RHDPE were preheated in the oven at 150°C for at least an hour. Bitumen was preheated in the oven at the same temperature. The hot aggregate will be heated again in a bowl (pan) without adding any bitumen mix for 3-4 minutes. Then the correct amount of bitumen was added. The temperature during the mixing of the aggregate and bituminous mixture should not be below than 130°C. While preparing the mixture, the ram and Marshall mould (102mm height x 87mm diameter) should be cleaned and heated to 160°C. A piece of filter paper was put into the mould. The hot mix poured into the mould and smoothen the top surface. Then another piece of filter paper was replaced. The moulds were placed on a pedestal and compact on both top and bottom surface of 75 blows, which is designed for maximum tire pressure 0.75 MN/m². After 24 hours curing the sample, the specimen's weight in the air was weighted and recorded. Then the

specimen was put in water and weighted again. The unit weight of the specimen was calculated. The specimen will be heated in the water isotherms (water bath) at $60 \pm 1^\circ\text{C}$ for 30-40 minutes before Marshall Stability Test was conducted (Hassan et al., 2008).

Table 1: Aggregate Mixing Specimen

Aggregate (mm)	Percentage(%)	Gram(gm)
Aggregate (14.0mm)	26	291.2
Aggregate (10.0mm)	24	268.8
Quarry Dust	48	537.6
Cement	2	22.4
	Total = <u>100%</u>	<u>1120.0 gm</u>

Table 2: Ratio of Mixture

Group	Sample	Ratio		
		Aggregate (g)	Bitumen (g)	RHDPE (g, weight by bitumen)
A	A1	1120 (100%)	46.7 (4%)	1.87 (4%)
	A2			2.80 (6%)
	A3			3.74 (8%)
B	B1	1120 (100%)	58.9 (5%)	2.36 (4%)
	B2			3.53 (6%)
	B3			4.71 (8%)
C	C1	1120 (100%)	71.5 (6%)	2.86 (4%)
	C2			4.29 (6%)
	C3			5.72 (8%)

3.2 Test Method

Bulk specific gravity and density of each test is determined according to ASTM D 2726. The Marshall Stability Test was conducted to determine the stability and flow values of modified asphalt in accordance with ASTM D 1559 (Hassan et al., 2008). The percentage of air voids in the compacted aggregate filled with bitumen (VFB) and the percentage air voids in the compacted total mix (VTM) calculated based on density and bulk specific gravity values.

3.3 Specification Limits

The Marshall Specification Limits as seen in Table 3 is referred to JKR requirement.

Table 3: Marshall Specification Limits

Marshall Stability	> 13000 N
Flow value	2.0mm – 5.0 mm
Void in Total Mix, VTM	3.0% – 5.0%
Void Filled with Bitumen, VFB	70% - 80%
Density	> 1.8 g/cm ³

[Source: Standard Specification for Road Work, JKR, (2008)]

The strength of pavement is affected by stability, flow and density. Marshall Stability measures the maximum load sustained by the bituminous material at a specific loading rate. The sample is loaded until it fails, and the maximum load is labeled as stability. The stability needs to achieve the specific limit to see how effectively an asphalt mixture will perform and the maximum load it can support. The specification limit for stability is more than 13000kN. Low asphalt stability can cause a variety of problem with asphalt pavements such as fatigue cracking as it is known as a significant distress problem in asphalt pavement (Özgan, 2007).

When the maximum load is applied, the flow value relates to the vertical deformation. The flow limit must be between 2.0mm-5.0mm. High flow values typically can make a plastic mixture that would deform permanently under traffic, whereas low flow values may indicate a combination with bigger than normal voids and inadequate asphalt to provide durability, and early cracking may occur owing to the mixture's fragility.

The density and air void are linked. The smaller the percentage of void in the mix, the greater the density. When a pavement has a low density, the air space become linked, causing early pavement distresses. For example, premature oxidative aging, enhanced cracking, rutting, structural weakening, raveling, and stripping. However, an increase in density without recommendations on how to accomplish this increase might have a detrimental influence on pavement durability if the pavement is rolled.

The durability of pavement is defined as a pavement's ability to maintain a satisfactory level of performance over its expected service life without major maintenance. The durability is determined by the air void content. Durability is also a measurement of the amount of road surface cracking. The road surface is critical in providing both a safe running surface for traffic and a water proofing layer to protect the underlying pavement from moisture, which may significantly impair the road's strength and longevity.

Void in total mix (VTM) refers to the total volume of air void between coated aggregate particles throughout a compacted paving mixture represented as a percentage of the compacted paving mixture's bulk volume. The proportion of air void in the overall mix can have a considerable influence on the strength and durability of the mix. This is because the lower the air-void, the less permeable the combination. A high air-void content creates pathways through the mix for harmful air and water to enter. If the air spaces are less than 3%, there will be insufficient area for the asphalt binder to expand in hot weather and the effect on mixture becomes unstable. When that happens, the asphalt material will age and become stiffer quickly.

If the percentage of void in total mix is more than limit, it will detrimental the mixture because the hardening of the asphalt will result in brittle pavement and a shorter service life.

Void filled with bitumen (VFB) is also related to air voids as if air voids decrease, the void filled with bitumen increase. A correctly constructed and compacted mixture will have enough air spaces to avoid rutting due to plastic flow but not enough to allow air and water to pass through. The air void content of bituminous materials is an essential quality control measure for bitumen poured and compacted. When the air void content is too high, air and water might enter. While if the void filled with bitumen is low, it might lead to instability during the compaction process.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Testing Result

4.1.1 Stability

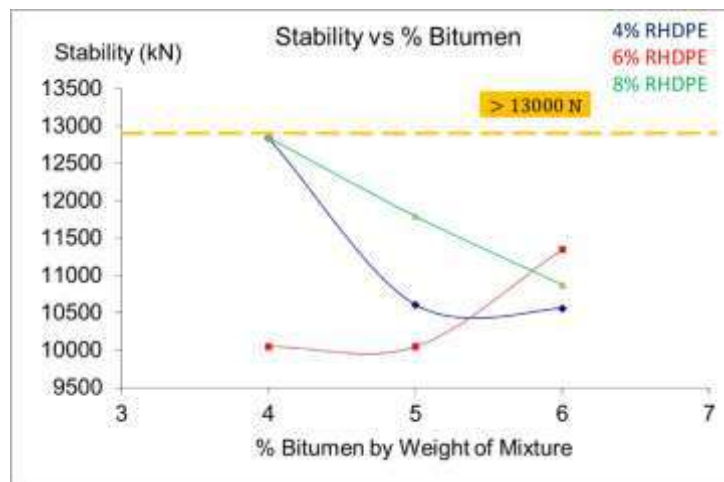


Figure 1: Graph of Stability vs % Bitumen

Figure 1 shows that all the 4%, 6% and 8% RHDPE samples has not reach the stability's limit given. It means that all the modified asphalt mixtures didn't perform in carrying the minimum load 13000N and may cause cracking and potholes in the pavement due to heavy moving loads. Only A1 and A3 samples reach the specification limit at 4% bitumen content. The stability value for samples with 4% and 8% RHDPE decrease when bitumen content increasing. While for samples with 6% RHDPE, the stability value increasing when the bitumen content increased.

4.1.2 Flow

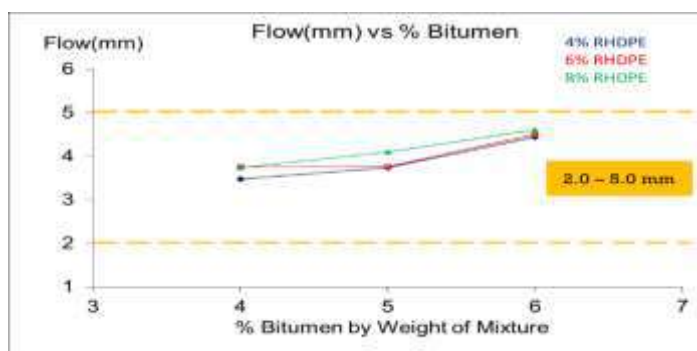


Figure 2: Graph of Flow vs % Bitumen

Figure 2 shows that all the 4%, 6% & 8% RHDPE samples are within the specification limit of flow in range of 2.0-5.0mm where the modified asphalt stiffer and can improve rutting resistance. The flow value of 4% and 8% of RHDPE samples are increasing when the bitumen content increased. However, the 6% RHDPE samples decrease at 5% bitumen content and get increased again at 6% bitumen content. All the samples are acceptable because it is in range of specification limit.

4.1.3 Void in Total Mix (VTM)

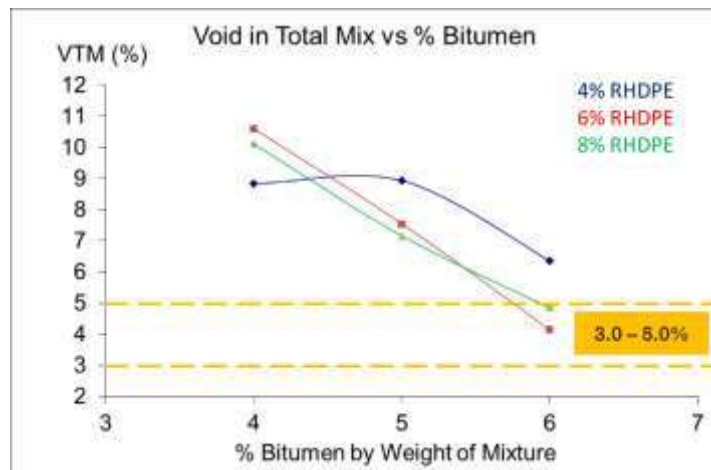


Figure 3: Graph of Void in Total Mix vs % Bitumen

Figure 3 shows that only sample C2 and C3 reached the the specification limit 3.0% - 5.0%. The 6% and 8% RHDPE samples with 6% bitumen content is acceptable. None of the RHDPE samples reach specification limit at 4% and 5% bitumen content, that means the modified asphalt will create pathways through the mix for harmful air and water to enter. It will detrimental the mixture because the hardening of the asphalt, resulting in brittle pavement and a shorter service life. The graph shows the trend where the percentage of void in total mix decrease when increasing the bitumen content.

4.1.4 Void Filled with Bitumen (VFB)

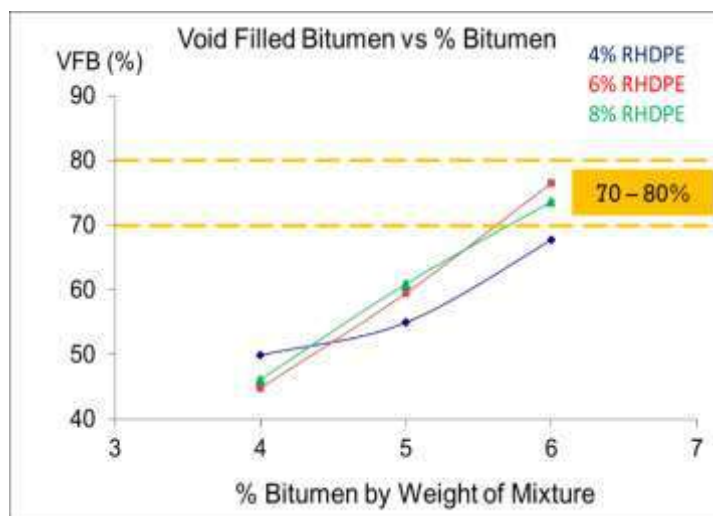


Figure 4: Graph of Void with Filled Bitumen vs % Bitumen

Based on Figure 4, samples C2 and C3 which are 6% and 8% RHDPE with 6% bitumen content reached the specification limit between 70% - 80%. It also showed that all the samples with 4% and 5% bitumen content are below the specification limit value and the modified asphalt with high air voids might lead to instability during the compaction process. The percentage of void filled with bitumen was increased when the bitumen content increased.

4.1.5 Density

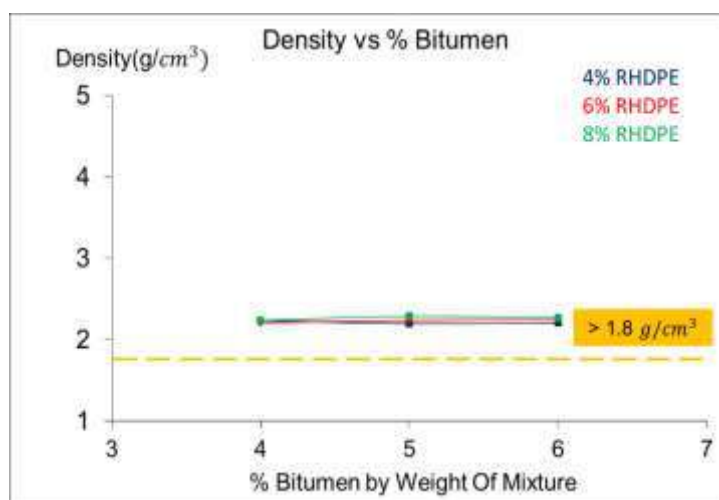


Figure 5: Graph of Density vs % Bitumen

Refer to Figure 5, all the samples reached the specification limit of density more than 1.8 g/cm^3 . The higher density means the percentage of void in the mixture is smaller. The 8% RHDPE samples shows the highest density with 5% bitumen content followed by at 6% and 4% bitumen content. However, the 4% RHDPE density decreased a bit at 5% bitumen content and started to increase again at 6% bitumen content.

5. CONCLUSION

This study has achieved all of the objectives that is to determine the effectiveness of RHDPE as binder material in increasing the strength and durability of modified asphalt. From the data analysis, it can conclude that 8% RHDPE with 6% bitumen content is recommended to be added in the mixture because it achieved all parameters of strength and durability measurements except stability which is nearest to the specification limits given.

For the Marshall Stability, the value is decreased if the bitumen content is increased. Except for the 6% RHDPE which is increasing. In Flow value, all the samples reach the specification limit. Also 4% and 8% RHDPE flow is increasing when the content of bitumen is increased. But the 6% RHDPE decreased at 5% bitumen content and increased again at 6% bitumen content. Based on the Void in Total Mix analysis, the percent of VTM was decreasing when the bitumen content was increased. However, at 4% RHDPE, the percent was increased a bit at 5% bitumen content and decreased at 6%. Next, the Void Filled with Bitumen (VFB) is increased if the air void decrease. Results showed that the percentage of Void Filled with Bitumen was increased when the bitumen content also increased. For the density, the value is almost equal for each bitumen content. The 6% and 8% RHDPE value is increased except the 4% RHDPE which is decreased a little.

ACKNOWLEDGEMENT

Technician team of IKRAM Centre Service (ICES) is acknowledged for assistance in sample preparation and laboratory testing.

REFERENCES

- Abdo, A. M. A. (2017). Investigation the effects of adding waste plastic on asphalt mixes performance. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(15), 4351–4356.
- Attaelmanan, M., Feng, C. P., & Ai, A. H. (2011). Laboratory evaluation of HMA with high density polyethylene as a modifier. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2764–2770. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.12.037>
- Awwad, M. T., & Shbeeb, L. (2007). Awwad, M. T., & Shbeeb, L. (2007). The use of polyethylene in hot asphalt mixtures. *American Journal of Applied Sciences*, 4(6), 390–396. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2007.390.396>The use of polyethylene in hot asphalt mixtures. *American Journal of Applied Sciences*, 4(6), 390–396. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2007.390.396>
- Hassan, A., Othman, A., Baharuddin, A. R., & Hj. Sufian, Z. (2008). *Standard Specification For Road Work -Section 4:Flexible Pavement*. Kuala Lumpur : Jabatan Kerja Raya Malaysia
- Hinislioğlu, S., Aras, H. N., & Bayrak, O. Ü. (2005). Effects of high density polyethylene on the permanent deformation of asphalt concrete. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 12(5), 456–460.
- Özgan, E. (2007). Determining the stability of asphalt concrete at varying temperatures and exposure times using destructive and non-destructive methods. In *Journal of Applied Sciences* (Vol. 7, Issue 24, pp. 3870–3879). <https://doi.org/10.3923/jas.2007.3870.3879>
- Prahara, E., Aswita, F., & Niluh Putu Shinta, E. S. (2020). The effect of High-Density Polyethylene (HDPE) and Low-Density Polyethylene (LDPE) on characteristics of asphalt concrete with dry and wet mixing process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012056>
- Rahim, W. M. F. B. W. (2016). *A Study On The Strength Of Crumb Rubber Modified Bitumen Using Various Crumb Rubber Sizes*. 4(4).
- Reddy, N. M., & Venkatasubbaiah, M. C. (2017). Effects of high density polyethylene and crumb rubber powder on properties of asphalt mix. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(6), 2572–2578.

Tinjauan Literatur: Berjalan Kaki dan Berbasikal Sebagai Kaedah Pengangkutan Lestari

Saedah Johnny Noakes, Zanariah Kasim

Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

saedah@psis.edu.my

ABSTRAK

Banyak kajian yang telah dijalankan memberi tumpuan kepada hubungan antara perubahan iklim dan rumah hijau yang berkaitan dengan pengangkutan dan pelepasan gas rumah hijau. Pengangkutan lestari ialah pengangkutan yang berkeupayaan untuk menyokong keperluan mobiliti masyarakat dengan cara yang tidak merosakkan alam sekitar dan tidak menjejaskan keperluan mobiliti generasi akan datang. Kajian literatur ini secara sistematik mengkaji tujuh belas penyelidikan mengenai keberkesanan berjalan kaki dan berbasikal sebagai salah satu cara pengangkutan lestari. Aktiviti berbasikal dan berjalan kaki berjaya menangani masalah kebergantungan kepada kenderaan bermotor dan seterusnya dapat mengurangkan pelepasan karbon dioksida (CO₂) dan kesan rumah hijau yang akan membawa kepada perubahan iklim. Tambahan pula, aktiviti berjalan kaki dan berbasikal dapat memberikan kesan yang positif kearah menghasilkan persekitaran pelepasan gas rumah hijau yang minimum dan komuniti yang sihat sejahtera.

Kata Kunci: Pengangkutan lestari; berjalan kaki; komuniti yang aktif; jarak selesa berjalan.

1. PENGENALAN

1.1 Impak Pengangkutan Terhadap Perubahan Iklim Global

Banyak kajian yang telah dijalankan memberi tumpuan kepada hubungan antara perubahan iklim dan rumah hijau yang berkaitan dengan pengangkutan dan pelepasan gas. Capri et al. (2016) juga menyatakan bahawa penyelidikan ke arah menangani masalah perubahan iklim terutamanya yang berkaitan untuk mengurangkan pelepasan dan kesan gas rumah hijau telah menjadi tumpuan utama di kalangan para saintis dunia.

Pengangkutan lestari adalah pengangkutan yang berkeupayaan untuk menyokong keperluan mobiliti masyarakat dengan cara yang paling tidak merosakkan alam sekitar dan tidak menjejaskan keperluan mobiliti generasi akan datang (Rodrigue, 2020). Berjalan kaki dan berbasikal adalah antara contoh pengangkutan lestari yang paling mudah, berkesan dan telah terbukti keberkesanannya di banyak negara-negara maju (Wang et al., 2016). Jika dibandingkan dengan berkenderaan, berjalan kaki adalah usaha/daya manual, dengan kecepatan lebih rendah dan cenderung menempuh jarak yang lebih pendek. Ramai penyelidik menganggap berjalan sebagai pengangkutan yang aktif dan lestari. Ini mungkin disebabkan oleh kesan positif berjalan pada kesihatan manusia dan persekitarannya (Balsas, 2003; Loo et al., 2017; Millward et al., 2013).

Secara khusus, objektif pertama kajian ini adalah untuk mengenal pasti jarak berkesan berjalan kaki dan berbasikal. Objektif yang kedua, bertujuan untuk mengenal pasti persekitaran binaan fizikal di sesuatu kawasan samada bandar, perumahan atau kampus yang dapat membantu meningkatkan tahap aktiviti berjalan kaki dan berbasikal. Akhirnya, kajian ini juga bertujuan untuk mengkaji pelbagai faktor yang boleh mempengaruhi tahap aktiviti berjalan kaki dan

berbasikal di sesuatu kawasan. Skop kajian hanya tertakluk kepada aktiviti (non-motorized transportations) iaitu berjalan kaki dan berbasikal.

2. ULASAN LITERATUR

Mengikut Cubukcu (2013), berjalan kaki memainkan peranan penting dalam kesinambungan tempat. Tempat-tempat yang mudah dilalui dengan berjalan kaki dan ketika orang berjalan, mereka dapat mengenali jiran mereka dan mereka dapat mengenal pasti orang asing di kawasan kejiranan dengan mudah. Dengan kata lain, berjalan kaki membantu meningkatkan pengawasan sosial. Secara amnya, kawasan perumahan adalah tempat di mana orang bukan sahaja dapat berehat, tetapi juga menghabiskan masa dengan keluarga, menghiburkan rakan mereka dan bersantai. Di antara strategi pembangunan yang paling berkesan untuk meningkatkan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal adalah dengan merancang kedudukan sesuatu tempat tumpuan dan jarak antara perhentian transit dan stesen. Menurut kajian dari Scheiner (2010b), jarak adalah faktor penting untuk seseorang membuat keputusan ketika berjalan kaki ke destinasi mana pun. Sebagai contoh, jarak ke kemudahan terdekat ternyata menjadi factor penting yang mempengaruhi kekerapan perjalanan membeli-belah dengan berjalan kaki. Manakala kajian Ye et al. (2005) dalam Jadual 1 menekankan pendekatan berjalan kaki (pedestrianization) dan berbasikal dapat menggalakkan penggunaan transit awam serta sistem intergrasi lingkaran perhubungan pengangkutan sebagai elemen utama polisi pembangunan pintar.

