



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI



e-Prosiding



NATIONAL POLYCC TECHNOLOGY TRANSFER
**CONFERENCE
NTTC'25**

- Pengkomersialan
- Pemindahan Teknologi
- Pemindahan ilmu

Sempena

**POLYCC COMMERCIALIZATION
CATALYST CARNIVAL 2025**

"FROM SPARK TO SOLUTIONS"

Peringkat Kebangsaan

02 Oktober 2025 | Kolej Komuniti Segamat



KolejKomunitiSegamat
www.kksegamat.mypolycc.edu.my



POLYCC
TVET For All



**e-Prosiding
NATIONAL POLYCC
TECHNOLOGY TRANSFER
CONFERENCE
NTTC '25**



Edisi Pertama

Cetakan pertama 2025

© Kolej Komuniti Segamat, 2025

Hak cipta terpeliharaan. Tiada bahagian terbitan ini boleh diterbitkan semula atau ditukar dalam apa jua bentuk dengan cara apa jua sama ada secara elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman dan sebagainya sebelum mendapat kebenaran bertulis daripada Pengarah Kolej Komuniti Segamat.

Ketua Editor:

Nazra binti Ismail

Editor:

Sahirda binti Ithnain

Siti Saidatul Akhmal binti Mohd

Noraini binti Razali

Diterbitkan oleh:

KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT,

No 24-34, Jalan Putra1/1, Bandar IOI,

85000 Segamat, Johor

 **kksegamat.mypolycc.edu.my**

Tel : 07-9431633 Fax : 07-9436075

Emel : kksegamat@kkseg.edu.my

e-Prosiding NTTC 2025
National PolyCC Technology Transfer Conference

Kolej Komuniti Segamat

Disember 2025

e-ISBN

SENARAI KANDUNGAN

Jawatankuasa Penerbitan	i
Senarai Kandungan	ii
Kata Aluan	vii

Tema : Pengkomersialan

1.	INTEGRASI KOD QR DAN VIDEO ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM PERMAINAN PAPAN PENDIDIKAN: SATU INOVASI DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN ASAS PERAKAUNAN	1
	Shahrulnizam Bin Bakar, Norizah Binti Mahasan, Mohd Fauzi Bin Abu Bakar	
2.	A STUDY ON THE EFFICIENCY OF ECO-FUSION CONCRETE THROUGH INFOGRAPHIC-DRIVEN COMMERCIALIZATION AND TECHNOLOGY TRANSFER	9
	Tengku Suriati Binti Tengku Yusoff, Siti Zaleha Binti Ibrahim	
3.	INKUBATOR KEUSAHAWANAN DAN KEJAYAAN PERKOMERSIALAN INOVASI DI INSTITUSI TVET: TINJAUAN LITERATUR DALAM KONTEKS POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI	17
	Alizawati Binti Mat Zim, Zulkurnain Bin Hassan	
4.	PEMANGKINAN PERKOMERSIALAN INOVASI PENDIDIKAN DAN LATIHAN TEKNIKAL DAN VOKASIONAL (TVET) MALAYSIA: KERANGKA DIGITAL QUADRUPLE HELIX DAN CABARAN IMPAK	27
	Ong Seng Keong, Zulkurnain Bin Hassan	
5.	PLATFORM DIGITAL SEBAGAI PEMANGKIN PERKOMERSIALAN PRODUK INOVASI DALAM PENDIDIKAN TVET: SATU ANALISIS KONSEPTUAL	39
	Fadzlida Binti Shamsudin, Zulkurnain Bin Hassan	

e-Prosiding NTTC 2025
National PolyCC Technology Transfer Conference

Tema : Pemindahan Teknologi

- | | | |
|-----|---|-----|
| 6. | NON-DESTRUCTIVE TESTING (NDT) INSPECTION SIMULATOR

Muhammad Nizam Bin Zainal Abidin, Muhammad 'Azim Bin Hamdan, Pradon A/L P Gunalan, Dania Amal Humairah Binti Saharudin | 52 |
| 7. | KERANGKA HELIKS TIGAAN DALAM PEMERKASAAN PEMINDAHAN TEKNOLOGI: ANALISIS KONSEPTUAL EKOSISTEM TVET MALAYSIA

Anisah Binti Mohd Noor , Zulkurnain Bin Hassan | 71 |
| 8. | RESKILLING DAN UPSKILLING DI POLITEKNIK MALAYSIA: SATU SOROTAN LITERATUR KE ARAH PENGUKUHAN TVET NEGARA

Nur Afiqah Binti Mohammad, Zulkurnain Bin Hassan, Aida Normardiana Binti Ayob | 81 |
| 9. | KEBERKESANAN KERJASAMA INDUSTRI-INSTITUSI PENDIDIKAN DALAM PEMINDAHAN TEKNOLOGI HIJAU DI MALAYSIA: SOROTAN LITERATUR

Norlie Yuzzana Binti Ibrahim, Zulkurnain Bin Hassan | 93 |
| 10. | PEMINDAHAN TEKNOLOGI BERASASKAN LATIHAN INDUSTRI: PENDEKATAN KONSEPTUAL UNTUK PELAJAR POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

Norita Binti Alwi, Nurizan Binti Tahir, Zulkurnain Bin Hassan | 101 |
| 11. | KOLABORASI INDUSTRI DENGAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI SEBAGAI PEMANGKIN PEMINDAHAN TEKNOLOGI DALAM PENDIDIKAN TVET DI MALAYSIA

Azilah Binti Asri, Zulkurnain Bin Hassan | 110 |

e-Prosiding NTTC 2025
National PolyCC Technology Transfer Conference

12. **PEMINDAHAN TEKNOLOGI BERIMPAK TINGGI MELALUI SANGKUTAN INDUSTRI PENSYARAH (SIP) PENSYARAH POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI: ANTARA REALITI DAN CABARAN** 120

Amiza Binti Yaman, Zulkurnain Bin Hassan, Nurizan Binti Tahir

13. **THE EFFECT OF KAOLIN CLAY ON COMPRESSIVE STRENGTH AND WORKABILITY OF CONCRETE MIX** 130

Ayu Wirdawati Binti Po'a, Siti Marlinna Chu Mohd Rizal Chu, Jusmine Hanis Abdullah

Tema : Pemindahan Ilmu

14. **PENGOPTIMUMAN PRESTASI MESIN CNC ROUTER UNTUK PENGHASILAN PRODUK ARTISTIK: KAJIAN TERHADAP PENYIMPANGAN PAKSI DAN KETEPATAN PEMESINAN** 144

Norashady Bin Mohd Noor, Mohd Nasaei Shahid Bin Othman, Muhammad Redzuan Bin Che Nordin

15. **KAJIAN KEBERKESANAN PENILAIAN PELAKSANAAN PROGRAM INDUSTRY ON CAMPUS (IOC) OLEH PELAJAR DI KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT** 152

Normadiah Binti Mohamad, Abdul Fatah Bin Mat Said, Nurazrina Binti Mohammad Faudzi

16. **TVETOUR : MEKANISME PEMINDAHAN ILMU DALAM BIDANG PELANCONGAN DI KOLEJ KOMUNITI** 162

Muhamad Faiz Bin Abdul Razak, Muhamad Faiz Bin Ismail, Nur Zahirah Binti Ahmad Razei

17. **DESIGN AND VALIDATION OF A STAND-ALONE SOLAR PV SYSTEM FOR NIGHT FARMING** 170

Nurul Huda Binti Jamil, Suhaida Binti Abdul Halim, Nor Azam Haji Kamisan

e-Prosiding NTTC 2025
National PolyCC Technology Transfer Conference

- | | | |
|-----|---|-----|
| 18. | KAJIAN KEBERKESANAN INOVASI EASY KOS
PELAKSANAAN PROJEK (KPP) DALAM
MENINGKATKAN KEFAHAMAN PENGIRAAN KOS
PELAKSANAAN PERNIAGAAN TERHADAP
PELAJAR KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT DAN
USAHAWAN AIM CAWANGAN SEGAMAT

Rusnani Yahya, Normalini Mohd Yasin, Yokana a/p
Veliapandian | 179 |
| 19. | KAJIAN KEBERKESANAN PENYELENGGARAAN
BANGUNAN BLOK B DI POLITEKNIK KOTA BHARU

Syed Shaifulbhary Bin Sayed Salabudin, Nor Hayati Binti
Mat Nor, Norlila Binti Mohd Yusoff | 189 |
| 20. | TRANSFORMASI TVET DAN PEMINDAHAN ILMU
KEPADA PKS: SOROTAN LITERATUR TENTANG
CABARAN DAN PELUANG

Norsheda Binti Zainudin, Zulkurnain Bin Hassan | 198 |
| 21. | PENDIDIKAN SEPANJANG HAYAT SEBAGAI
MEDIUM PEMINDAHAN ILMU DI KOLEJ
KOMUNITI MALAYSIA: SOROTAN LITERATUR

Zulkurnain Bin Hassan, Ong Seng Keong | 210 |
| 22. | PERANAN INDUSTRY EXPERT ENRICHMENT
PROGRAM (IEEP) DALAM MEMPERKASA
PEMINDAHAN ILMU ANTARA INDUSTRI DAN
POLITEKNIK: SUATU KAJIAN TINJAUAN

Thiruchelve a/p Ramasamy, Zulkurnain Bin Hassan | 224 |
| 23. | KOKURIKULUM BERKREDIT DI POLITEKNIK
SEBAGAI MEDIUM PEMINDAHAN ILMU DAN
PEMBANGUNAN SOFT SKILLS MAHASISWA:
SOROTAN LITERATUR

Nor Juhaliza Binti Md Nordin, Zulkurnain Bin Hassan | 235 |
| 24. | PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN ALAT BANTU
MENGAJAR MODULAR KOS RENDAH BAGI TOPIK
SISTEM PENGHANTARAN KUASA DALAM
PENDIDIKAN TEKNIKAL DAN VOKASIONAL
(TVET)

Zalinawati Binti Muhamad, Zuly Asyraf Bin Zulkifli,
Rosnani Binti Ahmad | 248 |

e-Prosiding NTTC 2025
National PolyCC Technology Transfer Conference

25.	CSR PELAJAR POLITEKNIK: DARI KETERLIBATAN SOSIAL KE PLATFORM PENYAMPAIAN ILMU	260
	Hasyimah Binti Ahmad, Zulkurnain Bin Hassan	
26.	REKABENTUK DAN PEMBANGUNAN ALAT BANTUAN PENUKARAN MINYAK KARBEDA PADA KENDERAAN PACUAN RODA BELAKANG	273
	Mohd Hanapi Bin Jusoh, Nik Muhammad Azif Bin Arifin, Mohd Amiruddin Bin Ab. Aziz	
27.	TINJAUAN KESESUAIAN GRAFIK KAD SOALAN DAN PAPAN PERMAINAN ALGEBRA GAME BOARD AGB	283
	Nur Faiizah Binti Ibrahim, Nurul Jehan Binti Jemain, Suhaizila Binti Sari	
28.	PEMINDAHAN ILMU MELALUI MODEL TERAPIS TVET: TRANSFORMASI PENGAJARAN URUTAN TERAPI KE ARAH PENSIJILAN SKM-PPT DI KOLEJ KOMUNITI	293
	Zid Abrar Bin Akbar, Ridzuan Bin Aris, Zarina Binti Samin	
29.	KEBERKESANAN APLIKASI TEKNIK KOLAJ DIGITAL DALAM PENGHASILAN IDEA REKAAN FESYEN: SUATU KAJIAN TERHADAP PENDIDIKAN TVET	299
	Masithah Binti Jasman, Muhammad Aidil Syahir Bin Samsudin, Nooramimah binti Amin	
30.	BATU SEREMBAN GAME KIT SEBAGAI MEDIUM PEMINDAHAN ILMU WARISAN KE ARAH PENDIDIKAN BERASASKAN BUDAYA	307
	Junita Binti Sha'ari, Masithah Binti Jasman	
31.	A STUDY OF SATISFACTION LEVEL AMONG "CILIK" COMMUNITY PARTICIPANTS ON SHORT COURSES ORGANIZED BY KOLEJ KOMUNITI TANGGA BATU	319
	Sharini Binti Zakaria, Azharudin Bin Ahmad	
32.	MODEL PEMINDAHAN ILMU LATIHAN BARISTA KEPADA KOMUNITI: SATU SOROTAN AWAL	328
	Nazra binti Ismail, Noreles binti Ali, Norashikin binti Samah	

KATA ALUAN *e-PROSIDING NATIONAL POLYCC TECHNOLOGY TRANSFER CONFERENCE 2025*

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
dan Salam Sejahtera.

Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjatkan ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia dan izin-Nya, e-Prosiding *National POLYCC Technology Transfer Conference* (NTTC) sempena *POLYCC Commercialization Catalyst Carnival* (POLYCC 3C) Peringkat Kebangsaan 2025 ini berjaya diterbitkan dengan jayanya. Penerbitan ini merupakan manifestasi komitmen kita dalam mendokumentasikan idea, inovasi dan penyelidikan warga POLYCC.

Selaras dengan tema *From Spark to Solutions*, e-prosiding ini menyerlahkan peranan strategik warga POLYCC sebagai pencetus inovasi. Himpunan artikel di dalam naskhah ini membuktikan bahawa cetusan idea warga POLYCC tidak hanya terhenti di peringkat konsep, tetapi telah diterjemahkan kepada penyelesaian kreatif dan praktikal yang memberi manfaat langsung kepada masyarakat, industri, dan negara.

Justeru, saya menyeru agar naskhah ini dijadikan rujukan dan inspirasi untuk seluruh warga POLYCC dan semua penyelidik, semoga terus melangkah ke hadapan dengan semangat kolaborasi serta kepemimpinan digital. Harapan kami platform NTTC 2025 ini terus menjadi pemangkin kepada penghasilan produk berimpak tinggi yang mampu dikomersialkan, sekali gus mengangkat POLYCC sebagai peneraju transformasi pendidikan tinggi digital negara.

Sekalung penghargaan dan tahniah dirakamkan kepada warga kerja Kolej Komuniti Segamat (KKS) dan Pusat Penyelidikan dan Inovasi JPPKK selaku penganjur bersama yang telah bekerja keras memastikan kejayaan program dan penerbitan prosiding ini.

Sekian, terima kasih.



ZAHID BIN DAIM

Pengarah
Kolej Komuniti Segamat
Kementerian Pendidikan Tinggi

P39-INTEGRASI KOD QR DAN VIDEO ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM PERMAINAN PAPAN PENDIDIKAN: SATU INOVASI DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN ASAS PERAKAUNAN

Shahrulnizam Bakar
Politeknik Melaka
s_nizam@polimelaka.edu.my

Norizah Mahasan
Politeknik Melaka
norizah@polimelaka.edu.my

Mohd Fauzi Abu Bakar
Politeknik Melaka
m_fauzi@polimelaka.edu.my

Abstrak

Kajian ini membangunkan satu inovasi permainan papan pendidikan berasaskan asas perakaunan dengan mengintegrasikan teknologi kod QR dan Video AI sebagai medium interaktif. Permainan ini direka bentuk untuk membantu pelajar menguasai konsep debit dan kredit secara lebih menyeronokkan melalui pendekatan gamifikasi. Setiap kad transaksi perniagaan dalam permainan ini dilengkapi dengan kod QR yang memaut kepada penerangan proses transaksi berlaku berbentuk video. Video tersebut berfungsi sebagai bahan sokongan yang mengandungi elemen visual, teks dan audio untuk memberi pemahaman dan meningkatkan kemahiran pengguna terhadap penyelesaian kepada transaksi perakaunan. Kajian ini menggunakan pendekatan *design and development research* (DDR) yang melibatkan tiga fasa: analisis keperluan, pembangunan produk dan hasil produk. Kaedah pengumpulan data berdasarkan soal selidik atas talian dan temu bual berstruktur terhadap pensyarah dan para pelajar. Dapatan kajian dijangka menunjukkan bahawa permainan papan berintegrasi teknologi ini mampu meningkatkan kefahaman pelajar berkaitan konsep catatan bergu debit dan kredit dengan skor min 3.7. Di samping itu, 60% responden juga merasakan inovasi ini dapat mewujudkan pengalaman pembelajaran melalui elemen permainan yang menyeronokkan. Implikasi kajian ini menunjukkan potensi produk untuk dijadikan bahan bantu mengajar inovatif dalam bidang TVET serta peluang pengkomersialan sebagai produk pendidikan bercirikan teknologi dan interaktif.