Jadual 1 : Elemen Utama dalam Polisi *Smart Growth*, Ye et al. (2005)

Perancangan	Pengangkutan	Pembangunan Ekonomi
<ul style="list-style-type: none">• Perancangan kemudahan awam• Perancangan yang komprehensif• Penggunaan tanah bercampur• Ketumpatan meningkat• Kesambungan jalan• Alternatif / inovatif air• Infrastruktur dan sistem	<ul style="list-style-type: none">• Pejalan kaki• Kemudahan untuk berbasikal• Promosi transit awam• Integrasi sistem dan rangkaian nod	<ul style="list-style-type: none">• Perniagaan kejiranan• Revitalisasi pusat bandar• Pembangunan infill• Menggunakan infrastruktur sedia ada

Dapatan kajian Kaplan (2015) pula menunjukkan situasi implikasi sosial yang tinggi terhadap berbasikal dan berjalan kaki kerana ia dapat meningkatkan persekitaran sosial dan kesihatan dikalangan pelajar dan kakitangan di kampus. Dengan itu, kajian mendalam mengenai ciri persekitaran kampus diperlukan untuk meningkatkan aktiviti yang lestari ini. Peningkatan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal boleh membawa kepada persitaran komuniti yang lebih menarik, berfungsi dalam membantu meningkatkan kesihatan individu dan masyarakat. Persekitaran komuniti yang lestari seperti landskap dan infrastruktur yang sesuai di sepanjang laluan orang ramai ke destinasi penting seperti kedai runcit dan perhentian pengangkutan awam juga dapat membantu mengurangkan pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) ke udara dan persekitaran. Dapatan kajian dalam Jadual 2 menerangkan persekitaran kajian dan aktiviti pengangkutan lestari dari segi jarak yang berkesan, persekitaran binaan fizikal dan factor lain yang boleh mempengaruhi tahap aktiviti berjalan kaki dan berbasikal.

Jadual 2: Kajian keberkesanan berjalan kaki dan berbasikal sebagai salah satu cara pengangkutan lestari.

Bilangan	Artikel	Persekitaran kajian	Kaitan kajian dengan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal
1	(Australian & Sustainable, 2004).	Di Australia Barat	Jarak 400 meter dianggap pendekatan praktikal yang baik dalam merancang komuniti yang mesra pejalan kaki
2	(Zahran, Brody, Maghelal, Prelog, & Lacy, 2008)	Data adalah dari Biro Bancian Amerika Syarikat.	Kajian ini menganalisis sebaran ruang mod pengangkutan yang sihat (berbasikal dan berjalan kaki) pada skala daerah.
3	(Scheiner, 2010a)	Di seluruh kawasan di Jerman. Kajian ini melaporkan penemuan dari analisis longitudinal tinjauan perjalanan seluruh negara Jerman untuk tempoh 1976-2002.	Hasilnya menunjukkan bahawa walaupun dalam kategori jarak yang sama, penggunaan kereta telah meningkat. Ini disebabkan kemudahan dalam pemilikan kereta persendirian dan menggunakan pengangkutan awam.
4	(Scheiner, 2010b)	Bandar Cologne, Jerman.	Jarak ke kemudahan terdekat ternyata menjadi faktor penting yang mempengaruhi kekerapan perjalanan membeli-belah dengan berjalan kaki atau berbasikal
5	(Gunn et al., 2017)	Kawasan Pusat Perniagaan Melbourne	Memperkenalkan <i>Donut-buffers</i> sebagai kaedah menghitung tujuan perjalanan berjalan kaki antara jarak 401m-800 m dan 801m-1200 m yang dibandingkan dengan penyangga jaringan standard pada jarak masing-masing 400 m, 800 m dan 1200 m
6	(Kasim, Shahidan, & Yusof, 2018)	Persekitaran kampus di Malaysia	5 jenis Suasana Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) diperkenalkan.
7	(Kasim, Shahidan, Ujang, & Dahlan, 2019)	Persekitaran kampus di Selangor, Malaysia	Keselesaan terma pejalan kaki mendorong pejalan kaki berjalan lebih jauh. Hasil menunjukkan betapa pentingnya bahan teduhan dan turapan buatan manusia bagi keselesaan pejalan kaki. Teduhan dapat mengurangkan suhu turapan walaupun dari bahan albedo rendah seperti asfalt kelabu gelap.
8	(Kasim et al., 2020)	Persekitaran kampus di Selangor, Malaysia	Kajian membuktikan bahawa dengan reka bentuk Persekitaran Lanskap Pejalan Kaki (LESP) yang baik dapat

			meningkatkan keselesaan terma pejalan kaki di persekitaran tropika sehingga 1.0 km.
9	(Benson, Bruner, & Mayer, 2020)	Wilayah Quebec, Kanada	Pengalaman individu dan faktor yang berkaitan dengan pelaksanaan bas berjalan kaki ke sekolah (<i>walking school bus</i>) di Northeastern Ontario dieksplorasi menggunakan temu bual separa berstruktur (ibu bapa) dan kumpulan fokus (pelajar dan konduktor).
10	(Wang, Wang, & Yang, 2020)	Penduduk negara China	Motivasi individu untuk memilih pengangkutan hijau menjadi semakin penting. Berdasarkan kerangka <i>push-pull-mooring</i> , kajian ini bertujuan untuk meneroka bagaimana faktor tersebut memupuk kesediaan individu untuk beralih ke pengangkutan hijau.
11	(Gao, Kamphuis, Helbich, & Ettema, 2020)	Kawasan kediaman dan perumahan di Netherlands. (<i>Dutch National Travel Survey</i>) 2010–2014.	Persekitaran kediaman dikaitkan dengan tingkah laku aktiviti berjalan kaki penduduk. Hasil kajian mendapati berjalan kaki untuk pengangkutan tiada hubungan dengan persekitaran kediaman. Jarak yang lebih pendek ke pengangkutan awam dan ke kemudahan harian secara positif dikaitkan dengan berjalan kaki untuk pengangkutan.
12	(Wang, Ettema, & Helbich, 2021)	Kawasan kediaman dan perumahan di Netherlands. (<i>Dutch National Travel Survey</i>) 2015–2017.	Latar belakang berjalan adalah cara yang baik dan sederhana untuk meningkatkan daya tenaga individu, tetapi ada bukti yang terbatas menyatakan sama ada persekitaran kejiranan berbeza dengan jalan rekreasi dan perjalanan.
13	(Ki & Lee, 2021)	Kajian hubungan antara kehijauan bandar dan aktiviti berjalan kaki di Seoul, Korea.	Hasil kajian mendapati ada hubungan antara kehijauan bandar dan aktiviti berjalan kaki di Seoul, Korea. Juga, kajian ini mendapati bahawa penduduk berpendapatan rendah biasanya tinggal di kawasan kehijauan rendah, namun waktu berjalan lebih sensitif terhadap kawasan kehijauan.
14	(Eugenia, Manuel, & Alonso, 2021)	Untuk mempromosikan lebih banyak perjalanan dengan berjalan kaki, kajian ini menganalisis faktor-faktor yang	Faktor utama untuk memilih laluan berjalan adalah berkaitan dengan daya tarikan (misalnya, kawasan hijau, kemudahan, tarikan pelancongan dan lain-lain) dan aksesibiliti.

		mempengaruhi pilihan laluan berjalan kaki, selain jarak.	
15	(Chen & Wang, 2020)	Menerapkan kerangka kerja ke Fresno, California, dan Cincinnati, Ohio USA.	Hasil kajian menunjukkan bahawa kecekapan perkhidmatan transit pengangkutan perlu ditingkatkan untuk mencapai tahap berbasikal yang sama, sementara mereka membantu dengan aksesibiliti.
16	(Khalil, 2010)	Prinsip <i>Neighbourhood Unit Concept dan New Urbanism</i>	Hasil kajian menunjukkan bahawa ia perlulah mesra pejalan kaki serta reka bentuk yang mendorong penggunaan basikal, <i>rollerblade</i> , <i>skuter</i> , dan berjalan sebagai pengangkutan harian. Jarak aktiviti berjalan kaki perlu berada dalam jarak 10 minit dari rumah dan tempat kerja serta reka bentuk jalan/laluan yang mesra pejalan kaki dan bebas dari kenderaan bermotor.
17	(Hasan, Ahmad, & Hadiuzzaman, 2014)	Prinsip Rekabentuk Neo-traditional dan Pertumbuhan pintar (<i>Smart Growth</i>)	Faktor penyatuan (<i>principal integration</i>) utama bandar baru adalah pejalan kaki dan kemudahan transit pengangkutan utama (<i>mass transit</i>). Peningkatan aktiviti berjalan kaki dapat menurunkan kadar pemanduan kereta (<i>reduce release of CO₂</i>) dengan memperbanyakkan lagi akses dan kemudahan infrastruktur bagi aktiviti berjalan kaki.

Kajian-kajian ini jelas menyokong pilihan pengangkutan lestari secara berjalan kaki dan berbasikal adalah langkah terbaik kearah mengurangkan pergantungan melampau pada bahan bakar berasaskan fosil dan seterusnya mengurangkan kesan pemanasan global.

3. METODOLOGI

Kajian literatur ini mengkaji secara sistematik tujuh belas (17) kertas penyelidikan mengenai keberkesanan berjalan kaki dan berbasikal sebagai salah satu cara pengangkutan lestari. Seperti yang dinyatakan dalam pendahuluan, pengangkutan lestari difokuskan kepada berjalan kaki dan berbasikal. Kajian ini melaporkan hasil penyelidikan untuk mengenal pasti jarak berkesan berjalan kaki. Jarak di antara rumah ke kemudahan utama seperti kedai runcit dan stesen kemudahan awam yang sesuai akan meningkatkan aktiviti berjalan kaki sebagai kaedah pengangkutan. Selanjutnya, beberapa kajian meneliti pengaruh persekitaran binaan fizikal di sesuatu kawasan sama ada bandar, perumahan atau kampus. Seterusnya, kajian berkaitan faktor lain yang dapat membantu meningkatkan tahap aktiviti berjalan kaki dan berbasikal.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Perbincangan akan bertumpu kepada tiga (3) bahagian. Bahagian pertama kajian ini adalah untuk mengenal pasti jarak berkesan berjalan kaki dan berbasikal. Bahagian kedua, kajian ini

bertujuan untuk mengenal pasti persekitaran fizikal di sesuatu kawasan samada bandar, perumahan atau kampus yang dapat membantu meningkatkan tahap aktiviti berjalan kaki dan berbasikal. Akhirnya, bahagian ketiga kajian ini juga bertujuan untuk mengkaji factor lain yang boleh mempengaruhi tahap aktiviti berjalan kaki dan berbasikal di sesuatu kawasan.

4.1 Jarak Berkesan Berjalan Kaki

Jarak adalah faktor penting dalam membuat keputusan seseorang sama ada berjalan kaki, berbasikal atau berkenderaan ke sesuatu destinasi. Sebagai contoh, jarak ke kemudahan terdekat ternyata menjadi faktor penting yang mempengaruhi kekerapan perjalanan membeli-belah dengan berjalan kaki atau berbasikal (Scheiner, 2010a). Scheiner (2010a) juga membuat kajian secara jangkamasa panjang iaitu dari tahun 1976 hingga 2002 di seluruh negara Jerman berkenaan faktor yang menyebabkan trend perubahan tingkah laku penduduk daripada berjalan kaki atau berbasikal kepada penggunaan kereta. Hasil kajian menemui jawapan iaitu kemudahan untuk memiliki kereta dan pertambahan jarak menyebabkan trend telah berubah kepada penggunaan kereta persendirian. Kajian Khalil (2010) dan Hasan et al., (2014) ada menerangkan teori perkembangan Konsep Unit Kejiranan (*Neighbourhood Unit Concept*), Urbanisme Baru (*New Urbanism*), Pembangunan Neo-tradisional (*Neo-traditional Development*), Pertumbuhan pintar (*Smart Growth*) dalam konteks aktiviti berjalan kaki di persekitaran bandar. Konsep Unit Kejiranan oleh Clarence Perry pada tahun 1920 dimana kawasan kejiranan yang teratur adalah berdasarkan jarak $\frac{1}{4}$ batu (400 m) atau bersamaan lima minit berjalan kaki seperti jarak antara rumah dan sekolah. Sementara itu, pada awal 1990-an, *New Urbanism* menyarankan jarak berjalan kaki sepuluh (10) minit, di mana sebahagian besar kemudahan berada dalam jarak itu. Di Australia Barat, misalnya jarak 400 meter dianggap pendekatan praktikal yang baik dalam merancang komuniti yang mesra pejalan kaki (Australian & Sustainable, 2004). Oleh itu, kedudukan tempat, kedai dan lain-lain perkhidmatan penting berada dalam jarak 5 minit berjalan kaki dari kediaman. Dalam pada itu, Gunn et al., (2017) menyatakan bahawa "ada bukti yang menyokong jarak optimum berjalan kaki" dan mereka menambahkan bahawa "ada bukti bahawa orang berjalan lebih dari 400 m untuk ke sesuatu destinasi". Mereka kemudian membuat analisis dalam mengenal pasti jarak yang menyokong tujuan perjalanan berjalan kaki di kawasan sekitar yang terletak dalam jarak 20 km dari Kawasan Pusat Perniagaan Melbourne. Mereka memperkenalkan *Donut-buffers* sebagai kaedah menghitung tujuan perjalanan berjalan kaki antara jarak 401m-800 m dan 801m-1200 m yang dibandingkan dengan penyangga jaringan standard pada jarak masing-masing 400 meter, 800 meter dan 1200 meter. Hasil kajian menunjukkan bahawa kedai makanan tempatan termasuk pasar raya, kafe / kedai makanan, dan kedai makanan kecil, terletak dalam jarak 401m-800m dan 801m-1200m sesuai untuk perhentian pengangkutan. Ini menunjukkan bahawa tujuan perjalanan ke destinasi akan mendorong seseorang untuk berjalan kaki. Kajian ini jelas menyokong bahawa jarak perjalanan berjalan kaki atau berbasikal yang sesuai dan selesa adalah antara 400m hingga 1000m dalam tempoh 5 hingga 10 minit perjalanan.

4.2 Hubungan Persekitaran Fizikal dengan Aktiviti Berjalan Kaki dan Berbasikal

Banyak ciri persekitaran yang bertindak sebagai pemangkin kepada aktiviti berjalan kaki dan berbasikal. Dalam tinjauan ini, klasifikasi pemangkin didasarkan pada penemuan oleh Kasim et al. (2018) iaitu telah memperkenalkan beberapa jenis Persekitaran Landskap Pejalan Kaki (LESP) di kampus tropika. Daripada lima jenis LESP tersebut, didapati LESP Jenis ke-5 iaitu persekitaran landskap yang mempunyai dua baris pokok di kiri dan kanan laluan pejalan kaki mempunyai kadar keselesaan terma yang paling selesa (Kasim et al. 2019). Berdasarkan data tinjauan soal selidik mengenai tingkah laku berjalan kaki seramai 2350 orang penduduk, Ki dan Lee (2021) juga telah membuktikan adanya hubungan yang signifikan di antara kehijauan

bandar dan aktiviti berjalan kaki di Seoul, Korea. Penduduk memilih kawasan yang mempunyai tahap kehijauan yang banyak untuk berjalan kaki sebagai pengangkutan dan juga untuk berbasikal. Ciri-ciri laluan yang meningkatkan kebiasaan berjalan ialah kawasan hijau atau kemudahan akses, yang kurang bising dan tidak tercemar (Eugenia et al., 2021). Di persekitaran iklim tropikal Kasim et al. (2020) telah membuktikan dengan persekitaran landskap pejalan kaki yang kondusif boleh menyebabkan pejalan kaki boleh berjalan dalam jarak satu (1) kilometer dengan selesa.

4.3 Faktor Lain yang Mempengaruhi Aktiviti Berjalan Kaki dan Berbasikal

Motivasi individu untuk memilih pengangkutan yang lestari adalah penting. Berdasarkan kerangka *push-pull-mooring*, kajian yang telah dijalankan oleh Wang et al. (2020) bertujuan untuk meneroka bagaimana faktor *push*, *pull* dan *mooring* memupuk kesediaan individu untuk beralih ke pengangkutan yang lestari. Hasil kajian menunjukkan bahawa faktor pendorong (*push*) seperti ketidakselesaan yang dirasakan, mendorong mod individu memilih kereta persendirian, sedangkan faktor penarik (*pull*), termasuk kesan kebaikan sistem dan kempen pengangkutan hijau telah menarik peralihan mod individu ke pengangkutan lestari. Seterusnya, kajian yang telah dilaksanakan di Fresno, California, Cincinnati dan Ohio Amerika Syarikat, menunjukkan bahawa kecekapan perkhidmatan transit perlu ditingkatkan untuk mencapai tahap penduduk untuk berjalan kaki dan berbasikal. Hasil kebolehcapaian ke jalan pelbagai guna menunjukkan perlunya kemudahan pengangkutan hijau/lestari yang lebih efisien untuk kawasan kejiranan yang berpendapatan rendah.

Zahran et al. (2008) membuat analisa berdasarkan bancian yang dijalankan di Amerika Syarikat berkaitan dengan agihan ruang jenis pengangkutan yang lestari iaitu berbasikal dan berjalan kaki. Hasil kajian menunjukkan bahawa kadar peningkatan jumlah pengangkutan berbasikal dan berjalan kaki meningkat dengan peningkatan dalam kepadatan penduduk dan keprihatinan masyarakat setempat. Begitu juga di negara Belanda, mempunyai faktor persekitaran kejiranan yang menyokong pengangkutan dengan kaedah berbasikal dan berjalan kaki yang menyebabkan kadar peratusan jenis ini adalah tinggi (Wang et al., 2021). Pemahaman penduduk yang sangat baik untuk menggalakkan pelaksanaan pengangkutan lestari telah menghasilkan kaedah yang dinamakan bas berjalan kaki ke sekolah (*walking school bus*) dikalangan anak-anak ke sekolah di Quebec, Kanada (Benson et al., 2020). Kempen ini melibatkan jarak di antara rumah dengan sekolah dalam lingkungan 2.0 km dan ke bawah. Mereka berpendapat bahawa peningkatan dalam aktiviti fizikal, sosialisasi dan penyertaan masyarakat, dan berada di luar rumah dapat memberi manfaat kepada kesihatan mental. Pengetahuan mengenai keselamatan jalan raya dan persepsi pengaruh persekitaran dinyatakan sebagai hasil positif. Justeru, faktor kemudahan infrastruktur dan landskap sepanjang perjalanan aktiviti lestari ini dapat meningkatkan kualiti aktiviti riadah dan dapat mencapai matlamat pengangkutan lestari yang bebas karbon.

5. KESIMPULAN

Peningkatan suhu udara di bandar dan peningkatan risiko kejadian gelombang panas adalah masalah kesihatan awam yang serius dan ada kaitan dengan sistem pengangkutan. Promosi dan pelaburan dalam pengangkutan lestari dapat mengurangkan penggunaan kenderaan bermotor dengan pencemaran tinggi dan memenuhi keperluan pelbagai pilihan perjalanan individu, yang sekali gus dapat meredakan kesesakan lalu lintas dan meningkatkan kualiti hidup. Jumlah kenderaan persendirian yang besar dan perjalanan kereta yang berkembang pesat juga menyebabkan masalah persekitaran seperti hujan asid, pencemaran udara, dan pencemaran bunyi di bandar. Kami merangkumkan dan mengkaji kajian mengenai keberkesanan berjalan

kaki dan berbasikal sebagai kaedah pengangkutan lestari. Bahagian pertama mengulas berkaitan peri pentingnya perancangan jarak antara 400m ke 1000m dalam tempoh 5 minit hingga 10 minit perjalanan ke sesuatu kemudahan/transit pengangkutan di kawasan kediaman dapat menyokong aktiviti berjalan kaki dan berbasikal sebagai cara pengangkutan lestari.

Bahagian kedua kajian ini menunjukkan bukti bahawa kawasan hijau di laluan pejalan kaki dan berbasikal seperti pokok di laluan dan taman kota dapat menyejukkan persekitaran dan menggalakan aktiviti ini. Walau bagaimanapun, pemahaman yang komprehensif mengenai kemungkinan akibat dari setiap perancangan untuk keselesaan terma pejalan kaki dan berbasikal diperlukan pada peringkat awal perancangan. Bahagian ketiga tinjauan kajian ini menunjukkan bukti yang jelas bahawa aktiviti berbasikal dan berjalan kaki berjaya menangani masalah kebergantungan kepada kenderaan bermotor dan seterusnya dapat mengurangkan pengeluaran gas karbon dioksida yang memberi kesan kepada perubahan iklim. Antara dapatan yang paling penting adalah aktiviti berjalan kaki dan berbasikal dapat memberikan kesan yang positif kearah menghasilkan persekitaran dan komuniti yang sihat sejahtera.