Kata Kunci: gamifikasi, asas perakaunan, video QR

1.0 Pengenalan

Subjek perakaunan sering dianggap mencabar oleh pelajar, khususnya di peringkat diploma terutama pelajar yang tidak mempunyai asas dalam subjek tersebut semasa di peringkat menengah. Ini disokong oleh kajian Nurul Safwanah & Norizah (2019) yang menunjukkan bahawa sekiranya pelajar tidak dapat menguasai topik catatan jurnal, pelajar akan menghadapi masalah dalam mempelajari topik seterusnya. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti sama ada inovasi yang dibangunkan dapat

meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep catatan jurnal iaitu penentuan catatan debit dan kredit dengan lebih tepat.

Kaedah pengajaran tradisional seperti kuliah dan nota bertulis hanya menjadikan pelajar sebagai pendengar yang pasif serta mengabaikan interaksi dua hala antara pensyarah dan pelajar (Kozanitis & Nenciovici, 2023). Hal ini menimbulkan keperluan terhadap pendekatan inovatif yang lebih interaktif, menyeronokkan dan berkesan dalam meningkatkan kefahaman serta motivasi pelajar. Oleh itu, kajian ini juga bertujuan untuk mengenalpasti elemen pembelajaran yang lebih menyeronokkan sekaligus merangsang motivasi pelajar untuk lebih memahami subjek perakaunan.

Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian dalam pendidikan abad ke-21 ialah gamifikasi iaitu aplikasi elemen permainan dalam konteks pembelajaran yang terbukti menjadi strategi efektif dalam meningkatkan motivasi pelajar (Li *et al.*, 2023). Kajian Chukwuani (2024) menunjukkan bahawa penggunaan platform interaktif seperti *Kahoot* dan *Quizizz* secara signifikan meningkatkan motivasi pelajar dan pemahaman dalam konsep perakaunan kewangan, audit dan percukaian. Permainan papan (*board game*) adalah permainan simulasi yang mempunyai kelebihan seperti mudah diakses, bersifat kolaboratif dan dapat menggambarkan senario dunia sebenar secara lebih konkrit. Maka, kajian ini juga menetapkan objektif untuk menentukan sejauh mana produk inovasi berasaskan permainan papan ini sesuai dan berkesan dijadikan sebagai alat bantu mengajar yang relevan dengan keperluan semasa pendidikan era *Industrial Revolution 4.0* (IR 4.0).

Kod QR merupakan medium capaian maklumat yang praktikal kerana ia membolehkan pelajar mengakses bahan tambahan secara pantas menggunakan telefon pintar. Menurut Siti Zakiah (2024), penggunaan kod QR dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) melalui permainan menunjukkan hubungan positif dengan peningkatan prestasi akademik dan keberkesanan pembelajaran. Manakala video melalui janaan kecerdasan buatan (AI) berfungsi sebagai medium visual yang mampu memberikan pencapaian pembelajaran yang setanding dengan video yang dihasilkan oleh manusia (Netland *et al.*, 2025). Bagi memenuhi keperluan teknologi yang seiring dengan kehendak IR 4.0, kajian ini menambahbaik produk inovasi sedia ada dengan memasukkan elemen kod QR dan video AI untuk menghasilkan bahan bantu mengajar yang inovatif, menyeronokkan dan terkini. Kaedah permainan adalah pemain akan berinteraksi dengan kad transaksi perniagaan yang memerlukan mereka menentukan catatan jurnal. Bagi menambah nilai pembelajaran, setiap kad transaksi disertakan dengan pautan kod QR yang menampilkan video penerangan.

2.0 Latar Belakang Kajian

Kajian-kajian lepas menunjukkan bahawa penggunaan permainan pendidikan memberi kesan positif terhadap motivasi, tumpuan, interaksi sosial dan pembelajaran (Chen, 2024). Menurut Morais & Silva (2023), elemen gamifikasi seperti permainan papan menggalakkan kemahiran teknikal dan strategi dan pembangunan kemahiran pengurusan. Dalam konteks teknologi, kod QR telah digunakan secara meluas dalam pendidikan

sebagai alat capaian kepada maklumat tambahan seperti video, nota, dan aktiviti interaktif (Susanti *et al.*, 2020). Kajian oleh Zhang & Cheng (2021) menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan kod QR dalam bahan pengajaran lebih cenderung untuk meneroka kandungan pembelajaran secara sendiri. Ini turut disokong oleh Minard (2024) yang menyatakan bahawa kod QR dapat meningkatkan capaian pelajar kepada bahan video dan teks serta mendorong pembelajaran sendiri dan mengekalkan tumpuan pelajar. Menurut Syarifuddin *et al.* (2021) penggunaan kod QR sebagai media pembelajaran menunjukkan kesan motivasi dan pencapaian positif.

Menurut Yahya dan Othman (2023), pelaksanaan penggunaan video dalam kelas memberi kesan terhadap peningkatan minat, perubahan sikap, dan kefahaman pelajar. Video yang baik dan berkesan dapat membantu meningkatkan motivasi dan pemahaman pelajar (Yahya, 2023; Maulani, 2022). Sementara itu, AI membolehkan penjanaan video penjelasan berdasarkan input atau tahap kefahaman pelajar (Huang & Wang, 2022).

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini dilakukan dengan menggunakan kaedah campuran yang menggabungkan kaedah kuantitatif dan kualitatif. Soal selidik diedarkan dalam talian kepada 62 orang pelajar semester satu yang mengambil kursus *Business Accounting* sebagai responden. Instrumen kajian dibahagikan kepada empat bahagian iaitu Bahagian A: maklumat demografi, Bahagian B: pengalaman pembelajaran perakaunan (soalan berbentuk terbuka), Bahagian C: kebolegunaan papan permainan dan Bahagian D: Motivasi Terhadap Penggunaan Papan Permainan. Bahagian C dan D adalah item berasaskan skala *Likert* lima mata yang diadaptasi dari kajian terdahulu (Chen, 2024; Morais & Silva 2023; dan Syarifuddin *et al.*, 2021).

Kaedah kualitatif pula menggunakan kaedah temubual (Bahagian B soal selidik) bersama pensyarah yang pernah menggunakan permainan papan ini. Jawapan untuk sembilan soalan temubual dianalisa menggunakan tematik iaitu melibatkan pembacaan berulang, pengekodan, pengelompokan kepada tema utama serta pemilihan petikan responden sebagai bukti sokongan. Tema yang dikenalpasti dipecahkan kepada lima iaitu cabaran konsep asas, kelebihan permainan papan, integrasi kod QR dan video AI, impak terhadap kefahaman dan cadangan penambahbaikan.

Kaedah kuantitatif dianalisa secara deskriptif dengan mengira frekuensi, peratusan dan skor min bagi setiap item. Purata skor pula digunakan untuk menilai tahap persetujuan umum semua responden. Taburan jawapan dipersembahkan dalam bentuk rajah supaya lebih mudah difahami. Pendekatan yang digunakan adalah untuk mendapatkan gambaran lebih menyeluruh tentang penambahbaikan papan permainan sedia ada dengan memasukkan elemen kod QR dan video AI. Soal selidik termasuk soalan temubual telah diuji kesahan dengan menggunakan nilai *Cronbach's Alpha* oleh tiga pensyarah perakaunan yang berpengalaman. Nilai *Cronbach's Alpha* untuk item-item skala *Likert* dalam Bahagian C dan D adalah 0.92 iaitu menunjukkan kebolehpercayaan yang sangat tinggi.

3.1 Pembinaan Kandungan Video Yang Berkesan

Video yang baik dan berkesan dapat memberi kesan yang positif dalam persekitaran PdP, terutamanya berkonsepkan pelajar dan mempunyai elemen yang menerapkan kemahiran berfikir aras tinggi. Berdasarkan hasil temu bual dengan tiga responden ia menunjukkan penggunaan video dapat mempertingkatkan kefahaman pelajar, menggambarkan pengalaman kontekstual, dan memperkembangkan kemahiran analisis dan pengumpulan data. Ciri video yang baik perlu mempunyai elemen yang melibatkan semua tingkah laku dan gaya pembelajaran pelajar. Navarrete *et al.* (2023) meninjau 257 artikel berkaitan pembelajaran berasaskan video dan membangunkan taksonomi ciri video dan terdapat lapan konteks iaitu audio, visual, teks, tingkah laku pengajar, aktiviti pelajar, ciri interaktif, gaya produksi dan reka bentuk instruksional. Kajian ini juga menggariskan arah penyelidikan masa depan seperti alat sokongan, eksperimen terkawal, analisis data, dan garis panduan reka bentuk video.