RUJUKAN

- Australian, A. W., & Sustainable, G. (2004). Book Reviews. *Journal of Sustainable Tourism*, 12(1), 85–93. <https://doi.org/10.1080/09669580408667226>
- Balsas, C. J. L. (2003). Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, 10, 35–49.
- Benson, S. M. S., Bruner, B., & Mayer, A. (2020). Encouraging active transportation to school : Lessons learned from implementing a walking school bus program in Northeastern Ontario. *Journal of Transport & Health*, 19(December 2020), 100914. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100914>
- Capri, S., Ignaccolo, M., Inturri, G., & Le Pira, M. (2016). Green walking networks for climate change adaptation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 45, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.08.005>
- Chen, N., & Wang, C. (2020). Does green transportation promote accessibility for equity in medium-size U . S . cities ? *Transportation Research Part D*, 84(May), 102365. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102365>
- Cubukcu, E. (2013). Walking for Sustainable Living. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 85, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.335>
- Eugenia, M. L., Manuel, J. S., & Alonso, A. (2021). The walking health : A route choice model to analyze the street factors enhancing active mobility. *Journal of Transport & Health*, 22(July), 101133. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101133>
- Gao, J., Kamphuis, C. B. M., Helbich, M., & Ettema, D. (2020). What is ‘ neighborhood walkability ’? How the built environment differently correlates with walking for different purposes and with walking on weekdays and weekends. *Journal of Transport Geography*, 88(September), 9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102860>

- Gunn, L. D., King, T. L., Mavoa, S., Lamb, K. E., Giles-Corti, B., & Kavanagh, A. (2017). Identifying destination distances that support walking trips in local neighborhoods. *Journal of Transport and Health*, 5, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.08.009>
- Hasan, T., Ahmad, I., & Hadiuzzaman, M. (2014). Neo-traditional Neighborhood Design: Transit and Walking Friendly Land Development Approach. *Journal of Transport System Engineering*, 1(1), 46–54.
- Kaplan, D. H. (2015). Transportation sustainability on a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(2), 173–186. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2013-0023>
- Kasim, Zanariah, Shahidan, M. F., Ujang, N., & Dahlan, N. D. (2019). Influence of landscape environment settings on outdoor pedestrian thermal comfort in tropical climate. *Alam Cipta*, 12(2).
- Kasim, Zanariah, Shahidan, M. F., & Yusof, Y. (2018). Use of Landscape Environmental Setting for Pedestrian To Enhance Campus Walkability and Healthy Lifestyle. In *WIT Transactions on Ecology and the Environment* (Vol. 215, pp. 219–232). <https://doi.org/10.2495/EID180201>
- Kasim, Zanariah, Shukor, S. K. A., & Khashim, N. F. (2020). Effects of Landscape Environmental Settings on Microclimate in Enhancing Pedestrian Walking Distance in Tropical Campus Environment. In *e-Proceedings of the Green Technology & Engineering Seminar 2020* (pp. 1–12).
- Khalil, H. (2010). New Urbanism, Smart Growth And Informal Areas: A Quest For Sustainability. *CSAAR Conference 2010*, (January 2010).
- Ki, D., & Lee, S. (2021). Analyzing the effects of Green View Index of neighborhood streets on walking time using Google Street View and deep learning. *Landscape and Urban Planning*, 205(June 2020), 103920. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103920>
- Loo, B. P. Y., Mahendran, R., Katagiri, K., & Lam, W. Y. (2017). Walking , neighbourhood environment and quality of life among older people. *Environmental Sustainability*, 25, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.02.005>
- Millward, H., Spinney, J., & Scott, D. (2013). Active-transport walking behavior : destinations , durations , distances. *Journal of Transport Geography*, 28, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.012>
- Rodrigue, D. J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems* (Fifth Edit). New York, USA: Routledge. Retrieved from <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/>
- Scheiner, J. (2010a). Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976-2002. *Journal of Transport Geography*, 18(1), 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.01.001>

- Scheiner, J. (2010b). Social inequalities in travel behaviour: Trip distances in the context of residential self-selection and lifestyles. *Journal of Transport Geography*, 18(6), 679–690. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.09.002>
- Wang, S., Wang, J., & Yang, F. (2020). From willingness to action : Do push-pull-mooring factors matter for shifting to green transportation ? *Transportation Research Part D*, 79(96), 102242. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102242>
- Wang, Y., Chau, C. K., Ng, W. Y., & Leung, T. M. (2016). A review on the effects of physical built environment attributes on enhancing walking and cycling activity levels within residential neighborhoods. *Cities*, 50, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.08.004>
- Wang, Z., Ettema, D., & Helbich, M. (2021). Objective environmental exposures correlate differently with recreational and transportation walking : A cross-sectional national study in the Netherlands. *Environmental Research*, 194(December 2020), 110591. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110591>
- Ye, L., Mandpe, S., & Meyer, P. B. (2005). What is “Smarth growth” - Really? *Journal of Planning Literature*, 19(3), 301–315. <https://doi.org/10.1177/0885412204271668>
- Zahran, S., Brody, S. D., Maghelal, P., Prelog, A., & Lacy, M. (2008). Cycling and walking : Explaining the spatial distribution of healthy modes of transportation in the United States. *Transportation Research Part D*, 13(7), 461–469. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.08.001>



Bidang 7

PEROLEHAN HIJAU

Pengenalan & Amalan Perolehan Hijau
Dalam Sistem Politeknik & Kolej Komuniti
Sebagai Usaha Menyokong Pemeliharaan
Alam Sekitar & Pengurangan Jejak Karbon

Kelestarian Bangunan Tipikal Kepada Bangunan Rendah Karbon Melalui Perolehan Hijau Dalam Meningkatkan Kecekapan Penggunaan Tenaga

Zainolrin Saari¹, Siti Farah Hussin², Suhana Ismail³ & Abdul Azizi Jamaludin⁴

^{1,2,3} Jabatan Teknologi Maklumat & Komunikasi, Politeknik Mersing, Mersing, Johor

⁴ Jabatan Matematik, Sains & Komputer, Politeknik Mersing, Mersing, Johor

ABSTRAK

Kesan gas rumah hijau (GHG) melalui pelepasan gas karbon dioksida CO₂ yang berpunca daripada penggunaan tenaga yang berlebihan memberi kesan kepada pemanasan global. Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji kadar kecekapan penggunaan tenaga dan pelepasan gas karbon dioksida di Pusat Sukan, Politeknik Mersing melalui perolehan hijau yang dapat mengubah status bangunan tipikal kepada bangunan rendah karbon. Secara umumnya, pengoperasian sesebuah bangunan akan menyebabkan pelepasan karbon dioksida CO₂ yang tinggi ke atmosfera. Justeru itu, bagi mengatasi permasalahan ini, penekanan kepada amalan rendah karbon dengan meminimumkan penggunaan tenaga melalui penggunaan peralatan cekap tenaga boleh dilaksanakan bagi merealisasikan bangunan rendah karbon. Hasil daripada kajian ini mendapati lebih daripada 76% penjimatan tenaga dan pelepasan karbon dapat dihasilkan melalui kaedah perolehan hijau. Ini menunjukkan melalui perolehan hijau dapat mengurangkan kadar penggunaan tenaga yang membawa kepada penjimatan bayaran utiliti serta mengurangkan kadar pelepasan karbon yang membolehkan penilaian bangunan rendah karbon dicapai. Sebagai kajian lanjutan, dicadangkan kepada pengkaji untuk melihat kesan penggunaan tenaga boleh diperbaharui terhadap bangunan tipikal serta implikasi kewangan dalam melestarikan bangunan tipikal ke arah bangunan rendah karbon.

Kata Kunci: karbon dioksida, bangunan rendah karbon, perolehan hijau, kecekapan tenaga, penjimatan

1. PENGENALAN

Pemanasan global yang berlebihan kesan daripada pelepasan karbon dioksida CO₂ memberi impak terhadap kehidupan manusia dan alam sekitar. Perubahan iklim global menyebabkan peningkatan suhu serta pola cuaca yang seterusnya menyebabkan kenaikan aras laut dan boleh menyebabkan berlakunya banjir besar. Menjelang akhir tahun 2014, negara kita dilanda banjir besar yang melibatkan hampir 400,000 rakyat Malaysia dan menyebabkan kerosakan pada infrastruktur bernilai RM 2.9 bilion (Hamzah, 2015). Antara penyumbang kepada peningkatan suhu global adalah sektor bangunan di mana berlaku pelepasan karbon yang berlebihan. Sebuah bangunan akan membebaskan CO₂ hampir 50% daripada penjanaan tenaga elektrik yang memberi kesan kepada gas rumah hijau (GHG) (Kalsum, 2019). Oleh itu, penggunaan tenaga yang cekap dapat memberi manfaat kepada alam sekitar dalam mengurangkan pelepasan CO₂ yang menyumbang kepada pemanasan global.

Pertumbuhan ekonomi yang pesat menyokong kepada peningkatan industri pembinaan. Ini dapat dilihat dengan pembukaan bandar-bandar baru yang secara tidak langsung menambah bilangan bangunan di sesebuah lokaliti. Oleh yang demikian, pembinaan bangunan baru sewajarnya mengambil berat elemen mesra alam serta mengurangkan pelepasan karbon hasil dari penjanaan tenaga. Ini bagi mengurangkan kadar pelepasan GHG ke udara melalui sektor bangunan. Justeru itu, pihak kerajaan perlu mengambil langkah dalam menggalakkan lebih banyak pembinaan bangunan rendah karbon. Sebagai contoh, pembinaan bangunan baru yang mesra alam dengan penggunaan peralatan cekap tenaga serta tenaga boleh diperbaharui dapat

merealisasikan hasrat kerajaan untuk mengurangkan pelepasan GHG (Wira, 2017).

1.1 Penyataan Masalah

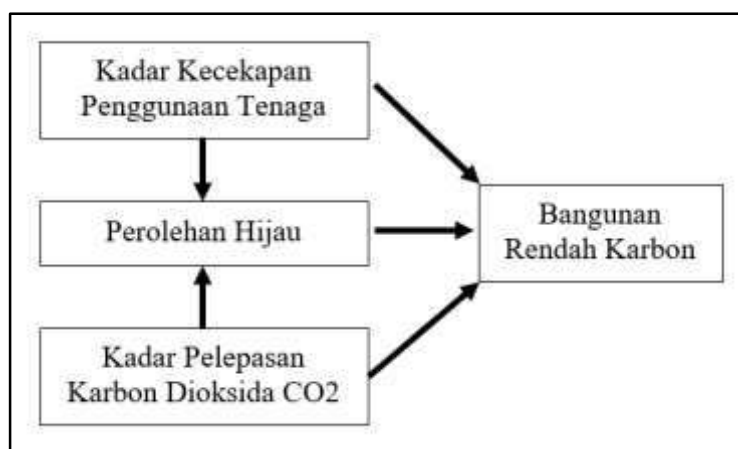
Hari ini, kita melihat banyak di antara kita yang mengamalkan gaya hidup tinggi karbon, dengan penggunaan tenaga elektrik yang berlebihan. Menurut *BP Statistic Review of World Energy 2019* (Ethel Khoo, 2019) pelepasan CO₂ di Malaysia berjumlah 250.3 juta tan pada tahun 2018, meningkat daripada 241.6 juta tan pada tahun 2017. Sumber utama pelepasan tersebut adalah dari sektor tenaga, sektor pengangkutan dan sektor sisa pepejal. Pada Persidangan Perubahan Iklim Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu 2015, yang juga dikenali sebagai Persidangan Iklim dan Persidangan Iklim Paris 2015, yang diadakan di Paris, Perancis, Malaysia membuat komitmen untuk mengurangkan pelepasan CO₂ per unit Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) sebanyak 45% pada tahun 2030. Sementara itu, dalam laporan jejak karbon Politeknik Malaysia 2015, menunjukkan pembebasan 67,062 *metric tons of carbon dioxide* (MTCO₂e) berlaku di kampus-kampus Politeknik Malaysia (Jadual 1.1). Sektor terbesar yang menyumbang kepada pebebasan karbon ini adalah sektor tenaga elektrik dengan 45,178 *tonnes of carbon dioxide* (TCO₂e) atau 67.4% setahun (BK JPPKK, 2020). Keadaan ini amat membimbangkan kerana semua bangunan di politeknik merupakan bangunan tipikal.

Jadual 1: Jejak karbon Politeknik Malaysia 2015

Sektor	Jumlah	Purata
1. Elektrik	45,178	2,510
2. Pengangkutan	18,759	1,042
3. Air	1,858	103
4. Sisa Pepejal	1,267	70
	MTCO₂e	3,725
	(kgCO₂e)	3,725,679

Sumber : BK, JPPJJ (2016)

Bagi mengatasi permasalahan pelepasan karbon yang terlalu tinggi serta menyokong kepada tenaga lestari, penggunaan peralatan cekap tenaga melalui perolehan hijau perlu dilaksanakan. Sebagai langkah alternatif perolehan hijau ini dapat membantu mengubah bangunan tipikal kepada bangunan rendah karbon, berbanding dengan pembinaan bangunan baharu dengan kos pembinaan yang tinggi. Rajah 1.1 di bawah menunjukkan kerangka konseptual kajian.



Rajah 1: Kerangka Konseptual Kajian

Justeru itu, satu sistem yang kenali sebagai Sistem Smart ZEB dibangunkan di Pusat Sukan Politeknik Mersing. Pembanguna sistem ini menyokong Dasar Negara ke arah IR 4.0 dengan penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai platform kawalan dan pemantauan kecekapan penggunaan tenaga serta pelepasan karbon. Selain itu, bagi mencapai tahap kelestarian, Sistem Smart ZEB ini turut menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) bagi mencapai masa depan yang lebih baik dan lestari untuk semua. Ianya turut mendokong Blueprint Smart Green PolyCC 2021-2026 (BSGPC) bagi bidang tumpuan 2 (pengurusan tenaga dan perubahan iklim) dan bidang tumpuan 7 (perolehan hijau) (BK JPPKK, 2020).

1.2 Objektif Kajian

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengenal pasti :

- a) Peratus kadar kecekapan penggunaan tenaga melalui perolehan hijau.
- b) Peratus kadar pelepasan karbon melalui perolehan hijau.
- c) Tahap pencapaian penilaian bangunan rendah karbon melalui perolehan hijau.

1.3 Kepentingan Kajian

Kajian ini dijalankan oleh penyelidik untuk melihat kesan perolehan peralatan sedia ada berbanding dengan perolehan hijau terhadap pengurusan kecekapan tenaga dan pelepasan karbon. Kajian ini dapat membantu pihak pengurusan organisasi mengurangkan perbelanjaan tahunan dan mengurangkan pelepasan karbon yang memberi kesan ke atas pemanasan global.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Kelestarian Bangunan Tipikal

Kamus Dewan Edisi Keempat mendefinisikan kelestarian sebagai keadaan persekitaran yang tidak berubah atau terpelihara seperti asal. Istilah kelestarian juga seringkali dikenali sebagai mampan. Manakala tipikal di definisikan sebagai bersifat seperti yang lazim atau biasa. Dalam kajian yang dijalankan terhadap pembangunan kolej kediaman lestari di Malaysia (Reduan dan Haryati, 2016) penerapan ciri-ciri bangunan mesra alam atau lestari perlu dipertimbangkan dalam memastikan keselesaan penghuni dipenuhi tanpa meminggirkan keseimbangan alam sekitar. Sebagai contoh, Kolej Kediaman di Kolej Spelman Amerika Syarikat telah memiliki bangunan lestari menerima pengiktirafan *Leadership in Energy and Enviromental Design* pada tahun 2008. Konsep asas kepada bangunan tipikal lestari mestilah mempunyai rekabentuk yang dapat memanfaatkan pencahayaan matahari, penggunaan bahan mampan dan kitar semula (Nazaruddin et al., 2012). Konsep bangunan lestari dapat dicapai dengan penjimatan tenaga, penggunaan tenaga boleh diperbaharui serta aplikasi teknologi hijau pada bangunan baru mahupun bangunan sedia ada.

2.2 Bangunan Rendah Karbon

Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) Malaysia, telah menawarkan program Penilaian Sukarela Bangunan Tenaga Lestari Rendah Karbon. Menurut SEDA, bangunan merupakan sektor terbesar iaitu sekitar 80-90% pelepasan karbon sepanjang ianya beroperasi. Objektif utama program ini adalah untuk menyokong pembangunan bandar rendah karbon dan menyediakan platform bagi pengurangan karbon dalam sektor bangunan untuk menyokong sasaran kerajaan mengurangkan pelepasan karbon CO₂ sebanyak 45% menjelang tahun 2030. Pihak SEDA Malaysia pada tahun 2002 telah memperkenalkan Konsep Bangunan Sifar Tenaga (ZEB) yang memberi fokus kepada reka bentuk bangunan kecekapan tenaga dan tenaga boleh diperbaharui. Ianya bertujuan untuk mendapatkan bangunan dengan tenaga yang efisien serta mengaplikasikan tenaga boleh diperbaharui yang dapat mengurangkan penggunaan tenaga dan pelepasan karbon. Di beberapa negara, sektor bangunan merupakan

penyumbang pelepasan karbon dioksida kedua terbesar selepas sektor pengangkutan (SEDA, 2021).

Pihak SEDA Malaysia telah memperkenalkan 3 tahap pencapaian bangunan sifar tenaga iaitu:

- a) *Ready for ZEB Building*: bangunan yang mencapai penjimatan 50% kecekapan tenaga.
- b) *Nearly Zero Energy Building (nZEB)*: bangunan hampir tenaga sifar dengan menjimatkan 70% tenaga atau lebih serta inisiatif tenaga boleh diperbaharui.
- c) *Net Zero Building (NZEB)*: bangunan sifar tenaga atau bangunan neutral karbon (karbon operasi) yang mencapai penjimatan 100% dengan menggunakan kecekapan tenaga dan inisiatif tenaga boleh diperbaharui.

2.3 Perolehan Hijau

Perbendaharaan Malaysia (MOF, 2020) melalui Pekeliling Kewangan bertajuk Punca Kuasa, Prinsip dan Dasar Perolehan Kerajaan mendefinisikan Perolehan Hijau merujuk kepada perolehan bekalan, perkhidmatan dan kerja di sektor kerajaan dengan mengambil kira kriteria dan piawaian alam sekitar untuk memulihara alam sekitar dan sumber semula jadi serta meminimalkan atau mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar dan sumber semulajadi yang berpunca daripada aktiviti manusia. Sementara itu, Kementerian Alam Sekitar dan Air (KASA, 2020) menyatakan kerajaan komited dalam mengurangkan pelepasan karbon bagi memulihara alam sekitar sebanyak 45% berbanding KDNK menjelang tahun 2030. Menerusi Dasar Teknologi Hijau Negara, kerajaan telah menggariskan arah tuju kepada pembangunan mampan dan bersepadu bagi memulihara sumber asli untuk generasi masa kini dan masa hadapan. Dasar ini menyokong inisiatif perolehan hijau kerajaan bagi menggalakkan permintaan terhadap teknologi hijau dalam menyediakan produk dan perkhidmatan hijau sebagai pilihan utama dalam perolehan sektor awam.

2.4 Kecekapan Tenaga

Secara amnya, pengurusan tenaga lestari adalah satu proses berterusan dalam menguruskan penggunaan tenaga dalam organisasi untuk memastikan bahawa tenaga telah digunakan dengan efisien. Kecekapan tenaga dapat ditentukan dengan menggunakan jumlah tenaga yang sama atau kurang untuk menghasilkan pengeluaran yang lebih baik serta menikmati tahap kelesaan yang sama. Menurut Suruhanjaya Tenaga (ST, 2020) dalam laporan tahunan 2019, pada tahun 2016 kerajaan telah memperkenalkan Pelan Tindakan Kecekapan Tenaga Nasional (NEEAP) yang memberi inisiatif kepada pengguna-pengguna industri, komersial dan domestik yang mengamalkan kecekapan tenaga elektrik. NEEAP bertujuan untuk mengukuhkan kemampuan pembekalan tenaga negara yang secara tidak langsung merealisasikan aspirasi kerajaan dalam mengurangkan pelepasan karbon negara. Suruhanjaya Tenaga telah mengiktiraf produk elektronik yang mempunyai kecekapan tenaga yang tinggi dengan penarafan label bintang dari skala 1 (kurang cekap tenaga) hingga 5 (paling cekap tenaga) (Rokiah, 2013). Justeru itu, sebagai pengguna yang bijak, kita seharusnya merancang dan mengenal pasti kegunaan produk dan memastikan produk elektronik yang dibeli cekap tenaga dalam membantu mengurangkan pelepasan karbon.

3. METODOLOGI

Kaedah analisis data yang digunakan untuk kajian ini adalah berasaskan kepada data sekunder yang terdiri daripada kajian literatur dan sumber-sumber lain seperti tesis, buku-buku yang berkaitan, jurnal dan lain-lain penerbitan yang berkaitan dengan kajian yang dijalankan. Bahan-bahan ini di analisis mengikut kesesuaiannya dan menjadi asas rujukan terhadap kajian. Data sekunder digunakan bagi membuat perbandingan penggunaan peralatan elektrik dari

aspek tenaga digunakan (watt), jumlah jam penggunaan sehari, sebulan dan setahun.

Pengiraan penggunaan tenaga sehari (DE) dapat ditunjukkan dalam persamaan (1)

$$DE = \text{Bilangan Peralatan} \times \text{Kuasa (watt)} \times \text{Masa Penggunaan} \quad (1)$$

Pengiraan penggunaan tenaga setahun (YE) dapat ditunjukkan dalam persamaan (2) dengan mengambil kira 22 hari bekerja sebulan dengan 12 bulan setahun.

$$YE = DE \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \quad (2)$$

Oleh itu, pengiraan penjimatan penggunaan tenaga setahun (RYE) dapat ditunjukkan dalam persamaan (3) iaitu penggunaan tenaga setahun sebelum inovasi (YEB) ditolak dengan penggunaan tenaga setahun selepas inovasi (YEA).

$$RY = YEB - YEA \quad (3)$$

Pelepasan karbon setahun (CO₂E) dapat diperolehi dengan persamaan (4)

$$CO_2E = (YE / 1000) \times 0.84 \text{ metric tons} \quad (4)$$

Oleh itu, pengurangan pelepasan karbon setahun (RCO₂E) dapat ditunjukkan dalam persamaan (5) iaitu pelepasan karbon setahun sebelum inovasi (CO₂EB) di tolak dengan pelepasan karbon setahun selepas inovasi (CO₂EA)

$$RCO_2E = CO_2EB - CO_2EA \text{ metric tons} \quad (5)$$

Selain itu, pengumpulan data primer juga dijalankan melalui pemerhatian serta perbandingan penggunaan tenaga keseluruhan melalui pemasangan meter pada papan agihan utama (DB) di bilik suis sebelum dan selepas pelaksanaan projek Sistem Smart ZEB dijalankan. Pengiraan pembuktian secara teori dilakukan bagi mendapatkan anggaran pulangan pelaburan (ROI) yang seterusnya akan dibandingkan dengan pencapaian sebenar. Justeru itu, pembangunan Sistem Smart ZEB ini merupakan salah satu usaha mewujudkan kelestarian secara berterusan pada bangunan tipikal dan peralatan sedia ada di Politeknik Mersing. Bagi mencapai hasrat ini, penambahbaikan pada bangunan serta peralatan sedia ada perlu dijalankan melalui penggunaan tenaga yang rendah dan peralatan yang efisien melalui perolehan hijau.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil daripada audit bangunan di Pusat Sukan mendapati terdapat 5 komponen yang menggunakan peralatan elektrik iaitu lampu kalimantang, alat penyaman udara, peti sejuk, kipas siling dan komputer. Jadual 4.1 di bawah menunjukkan penggunaan tenaga elektrik sebelum pelaksanaan Sistem Smart ZEB. Penggunaan tenaga elektrik sebulan adalah sebanyak 2,404 kWh dan setahun sebanyak 24,487 kWh. Peralatan yang tertinggi penggunaan tenaga elektrik adalah lampu kalimantang sebanyak 217 unit dengan kadar 0.875 kWh sebulan. Namun, jika dikaji perunit, peti sejuk merupakan peralatan yang paling banyak menggunakan tenaga elektrik iaitu sebanyak 0.36 kWh sebulan bagi setiap unit. Ini diikuti dengan alat penyaman udara dengan kadar penggunaan tenaga keseluruhan 0.422 kWh sebulan atau 0.141 kWh perunit.

Jadual 2 : Penggunaan tenaga elektrik sebelum pelaksanaan Sistem Smart ZEB di Pusat Sukan

Bil	Peralatan	Kuantiti	Kuasa (Watt)	Masa Penggunaan Sehari (Jam)	Jumlah Penggunaan Sebulan	Jumlah Penggunaan Setahun
1	Lampu Kalimantan A	34	36W	11	296.208	3,554.496
2	Lampu Kalimantan B	183	36W	4	579.744	6,956.928
3	Kipas Siling	8	333W	4	234.432	2,813.184
4	Komputer Lenovo + Pencetak	3	280W	8	147.840	1,774.080
5	Penyaman Udara	3	800W	8	422.400	5,068.800
6	Peti Sejuk (30 hari Operasi)	1	500W	24	360.00	4,320.000
Jumlah Keseluruhan Penggunaan Tenaga :					2,040.624	24,487.488

Analisis data bagi Jadual 2 di bawah menunjukkan penggunaan tenaga elektrik selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB di Pusat Sukan. Penggunaan tenaga elektrik sebulan adalah sebanyak 483 kWh dan setahun sebanyak 5,797 kWh. Selepas pelaksanaan Sistem ZEB, peralatan tertinggi penggunaan tenaga elektrik adalah alat penyaman udara iaitu sebanyak 0.158 kWh sebulan atau 0.53 kWh bagi setiap unit. Ini diikuti dengan kipas siling 0.124 kWh atau 0.15 kWh perunit sebulan.

Jadual 3 : Penggunaan tenaga elektrik selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB di Pusat Sukan

Bil	Peralatan	Kuantiti	Kuasa (Watt)	Masa Penggunaan Sehari (Jam)	Jumlah Penggunaan Sebulan	Jumlah Penggunaan Setahun
1	Lampu LED A	15	20W	6	39.600	475.200
2	Lampu LED B	82	20W	2	72.160	865.920
3	Kipas Siling 5 Star	8	177W	2	124.608	1,495.296
4	Komputer Lenovo + Pencetak	3	65W	8	34.320	411.840
5	Penyaman Udara Inverter	3	300W	8	158.400	1,900.800
6	Peti Sejuk 5 Star (30 hari operasi)	1	75W	24	54,000	648,00
Jumlah Keseluruhan Penggunaan Tenaga :					483.088	5,797.056

Perbandingan penggunaan tenaga elektrik sebelum dan selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB dapat ditunjukkan pada Jadual 4. Secara keseluruhannya kadar penjimatan tenaga elektrik adalah sebanyak 76.3% selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB.

Jadual 4 : Perbandingan penggunaan tenaga elektrik sebelum dan selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB di Pusat Sukan

Bil	Perkara	Sebelum Pelaksanaan Sistem Smart ZEB	Selepas Pelaksanaan Sistem Smart ZEB
1	Tenaga Elektrik Digunakan Sebulan kWh	2,040.624	483.088
2	Tenaga Elektrik Digunakan Setahun kWh	24,487.488	5,797.056
3	Penjimatan Tenaga Elektrik kWh	Sebulan : 1,557.536 (76.3%) Setahun : 18,690.432 (76.3%)	

Jadual 5 di bawah menunjukkan perbandingan pelepasan karbon CO₂ sebelum dan selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB. Secara keseluruhannya kadar pelepasan karbon dapat dikurangkan daripada 20.4 metric tons kepada 4.87 metric tons setahun iaitu pengurangan sebanyak 76.3%.

Jadual 5 : Perbandingan pelepasan karbon CO₂ sebelum dan selepas pelaksanaan Sistem Smart ZEB di Pusat Sukan

Bil	Perkara	Sebelum Pelaksanaan Sistem Smart ZEB	Selepas Pelaksanaan Sistem Smart ZEB
1.	Pelepasan Karbon CO ₂	= (24,486.488 /1000) x 0.84 = 20.57 metric tons	= (5,797.056 /1000) x 0.84 = 4.87 metric tons
2.	Pengurangan Pelepasan Karbon CO ₂	= 20.40 - 4.87 = 15.7 metric tons (76.3%)	

4.1 Kadar kecekapan penggunaan tenaga melalui perolehan hijau

Secara umumnya, terdapat perbezaan yang ketara apabila penukaran peralatan elektrik biasa kepada jenis cekap tenaga. Sebagai contoh, lampu kalimantang 36W yang merupakan penggunaan tenaga tertinggi daripada 0.875 kWh sebulan turun kepada 0.111 kWh sebulan. Penggunaan tenaga keseluruhan juga dapat dikurangkan daripada 2,404 kWh sebulan kepada 483 kWh sebulan. Ini menunjukkan dengan penukaran peralatan elektrik jimat kuasa dapat memberi kadar kecekapan penggunaan tenaga yang tinggi iaitu sebanyak 76.3% sebulan. Secara umumnya penggunaan tenaga elektrik di institusi boleh dikawal dengan membuat penyelenggaraan dan menaik taraf fasiliti sedia ada serta menggunakan peralatan cekap tenaga (Imanurezeki, 2018). Dalam laporan Interim Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035 (Kalsum, 2019) menyatakan 50% daripada keseluruhan tenaga elektrik yang dijanakan di Malaysia digunakan oleh sektor bangunan. Sementara itu, aktiviti harian yang dijalankan di dalam bangunan tersebut menggunakan sehingga 80% tenaga elektrik. Dalam usaha (Hamidi et al., 2016) mengurangkan kebergantungan rakyat kepada tenaga atau produk elektrikkonvensional, pihak berwajib perlu membuat penambahbaikan terhadap Dasar Teknologi Hijau Negara. Insentif perlu diwujudkan bagi meningkatkan kesedaran umum terhadap produk elektrik berteknologi hijau yang mesra alam.

4.2 Kadar pelepasan karbon melalui perolehan hijau

Melalui perolehan hijau dapat membantu mengurangkan pelepasan karbon CO₂ daripada bangunan ke atmosfera. Hasil dapatan menunjukkan dengan penggunaan peralatan cekap tenaga dapat membantu mengurangkan pelepasan karbon di Pusat Sukan, Politeknik Mersing daripada 20.57 metric tons setahun kepada 4.87 metric tons setahun. Ini menunjukkan melalui peralatan serta teknologi hijau yang digunakan boleh merendahkan pelepasan karbon. Teknologi hijau merujuk kepada aplikasi produk, peralatan atau sistem yang dibangunkan berkonsepkan mesra alam, pelepasan karbon yang minima serta dapat menangani isu fenomena pemanasan global (Iskandar, 2015). Sebagai contoh dalam perolehan hijau kerajaan menetapkan kriteria mandatori bagi spesifikasi produk peralatan elektrik mestilah mendapat pelabelan penarafan 5 bintang (KASA, 2020).

4.3 Tahap pencapaian penilaian bangunan rendah karbon melalui perolehan hijau

Penilaian bangunan rendah karbon yang di cadangkan oleh SEDA Malaysia adalah merujuk kepada peratus pelepasan karbon dioksida CO₂. Secara umumnya Pusat Sukan, Politeknik Mersing dengan kadar pengurangan pelepasan karbon 76.3% setahun, boleh di kategorikan sebagai *Nearly Zero Energy Building (nZEB)*, iaitu bangunan hampir tenaga sifar dengan menjimatkan 70% tenaga atau lebih dengan inisiatif tenaga boleh diperbaharui. Seterusnya

melalui perolehan peralatan cekap tenaga oleh kerajaan, (Naim,2015) banyak memberi kesan kepada pembangunan ekonomi, sosial dan alam sekitar. Tidak terkecuali Kerajaan Malaysia yang komited merealisasikan perolehan hijau dengan menjadikannya sebagai salah satu inisiatif dalam mengurus perdana program pembangunan negara. Selain itu, melalui perolehan kerja-kerja pengubahsuaian bangunan (retrofit) juga dapat mengurangkan pelepasan karbon bagi sesebuah bangunan berbanding pelepasan karbon bangunan yang asal (Kalsum, 2019). Ini dibuktikan oleh pihak SEDA yang memperkenalkan langkah pengurusan tenaga yang efisien di ibu pejabatnya yang terletak di Putrajaya. Bangunan pejabat tipikal ini berjaya melaksanakan penjimatan sehingga 47,000kWh setahun (penjimatan bil utiliti RM24,000 setahun) di samping mengelakkan pelepasan karbon sebanyak 32 tan setahun (SEDA, 2021).

5. KESIMPULAN

Merujuk kepada Blueprint Smart Green PolyCC 2021-2026, secara keseluruhannya hasil dapatan kajian ini menunjukkan pembangunan Sistem Smart ZEB ini memberi impak yang selari dengan indikator Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) iaitu dari aspek sosial, persekitaran dan ekonomi. Menerusi impak sosial, ianya dapat dilihat melalui amalan tingkah laku beretika serta pelaksanaan perolehan hijau yang menyokong kepada SDG16. Seterusnya bagi impak persekitaran melibatkan penggunaan tenaga dan pelepasan karbon dioksida CO₂ yang menyokong kepada SDG7 iaitu tenaga yang berpatutan dan bersih, SDG11 ke arah bandar dan komuniti lestari serta SDG13 tindakan kepada perubahan iklim. Akhir sekali, kajian ini turut memberi impak kepada ekonomi iaitu kesan ke atas pelaburan yang dapat dilihat pada SDG9 dengan penghasilan inovasi serta pembangunan prasarana yang lestari serta cekap tenaga yang dapat menjimatkan tenaga, pembayaran bil utiliti dan pengurangan pelepasan karbon melalui perolehan hijau.

Dapatan kajian secara keseluruhannya dapat disimpulkan bahawa sesebuah bangunan tipikal boleh dijadikan bangunan rendah karbon dengan melakukan sedikit kerja-kerja retrofit dan penggunaan peralatan cekap tenaga serta tenaga boleh diperbaharui. Melalui perolehan hijau dapat mengurangkan penggunaan tenaga yang secara tidak langsung mengurangkan kos penggunaan tenaga serta mengurangkan pelepasan karbon CO₂ ke ruang atmosfera. Keadaan ini membolehkan sesebuah bangunan itu mencapai tahap rendah karbon. Secara umumnya kerajaan serta masyarakat Malaysia telah bersedia untuk memainkan peranan dalam usaha ke arah negara rendah karbon menjelang tahun 2050 (Alyssa, 2020). Pelbagai inisiatif ditawarkan oleh kerajaan dalam mempromosikan penggunaan teknologi hijau serta menggalakkan perolehan hijau dilaksanakan. Selain itu, langkah Kerajaan Malaysia menganjurkan program perintis perolehan hijau dan label eko dalam memberi kesedaran terhadap perolehan hijau memberi impak kepada pihak pengurusan sesuatu organisasi terhadap kepentingan perolehan hijau dalam menjaga alam sekitar (Naim, 2012). Sebagai kajian lanjutan, dicadangkan kepada pengkaji untuk melihat kesan penggunaan tenaga boleh diperbaharui terhadap bangunan tipikal serta implikasi kewangan dalam melestarikan bangunan tipikal ke arah bangunan rendah karbon.

RUJUKAN

Alyssa, Norwahida, Aziz, Hilmi, Atiah & Hasamizi, (2020). *Kesediaan dan Potensi Masyarakat Di Malaysia ke arah Negara Rendah Karon*. Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara 21(2020): 114–122. doi.org/10/17576/malim-2020-2101-09

- Bahagian Kurikulum, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (BK JPPKK) (2020). Analisis Laporan Jejak Karbon Politeknik Malaysia. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 daripada <http://www.mypolycc.edu.my/index.php/muat-turun/poly-green/>
- Ethel Khoo (2019). *Malaysia continues efforts to reduce carbon footprint*. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://www.theedgemarkets.com/article/malaysia-continues-efforts-reduce-carbon-footprint>
- Fatin, (2020). Terokai Matlamat Pembangunan Mampan Menuju 2030. UTM. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://humanities.utm.my/omelet/2020/09/14/terokai-matlamat-pembangunan-mampan-menuju-2030/>
- Hamidi, Hamim & Mustafa, (2016). *Tahap Pengkomersilan Produk Elektrik Bercirikan Teknologi Hijau di Malaysia: Kajian Kes Kawasan Bandaraya Kuala Lumpur*. Malaysian Journal of Society and Space 12 issue 5(2016): 130-135. ISSN2180-2491
- Hamzah (2015, Januari). Najib : Kemusnahan Infrastruktur Akibat Banjir Hampir RM2.9 Bilion Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2015/01/30410/najib-kemusnahan-infrastruktur-akibat-banjir-hampir-rm29-bilion>
- Imanurezeki, Adzura, Noraishah, Nurhamieza & Nadrah (2013). *Pengurusan Penggunaan Tenaga Elektrik di Kolej Kediaman Universiti ke arah Kampus Lestari*. NASDEQ 2018 eISBN 978-967-2171-38-6
- Iskandar, (2015, Mac). *Teknologi Hijau Tingkat Kualiti Hidup, Pacu Ekonomi Negara*. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://www.bharian.com.my/taxonomy/term/61/2015/03/40615/teknologi-hijau-tingkat-kualiti-hidup-pacu-ekonomi-negara>
- Kalsum, (2019). *Laporan Interim Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035*. Tanjung Malim: UPSI Holding
- Kamus Dewan, (4th ed.). (2005). Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=kelestarian>
- Kementerian Alam Sekitar dan Air (KASA) (2020). Garis Panduan Perolehan Hijau Kerajaan 3.0. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.myhijau.my/wp-content/uploads/2021/01/GGP-Guidelines-3.0.pdf>
- Mohd Wira, (2017). *Modul Teknologi Hijau : Asas Kelestraian Hijau (Panduan Guru)*. Pulau Pinang: CETREE USM.
- Naim, Chamhuri & Sarah (2012). *Pertimbangan Alam Sekitar dalam Peraturan Perolehan Kerajaan di Malaysia : Analisis Arahan Perbendaharaan*. Prosiding PERKEM VII, Jilid 2 (2012): 808-822. ISSN:2231-962X
- Naim, Chamhuri & Sarah (2015). *Kajian Empirikal Amalan Perolehan Hijau Kerajaan di Malaysia*. Prosiding PERKEM 10, Jilid 2 (2015): 338-349. ISSN:2231-962X
- Nazaruddin, Kamarudin & Akhtar (2012). *Konsep Bangunan Lestari*. 1st International Conference on Innovation and Technology for Sustainable Built Environment

Perbendaharaan Malaysia (MOF) (2020). Punca Kuasa, Prinsip dan Dasar Perolehan Kerajaan. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://1pp.treasury.gov.my/>

Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) (2021). *Penilaian Greenpass Sukarela Bangunan Tenaga Lestari Rendah Karbon*. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <http://www.seda.gov.my/>

Rahimi, Rapidah, Zulfadly, Najatulmuna & Danny (2019). *Keberkesanan dan Kesan Penggunaan Lampu LED Terhadap Penjimatan Tenaga dan Bil Elektrik di Blok K11A Kolej Burhanuddin Helmi, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi*. Jurnal Personalia Pelajar 22(1): 19-29

Reduan & Haryati, (2016). Bangunan Sebagai Elemen Utama Pembangunan Konsep Kolej Kediaman Lestari Di Malaysia. UTHM. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 https://www.researchgate.net/publication/301891277_Bangunan_Sebagai_Elemen_Utama_Pembangunan_Konsep_Kolej_Kediaman_Lestari_Di_Malaysia

Rokiah & Hamidi (2013). *Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian Alam Sekitar*. Prosiding PERKEM VIII, Jilid 2 (2013): 977-990. ISSN:2231-962X

Suruhanjaya Tenaga (ST) (2020). Laporan Tahunan 2019. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.parlimen.gov.my/ipms/eps/2020-12-15/ST.148.2020%20-%20ST%20148.2020.pdf>.

Green Entrepreneurship Intention in TVET Institution; Turning Job Seeker into Job Creator

Rosmanizah Derahman*, Nurul Syamshida Mokhtar, Zanita Ismail, Raja Irfah Hilyani Raja Ab Rahman, & Sharida Zaina Shafie

Politeknik Sultan Idris Shah, Selangor

*rosmanizah@psis.edu.my

ABSTRACT

The entrepreneurial intention would be a step before the commencement of entrepreneurial action. Green became a phenomenon and the concept is believed to sustain the profit, planet, and people. Thus, measuring green characteristics would be an added advantage to entrepreneurship. This a cross-sectional study aiming at investigating green characteristics towards green intention among TVET students and graduates. This quantitative study will utilize four sets of adapted items and would be distributed to all TVET institutions in Malaysia. The questionnaire will be conducted on 30 samples of a pilot test before it could be administered to the samples using simple random sampling. The finding is expected to give quite an impact and infer green entrepreneurial intention. The adapted instruments would measure and identify green entrepreneurial intention among students and graduates in turning job seekers into job creators.

Keywords: green entrepreneurial intention, sustainable knowledge, sustainable attitude, sustainable behavior, TVET education.

1. INTRODUCTION

As sustainability is concerned, there are three pillars namely economy, society, and environment (Purvis, 2018). These three pillars are also known as profit, people, and the planet. The so-called Prophet of Sustainability; Elkington, (2020) predicts in his book an approaching crisis in the world economy and he offers solutions to crash capitalism which will be the systematic solution to global challenges and make this a better place for prosperity, people, and the planet. However, concern on sustainability is also aroused due to increasing environmental and society's problems. 23% of people live in the cities. CO₂ emission and consequential climate could end the world. Not to mention the plastic pollution, over-fishing, deforestation, biodiversity loss, and illegal wildlife trade would jeopardize and bring mass-scale destruction to the future habitable world (Figgner, 2021).

In education, TVET Technical, and Vocational Educational Training in Malaysia is developing. TVET has been regarded as a primary provider of human capital in industrialized nations. TVET has become primary education in most developed countries and it has been witnessed that almost 70% of students in Germany have entering TVET (Ahmad et al., 2015) and TVET is required in this digital industrial revolution and k-economies (Hassan et al., 2021). Thus to be more competitive in preparing its human capital, Malaysia put enhancement on its TVET.

Until 2010, it is only 28% of higher-skilled workers in Malaysia is Malaysian and this situation put the Malaysian government realize how important it increases TVET graduates. Through its Economic Transformation Program (ETP), TVET graduates are expected to take 1.5 million from 3.0 Million employments in 2020. Today there are more than 500 TVET institutions from

various ministries in Malaysia. TVET has become an engine of growth especially in RMK 12 (Rancangan Malaysia Ke 12). These graduates are expected to become higher-skilled workers who will fulfill the demand for semi-skilled and skilled talents in the country. In 2016, more than 50% of school leavers join TVET institutions proves that TVET institutions enrolment is succeeding (Technical and vocational education and training (TVET) in Malaysia, 2016).

However, in 2021 Malaysian government has launched Plan Tindakan Pendidikan Keusahawanan 2021-2025 which emphasize on the creating more job creator and job seeker. This agenda is in line with the current situation of pandemic Covid19 and the scarcity of job opportunities compared to entrepreneurial prospects.

Turning job seeker to a job creator is a noble effort, nevertheless, this effort should be more fruitful if all those job creators (graduate entrepreneurs) concern on sustainability in which taken care of the planet and the people while looking for sustainable prosperity.

Thus this paper is aim at examining the sustainability knowledge, sustainability attitude and sustainability attitude would be the factor to green entrepreneurial intention among TVET students and graduates.