Selain daripada itu, tempoh masa video juga adalah penting bagi mengekalkan tumpuan pelajar dan memberi impak yang tinggi. Kajian terhadap kuliah berasaskan video dalam suasana *flipped classroom* untuk pelajar perubatan oleh Raquel *et al.* (2025), mendapati bahawa video yang berdurasi kurang daripada 5 minit berkait rapat dengan penglibatan pelajar yang lebih tinggi dan kadar maklum balas pertanyaan terbina dengan lebih baik. Analisis regresi dalam kajian tersebut turut menunjukkan indeks tontonan yang lebih tinggi bagi video pendek walaupun selepas mengambil kira faktor lain.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Pembangunan Video

Terdapat 15 buah video yang akan dihasilkan dengan purata masa ialah 1 hingga 2 minit yang berkaitan dengan proses sesuatu transaksi perniagaan. Video ini mengandungi elemen grafik, animasi, suara dan teks bagi meliputi semua kategori tingkah laku gaya pembelajaran pelajar iaitu audio, visual dan kinestetik. Pembinaan video ini adalah selaras dengan dapatan kajian terdahulu iaitu pentingnya 3 elemen asas dalam penyediaan kandungan video yang baik (Navarrete, 2023).

Selain itu, video yang akan dibangunkan juga disesuaikan dengan tempoh masa yang optimum kerana pelajar perlu menonton video sekurang-kurangnya 3 atau 4 video dalam melengkapkan satu pusingan permainan. Ini adalah selaras dengan dapatan kajian Raquel (2025) iaitu tempoh masa video pendek perlulah kurang daripada 5 minit. Ini bermakna, seorang pemain dapat mengekalkan fokus menonton video dalam satu pusingan permainan kerana masa yang diambil adalah masih dalam purata keberkesanan tarikan dan tumpuan yang maksima yang boleh diberikan. Item soal selidik di Bahagian B turut menjelaskan kehendak responden yang mahukan agar kandungan video AI yang dihasilkan haruslah memasukkan elemen animasi berbanding realistik. Malah, tempoh video yang dicadangkan juga mestilah kurang daripada 5 minit supaya pelajar tidak hilang tumpuan jika video terlalu lama untuk ditonton.

4.2 Pengalaman Pembelajaran Menggunakan Papan Permainan

Dapatan ini diukur melalui soal selidik Bahagian D iaitu tumpuan diberikan kepada pengalaman pembelajaran dan motivasi pelajar selepas menggunakan permainan. Secara keseluruhan, purata skor min bagi item di Bahagian D ialah 3.7, ini menunjukkan tahap persetujuan yang tinggi terhadap kenyataan positif yang dikemukakan. Peratusan pengalaman pembelajaran menggunakan papan permainan ditunjukkan dalam rajah 1.

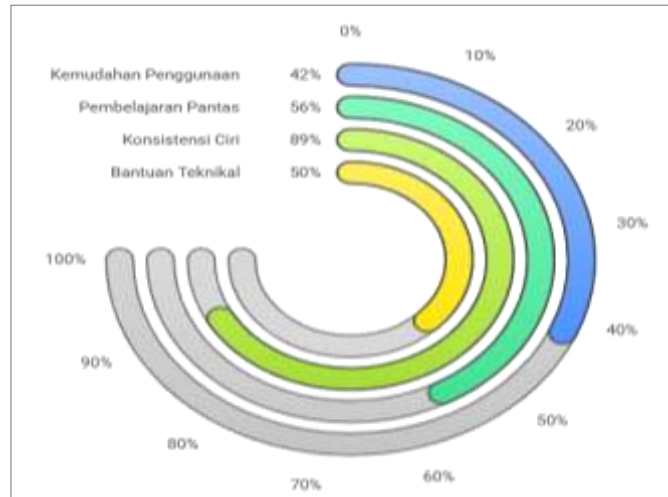


Rajah 1: Peratusan maklum balas positif tentang permainan pembelajaran

Secara keseluruhannya dapatan kuantitatif menunjukkan kesan positif terhadap inovasi permainan papan berintegrasi kod QR dan video AI. Responden menganggap inovasi ini sebagai satu kaedah pembelajaran yang menarik, menyeronokkan serta bermanfaat dalam meningkatkan pemahaman dan minat terhadap subjek perakaunan asas.

4.3 Kebolehgunaan Papan Permainan

Taburan jawapan responden menunjukkan kecenderungan yang positif sederhana dari segi kebolehgunaan. Ini digambarkan oleh purata skor bagi item kebolehgunaan ialah 3.8 menggambarkan tahap persetujuan yang agak tinggi di kalangan responden. Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa permainan papan dengan integrasi kod QR dan video AI adalah mesra pengguna dan boleh dipelajari dengan agak mudah tetapi pantuan awal disarankan bagi memastikan semua pengguna dapat memainkannya demi mencapai objektif yang dikehendaki. Peratusan maklum balas pengguna tentang kebolehgunaan papan permainan ditunjukkan dalam rajah 2.



Rajah 2: Peratusan maklum balas pengguna tentang kebolegunaan papan permainan

4.4 Dapatan Temubual (Kaedah Kualitatif)

Temubual dijalankan ke atas tiga orang pensyarah yang pernah menggunakan papan permainan ini di dalam kelas. Ternyata inovasi ini dapat meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep debit dan kredit melalui pengalaman pembelajaran secara aktif dan menggunakan pelbagai deria iaitu integrasi audio dan visual. Hasil temubual juga memberi petunjuk jelas bahawa gabungan permainan fizikal dengan video digital memastikan pelajar kekal berminat untuk terus belajar kerana lebih menyeronokkan berbanding kaedah tradisional. Tindakan mengocok kad, menggerakkan token di papan, atau mengimbas kod QR untuk mendapat petunjuk semuanya memberikan elemen kejutan dan rasa ingin tahu. Secara keseluruhan, responden melaporkan emosi positif seperti gembira, teruja dan puas hati sepanjang menggunakan permainan ini.

Bagi menentukan hasil inovasi yang baik sebagai alat bantu mengajar, responden mencadangkan agar kod QR dan video perlu diintegrasikan secara mudah diakses iaitu kod QR perlu dicetak dengan jelas dan pautan video berfungsi tanpa sebarang gangguan. Malah, video yang dihasilkan perlulah pendek, padat dan menarik iaitu kurang 5 minit per video. Kesimpulannya, objektif untuk menentukan ciri produk inovasi yang baik telah membuahkan beberapa kriteria jelas iaitu mesra pengguna, integrasi teknologi mantap, kandungan video berkualiti, sesuai dengan masa dan sumber serta mempunyai komponen penilaian. Inovasi permainan papan perakaunan dengan elemen kod QR dan video akan menjadi alat bantu mengajar yang berkesan sekiranya ciri-ciri yang dinyatakan diberi perhatian dalam reka bentuk dan pelaksanaannya.

5.0 Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa integrasi kod QR dan video AI dalam permainan papan pendidikan dapat memberi impak positif terhadap pengajaran dan pembelajaran Asas Perakaunan. Pendekatan ini bukan sahaja membantu pelajar memahami konsep dengan lebih baik, malah turut meningkatkan minat dan motivasi mereka. Walaupun terdapat cabaran seperti keperluan akses internet dan peranti, hasil kajian menunjukkan

potensi besar penggunaan teknologi dalam permainan pendidikan. Oleh itu, para pendidik dan pensyarah digalakkan untuk mempertimbangkan penggunaan pendekatan ini dalam bilik darjah sebagai salah satu strategi pembelajaran berkesan abad ke-21.