1.1 Green Entrepreneurial Intention

Intention would lead to action and good entrepreneurial intention would finally lead an entrepreneur to at least commencing a start-up business (Kautonen et al, 2015). Green entrepreneurial intention is planned behavior that consists of various steps which initially start with an intention (Yi, 2020). A similar study has found that sustainability behavior and attitude do influence green entrepreneurial intention (Polas et al., 2020). Thus this study intends to further examine in a different context; TVET students and graduates in Malaysia.

In this context, students and graduates of TVET would have different experiences and exposure. The syllabus content would also be different. Moreover, going green becoming a phenomenon and various studies and education institutions put emphasize on the issue including among TVET institutions. In this context, there would be a phenomenon which would be interesting to look into especially on the importance of green issue would heal the planet, people and prosperity.

Behavioral is the main determinant to the green entrepreneurial intention were the same theory was applied and with high variance has explained the factor (Wei & Nordin, 2019). It shows that behavior should have been groomed to create more sustainable entrepreneurs. In consumer study, consumer is also love nature, believe in balance between mankind and benefits of conservative activities and engage in pro-environmental behavior (Paswan, Guzman, & Lewin, 2016). These are all the sustainability pillars which comprise of a concerns on planet, people and profit/ prosperity. As consumers determine the trends, the entrepreneurs are likely to be concerned on green and sustainability. Thus investigating on green entrepreneurial intention would be a start for better entrepreneurship.

However, limited evidence especially shows that sustainability knowledge, attitude and behavior would be a determinant factor to green entrepreneurial intention among future semi-skilled talents in Malaysia.

1.2 Job Seeker and Job creator

The job seeker is formally known and associated with graduates and school leavers. During this pandemic and scarcity of resources around the world, job opportunities becoming lesser and self-creator to the job would be an added value to an institution to ensure its graduate employability rate. Thus, promoting job creators would be a new vision of any educational institution.

Entrepreneurial intention largely influenced by the entrepreneurial event (Ramayah et al, 2019) and also depends on a few factors such cultural values. Thus, looking into an intention to create own job through entrepreneurial activities would be a competitive advantage to alleviate poverty and drive a nation towards developing countries.

2. MATERIALS AND METHOD

Examining green entrepreneurial intention among TVET students and graduates will use cross-sectional study plan as follows: First, we provide the literature to describe the underpinning theory to support this study. Second, four sets of the questionnaire are designed to measure how knowledge, attitude, and behavior towards green entrepreneurial intention. Thirdly, the item has been developed and adapted from Michalos et al., (2011). Previously most studies used intention-based model, however, this study intends to utilize Ajze's Theory of Planned Behavior to investigate this green intention phenomenon (Ajzen & Fishbein, 1980). This framework would integrate instruments from two sources. These instruments are going to be validated and reliability analysis would be tested. The other instruments to measure green entrepreneurial intention is adapted from Yi (2020).

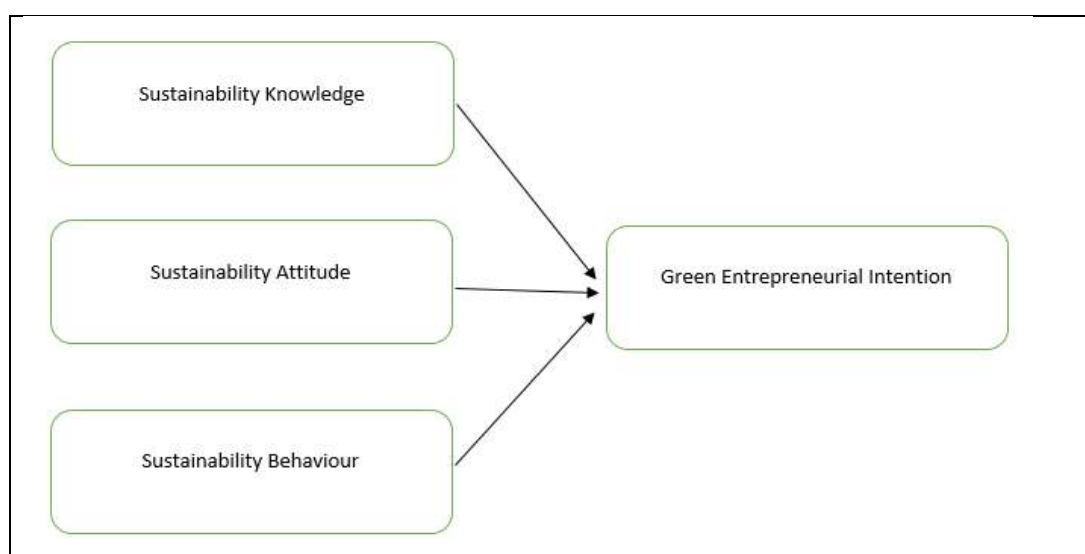


Figure 1: Conceptual Framework

The below instruments will be used to measure the green entrepreneurial intention among TVET students and graduates. The actual item totally more than 50 items excluding the demographic details would be used to examine the variables in the framework.

Table 1: Items and construct to examine the variables

Construct	Item	Sources (Adapted)
Green Entrepreneurial Intention	I wish to start a green enterprise that assists in alleviating environmental issues.	Yi, 2020
	I had a preliminary idea for a green enterprise to implement in the future.	
	My professional goal is to become a green entrepreneur	
	I am willing to do anything to become a green entrepreneur	
Sustainability Knowledge (Environment-Planet)	I would act as a professional manager and get involved in the management of a social enterprise.	Michalos et al, 2011
	Reducing water consumption is necessary for sustainable development	
	Preserving nature is necessary for sustainable development	
	Sustainable development demands that we humans reduce all sorts of waste	
Sustainable Knowledge (society-people)	Preserving the variety of living creatures is necessary for sustainable development	Michalos et al, 2011
	For sustainable development, people need to be educated in how to protect themselves against natural disasters	
	Improving people's chances for a long and healthy life contribute to sustainable development	
	A culture where conflicts are resolved peacefully through discussion is necessary for sustainable development	
	Respecting human rights is necessary for sustainable development	
	To achieve sustainable development, all the people in the world must have access to good education	
Sustainable knowledge (economy-prosperity)	Having respect for other cultures is necessary for sustainable development	Michalos et al, 2011
	For sustainable development, major infectious diseases such as HIV/AIDS, Covid19 and malaria must be stopped	
	Sustainable development requires that companies act responsibly towards their employees, customers and suppliers	
	Sustainable development requires a fair distribution of goods and services among people in the world	
	Wiping out poverty in the world is necessary for sustainable development	
	Sustainable development demands that people understand how the economy functions	

There are other two main variables and instruments which has not been shown. These Likert scale questionnaires use a 4-point scale ranging from Definitely False to Definitely True. After this stage of writing, the item will be sent for peer-reviewed and then undergo a pilot test. 30 samples of the pilot test will be used. The sample frame would be the name list of all students and graduates in TVET institutions in Malaysia, acquired from each institution. The samples would be strictly from the diploma level of education from TVET institutions.

After the pilot test, the Cronbach Alpha would be utilized to see the reliability test as suggested by Creswell et al (2016). The original set of the questionnaire has been showing an overall very good internal consistency. All items to measure three independent variables and a single dependent variable would be conducted online in this yet ending pandemic. A sampling frame of 384 respondents (Krejcie & Morgan, 1970) would be targeted to measure the green entrepreneurial intention among TVET students and graduates.

Analysis would be conducted by using multiple regression to identify the factor to the dependent variables (green entrepreneurial intention) and correlation would be conducted on the variables and measure the relationship between variables (Hair, 2007).

3. CONCLUSION

This paper is aiming at determining factors to green entrepreneurial intention among TVET students and graduates. This study would be conducted to recognize the sustainable knowledge, behavior and attitude would be the factor influencing green entrepreneurial intention. Using the Theory of Planned Behavior, this study is hoped to predict the factor to this emerging phenomenon; green entrepreneurial intention. The review includes in this paper supported this important emerging theme and enable the crafting of more job creators.

REFERENCES

- Ahmad, M. J., Jalani, N. H., Hasmori, A. A., Pendidikan, F., Tun, U., & Onn, H. (2015). TEVT di Malaysia: Cabaran dan Harapan. In Seminar Kebangsaan Majlis Dekan Dekan Pendidikan Awam 2015 (pp. 340–346).
- Creswell, J. W., Miller, D. L., Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2016). *Determining validity in Qualitative Inquiry* (Vol. 5841). <https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903>
- Elkington, J. (2020). *Green Swans: The Coming Boom in Regenerative Capitalism*.
- Hair, J. F., Arthur H, M., Philip Samouel, & Mike Page. (2007). *Research Method for Business*
- Icek Ajzen, & Fishbein, M. (1980). *Undertanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Prentice Hall.
- Kautonen, T., Hatak, I., Kibler, E., & Wainwright, T. (2015). Emergence of entrepreneurial behaviour: The role of age-based. *JOURNAL OF ECONOMIC PSYCHOLOGY*, 50, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2015.07.004>
- Michalos, A. C., Streicher-porte, M., Althaus, H. J., Swayze, N., Kahlke, P. M., Creech, H., Buckler, C. (2011). *Measuring Knowledge, Attitudes China and Global Markets: and Behaviours Concerning Copper Supply Chain Sustainable Sustainable Development Among Development Tenth Grade Students in Manitoba A Life Cycle Assessment Study*.

- Polas, M. R. H., Hossain, M. I., Tabash, M. I., Karim, A. M., Dad, A., & San, O. T. (2020). Does Green Entrepreneurial Intention Persuade an Individual to Contribute to the Sustainable Green Economy? *Journal of Talent Management and Excellence*, 12(2s).
- Hassan, R. H., Hassan, M. T., Naseer, S., Khan, Z., Jeon, M., & Member, S. (2021). ICT Enabled TVET Education: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3085910>
- Paswan, A., Guzman, F., & Lewin, J. (2016). Attitudinal determinants of environmentally sustainable behavior. *Journal of Consumer Marketing*.
- Purvis, B. (2018). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 5. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
- Ramayah, T., Rahman, S. A., & Taghizadeh, S. K. (2019). Modelling green entrepreneurial intention among university students using the entrepreneurial event and cultural values theory Syed Abidur Rahman *. *International Journal of Entrepreneurial Venturing*, 11(4), 394–412.
- Wei-, L. C., & Nordin, N. (2019). Green Entrepreneurial Intention of Mba Students: A Malaysian Study. *International Journal of Industrial Management*, 5, 38–55. <https://doi.org/10.15282/ijim.5.0.2020.5621>
- Yi, G. (2020). From green entrepreneurial intentions to green entrepreneurial behaviours: the role of university entrepreneurial support and external institutional support, (2).

Innovation Lightweight Concrete Using LECA for Sustainable IBS

Hazruwani A Halim^{1*}, Jasni Mohd Noor² & Chia Soi Lee³

^{1,2}Department of Civil Engineering, Polytechnic Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor

³Department of Civil Engineering, Polytechnic Sultan Idris Shah, Sabak Bernam, Selangor

*hazruwani@psa.edu.my

ABSTRACT

The research in relation to the use of Light Expanded Clay Aggregate (LECA) to produce lightweight concrete in construction for sustainable development. Most lightweight concrete are made of stable cement and soil block that can be used on dry stacked construction and the installation process are faster and doesn't require any professional workers. LECA (Light-weight Expanded Clay Aggregate) is the most versatile material thanks to its unique nature and can be applied to variety of applications. The conventional aggregate cause the interlocking weights more. In addition, the conventional concrete used in the lightweight concrete are more likely to be less durable than the light weight concrete which uses LECA. The objective of this research is to review the physical properties of LECA and investigate the compressive strength of LECA lightweight concrete besides a lightweight concrete normal with mixture ratio of 1:2:4 (cement: sand: coarse aggregate). The coarse aggregate replaced by LECA with 30% and 60% respectively. The sample lightweight concrete that have been prepared will be preserved and tested at 7 days and 28 days. These physical properties of LECA can be used in the design of civil engineering works. The compressive strength 0% at 7 days and 28 days was 21.47N/mm² and 31.58N/mm² respectively and it increase for 30% LECA at 7 days and decrease for 28 days. This was due to the fact that the shape of LECA aggregates contributed to better self-compaction and hence higher strength. Beyond 60% LECA, decreased 11.80N/mm² and increased at 28 days was 13.60N/mm² respectively, which probable due to weaker nature and unavailability of enough water for hydration.

Keywords: lightweight concrete, light expanded clay aggregate, durability

1. INTRODUCTION

Construction industry contributes directly to the development of an area. With the increase of population, rapid development of public facilities such as road, infrastructure and residential buildings are essential. Thus, the demand for concrete which consists of four basic materials such as cement, sand, crushed granite and water has been increasing by time. Aggregate consumes about 60 % to 70 % of the total volume of concrete (Harmon, 2006). Dependency on these natural resources only had raise concerns toward the equilibrium of environment since the source will be depleted (Sharmin et. al., 2015). Whilst the construction of industrial building system (IBS) is focusing on utilizing precast panels in buildings, more studies were conducted to enhance the performance and production. Precast panel is a concrete panel that was cast in a factory earlier and then been transported to the site. It is being used as cladding since 1920s and has been widely used since 1950s (Rahim et al., 2012).

The Malaysian government has urged the local construction industry to move on from conventional practice to precast products in all government projects since 1960s. Construction Industry Development Board (CIDB) was set up by the Malaysian government in 1994 in order to guide and to educate the local construction industry (Azman et al., 2012). The precast panel

is seen as a good alternative especially in improving quality and time reduction of construction project.

1.1 Problem Statement

Concrete is one of the most benefits important materials in the construction industry. As the development keep on going, the demand for concrete will increase. The high demand of concrete requires a huge of coarse aggregate and leading to massive extraction of thoses materials. Tue et al (2006), reported tones of natural aggregates been extracted annually. Depletion of natural sources to be used in concrete can cause ecological imbalance. Thus, important to find an alternative material to replace coarse aggregate. Currently, light weight concrete is facing difficulties in producing a lighter lightweight concrete. Performance of lightweight concrete using clinker aggregate especially precast application. In this case, producing a lightweight concrete can help solve problem in Industrialised Building System (IBS) construction currently. Most manufacturer IBS find it difficult to use IBS in construction project design because of the lack of uniformity in design and it is difficult to modify (CIDB, 2013). In addition, some fail to the benefits of using IBS (Cheung et al., 2012; CREAM, 2014).

1.2 Objective of Research

This aim objective of this research is to review the physical of LECA, its processing conditions and its influence on the properties of concrete. This study also to investigate the compressive strength and density of LECA and compared to standard concrete.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Definition of LECA

Light weigh expanded clay aggregate (LECA) are among the common lightweight materials that have been applied successfully in geotechnical application. LECA is known as Brazilian lightweight aggregate in Brazil and Azerit in Azerbaijan. LECA is a natural product containing no harmful substances. Holm *et al.*, (1993) This material is currently being used in many civil engineering works due to its low weight, high strength and favourable drainage characteristics. Previous study shows that the LECA have been used as filler material for road embankment construction and filling behind retaining wall, airport pavement subgrades, planting and storm water drainage system. Such materials have been used since the 1960s in many civil engineering projects and particularly for geotechnical applications. The earliest study on properties of Lightweight Expanded Clay aggregates was conducted by O. Arioz et al. (2008) where two types of LECA were produced from two types of clays having different chemical compositions. After the production, the physical and microstructural properties of the aggregates were determined. The properties of LECA shows their suitability and potential for replacing natural aggregates in many civil engineering works The porosity is caved in by a matrix of solid bricklike ceramic material with high compressive strength. The porosity is partly open and allows water to penetrate into the LWA. The. Light Expanded Clay Aggregate (LECA) is one such lightweight aggregate manufactured artificially heating clay in a rotary kiln at 1200°C. LECA is round in nature and contains continuous pores in it. LECA can be used in the production of lightweight blocks, concrete, partition panels, heat insulation tiles, thermal roofing plaster and also as aggregates in concrete. Structural lightweight concrete can be defined as concrete whose density is less than 1850 kg/m³ and possess a minimum compressive strength of 17 MPa. The standard lightweight aggregate has a bulk density at 250-350 kg/m³ and a corresponding particle density at 450-550 kg/m³. There are many studies using LECA materials to improve the structural and/or geotechnical behaviours of building

structures. The research on lightweight aggregate behaviours in structural works has been established by many researchers such as Bogas (2012).

2.2 The use of LECA

Yew *et al.* (2020) experimented on the partial replacement of coarse aggregates with light expanded clay aggregates with replacement at percentages as 50%, 60%, 70%, 80% and 90%. The fresh and hardened properties of concrete was studied. As the percentage of replacement increased, the density of concrete decreased but the workability of concrete increased. Compressive strength, split tensile strength and flexural strength was decreasing with increasing proportion of light expanded clay aggregates. It was concluded that, 70% replacement of conventional aggregates with expanded clay aggregates provided optimum results. D.Srinivasarao *et al.* (2019) studied the variation in properties of lightweight concrete in which the cement was replaced by 40%, 50% and 60% of fly ash. The addition of flyash increased the mechanical properties (compressive strength, flexural strength) with age.

R. Ayswary *et al.* (2018) experimented on M40 grade concrete with varying percentage of replacement of conventional coarse aggregates with expanded clay aggregates. Five different mix proportions were made with percentage of replacement of coarse aggregates as 0%, 20%, 40%, 60% and 80%. The addition of LECA reduced the density of concrete and also enhanced the workability of the concrete. The compressive strength of each mix was determined after 3rd and 7th day of curing. With increasing percentage of replacement of LECA, decrease in compressive strength was observed. The workability of lightweight concrete was reported to be decreasing with increase in expanded clay aggregate which is contradictory to the previous works. The density of concrete reduced with increased expanded clay aggregate content. LECA is also proven to be versatile and had been used in the construction field as part of building material and horticulture field as hydroponic medium or filter media for pharmaceuticals and food products (Rashid *et al.*, 2016) as shows the use of LECA.



Figure 1: Lightweight Expanded Clay Aggregate (LECA).

2.3 Materials Properties of LECA

2.3.1 Particle Shape and Surface Texture

Bamdad *et al.*, (2018) stated that an ideal clay lightweight aggregate for use in concrete must be roughly spherical, 4–14 mm in diameter, strong and porous. The porous structure of clay is a major factor determining the density, water absorption and strength of concrete. The high temperature during manufacturing of light expanded clay aggregate resulted in formation of continuous pores thus increasing the porosity of aggregate. If the temperature was raised above the pyroplasticity range, decrease in pore size and porosity was observed. The slow cooling of LECA while manufacturing enhanced the crushing strength of aggregates.

In terms of their dimensions, the expanded clay particles can be classified as gravels. The study of the physical and hydro mechanical properties of the particles is not common when working

with natural gravels or normal aggregates. However, when dealing with lightweight aggregate, particles characterization is essential in order to obtain the necessary information regarding their engineering behaviour as a particulate material. Depending on the source and the method of production, lightweight aggregates exhibit considerable differences in particle shape and texture. Shapes may be cubical, rounded, angular, or irregular, while the textures may range from fine pore, relatively smooth skins to highly irregular surfaces with large exposed pores. Each particle consists of the typical features of lightweight aggregates which are a highly porous core containing a rather broad distribution of pore size and shape and a denser outer shell.

2.3.2 Sieve Analysis

A sieve analysis (or gradation test) is a practice or procedure commonly used in civil engineering to assess the particle size distribution (also called gradation) of a granular material. LECA is divided into several grain distribution sizes from the factory for different applications. For most geotechnical applications the grain grades mostly used are 10 to 20 mm and 20 to 30 mm. There are two different batches were tested in the laboratory. Most of the sample from first batch tested, the grain grades were found to be 5 to 20 mm. Based on the BS1377:1990, LECA is classified as coarse grained soil. The average coefficient of uniformity, C_u calculated is approximately 4.05 while the average coefficient of curvature, C_c is approximately 2.30. From Unified Soil Classification System (USCS), LECA can be classified as well graded where the criteria $C_u > 4$ & $1 < C_c < 3$ has been met. However, the grading of materials in second batch was found to be uniformly graded granular material. Figure 2 shows the particle size distribution of LECA aggregates according to ASTM C136.

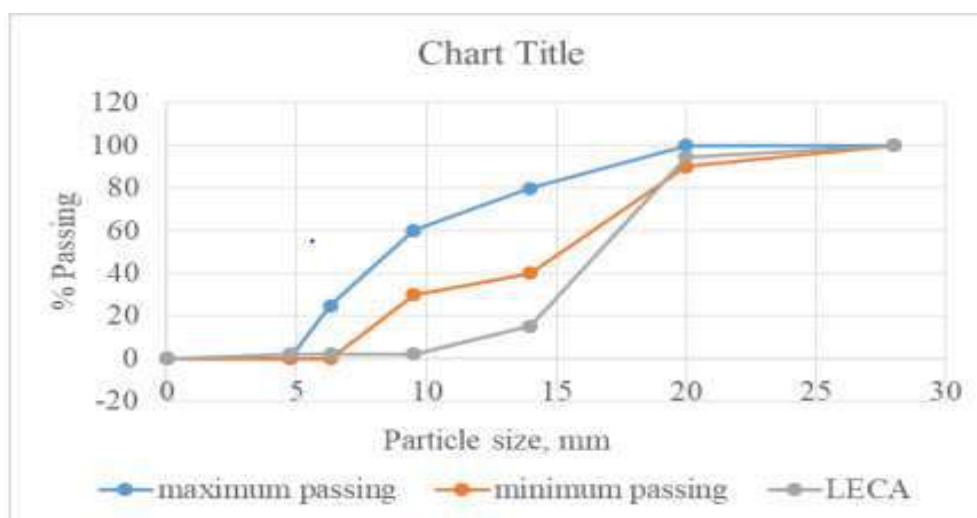


Figure 2: Particle size distribution of LECA

3. METHODOLOGY

The overall flow chart of the methodological study has been illustrated as in Figure 3.