Rujukan

- Chen, Y.-F. (2024). Enhancing Accounting Education through gamification: A flow theory perspective. *Transylvanian Review*, 32(2).
<https://transylvanianreviewjournal.com/index.php/TR/article/view/1098>
- Chukwuani, V. N. (2024). Gamification in accounting education: Enhancing engagement and learning outcomes. *International Journal of Advanced Finance and Accounting*, 5(3), 1–10.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14549203>
- Gutiérrez-González, R., Royuela, A., & Zamarron, A. (2025). Student engagement in a flipped undergraduate medical classroom to measure optimal video-based lecture length. *Medical Education Online*, 30(1), 2479752.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10872981.2025.2479752>
- Huang, C., Li, Y., & Wang, J. (2022). Artificial intelligence in education: The application of AI-generated video for adaptive learning. *Interactive Learning Environments*, 30(8), 1421–1437.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855210>
- Kozanitis, A. & Nenciovici, L. (2023). Effect of active learning versus traditional lecturing on the learning achievement of college students in humanities and social sciences: A meta-analysis. *High Educ*, 1377–1394 <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00977-8>
- Li, M., Ma, S., & Shi, Y. (2023). Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 1, 1253549.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1253549>
- Maulani, S., Nuraisyah, N., Zarina, D., Velinda, I., & Aeni, A. N. (2022). Analisis penggunaan video sebagai media pembelajaran terpadu terhadap motivasi belajar siswa. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 2(1), 19–26. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.134>
- Minard, C. (2024). Use of QR codes to enhance learning in a graduate-level clinical course. *Journal of Formative Design in Learning*, 8, 63–70.
<https://doi.org/10.1007/s41686-024-00092-0>

- Morais, P., & Silva, A. (2023). The challenge of applying ancient board games to teach accounting in higher education: A case study. *Advances in Tourism, Technology and Systems*, 340, 303–311. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9960-4_26
- Navarrete, E., Nehring, A., Schanze, S., Ewerth, R., & Hoppe, A. (2023). A closer look into recent video-based learning research: A comprehensive review of video characteristics, tools, technologies, and learning effectiveness. *Arxiv*. <https://arxiv.org/abs/2301.13617>
- Netland, T., Von Dzengelevski, O., Tesch, K., & Kwasnitschka, D. (2025). Comparing human-made and AI-generated teaching videos: An experimental study on learning effects. *Computers & Education*, 224, 1051654. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105164>
- Nurul Safwanah Muhammad Saleh & Norizah Mahasan (2019). Kajian keberkesanan pembelajaran melalui permainan *act-fun game*: Satu kajian tindakan terhadap kursus Fundamentals of Accounting. *e-Proceedings of the National Technology Research in engineering Design and Social Science*
- Siti Zakiah, A.B. (2024). Keberkesanan pembelajaran gamifikasi dalam kursus perakaunan dengan prestasi akademik dan sikap pelajar. *International Journal of Humanities Technology and Civilization*, 9(1), 82-88. <https://doi.org/10.15282/ijhtc.v9i1.10110>
- Susanti, E., Suyanto, W., & Pramusinto, H. (2020). The use of QR code as a learning media to improve students' motivation in vocational education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1456(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012032>
- Syarifuddin, S., Takdir, T., Arsyad, M., & Mirna, M. (2021). Effectiveness of QR-code in learning during Covid-19 pandemic. *Proceedings of the 2nd Borobudur International Symposium on Humanities and Social Sciences, Indonesia*. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.18-11-2020.2311801>
- Yahya, S. F., & Othman, M. A. (2023). Penggunaan video dalam pengajaran dan pembelajaran Pendidikan Moral Tingkatan 2. *Muallim Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(4), 167–171. <https://doi.org/10.33306/mjssh/261>
- Zhang, Y., & Cheng, L. (2021). QR codes in education: A review of trends, applications, and issues. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7225–7244. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10594-3>

P53 – A STUDY ON THE EFFICIENCY OF ECO-FUSION CONCRETE THROUGH INFOGRAPHIC-DRIVEN COMMERCIALIZATION AND TECHNOLOGY TRANSFER

Ir. Ts. Tengku Suriati Tengku Yusoff
Politeknik Kota Bharu
suriati5226@gmail.com

Sr. Siti Zaleha Ibrahim
Politeknik Kota Bharu
szaleha@pkb.edu.my

Abstract

This study presents Eco-Fusion Concrete (EFC), a sustainable material formulated by integrating semi-crushed marine shells and recycled concrete waste as partial aggregate replacements. The research responds to the urgent global challenge of reducing the environmental footprint of conventional concrete production, which contributes significantly to carbon emissions and ecological imbalance. Supported by the 2025 Sustainable Innovation Commercialization Grant, the project employed an infographic-driven commercialization framework that combined project management visualization, Gantt chart planning, stakeholder engagement, laboratory validation and digital outreach. This integrated model enhanced transparency, reinforced institutional credibility and accelerated early market penetration. Laboratory results confirmed that EFC achieved satisfactory compressive strength for Grade 25 concrete, while product diversification demonstrated its applicability for paving blocks, ventilation units and decorative concrete elements. Market feasibility analysis and industry feedback revealed strong potential for commercial adoption, particularly within the context of government green procurement policies. Intellectual Property protection through MyIPO registration further strengthened confidence in its market readiness. The study highlights the dual contributions of EFC as both a material innovation and a replicable model for sustainable commercialization, advancing academic entrepreneurship, industry collaboration and alignment with Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: eco-fusion concrete, sustainable commercialization, technology transfer

1.0 Introduction

The construction industry is a cornerstone of global socio-economic development but also a leading contributor to environmental degradation through high levels of natural resource extraction and greenhouse gas emissions (Adesina, 2021; Koehnken, 2022). Conventional concrete production alone is responsible for nearly 8% of global CO₂ emissions, while unregulated sand mining disrupts ecosystems and accelerates climate-related risks. These challenges have compelled researchers to seek sustainable alternatives that align with circular economy principles (Roberts & Zhang, 2023; Patel & Kumar, 2023). Eco-Fusion Concrete (EFC) has been developed as an innovative response, incorporating semi-crushed marine shells and recycled concrete waste to simultaneously address landfill diversion and overexploitation of natural aggregates. Previous studies have demonstrated that partial replacement of natural aggregates with recycled waste or seashell

powder can yield comparable mechanical properties while reducing environmental impacts (Ahmed & Yousif, 2022; Mohammed, 2023; Sridevi, Kumar, & Ramesh, 2024). Despite promising laboratory findings, sustainable concrete innovations often face commercialization barriers due to weak industry-academia linkages, limited policy support and inadequate visibility (Rosman, Ismail, & Masrek, 2022; Lee & Wang, 2021). This paper evaluates EFC through an infographic-driven commercialization model that integrates project management, stakeholder collaboration, laboratory validation and digital outreach. The approach not only confirms the technical feasibility of EFC but also provides a structured pathway to market adoption, positioning the material as a replicable case study of sustainable innovation aligned with SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure) and SDG 11 (Sustainable Cities and Communities).

2.0 Background of Research

Conventional concrete exerts considerable environmental pressures, particularly through cement production and sand extraction (Adesina, 2021; Koehnken, 2022). EFC offers an alternative pathway by valorizing waste shells from the fisheries sector and recycled concrete waste from demolition, reducing the dependency on virgin aggregates while contributing to circular economy practices (Ahmed & Yousif, 2022). Nevertheless, sustainable material innovations frequently stagnate at the laboratory stage due to weak commercialization frameworks and insufficient support systems. This study situates EFC as part of the global sustainability discourse, emphasizing how infographic-enhanced project management tools can enhance communication, visibility and collaborative engagement among stakeholders, thereby bridging the gap between innovation and market readiness.