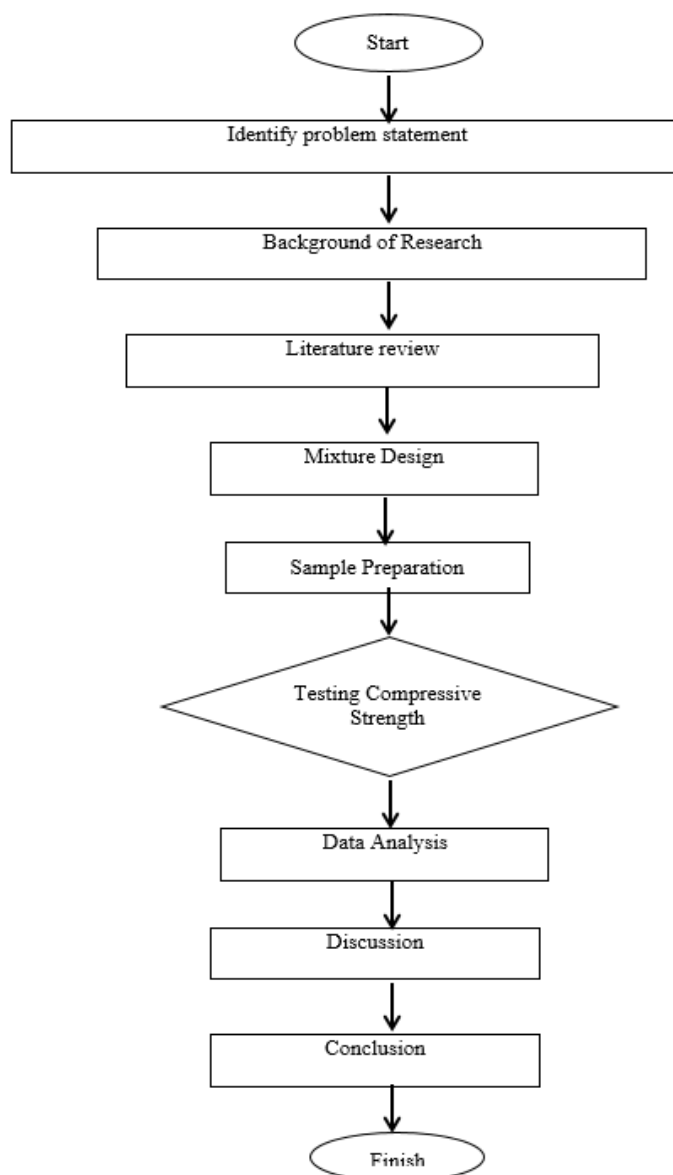


Figure 3: Flow Chart Methodology of Study

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Leca

Lightweight Expanded Clay Aggregate is an aggregate made by expanding clay at average temperature of 1200 C° in rotary kiln. LECA is usually produced from 0.1 mm up to 25 mm and supplied in various range sizes, which some of the common's grades are (0-4) mm, (4-10) mm, (10-25) mm and 0-25 mm which has 510, 330, 250 and 280 kg/m³ average density. Some of the important advantages of LECA aggregate are: lightness, thermal insulation by low conductivity coefficient, soundproofing by high acoustic resistance.

Table 1: Physical Properties of Leca

Properties	Value
Water Absorption	17%

4.2 Cement

Cement is defined as the material with adhesive and cohesive properties which make it capable of bonding the constituents of concrete compact mass. Cement is obtained by grinding the raw materials (calcareous materials like limestone, chalk, marine shell and argillaceous materials containing silica, alumina and iron oxide). The mixture is then burnt in a large at a temperature of 1300°C to 1500°C. OPC53 grade conforming IS 8112: 1989 was used.

Table 2: Physical Properties of Cement

No.	Particular Testing	Result Achieved	IS 8112: 1989
1.	Normal Consistency	33	30 to 35
2.	Setting Time (Initial)	35	>30
3.	Setting Time (Final)	550	<600

4.3 Sand

Sand is an extremely needful material for the construction but this important material must be purchased with all care and vigilance. Sand which is used in the construction purpose must be clean, free from waste stones and impurities. An examination should be made on the fineness of the available sands and depending on its fineness, it should then be planned to be used for the different purpose of the construction.

4.4 Coarse Aggregate

Coarse aggregate is used for making concrete. They may be in the form of irregular broken stone or naturally occurring gravel. Material which are large to be retained on 4.75mm sieve size are called coarse aggregates. Its maximum size can be up to 63mm.

4.5 Compressive Strength Test

Table 3: Compressive strength of cubes in N/mm² at 7days and 28 days

Types of Concrete	Compressive in N/mm ²	
	7 days	28 days
Conventional Concrete	21.47	31.53
Concrete with 30% LECA	13.0	21.0
Concrete with 60 % LECA	11.80	13.60

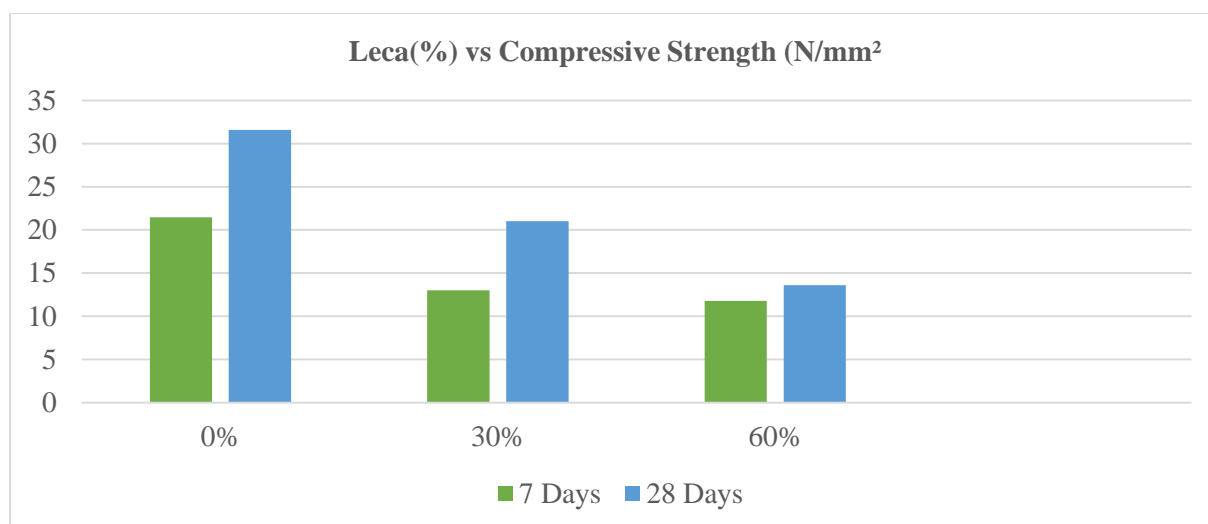


Figure 4: The effect of LECA on the compressive test

Figure 4 shows the effect of LECA on the compressive strength of lightweight concrete. With 0% LECA shows 21.47N/mm² for 7 days while 31.58N/mm² for 28 days. For light weight concrete with 30 % LECA shows 13N/mm² for 7 days and 21.0N/mm² and with 60% LECA shows 11.80N/mm² for 7 days and 13.60N/mm² for 28 days.

5. CONCLUSION

Lightweight expanded clay aggregates (LECA) are one type of artificial lightweight aggregates which have wide application and become famous material used in civil engineering works. The properties of LECA shows that it can be used for replacing natural aggregates in many civil engineering works. LECA has been used successfully to produce lightweight concrete structure, as lightweight fill, drainage and other traffic areas, as lightweight backfill for retaining walls or as foundation for structures and agricultures. These physical properties of LECA can be used in the design of civil engineering works. This study also offers relevant support for the development of constitutive models in numerical analysis. The compressive strength 0% at 7 days and 28 days was 21.47N/mm² and 31.58N/mm² respectively and it increase for 30% LECA at 7 days and decrease for 28 days. This was due to the fact that the shape of LECA aggregates contributed to better self-compaction and hence higher strength. Beyond 60% LECA, decreased 11.80N/mm² and increased at 28 days was 13.60N/mm² respectively, which probable due to weaker nature and unavailability of enough water for hydration.

REFERENCES

- T. Sonia, R. Subashini, R. Banupriya, "Experimental Investigation on Mechanical Properties of Light Weight Concrete Using Leca", International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 5 Issue 11, November 2016.
- Arioz O, Kilinc K, Karasu B, Kaya G, Arslan G, Tuncan M, Tuncan A, Korkut M and Kivrak S 2008 A preliminary research on the properties of lightweight expanded clay aggregate Journal of the Australian Ceramic Society 44 23–40.
- Azman, M.N.A., Ahamad, M.S.S., and Majid, T.A. (2012). A Study of Precast Concrete in Malaysia. Concrete Engineering International. 50-52.

- Bogas J A, Gomes A and Gomes M G 2012 *Estimation of water absorbed by expanding clay aggregates during structural lightweight concrete production* Materials and Structures 45 1565–76
- Tu, T.Y., Chen, Y.Y., Hwang, C.L., (2006). *Properties of HPC with Recycled Aggregates*. Cement and Concrete Research. 36, 943-950.
- D.Srinivasarao, T. Nagalakshmi, E. Anjireddy, R. Dinesh, B. Saiganesh, M. Suresh Kumar Reddy, “*Studies On Strength Properties of Expanded Clay Aggregate Concrete Bricks*”, International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS), Volume VIII, Issue III, March 2019.
- Ming Kun Yew, Ming Chian Yew, Jing Han Beh, “*Effects of Recycled Crushed Light Expanded Clay Aggregate on High Strength Lightweight Concrete*”, Materials International, Volume 2, Issue 3 Pages 0311 – 0317 (2020).
- R. Vijayalakshmi and S. Ramanagopal, “*Structural Concrete using Expanded Clay Aggregate: A Review*”, Indian Journal of Science and Technology, Vol 11(16), DOI: 10.17485/ijst/2018/v11i16/121888, April 2018.
- Rahim, A.A., Hamid, Z.A., Zen, I., Ismail, Z., and Kamar, K.A.M. (2012). *Adaptable Housing of Precast Panel System in Malaysia*. ASEAN Conference on Environment – Behaviour Studies. 16 – 18 July 2012. Bangkok, 369-382.

Pendekatan Strategik Dalam Membina Kelestarian Alam Serta Budaya Teknologi Hijau Di Institusi Pendidikan TVET

Zaini Ahmad ^{1*}, Zarulrizam Ab Jalil ² & Mohd Aznan Janal ³

^{1,3}Kolej Komuniti Jasin, Merlimau, Melaka

²Kolej Komuniti Segamat 2, Segamat, Johor

zainiahmad25@yahoo.com

ABSTRAK

Bagi mana-mana institusi pendidikan sekalipun di dunia ini, matlamat utamanya adalah untuk mendidik dan membimbing generasi muda bagi menghayati dan melazimi nilai, akhlak, adab dan budaya yang baik kepada sesama manusia dan alam sekeliling. Dengan mengamalkan nilai, akhlak dan budaya yang baik ini, generasi muda kita akan dapat menjadikan alam ini sebagai sebuah dunia yang selamat untuk didiami. Dalam konteks alam sekitar, generasi yang dididik dengan kesedaran yang tinggi terhadap pemeliharaan alam akan dapat menjaga alam sekitar mereka dengan baik, selesa dan selamat untuk didiami termasuklah flora serta fauna. Sehubungan itu, penulisan ini cuba membincang dan menyenaraikan beberapa pendekatan strategik yang boleh diamalkan di peringkat Politeknik dan Kolej Komuniti untuk menggalakkan warga kampus lebih prihatin dan memiliki kesedaran yang tinggi terhadap kelestarian alam dan teknologi hijau. Budaya dan amalan yang baik ini seterusnya boleh dikembangkan kepada masyarakat di luar yang sentiasa mengharapkan contoh tauladan yang baik dari warga Politeknik dan Kolej Komuniti secara keseluruhannya.

Kata kunci: institusi pendidikan, pemeliharaan alam, pendekatan strategik, kelestarian alam, teknologi hijau.

1. PENGENALAN

Apabila membincangkan isu kelestarian alam dan budaya teknologi hijau, sudah pasti kita akan mengaitkannya pula dengan satu lagi isu yang sering di perkatakan sebelum ini iaitu isu pembangunan mampan. Isu pembangunan mampan selalu disebutkan sebelum ini apabila negara atau dunia pelbagai malapetaka seperti banjir besar, tanah runtuh, kebakaran hutan, jerebu dan lain-lain lagi. Pada waktu itu, berbagai-bagai cadangan, gesaan dan kata sepakat diutarakan untuk meminta pihak kerajaan serta pihak-pihak lain yang berkepentingan bagi menyelesaikan isu-isu besar seperti ini dengan matang dan bijaksana (Aarnio-Linnanvuori, 2019). Isu pembangunan mampan sebenarnya sangat berkait rapat dengan aspek kelestarian alam dan juga komitmen penggunaan teknologi hijau dalam kehidupan kita hari ini dan masa depan.

Pembangunan mampan yang sangat sinonim dengan kelestarian alam adalah merujuk kepada satu konsep pembangunan fizikal yang menekankan kepada pembangunan ekonomi, perindustrian, perbandaran dan sosial tanpa menjejaskan keperluan generasi seterusnya (Mensah & Casadevall, 2019). Secara mudahnya, kita katakan bahawa pembangunan mampan merupakan satu kerangka besar pembangunan yang mengimbangi antara rancaknya pembangunan industri serta ekonomi dengan keperluan menjaga alam sekitar, manusia, haiwan dan tumbuhan ciptaan tuhan. Sudah tentu kerangka besar pembangunan yang disebutkan itu, tidak boleh dibuat secara semberono, tergesa-gesa atau hanya melibatkan kumpulan atau golongan tertentu sahaja bahkan, kerangka besar pembangunan mampan perlu dibuat dengan

mengambil kira keperluan dan kepentingan banyak pihak serta perlunya bersifat jangka panjang.

Menurut Rogers *et. al* (2012), pembangunan mampan ialah satu bentuk perancangan yang mengimbangi antara kemajuan usaha pembangunan dan kelestarian alam sekelilingnya. Jelasnya, bentuk pembangunan tersebut menggunakan pelbagai bentuk teknologi mesin, jentera dan peralatan moden tetapi dalam masa yang sama tetap mempertahankan alam sekitarnya. Selanjutnya, pembangunan bandar yang mampan mengambil kira faktor keadilan sosial, keperluan asas penduduk serta persekitaran masyarakat. Menurut Rosen (2019), salah satu cara untuk mencapai pembangunan mampan tersebut adalah melalui kelestarian pembangunan program perbandaran. Justeru sebarang aktiviti ekonomi, peluang pekerjaan dan industri perlu diambil kira bagi memastikan ia dibangunkan secara seimbang antara pemodenan bandar dan keselesaan penduduknya.

Menurut *The World Commission Environment and Development* (WCED), definisi pembangunan mampan adalah satu kerangka pembangunan fizikal untuk memenuhi keperluan masyarakat dunia pada masa kini dan dalam masa yang sama memastikan ia turut memberi manfaat yang baik kepada anak-anak kita pada masa depan. Namun demikian, walaupun terdapat beberapa definisi yang berbeza tetapi dalam kesemua definisi ini merujuk suatu persoalan yang sama iaitu tentang persoalan alam sekitar, masa depan dan keseimbangan. Justeru, aspek keseimbangan yang perlu diberi perhatian utama adalah dari segi keseimbangan ekonomi, alam sekitar, sosial dan budaya masyarakat.

2. KAJIAN LITERATUR

Perkembangan yang berlaku berhubung isu alam sekitar di seluruh dunia hari ini amat menggusarkan kita. Tragedi tumpahan minyak kapal, kebocoran gas ammonia di kilang, kebakaran hutan dan pencemaran dari asap kenderaan adalah beberapa contoh punca utama kepada pencemaran alam hari ini. Tragedi yang berlaku seperti ini mendesak pihak berkuasa untuk mencari inisiatif penyelesaian bagi mengekalkan dan memulihkan ekosistem alam (Aarnio-Linnanvuori, 2019). Walaupun terdapat pelbagai tindakan undang-undang serta penguatkuasaan yang diambil untuk menghentikan masalah pencemaran alam ini, tetapi ia masih kurang memberikan impak lantaran isu ini berlaku kesan dari sikap ego, angkuh, tamak dan sombong sebahagian besar para pelakunya.

Kajian oleh Yalcin *et al.* (2016) mendapati bahawa proses pendidikan boleh membawa perubahan yang positif kepada tingkah laku manusia. Oleh hal yang demikian, pendidikan alam sekitar tidak boleh hanya bersifat sebagai pelengkap kurikulum di sekolah, malah ia sangat perlu merupakan rutin hidup yang perlu diamalkan setiap masa. Program kesedaran alam sekitar perlu lebih banyak memberi fokus kepada kesedaran pembangunan ekonomi, penjagaan alam sekitar dan aspek sosial bagi memastikan persekitaran hidup yang lebih sejahtera (Mahat *et al.*, 2014). Menurut Mukaddes dan Agnello (2009), pendidikan lestari memberi peluang kepada pelajar untuk bersikap lebih berani dan terbuka dalam mengambil sebarang keputusan secara lebih berhemah. Sehubungan itu, oleh kerana konsep pendidikan alam sekitar di Malaysia dijalankan secara merentas kurikulum, maka para pendidik perlu bijak dalam menggabungkan kandungan dalam kurikulum dengan komponen pendidikan alam sekitar (Rahman *et al.*, 2018).

3. KELESTARIAN ALAM DAN TEKNOLOGI HIJAU DALAM PERSEKITARAN PENDIDIKAN TVET

Secara umumnya sistem pendidikan di Malaysia turut menekankan aspek kelestarian alam dan pembangunan fizikal. Peringkat pendidikan di sekolah rendah, menengah serta pengajian tinggi termasuklah sistem Politeknik dan Kolej Komuniti juga memasukkan elemen-elemen penjagaan alam sekitar, komitmen penggunaan teknologi hijau, pembangunan mampan dan sebagainya dalam kurikulum mereka bagi memastikan generasi akan datang dapat hidup dengan aman, damai dan selamat (Sharifah Zarina et. al, 2020; Barrable, 2019; Haliza, 2018). Elemen-elemen penjagaan alam sekitar tersebut dizahirkan dalam silibus Bahasa Melayu, Geografi, Pengajian Am, Pendidikan Islam, Sains, Biologi dan lain-lain lagi. Ia bertujuan agar timbul kesedaran yang jelas dan berterusan dalam kalangan pelajar untuk terus memelihara alam di sekeliling mereka. Menurut Kalsoom dan Khanam (2017), kesedaran terhadap pembangunan alam yang lestari memerlukan satu bentuk pendidikan yang bersifat transformatif yang dapat membangunkan kefahaman masyarakat terhadap isu kelestarian alam. Ia seterusnya dapat mengubah cara fikir dan mentaliti mereka terhadap alam sekitar, masyarakat dan pembangunan negara.

Bagi sistem pengajian Politeknik dan Kolej Komuniti, ada berbagai-bagai pendekatan yang boleh dilaksanakan bagi menimbulkan minat serta kesedaran tentang penjagaan alam sekitar dan amalan penggunaan teknologi hijau dalam kampus. Pendekatan atau strategi ini boleh dilakukan secara serentak ataupun secara berperingkat-peringkat mengikut kesesuaian institusi masing-masing. Selain itu, pihak institusi juga boleh mengumpulkan idea-idea bernas dari warga kampus yang boleh dipraktikkan sama ada dalam bentuk inovasi, amalan baik, penyelidikan, pertandingan dan sebagainya. Walaupun telah wujud pelbagai aktiviti dan program untuk meningkatkan kesedaran dalam kalangan warga Politeknik dan Kolej Komuniti sebelum ini, namun apa yang paling penting adalah komitmen yang berterusan dari semua peringkat dalam institusi. Dalam konteks pendidikan, pendidik yang komited yang mengamalkan konsep alam sekitar yang lestari dalam kehidupannya mampu mempengaruhi para pelajar mereka untuk mengamalkan nilai-nilai dan ciri yang sama (Major *et al.*, 2017).

Kempen kesedaran terhadap isu kelestarian alam dan amalan penggunaan teknologi hijau dalam institusi tidak boleh dibuat secara bermusim sahaja bahkan ia perlu dilakukan pada setiap masa dan apa jua keadaan. Ia agar benar-benar menjadi budaya dalam sistem pengajian di Politeknik dan Kolej Komuniti. Pihak pengurusan perlu memastikan wujudnya pelan pendek dan jangka panjang supaya seluruh warga kampus dapat melakukan pelbagai aktiviti serta program yang dapat menimbulkan minat yang menyeluruh untuk menjaga alam dan persekitarannya. Semua aktiviti serta program yang disusun boleh diadakan dalam pelbagai format dan kaedah agar ia dapat menarik perhatian dan akhirnya mampu menimbulkan kesedaran berpanjangan dalam diri setiap warga Politeknik dan Kolej Komuniti. Teknologi komunikasi terutamanya media sosial seperti *Facebook*, *Instagram* dan *Youtube* sangat membantu jika dimanfaatkan dengan betul dan berkesan. Pengaruh media sosial seperti ini amat berkesan sekali jika dilihat dari sudut kadar penembusan penggunaannya dalam kalangan pengguna telefon pintar di negara ini.