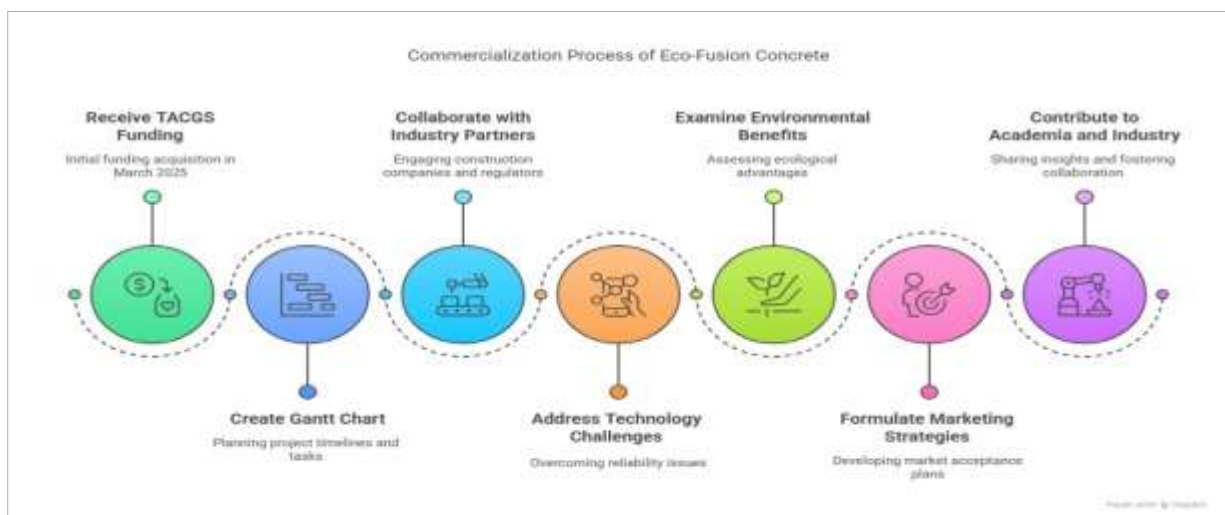


Figure 1: Commercialization process of Eco-Fusion concrete

3.0 Research Methodology

The research methodology was structured as a project-based framework integrating five interrelated components. Firstly, an infographic-enhanced Gantt chart was employed to visualize milestones, dependencies and responsibilities, improving project transparency and accountability (Evangelista, 2022). Secondly, a market feasibility analysis was conducted to assess demand, cost competitiveness and policy incentives, revealing strong alignment with government green procurement initiatives (Roberts & Zhang, 2023). Thirdly, stakeholder engagement was pursued through collaborations with industry partners, local authorities and academic participants, enabling resource sharing and capacity building (Williams & Davis, 2022). Fourthly, laboratory testing validated the compressive strength and workability of EFC, confirming that mixes with up to 10% shell powder substitution achieved satisfactory Grade 25 performance (Ahmed & Yousif, 2022). Finally, digital outreach strategies utilizing social media platforms enhanced public visibility and institutional credibility (Patel & Kumar, 2023). Together, these components provided a comprehensive roadmap for translating EFC from laboratory trials into market-ready applications.

Table 1: Implementation of the project

PROCESS	2025											
ITEM	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JULY	OGOS	SEPT	OCT	NOV	DIS
Receive allocation of TACGS Fund												
Project implementation												
-Paper Work												
Innovation this closer form												
-intellectual property												
Market analysis & business development												
Production												
marketing /sales												
collaboration												

The Gantt chart shows the implementation of the project interms of the commercialization process.

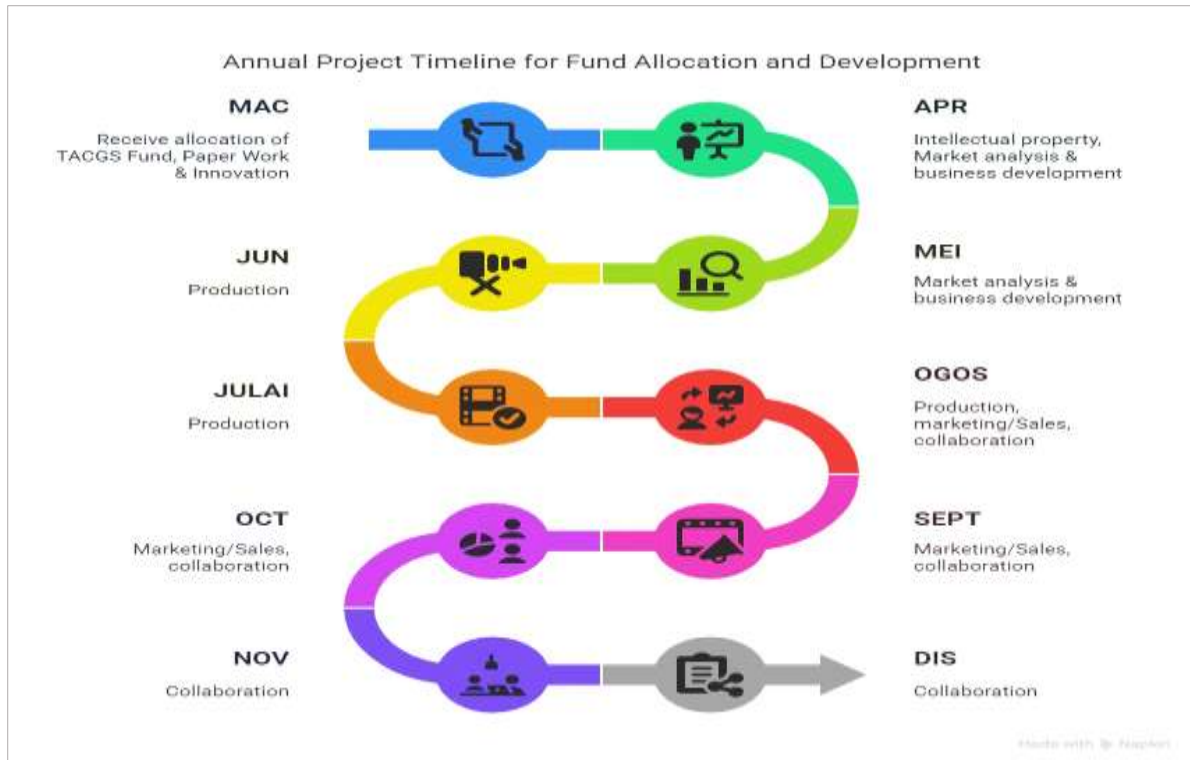


Figure 2: Infographic annual project timeline for fund allocation and development



Figure 3: The precast concrete products

The precast concrete products include ventilation blocks, flowerpots, decorative walls, fencing ornaments, V-shaped drains, U-shaped drains and culverts. Each product is designed to meet both functional and aesthetic demands, making it attractive for commercialization in local and regional markets.



Figure 4: Football-shaped decorative concrete product

An innovative example is the football-shaped decorative concrete product, manufactured using specialized moulds and finished with durable paint coatings. This product highlights the versatility of sustainable concrete in producing unique, marketable items with recreational and landscaping applications

4.0 Findings and Discussion

The findings demonstrate that EFC holds both technical validity and commercial promise. Laboratory tests showed that control mixes achieved 31.80 MPa compressive strength at 28 days, while 10% shell powder substitution yielded 28.95 MPa, exceeding the minimum requirement for Grade 25 concrete. These results validate the feasibility of utilizing marine shell waste and recycled concrete without compromising performance (Ahmed & Yousif, 2022). Market surveys indicated that contractors and developers were receptive to sustainable alternatives, especially for non-structural applications. These results support marketing claims of workability and compressive strength of concrete with Shell powder (Grade 25) refer table 1 summarised below:

Table 2: Workability and compressive strength of concrete with shell powder (Grade 25)

Mix Type	Slump (mm)	7-day Strength (MPa)	28-day Strength (MPa)
Control (0%)	65	21.12	31.80
5% Shell Powder	60	20.85	30.12
10% Shell Powder	55	19.78	28.95

Benchmarking further revealed that EFC production costs were competitive with conventional concrete when environmental incentives and government policies were considered (Roberts & Zhang, 2023). Stakeholder partnerships with industry and government facilitated raw material sourcing and distribution, while engagement with civil engineering students contributed to experiential learning and knowledge transfer (Williams & Davis, 2022). Digital branding through online platforms amplified market visibility and national recognition, further reinforcing the product's credibility (Patel & Kumar, 2023). Additionally, recognition through awards such as the Bronze Medal at IRISE 2025 and Best Presenter at ITEC 2025 underscored both the innovation's credibility and its readiness for scaling.

5.0 Conclusion

The commercialization of Eco-Fusion Concrete provides a replicable model of how sustainable materials can be translated from laboratory research into practical applications. The study highlights the dual benefits of addressing environmental concerns by reducing waste and reliance on virgin aggregates, while simultaneously enhancing institutional revenue generation and social impact. Intellectual Property registration with MyIPO reinforces legal recognition, while infographic-based project management proved instrumental in improving stakeholder engagement and project monitoring. Market feasibility analysis confirmed the economic competitiveness of EFC, and stakeholder collaborations validated its scalability and relevance. Digital outreach further ensured visibility and institutional credibility. Together, these elements establish EFC not only as a technical innovation but also as a model for academic entrepreneurship, knowledge transfer and sustainable commercialization aligned with national and global priorities.