Sepertimana yang disebutkan di atas tadi, usaha untuk menimbulkan minat dan kesedaran dalam kalangan pensyarah, staf dan pelajar di Politeknik dan Kolej Komuniti boleh disesuaikan mengikut program, jabatan, aktiviti ko-kurikulum dan persatuan yang ada di institusi. Aktiviti serta program yang dirancang boleh dilaksanakan sama ada atas nama kurikulum ataupun ko-kurikulum. Para pelajar sangat perlu digalakkan untuk serta dalam aktiviti serta program yang

dianjurkan supaya matlamat penganjuran program tersebut dapat sampai kepada sasarannya iaitu para pelajar itu sendiri. Kesedaran yang tinggi terhadap penjagaan alam sekitar yang lestari sudah tentu mampu menjadikan para pelajar berkenaan peka dan mengambil berat akan keselamatan dunianya dari sebarang kegiatan sabotaj alam.

Selain itu, penekanan terhadap penggunaan produk-produk yang berteraskan amalan teknologi hijau juga perlu diberi keutamaan di peringkat institusi Politeknik dan Kolej Komuniti. Dengan jumlah kos yang tinggi untuk membiayai bil air serta elektrik setiap bulan, amalan menggunakan produk-produk yang berteraskan amalan teknologi hijau boleh membantu mengurangkan perbelanjaan bil institusi dan seterusnya dapat memupuk budaya penjimatan penggunaan alatan terutamanya alat-alat elektrik, elektronik, mesin dan jentera. Dengan adanya ada dasar pengagihan kuasa kepada institusi pada hari ini, Politeknik dan Kolej Komuniti berpeluang memilih dan memohon pembelian atau penyewaan alat-alat elektrik, elektronik, mesin dan jentera yang memenuhi spesifikasi teknologi hijau dan penjimatan tenaga. Oleh hal yang demikian, para pensyarah dan pelajar mempunyai pilihan untuk membantu institusi Politeknik dan Kolej Komuniti bagi menyahut seruan kerajaan mencapai matlamat “Bandar Bebas Karbon” pada masa depan.

Berikut adalah beberapa pendekatan strategik yang boleh dimula dan dijadikan budaya dalam institusi oleh Politeknik dan Kolej Komuniti bagi memenuhi aspirasi kelestarian alam dan teknologi hijau dalam organisasi:

a) **Memanfaatkan bumbung bangunan melalui pemasangan papan panel solar bagi tujuan penjimatan tenaga elektrik konvensional**

Papan panel solar yang menggunakan tenaga cahaya matahari dapat digunakan untuk lampu dalam bangunan, penghawa dingin dan peralatan elektrik. Para pensyarah jabatan elektrik, mekanikal, awam boleh diberi tanggungjawab untuk melaksanakan tugas ini dengan kerjasama pihak swasta yang berkeelayakan dalam memberi nasihat serta tunjuk ajar. Para pelajar dari jabatan yang sama serta pelajar bidang diploma teknologi solar Kolej Komuniti boleh dilibatkan untuk tujuan amali dalam proses pengajaran dan pemudahcaraan mereka.

b) **Memanfaatkan bumbung bangunan untuk pemasangan salur air hujan (*gutter*) bagi tujuan penuaian air hujan untuk pokok bunga, rumput dan tandas**

Dalam keadaan iklim Malaysia dimana hujan berlaku sepanjang tahun, kaedah penuaian air hujan dapat membantu mengurangkan kos bil air sepanjang tahun dalam institusi. Lebihan air hujan yang ada boleh disimpan dalam tangki yang dipasang bersama pada *gutter* tersebut. Ini adalah satu lagi cara bagaimana institusi Politeknik dan Kolej Komuniti dapat mendidik warga institusi untuk berjimat cermat sepanjang masa.

c) **Mengumpulkan sisa makanan dari setiap pejabat, cafe, asrama dan dapur kulinari untuk dijadikan baja organik**

Bagi Politeknik dan Kolej Komuniti yang mempunyai cafe, asrama pelajar serta dapur kulinari, mereka berpeluang untuk menjadikan idea ini sebagai realiti. Proses pembuatan baja organik adalah mudah serta tidak memerlukan modal yang besar untuk melakukannya. Pada hari ini, banyak NGO dan agensi swasta yang boleh dirujuk dalam menjayakan agenda membuat baja organik dari sisa makanan. Baja organik yang dihasilkan kemudiannya boleh dijual atau digunakan semula untuk pembajaan taman dan pokok yang ada dalam insitusi. Aktiviti seperti ini boleh dijalankan pada hujung minggu bersama anak-anak dan keluarga bagi memenuhi masa lapang.

- d) **Menggalakkan penggunaan basikal, motor dan kenderaan hibrid dalam institusi**
Dengan penggunaan kenderaan yang berkuasa hibrid, institusi Politeknik dan Kolej Komuniti berpeluang membuat penjimatan kos minyak petrol dan diesel selain dapat mewujudkan kampus yang kurang pelepasan kadar karbon. Sekali lagi, para pensyarah jabatan elektrik, mekanikal dan awam boleh memanfaatkan kepakaran mereka menghasilkan inovasi dan kreativiti basikal, motor atau kenderaan hibrid yang boleh digunakan dalam kampus. Para pelajar Politeknik dan Kolej Komuniti berpeluang melahirkan idea dan kreativiti mereka jika diberi peluang berbuat demikian. Kempen berbasikal dalam institusi boleh menjadikan warga Politeknik dan Kolej Komuniti lebih sihat dan cergas disamping dapat mengurangkan risiko kemalangan jalan raya dalam kampus.
- e) **Menggalakkan amalan menghasilkan barang kitar semula dari bahan terbuang yang boleh didapati dari pejabat, bilik kuliah, makmal dan bengkel**
Setiap jabatan dan program di Politeknik dan Kolej Komuniti, sudah tentu akan menghasilkan sampah dan barang terbuang selepas selesai sesuatu aktiviti pengajaran dan pemudahcaraan (pdpc). Justeru, amalan menghasilkan atau mengguna semula barang terpakai patut dijadikan amalan berterusan supaya kos pembelian bahan luak misalnya, dapat dikurangkan. Selanjutnya, pensyarah dan pelajar boleh menggunakan kreativiti masing-masing untuk menghasilkan barang terpakai yang bernilai dari sisa kertas, botol, plastik, wayar elektrik, besi, minyak kenderaan dan lain-lain lagi. Aktiviti penghasilan barang-barang kitar semula amat wajar dijadikan dalam bentuk pertandingan supaya idea-idea yang bernas serta hebat dari warga institusi dapat diketengahkan ke peringkat kebangsaan dan juga antarabangsa.
- f) **Menggalakkan penggunaan alat-alat elektrik, elektronik dan mesin yang bersifat jimat tenaga dan mesra alam**
Bagi mengurus dan menyelenggara sesebuah institusi seperti Politeknik dan Kolej Komuniti, tentulah memakan belanja atau kos yang tinggi. Sebagai alternatif, penggunaan lampu-lampu bangunan jenis LED, lampu jalan berkuasa solar dan peralatan elektronik jenis LED boleh membantu mengurangkan lagi kos pengurusan dan penyelenggaraan sedia ada. Pada hari ini, terdapat begitu banyak peralatan elektrik, elektronik dan mesin bersifat jimat tenaga di pasaran, justeru pihak institusi boleh mengambil kesempatan ini dengan menggunakannya tanpa berkompromi berhubung isu kualiti dan keselamatan produk tersebut.
- g) **Memanfaatkan tanah kosong sekitar kampus institusi untuk dijadikan taman bunga, herba dan kebun sayur**
Selain berpotensi untuk mengindahkan kampus, taman-taman dan kebun sayur ini boleh menjadi pusat terapi minda untuk warga kampus terutama kalangan pelajar yang tinggal didalam kampus. Para pensyarah senibina, landskap dan kejuruteraan awam boleh membantu dalam aspek perancangan, pembangunan dan seni hias taman serta kebun. Pihak institusi boleh memberi peluang kepada jabatan atau program yang berminat untuk menjaga dan seterusnya mengawalselia taman dan kebun tersebut. Selain itu juga, hasil pengeluaran seperti bunga, herba dan sayur-sayuran boleh dijual kepada kakitangan Politeknik dan Kolej Komuniti dan juga masyarakat di luar. Pada peringkat kerajaan pusat, kempen menggalakkan pembinaan taman dan kebun sayur memang selalu diwar-warkan terutama dalam usaha menggalakkan budaya berjimat cermat dan hasil pertanian yang bebas racun perosak.

Sebagai ringkasan daripada apa yang telah dibincangkan diatas tadi, dapat ditunjukkan dalam Rajah 1:



Rajah 1: Cadangan projek teknologi hijau untuk Politeknik dan Kolej Komuniti

Jadual 1: Huraian cadangan projek teknologi hijau

Projek	Tumpuan Penjimatan/ produktiviti	Sasaran	Hasil Penjimatan/ Inovasi	Peringkat pelaksanaan	Bentuk Pelaksanaan
Penggunaan tenaga solar	Elektrik	Setiap bangunan institusi	Bayaran bil menurun	Institusi	Kerjasama dengan universiti, swasta
Penuaian air hujan	Air	Setiap bangunan institusi	Bayaran bil menurun	Institusi	Kerjasama dengan agensi kerajaan, swasta
Pembuatan baja organik	Sisa makanan	Pejabat, cafe, kantin, dapur kulineri	Baja organik	Individu/Kumpulan Projek	Kerjasama dengan NGO, swasta
Penggunaan kenderaan hibrid	Minyak kenderaan	Kenderaan dalam kampus	Kos penyelenggaraan kenderaan menurun	Individu/Kumpulan Projek	Kerjasama dengan universiti, syarikat swasta
Penghasilan barang kitar semula	Sampah pejabat, bilik kuliah & bengkel	Pejabat, bilik kuliah & bengkel	Barang kitar semula	Individu/Kumpulan Projek	Kerjasama dengan NGO
Pembinaan taman dan kebun	Tanah kosong keliling kampus	Sekitar kampus institusi	Pusat terapi Jualan hasil taman dan kebun	Jabatan/Program	Kerjasama dengan NGO, swasta
Penggunaan alat jimat tenaga	Elektrik	Pejabat, bilik kuliah & bengkel	Bayaran bil menurun	Institusi	Kerjasama dengan agensi kerajaan, swasta

4. KESIMPULAN

Berdasarkan apa yang telah dibincangkan diatas, kejayaan dan keberkesanan kepada projek-projek yang disenaraikan adalah berbalik semula kepada soal komitmen semua pihak dalam menjayakannya. Komitmen pasukan pengurusan, pensyarah, staf pentadbiran dan pelajar adalah tulang belakang kepada berjayanya inisiatif alam sekitar yang lestari dan teknologi hijau dalam institusi. Kejayaan dan keberkesanan projek-projek ini juga tidak boleh dilihat dan diukur dalam jangka masa pendek bahkan ia perlu dilihat dari sudut jangka panjang dan sumbangannya kepada kelestarian alam sekitar kita.

Sehubungan dengan itu, perancangan projek-projek yang bersifat jangka panjang ini tidak patut diubah sesuka hati dan secara semberono oleh pimpinan organisasi yang baharu. Pimpinan organisasi yang baharu perlu belajar membiasakan diri memahami dan menghormati inisiatif serta aspirasi pimpinan terdahulu. Apa yang baik untuk institusi, masyarakat dan negara, elok sahaja diteruskan manakala yang kurang sempurna dan berkesan, lebih bagus ditambah baik sahaja demi kepentingan generasi hari ini dan juga generasi kita masa depan.

RUJUKAN

- Aarnio-Linnanvuori, E. (2019). *How do teachers perceive environmental responsibility? Environmental Education Research*, 25(1), 46-61.
- Barrable, A. (2019). *Refocusing Environmental Education in the Early Years: A Brief Introduction to a Pedagogy for Connection*. *Education Science* 9(61): 1-8.
- Farah, I. R., & Kamariah, A. B., (2019). *Amalan kelestarian Alam Sekitar Dalam Kalangan Guru Prasekolah*, *Malaysian Journal of Society and Space*, 15 issue (15-30).
- Haliza Abdul Rahman (2018). *Usaha dan cabaran dalam mengaplikasikan Pendidikan Alam Sekitar dalam sistem persekolahan Di Malaysia*. *Asian Journal of Environment, History and Heritage* 1(2): 61-70.
- Kalsoom, Q., & Khanam, A. (2017). *Inquiry into Sustainability Issues by Preservice Teachers: A Pedagogy to Enhance Sustainability Consciousness*. *Journal Cleaner Production*, 164, 1301-1311.
- Mahat, H., Mohamad, S. Y., & Ngah, C. (2016). *3R Practices among MOE preschool pupils through the environmental education curriculum*. In. *SHS Web of Conferences*, 23. EDP Sciences
- Major, L., Namestovski, Ž., Horák, R., Bagány, Á., & Krekić, V.P. (2017). *Teach it to sustain it! Environmental attitudes of Hungarian teacher training students in Serbia*. *Journal of Cleaner Production*, 154, 255-268.
- Mensah, J., Casadevall S. R. (2019). *Sustainable development: Meaning, history, Principles, Pillars, And Implications for Human Action: Literature Review*. *Cogent Social Sciences* 5:1-21.

- Mohd Azlan A., Noraziah A., Junaidi A. B., Rosniza A. C. R., Siti Khatijah Z., Zuriatun F. S. (2012). *Pengetahuan dan Amalan Kelestarian Alam Sekitar di Kawasan Majlis Perbandaran Sepang, Selangor*, Jurnal Akademika 82 (3) 2012: 41-48
- Mukaddes, M., & Agnello, M.F. (2009). *Sustainability/GREEN: Challenges and changes for educators and the engineering curriculum*. American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference and Exposition Proceedings 2009.
- P.P. Rogers, K.F. Jalal & JA. Boyd (2012). *An Introduction to Sustainable Development*, Earthscan Glen Educational Foundation, 2012.
- Rahman, N.A., Halim, L., Ahmad, A.R., & Soh, T.M.T. (2018). *Challenges of Environmental Education: Inculcating behavioural changes among indigenous students*. Creative Education, 9(1), 43-51.
- Rosen, M. A. (2019). *Advances in Sustainable Development Research*. European Journal of Sustainable Development Research, 2019.
- Sharifah Zarina, S. Z, Raja Nur Amirah, R. A. B. & Muhammad Rizal, R. (2020), *Pendidikan Sains dan Kelestarian Alam Sekitar*, Jurnal Arkeologi Malaysia, Dis 2020, Vol. 33, (Isu Khas), hlm. 51-57
- Yalcin, F.A., Yalcin, M., Bozan, S., & Gecikli, E. (2016). *Preschool teachers' views of Environmental Education*. Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(2). 633-642.

Penghasilan Racun Organik Pirolegneus

Wan Zuhari Wan Ismail*, Razali Ariffin & Tuan Imam Zul Hakim Tuan Hanizan

Jabatan Agroteknologi, Politeknik Jeli Kelantan

*wanzuhari@pjk.edu.my

ABSTRAK

Racun Organik Piroligneus ialah bahan pengawal serangga perosak yang berasaskan bahan-bahan organik. Tujuan utama penghasilan produk ini adalah untuk menggalakan penggunaan teknologi hijau dalam pertanian. Racun organik sediaada mempunyai kelemahan seperti bau yang busuk serta lambat memberi kesan. Produk yang dicipta mampu menghalau dan membunuh serangga perosak, meningkatkan kadar pembesaran tanaman tanpa bau serta memberi kesan dalam masa yang lebih singkat. Oleh itu ianya akan meningkatkan produk hasil tanaman seperti buah-buahan, sayur-sayuran dan bunga. Formulasinya yang tepat dengan sebatian campuran cuka kayu, daun semambu, tembakau, cili, daun bawang, halia, sabun pencuci dan air akan menghasilkan racun organik yang lebih bermutu berbanding dengan produk yang ada di pasaran. Bahan campuran akan melalui proses kisaran dan penurasan. Hasil penurasan akan diisikan ke dalam botol penyembur dengan nisbah 1:2 campuran air. Semburan pada tanaman dilakukan pada waktu pagi atau petang kerana faktor aliran udara yang perlahan akan kesan minimum kepada racun dan impak maksima kepada tanaman. Proses semburan dengan menggunakan *nozzle* yang mengeluarkan kabus halus dapat meningkatkan mutu dan kualiti pada batang, daun, bunga dan buah. Penerapan penggunaan racun ini bukan saja diterima petani atau peladang tetapi juga isi rumah yang menanamnya sebagai hobi. Racun Organik Piroligneus telah dilakukan pelbagai ujikaji dan pengujian di ladang tanaman fertigasi terbuka timun batang dan pokok bunga kertas. Hasil pengujian didapati timun batang lebih berkualiti dalam jangka masa yang lebih singkat manakala pokok bunga kertas telah mengeluarkan bunga yang lebat.

Kata Kunci: organik, piroligneus, nozzle.

1. PENGENALAN

Perkataan Pirolegneus berasal daripada cuka kayu atau asid piroligneus. Ia merupakan cecair yang terhasil daripada proses pembuatan arang iaitu pembakaran kayu tanpa udara (proses pirolisis). Pemilihan cuka kayu sebagai bahan utama kerana ia mengandungi lebih 200 komponen kimia larut air dengan 80-90% air dan 10-20% bahan kimia organik seperti asid organik, alkana, fenolik, alkohol dan ester. Asid asetik membawa peratusan yang besar iaitu 50% larutan dan mempunyai manfaat yang besar terhadap kesuburan tanah dan perkembangan pokok. Kajian mendapati bahan ini dapat meningkatkan hasil pertanian dalam pelbagai spesies tanaman kerana ia dapat menggalakkan dan meningkatkan percambahan benih, tumbesaran pokok, berat buah dan kualiti buah dan sayur. Bukan sahaja dapat membantu pertumbuhan pokok, cuka kayu juga bertindak melawan dan menghalang patogen pokok seperti kulat dan bakteria. Kajian juga mendapati cuka kayu dapat bertindak sebagai baja organik dan dapat menyuburkan tanah dengan meningkatkan aktiviti microbial tanah dan struktur fizikal tanah.

1.1 Latar Belakang Projek

Projek ini merupakan inovasi penambahbaikan terhadap racun organik di pasaran. Kelebihan projek ini adalah campuran cuka kayu yang akan memberi perlindungan terhadap tanaman daripada serangan serangga dan penyakit berbahaya. Pemilihan daun semambu yang mempunyai kandungan anti bakteria, manakala tembakau mampu menghalang pembiakan hama dan kutu terhadap tanaman, halia tua yang mengandungi nutrient, sabun pencuci pinggan pula berfungsi untuk merawat luka pada tanaman, rasa pedas pada cili dan daun bawang

mampu menghalau serangga. Cara penghasilan racun organik piroligneus adalah menjadikan semua bahan tersebut kepada serbuk pati dengan mengisar bahan dan proses peram selama seminggu sebelum boleh digunakan.

2. ULASAN LITERATUR

2.1 Kajian Potensi Bahan Organik Sebagai Pengawal Serangga Perosak Tanaman

Tujuan meneliti potensi bahan organik sebagai pengurusan perosak adalah untuk mengembangkan bahan yang dapat mengawal perosak tanaman dengan menggunakan bahan organik yang mudah didapati, ekonomik dan selamat. Serangan serangga perosak sering menyebabkan bahaya kepada tanaman pertanian yang harus ditangani oleh petani. Walau bagaimanapun kebanyakan racun di pasaran berasaskan bahan kimia menjadikannya tidak sesuai dan berbahaya kerana boleh membahayakan individu dan persekitaran dalam jangka pendek atau sebaliknya.

2.2 Jangan Tunda Lagi, Menggunakan ‘Cuka Kayu’

Cuka kayu merupakan cecair yang terhasil daripada proses pengewapan pembakaran kayu secara tertutup. Ia memberi banyak kebaikan kepada petani seperti menambah kesuburan pokok, menghilangkan bau busuk racun dan baja, bertindak sebagai vitamin tanaman, membasmi kuman, meneutralkan keasidan tanah dan meningkatkan produktiviti.

2.3 Pertanian Organik

Perosak dikawal dengan menggunakan jenis tanaman khas yang dikenali sebagai tanaman pendamping. Tumbuhan ini membantu dalam pencegahan atau mengurangkan pembiakan hama. Ekstrak Neem bertindak balas dengan serangga dari segi kesan terhadap sistem saraf dan memusnahkan sistem pembiakan serangga betina. Kaedah putaran tanaman membantu mengganggu kitaran pembiakan serangga, menghadkan perkembangan perosak dan memastikan perlindungan kepada tanaman.

3. METODOLOGI

3.1 Kajian Terhadap Bahan Dan Fungsi Bagi Penyediaan Bahan Projek

Jadual 1: Fungsi & kelebihan bahan penghasilan racun organik piroligneus

Bil	Bahan	Fungsi & Kelebihan
1	Cuka kayu	merangsang pertumbuhan tanaman dan menghalang pertumbuhan penyakit serta serangan serangga, membasmi kuman, meneutralkan keasidan tanah, menambah kepekatan nitrogen, menambah jangka hayat tanaman, menambah kemanisan buah-buahan, mempercepat proses penghasilan kompos
2	Tembakau	menghalang pembiakan hama, kutu, mite dan afids
3	Daun semambu (neem)	anti bakteria, anti parasit, anti kulat, dan anti-virus
4	Halia tua	mengandungi nutrient yang diperlukan oleh tanaman untuk hidup seperti fosforus, kalsium, asid amino, air, karbohidrat, serat, kalium, kalsium, tenaga, protein, gentian, niasin, gingerols, oleoresin, pati minyak, vitamin A, B dan C, lemak, asid organik,
5	Sabun pencuci pinggan	merawat luka pada tanaman
6	Cili dan daun bawang	Menghasilkan bau dan rasa pedas yang boleh menghalau serangga


3.2 Proses Penghasilan Racun Organik Pirolegneus



Bahan yang dipilih iaitu tembakau, daun semambu, halia tua, cili dan daun bawang dikisar sehingga hancur dengan campuran sedikit air. Setiap bahan yang digunakan mempunyai sukatan yang telah ditetapkan bagi menghasilkan racun yang dihasilkan berkualiti. Hasil kisaran akan diperam selama seminggu. Bahan ini akan ditapis dan dicampurkan bersama cuka kayu, sabun pencuci pinggan dan air bagi proses penyemburan.