References

- Adesina, A. (2021). Advances in sustainable concrete production and carbon reduction strategies. *Environmental Challenges*, 4(2), 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100064>
- Ahmed, K., & Yousif, K. M. (2022). Utilizing recycled waste and marine shells as aggregate replacement in eco-concrete. *Journal of Civil Engineering Frontiers*, 3(2), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.jcef.2022.03.005>
- Akbarimehr, D., Eslami, A., Nasiri, A., Rahai, M. & Karakouzian, M. (2024). Performance study of sustainable concrete containing recycled aggregates from non-selected construction and demolition waste. *Sustainability*, 16(7), 2601. <https://doi.org/10.3390/su16072601>
- Belmokaddem, M., & Ali, S. (2021). Mechanical behavior of concrete containing alternative aggregates: A review. *Construction and Building Materials*, 274, 121899. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.121899>

- Evangelista, A. (2022). The role of infographic tools in sustainable project management. *International Journal of Project Planning*, 12(3), 101–115. <https://doi.org/10.1080/ijpp.2022.101115>
- Gilliam, R. (2025). Fortera's climate-friendly cement innovation. *Time Magazine*. <https://time.com/7172596/ryan-gilliam/>
- Ismail, L., Abdel Razik, M., Ateya, E. S., & Said, A. (2024). Optimizing sustainable concrete mixes with recycled aggregate and Portland slag cement for reducing environmental impact. *Discover Materials*, 4, 68. <https://doi.org/10.1007/s43939-024-00136-z>
- Jamil, S., Idrees, M., Akbar, A. & Ahmed, W. (2025). Investigating the mechanical and durability properties of carbonated recycled aggregate concrete and its performance with SCMs. *Buildings*, 15(2), 201. <https://doi.org/10.3390/buildings15020201>
- Koehnken, L. (2022). Impacts of sand mining on rivers and ecosystems: A global perspective. *WWF Report*. <https://wwfint.org/reports/sand-mining-2022>
- Lee, J., & Wang, T. (2021). Entrepreneurial strategies for green construction products. *Journal of Sustainable Entrepreneurship*, 5(1), 33–49. <https://doi.org/10.1080/jse.2021.05.003>
- Mohammed, S. (2023). Eco-friendly concrete using seashell powder and recycled aggregates. *Materials Today: Proceedings*, 64(6), 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.009>
- Moore Concrete. (2025). *Commitment to cement-free concrete manufacturing*. <https://www.moore-concrete.com/>
- Patel, R., & Kumar, M. (2023). Strategic pathways for sustainable innovation commercialization. *Journal of Business Innovation Studies*, 6(3), 112–129. <https://doi.org/10.1080/jbis.2023.063112>
- Peiris, D., Gunasekara, C., Law, D.W., Patrisia, Y., Tam, V.W.Y. & Setunge, S. (2025). Impact of treatment methods on recycled concrete aggregate performance: a comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 14405–14438. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36497-y>
- Roberts, J., & Zhang, P. (2023). Commercial viability of sustainable concrete: Bridging laboratory research to market adoption. *Construction and Building Materials*, 347, 128607. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.128607>

- Rosman, M. Y., Ismail, R., & Masrek, M. N. (2022). Commercialization of academic research in Malaysian TVET institutions. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(6), 1782–1798. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v12-i6/13965>
- Smith, L., Tan, K. H., & Zhang, Y. (2021). Sustainable construction material innovations and techno-entrepreneurship. *Journal of Sustainable Construction*, 4(1), 33–48. <https://doi.org/10.1080/jsc.2021.004133>
- Sridevi, V., Kumar, A., & Ramesh, R. (2024). Eco-friendly concrete solutions with nanoparticles: A review. *Nanoient*, 7(2), 44–59. <https://doi.org/10.1080/nanoient.2024.007244>
- Williams, S., & Davis, J. (2022). Techno-entrepreneurship and innovation diffusion in civil engineering. *Journal of Technology Management*, 8(1), 44–59. <https://doi.org/10.1080/jtm.2022.008159>

P4 - INKUBATOR KEUSAHAWANAN DAN KEJAYAAN PERKOMERSIALAN INOVASI DI INSTITUSI TVET: TINJAUAN LITERATUR DALAM KONTEKS POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

Alizawati Mat Zim
Politeknik Port Dickson
alizawati@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Inkubator keusahawanan merupakan salah satu mekanisme strategik dalam memperkukuh ekosistem inovasi di institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), khususnya politeknik dan kolej komuniti. Kajian ini bertujuan meninjau secara sistematik peranan inkubator keusahawanan dalam mempercepat proses perkomersialan inovasi, mengenal pasti cabaran pelaksanaan, serta mengkaji model keberhasilan yang relevan dalam konteks Malaysia. Metodologi kajian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui analisis literatur terdahulu yang diperoleh daripada pangkalan data akademik seperti Scopus, Google Scholar, dan ResearchGate. Sebanyak 31 artikel yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025 telah dipilih berdasarkan kriteria kesesuaian tema, kredibiliti sumber, serta hubungan langsung dengan topik keusahawanan dan inovasi dalam TVET. Dapatan kajian menunjukkan bahawa inkubator keusahawanan di institusi TVET bukan sahaja menyediakan ruang dan kemudahan, tetapi turut menawarkan bimbingan perniagaan, akses kepada rangkaian industri, dan sokongan modal permulaan. Keberkesanan inkubator terbukti meningkatkan kadar kelangsungan perniagaan pelajar, mempercepat inovasi daripada makmal ke pasaran (*“lab to market”*), serta mengukuhkan hubungan industri-pendidikan. Namun, pelaksanaan menghadapi cabaran termasuk kekurangan kesedaran keusahawanan, keterbatasan sumber kewangan, dan jurang kerjasama strategik dengan pihak industri. Kajian ini mencadangkan pengukuhan model inkubator berasaskan teknologi dan kemitraan, selari dengan agenda Dasar Keusahawanan Nasional 2030. Implikasi kajian menegaskan keperluan pelaksanaan inkubator secara holistik di institusi TVET yang berpotensi memacu dasar pendidikan dan inovasi negara, di samping menyokong pihak berkepentingan seperti industri, pembuat dasar, dan komuniti dalam memperkukuh daya saing inovasi di peringkat tempatan dan global.

Kata Kunci: inkubator keusahawanan, komersialisasi inovasi, TVET.

1.0 Pengenalan

Pendidikan Teknik dan Latihan Vokasional (TVET) merupakan komponen strategik dalam sistem pendidikan yang menyumbang secara langsung kepada pembangunan modal insan berkemahiran tinggi dan berdaya saing di pasaran global. Menurut UNESCO-UNEVOC (2012), TVET bukan sahaja berperanan dalam melahirkan tenaga kerja yang kompeten dari segi teknikal, malah turut memupuk kemahiran keusahawanan sebagai pemangkin pertumbuhan ekonomi dan inovasi. Penerapan elemen keusahawanan dalam TVET penting untuk membolehkan graduan mencipta

peluang pekerjaan sendiri selain menjadi penyumbang kepada ekonomi negara (Lenny Martini, 2024).

Di Malaysia, politeknik dan kolej komuniti telah diiktiraf sebagai institusi teras TVET yang memainkan peranan utama dalam membangunkan ekosistem keusahawanan. Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) melalui *Centre for Entrepreneur Development and Graduate Employability* (CEDev) telah melaksanakan pelbagai inisiatif seperti penubuhan Inkubator Keusahawanan PolyCC untuk menyediakan platform pembangunan perniagaan kepada pelajar dan komuniti setempat (*Google Sites*, JPPKK, n.d.). Inkubator ini menyediakan kemudahan seperti ruang pejabat, bimbingan perniagaan, akses kepada pembiayaan dan rangkaian industri bagi menyokong proses perkomersialan inovasi yang dihasilkan oleh pelajar serta usahawan muda.

Inisiatif ini selaras dengan agenda Dasar Keusahawanan Nasional 2030 yang menekankan keperluan membangunkan ekosistem keusahawanan inklusif berasaskan inovasi dan teknologi. Justeru, pengoperasian inkubator di institusi TVET dilihat sebagai strategi penting untuk menghubungkan hasil penyelidikan dan inovasi dengan pasaran sebenar, sekaligus memperkukuh daya saing ekonomi negara di peringkat serantau dan global (Rukmana *et al.*, 2025; UTM News, 2022).

Walaupun bagaimanapun, meskipun terdapat pelbagai inisiatif dan sokongan dasar, kajian terdahulu lebih banyak menekankan aspek keusahawanan dalam konteks universiti berbanding politeknik dan kolej komuniti. Penyelidikan berkaitan keberkesanan inkubator di institusi TVET masih terhad, khususnya dalam menilai sejauh mana inkubator ini benar-benar berfungsi sebagai pemangkin perkomersialan inovasi pelajar. Jurang penyelidikan ini menunjukkan keperluan untuk meneliti secara lebih sistematik peranan inkubator TVET, cabaran pelaksanaannya serta model keberhasilan yang dapat menyokong agenda keusahawanan nasional. Justeru, kajian ini dilaksanakan bagi mengisi kekosongan literatur tersebut dan menawarkan kerangka konseptual yang lebih holistik untuk pembangunan inkubator di Malaysia.