Jadual 2: Sukatan bahan penghasilan racun organik pirolegneus

Bil	Bahan	Sukatan
1	Tembakau	20 gram
2	Daun neem	50 gram
3	Halia tua	40 gram
4	Cili	40 gram
5	Daun bawang	40 gram
6	Air	1000 ml
7	Cuka kayu	200 ml
8	Sabun pencuci pinggan	20 gram

Jadual 3: Proses penghasilan racun organik pirolegneus

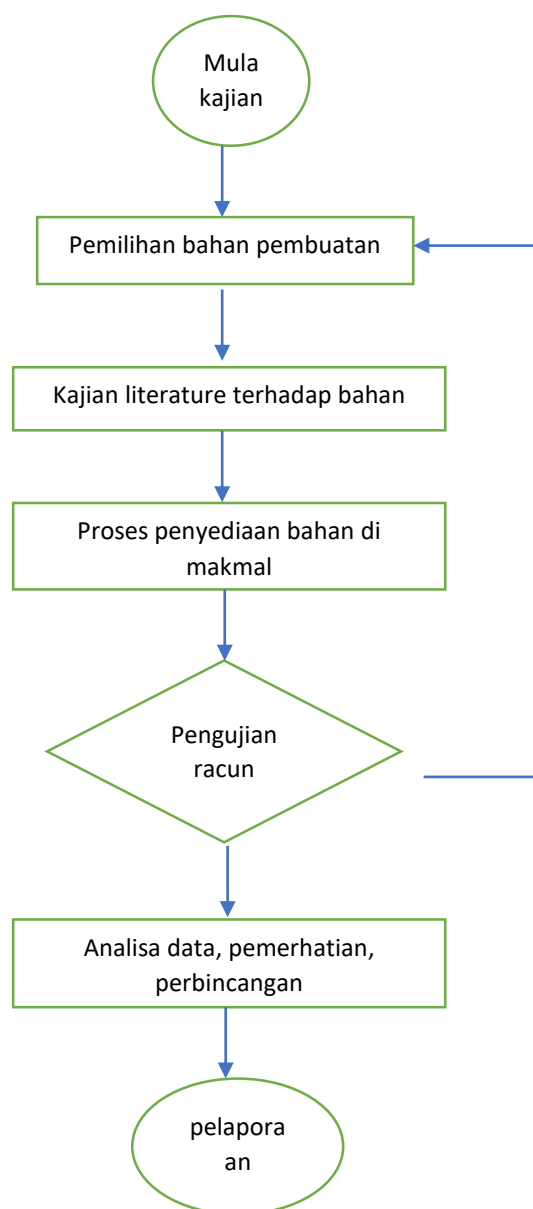
Bil	Kaedah	Gambar
1	Penyediaan bahan	

2	Kisaran	
3	Peram	

Sebanyak 1500 ml racun organik pirolegneus telah dihasilkan setelah melalui proses turasan. Pengguna akan mencampurkan dengan 3000 ml air sebelum digunakan bagi memastikan racun organik pirolegneus berkualiti dan menghasilkan kesan yang bermutu kepada tanaman.

3.3 Kajian Keberkesanan Bahan Organik Pirolegneus Terhadap Serangga Perosak

Ujikaji keberkesanan produk terhadap serangga perosak akan dilakukan bagi memastikan produk ini mampu mencapai objektif. Maka empat jenis serangga perosak dipilih iaitu hama, ulat ratus, siput babi dan lalat putih. Ujian pembesaran pokok dan bunga juga dilakukan dengan merekod saiz dan perbandingan dengan pokok yang menggunakan racun di pasaran. Ujian kecekapan racun organik pirolegneus juga dilaksanakan di sebuah ladang fertigasi terbuka yang mengusahakan tanaman timun batang dan cili.



Rajah 1: Carta alir proses penghasilan racun organic pirelegneus





4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Jadual 4: Kajian keberkesanan racun organik pirelegneus

Bil	Bahan Ujikaji	Jenis Ujikaji	Hasil Kajian
1	Hama	Ujian semburan terhadap serangga	Mati selepas seminggu
2	Ulat Ratus		Mati selepas 3 hari
3	Siput Babi		Tiada dipokok
4	Lalat Putih		Separa mati dan tiada dipokok
5	Pokok Bunga Kertas	Bunga dan batang (ujikaji semburan seminggu sekali)	Berbunga selepas seminggu, batang tiada hama.
6	Pokok Timun Batang	Saiz buah, jangka hayat berbuah (ujikaji semburan 3 hari sekali)	Jangka masa berbuah lebih cepat berbanding racun lain

7	Pokok Cili	Saiz buah, jangka hayat berbuah (ujikaji semburan seminggu sekali)	Saiz cili lebih besar
---	------------	--	-----------------------

Jadual 5: Gambar pokok bunga kertas

Bil	Sebelum / tanpa penggunaan racun organik pirolegneus	Selepas semburan racun organik pirolegneus
1		
2		



Rajah 2: Produk racun organik pirolegneus

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dijalankan didapati racun organik pirolegneus dapat meningkatkan hasil tanaman timun batang dengan lebih cepat iaitu selama 25 hari berbanding 30 hari sebelum ini. Pokok bunga kertas juga telah mengeluarkan bunga yang lebat dalam masa 2 minggu. Oleh itu penggunaan racun organik pirolegneus dapat meningkatkan keupayaan dan pendapatan petani dari segi upah pekerja.

PENGHARGAAN

Ucapan penghargaan buat sahabat serta pihak pengurusan Politeknik Jeli Kelantan yang telah memberi tunjukajar dan kemudahan bagi menyiapkan projek ini yang julung kali dihasilkan.

RUJUKAN

- Ismail, N. (2018). kajian potensi bahan organik sebagai pengawal serangga perosak tanaman. *Nasional Conference on Mechanical Engineering 2018. Published.*
- Alias, I. (2021, May 30). Cara Guna Cuka Kayu Pertanian Untuk Tanaman di Kebun. Kebun Bandar. <https://kebunbandar.com/cuka-kayu-pertanian/>
- Anem, M. (2021, August 3). HALIA - APA ISTIMEWANYA. [Http://Animhosnan.Blogspot.Com/2013/09/Halia-Apa-Istimewanya.Html](http://Animhosnan.Blogspot.Com/2013/09/Halia-Apa-Istimewanya.Html). <http://animhosnan.blogspot.com/2013/09/halia-apa-istimewanya.html>
- Puslitbang Perhutani, & D.C. (2014). *Jangan Tunda Lagi, Menggunakan 'Cuka Kayu.'* Majalah Bina Edisi Oktober 2014. Published.

Sistem Penapisan Hijau

Mohd Ridhuan bin Ismail, & Norbaya Binti Mohd Simin

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Kuantan, Pahang

ridhuan@polisas.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini adalah bertujuan untuk mengkaji keberkesanan Sistem Penapisan Hijau terhadap asap yang terhasil dari pembakaran Al-Quran menggunakan Al-Quran lama yang dibakar menggunakan gas di dalam mesin pembakar al-Quran yang sedia ada. Bahan utama pembuatan Sistem Penapisan Hijau adalah kepingan besi plat dan aluminium host. Alat ini menggunakan konsep mesin ringkas manual yang menggunakan kipas mini, penghasil wap dan penapis penghawa dingin kereta bagi mekanisme system penapisan. Alat ini digunakan untuk menapis asap dan lebihan debu yang berterbangan semasa proses pembakaran al-quran. Kipas mini digunakan untuk mempercepatkan pergerakan asap yang keluar dari cerobong mesin pembakar al-quran. Penapis penghawa dingin kereta pula digunakan untuk menapis asap kotor pada lapisan kedua dan mengurangkan haba. Saluran disediakan melalui hos aluminium sebagai saluran asap dari tempat pembakar. Penambahan penghasil wap berfungsi sebagai proses penyejatan dari air yang ditapis menjadi asap bercampur wap air bersih. Alat ini dapat mengurangkan pencemaran udara ketika proses pembakaran al-quran dan memenuhi penggunaan teknologi hijau di masa kini.

Kata Kunci: sistem penapisan hijau, filter, asap, teknologi hijau

1. PENGENALAN

Persekitaran adalah ruang yang penting kepada kehidupan komuniti kerana, secara normatifnya, persekitaran yang bersih boleh menjamin kesejahteraan dan kesejahteraan hidup penghuni. Keadaan persekitaran yang bersih adalah hasil daripada usaha menjaga dan memelihara kebersihan ruang peribadi, sepunya, dan awam oleh pelbagai peringkat komuniti dan pihak berkuasa. Usaha menjaga dan memelihara ruang persekitaran ini berkait dengan soal kesedaran dan sikap komuniti untuk memastikan persekitaran itu sentiasa bersih dan sihat untuk didiami. (Mohd Yusof *et al*, 2010). Pencemaran udara menjadi isu alam sekitar utama di Malaysia berikutan peningkatan jumlah pengangkutan, aktiviti pertanian dan aktiviti perindustrian yang merupakan sumber utama pencemaran udara di Malaysia. Gejala seperti resdung, masalah tiroid, katarak mata, kanser kulit, sakit kepala, keletihan, pening dan kesukaran untuk bernafas adalah kesan kesihatan umum yang dialami manusia disebabkan oleh kualiti udara yang teruk (Azman, 2014). Arang aktif mempunyai daya serap yang tinggi terhadap warna, bau, zat-zat beracun, dan kandungan kimia lainnya. Arang aktif mengandungi 5-15 % abu dan sisanya adalah karbon. Selain unsur karbon yang tinggi, arang juga mengandungi sejumlah unsur yang terikat secara kimia seperti nitrogen, oksigen, sulphur, dan berbagai unsur yang berasal dari bahan mentahnya (Djatkiko & Prawira 1970). Menurut Berita Harian, 8 Jun 1994, Mahathir Mohamad menyarankan bahawa hasil penyelidikan, inovasi dan rekacipta teknologi harus mampu diperkenalkan bagi memenuhi keperluan pasaran global. Bagi mengatasi masalah pembersihan udara, pereka berpendapat satu rekabentuk alat menapis udara adalah amat diperlukan.

1.1 Penyataan Masalah

Fokus kajian berdasarkan masalah telah dikenal pasti dan terbahagi kepada 3 masalah utama iaitu:

- a) Asap yang dihasilkan oleh alat pembakar Al-Quran.
- b) Debu keluar berterbangan dari alat pembakaran.
- c) Pencemaran alam sekitar.

2. ULASAN LITERATUR

Kebanyakan konsep utama alat pelupusan Al-quran adalah dikendalikan secara pembakaran dan pelepasan asap secara terbuka. Biasanya memerlukan ruang lebih besar dan jauh dari kawasan penduduk. Terdapat juga alat pelupusan yang digunakan di jabatan agama atau di masjid-masjid. Kebiasaannya menggunakan kaedah sama seperti alat sedia ada tetapi ia tidak mempunyai alat penapis asap seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1: Asap yang terhasil pembakaran

Penapis asap di perlukan untuk mengelakkan berlakunya pencemaran udara. Penapis asap direka dengan mempunyai keselamatan, ketahanan dan rekabentuk yang tersendiri. Dengan itu, penapis asap dicipta berdasarkan dari permasalahan yang dialami oleh pengguna dan alam sekitar. Penapis asap yang dikendalikan secara semi manual dibangunkan dan dikaji bagi memenuhi keperluan pasaran. Alat penapis asap ini dihasilkan menggunakan konsep penapisan asap di mana konsep ini mampu memerangkap asap di dalam alat penapis serta menambah pancuran air halus supaya dapat menurunkan suhu asap dan wap panas dengan melembapkan span di dalam alat penapis yang dilekatkan pada dinding sepanjang laluan asap tersebut. Menurut Norsuhailizah (2013) penapis span adalah penapis yang terbaik untuk menapis asap pembakaran daun pisang. Purata kotoran sisa habuk yang terperangkap menggunakan penapis span adalah rendah (133mg/L) berbanding penapis lain. Secara keseluruhannya, kajian ini menepati dengan objektif yang hendak dicapai iaitu, menghasilkan satu prototaip sistem penapis asap dan menguji keberkesanan penapis asap dengan menggunakan bahan penapis iaitu penghasil wap agar tidak mencemarkan alam seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2: Corong keluar pelepasan asap menggunakan sistem penapisan hijau

3. METODOLOGI

Di dalam penghasilan inovasi sistem penapisan hijau, ciri-ciri yang diperlukan terhasil melalui objektif berikut:

- a) Merekabentuk sebuah alat penapis.
- b) Membina alat penapis.
- c) Menguji keberkesanan alat penapis.

3.1 Rekabentuk

Rekabentuk dibuat mengikut kedudukan ergonomik bagi memudahkan proses penapisan asap. Tapaknya menjadikannya lebih stabil dan praktikal. Seterusnya corong laluan asap keluar dan masuk diletakkan kedudukan mendatar dan menegak supaya mudah penapisan asap sebelum keluar ke persekitaran. Rajah 3.



Rajah 3: Rekabentuk 3D Sistem penapisan Hijau

3.2 Fabrikasi

Fabrikasi menggunakan bahan besi plat untuk bahagian badan dan paip besi untuk saluran masuk dan keluar. Hos dan filter juga digunakan untuk proses penapisan asap. Rajah 4.



Rajah 4: Sistem penapisan Hijau

3.3 Pengujian

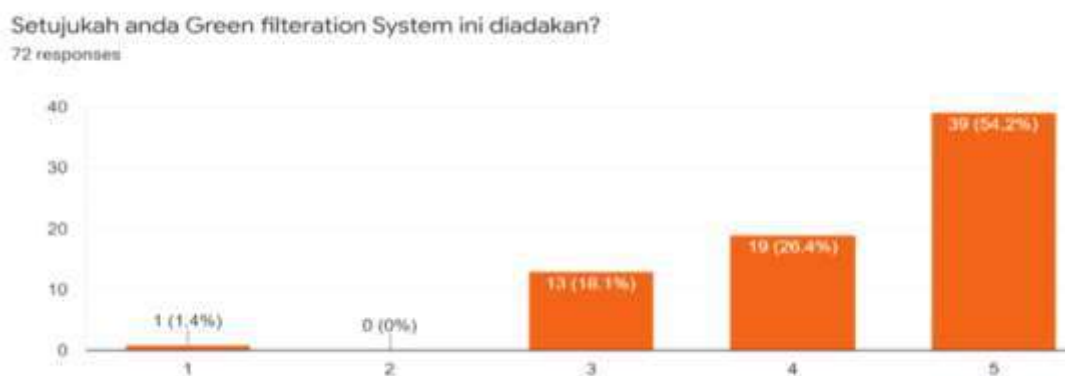
Pengujian akan diuji dari segi warna asap yang melekat pada kertas putih sebelum dan selepas penggunaan sistem penapisan hijau. Beberapa soal selidik juga dilakukan untuk mengenalpasti keberkesanan penggunaan sistem penapisan hijau dari segi kesedaran penduduk sekitar mengenai kepentingan penapisan asap khususnya melibatkan pelupusan Al-Quran lama melalui pembakaran (Rajah 5).



Rajah 5: Perbandingan pelepasan asap sebelum dan selepas menggunakan sistem penapisan hijau

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Menurut Rajah 6, secara keseluruhan ramai responden yang bersetuju bahawa alat penapisan hijau ini perlu diadakan. 39 orang responden sangat bersetuju dan 19 orang responden bersetuju dengan pernyataan tersebut. Hal ini kerana alat ini memudahkan pengguna terutamanya isi rumah bagi melupuskan kitab Al-Quran. Hanya 13 orang responden yang kurang setuju dan seorang yang sangat tidak setuju dengan pernyataan di atas mungkin kerana dengan menghantar di tempat pelupusan Al-Quran lebih yakin selamat tanda ragu-ragu dan lebih selamat. Hasil pengujian keatas kertas putih menunjukkan perbezaan warna sebelum dan selepas penggunaan seperti dalam Rajah 5.



Rajah 6: Analisis alat Green Filtration System

Berikut adalah hasil pemerhatian sebelum dan selepas penggunaan sistem penapisan hijau serta merujuk pada Air Pollution Index (API):

Jadual 1: Hasil pemerhatian sebelum dan selepas inovasi

Perkara	Hasil Pemerhatian	
	Sebelum Inovasi	Selepas Inovasi (Kelebihan)
Warna asap	hitam	putih
Bau	Bau karbon kuat	Hampir tiada bau karbon
Warna kertas	Kotor hitam	Cerah dan tiada warna
keselesaan	Sukar bernafas	Tidak terganggu
Kesan udara	Asap berkepul-kepul	Warna putih cepat sehati dengan udara

5. KESIMPULAN

Kesimpulannya, sistem penapisan hijau pada mesin pembakar Al-Quran ini yang direka khas untuk menapis asap dan udara telah dapat mengurangkan pelepasan karbon dan asap ke sekeliling dan mengurangkan pencemaran udara untuk memenuhi penggunaan teknologi hijau yang mesra alam. Ia juga mudah dikendalikan dan selamat untuk digunakan. Rekabentuknya ringkas dan ia tidak memerlukan kuasa elektrik untuk pengurusan operasi. Komponen yang diperlukan ialah penapis penghawa dingin kereta yang berfungsi untuk menapis asap yang kotor sebelum asap yang bersih dibebaskan di udara dan hos aluminium yang berfungsi sebagai salur yang menyalurkan asap kotor dari alat pembakar ke alat penapis asap. Apabila proses pembakaran dilakukan, asap akan disedut ke hos aluminium menggunakan kipas penyedut yang akan menyedut asap ke dalam alat penapis. Kajian ini boleh dijadikan panduan kepada aktiviti yang melibatkan pelupusan Al-Quran yang melibatkan pelepasan asap ke udara pada masa yang akan datang berkaitan agar penggunaan penapisan asap diberi keutamaan tinggi pada setiap tempat pelupusan Al-Quran. Kajian sebegini semestinya memerlukan masa yang panjang dan berperingkat untuk mendapat hasil yang terbaik kerana ia melibatkan kos yang lebih tinggi. Justeru, projek ini telah mencapai objektif dan dapat mengurangkan pencemaran asap melalui penapis asap yang dibina. Selain itu, pembakaran pelupusan akan dapat dilakukan dengan lebih sempurna mengikut spesifikasi yang betul kerana aktiviti ini tidak menyumbang pada pencemaran alam dan juga mengelakkan tiada debu dari Al-Quran terlepas keluar demi memastikan kesuciannya terpelihara.

RUJUKAN

- Azman AS: Cost of Active Case Finding. Updated 25-September-2014.
- A.F.P. (2018, April 19). China letak pembersih udara gergasi atasi pencemaran. Berita Harian. <https://www.bharian.com.my/dunia/asia/2018/04/413985/china-letak-pembersih-udara-gergasi-atasi-pencemaran>
- C.P. (2021, August 3). Cara-Cara Memperbaiki Kualiti Udara. <http://painestewart77.blogspot.com/2014/02/cara-cara-memperbaiki-kualiti-udara.html>
- Djarmiko, Prawira. 1970. Pembuatan Arang Aktif. Bandung: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Hailmi, C. (2014, January 17). Cara Memperbaiki Kualiti Udara. <http://www.cikguhailmi.com/2014/01/Cara-Memperbaiki-Kualiti-Udara.Html>.
- Mohd Yusof Hj. Abdullah, Latiffah Pawanteh, Sharifah Mastura Syed Abdullah & Normah Mustaffa. (2010). Kesedaran dan Sikap Komuniti dalam Pengurusan Persekitaran Di Wilayah Iskandar, Johor: Jurnal Melayu (5)2010: 71-86 71.
- Norsuhailizah Binti Sazali. (2013). Kajian Keberkesanan Penapis Asap Terhadap Hasil Pembakaran daripada Sisa Pertanian, Daun Pisang (*Musa paradisiacal. L*): Agro technology and Bio-industry Department, Polytechnic Sandakan Sabah.
- T. (2021b, August 3). Langkah-langkah mengurangkan kesan pencemaran udara. <Http://Kelip-Kelipkehidupan.Blogspot.Com/2011/03/Langkah-Langkah-Mengurangkan-Kesan.Html>. <http://kelip-kelipkehidupan.blogspot.com/2011/03/langkah-langkah-mengurangkan-kesan.html>
- U., & Profile, V. M. C. (n.d.). Langkah-langkah Mengatasi Pencemaran Udara. <Http://Iniblogfahmi.Blogspot.Com/p/Langkah-Langkah-Mengatasi-Pencemaran.Html>. Retrieved August 3, 2021, from <http://iniblogfahmi.blogspot.com/p/langkah-langkah-mengatasi-pencemaran.html>

PENYELIDIKAN DAN INOVASI
HIJAU

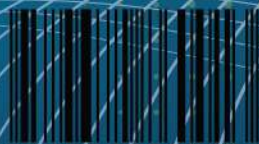
MPCCSustAWARD21

MALAYSIAN POLYTECHNIC & COMMUNITY COLLEGE SUSTAINABILITY AWARD 2021

PENERBIT



ISBN 978-967-2860-0-1



9 789672 860013