Walaupun pelbagai inisiatif telah dilaksanakan untuk memperkenalkan inkubator keusahawanan di institusi TVET seperti Program Inkubator Keusahawanan PolyCC oleh Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) dan TVETPRENEUR di Institut Kemahiran Belia Negara (IKBN) Jitra, tahap keberkesanan serta impak sebenar program-program ini terhadap perkomersialan inovasi masih belum dinilai secara sistematik (*Google Sites*, JPPKK, n.d.; Jabatan Belia dan Sukan, 2024). Walaupun laporan dalaman menunjukkan peningkatan penyertaan pelajar dan penubuhan syarikat pemula (*start-up*), bukti empirikal yang mengukur pencapaian dari segi penjana pendapatan, kelangsungan perniagaan, dan sumbangan kepada ekonomi tempatan masih terhad (Daud & Nordin, 2023).

Tambahan pula, kajian literatur menunjukkan wujud jurang antara hasil inovasi yang dihasilkan di makmal atau bengkel TVET dengan kemampuan membawa produk tersebut ke pasaran (*lab to market*), disebabkan oleh kekangan sumber kewangan, jaringan industri yang terhad, dan tahap kesediaan keusahawanan pelajar yang rendah (Rukmana *et al.*,

2025; Gamede, 2019). Keadaan ini membataskan potensi sebenar inkubator untuk menjadi pemacu utama dalam ekosistem inovasi TVET di Malaysia. Oleh itu, kajian yang meninjau literatur secara menyeluruh diperlukan bagi mengenal pasti peranan sebenar inkubator keusahawanan, menilai model pelaksanaan terbaik, serta merumuskan strategi yang boleh memperkukuh keberkesanan perkomersialan inovasi di politeknik dan kolej komuniti.

Objektif kajian ini adalah untuk menyemak literatur sedia ada berkaitan konsep inkubator keusahawanan dalam institusi TVET, khususnya di politeknik dan kolej komuniti, bagi memahami latar belakang serta perkembangan inisiatif ini di Malaysia dan peringkat antarabangsa; menganalisis peranan inkubator dalam mendorong proses perkomersialan inovasi termasuk aspek sokongan fasiliti, bimbingan perniagaan, pembiayaan dan jaringan industri; serta menilai model-model inkubator yang terbukti berjaya di peringkat global bagi mengenal pasti potensi adaptasi yang sesuai dalam konteks institusi TVET di Malaysia.

Bagi mencapai objektif tersebut, kajian ini memfokuskan kepada beberapa persoalan utama iaitu apakah definisi, ciri utama dan fungsi inkubator keusahawanan dalam konteks institusi TVET khususnya di politeknik dan kolej komuniti; bagaimanakah inkubator berperanan dalam menyokong serta mempercepat proses perkomersialan inovasi yang dihasilkan oleh pelajar dan komuniti TVET; serta model inkubator manakah yang telah terbukti efektif di peringkat antarabangsa dan sejauh manakah kesesuaian model tersebut untuk diaplikasikan dalam konteks Malaysia.

2.0 Latar Belakang Kajian

Integrasi pendidikan keusahawanan dalam sistem Pendidikan Teknik dan Latihan Vokasional (TVET) telah diiktiraf sebagai strategi penting untuk memperkukuh kebolehan pelajar, bukan sahaja dari segi kemahiran teknikal, tetapi juga dari segi modal kognitif, kreatif dan inovatif (Lenny Martini, 2024; UNESCO-UNEVOC, 2020). Pendidikan keusahawanan dalam TVET mendorong pembelajaran berasaskan projek (*project-based learning*) yang menghubungkan teori dengan amalan, sekali gus meningkatkan keupayaan pelajar untuk mengenal pasti peluang pasaran, mencipta nilai baharu, dan menyesuaikan diri dengan perubahan industri (*World of TVET*, 2020). Menurut Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (2022), lebih 90% graduan TVET berjaya memperoleh pekerjaan dalam tempoh enam bulan selepas tamat pengajian, namun hanya 15% daripadanya menceburi bidang keusahawanan secara langsung. Statistik ini memperlihatkan kepentingan pengukuhan pendidikan keusahawanan dalam TVET untuk melahirkan graduan yang bukan sahaja bersedia memasuki pasaran kerja, tetapi juga mampu menjadi pencipta pekerjaan baharu. Pendekatan ini sejajar dengan agenda pembangunan mampan dan strategi ekonomi berasaskan pengetahuan yang menekankan inovasi sebagai pendorong utama pertumbuhan (UNESCO, 2020).

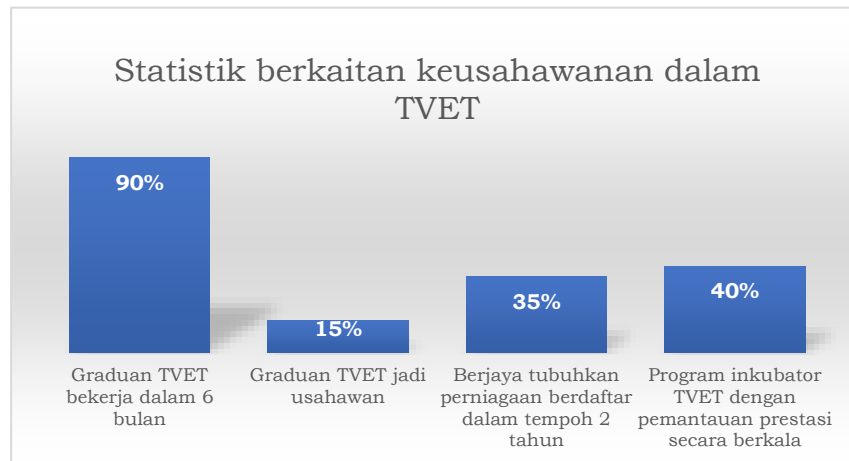
Inkubator keusahawanan di institusi TVET berfungsi sebagai pusat sokongan yang menyediakan kemudahan seperti bimbingan intensif, akses modal permulaan, ruang operasi dan jaringan industri, semua elemen yang penting dalam mempercepatkan proses perkomersialan inovasi (*Google Sites*,

JPPKK, n.d.; UNESCO-UNEVOC, 2013). Laporan JPPKK (2023) menunjukkan bahawa lebih daripada 1200 pelajar dan alumni politeknik serta kolej komuniti telah menyertai program inkubasi sejak 2019 dengan 35% daripadanya berjaya menubuhkan perniagaan berdaftar dalam tempoh dua tahun. Di peringkat global, model inkubator teknologi seperti Technology Business Incubators (TBIs) di Amerika Syarikat, Afrika, dan Asia telah menunjukkan impak signifikan terhadap pertumbuhan inovasi dan penciptaan syarikat pemula berteknologi tinggi (Yuan *et al.*, 2021; GIZ, 2022; CPSC, 2021). Kejayaan model-model ini banyak bergantung kepada integrasi sokongan teknikal, pembiayaan dan penglibatan aktif pihak industri.

Kajian oleh Rukmana *et al.* (2025) di Indonesia mencadangkan model inkubator berasaskan teknologi dan kemitraan yang bersifat holistik, menggabungkan aspek bimbingan keusahawanan, pembangunan produk, pembinaan jaringan pasaran dan akses kepada modal risiko (*venture capital*). Model ini dilihat sesuai untuk diadaptasi oleh institusi TVET di Malaysia kerana keserupaan ekosistem pendidikan dan struktur ekonomi serantau (Universitas Pendidikan Indonesia, 2025). Laporan *World Bank* (2021) turut menegaskan bahawa ekosistem inovasi di Asia Tenggara menunjukkan kadar pertumbuhan tahunan syarikat pemula sebanyak 16%, namun tahap penyertaan pelajar TVET masih rendah berbanding graduan universiti. Pendekatan sebegini berpotensi untuk mengurangkan jurang antara inovasi yang dihasilkan oleh pelajar dengan kehendak pasaran.

Walaupun inkubator TVET mempunyai potensi besar, pelaksanaannya berdepan pelbagai cabaran. Antara isu utama ialah tahap pemahaman keusahawanan yang rendah dalam kalangan pelajar dan pendidik, kekangan sumber kewangan, kekurangan kepakaran dalam menguruskan inkubator serta kelompongan hubungan antara institusi pendidikan dan pihak industri (Gamede, 2019; Daud & Nordin, 2023). Kajian UKM (2023) mendapati bahawa hanya 40% program inkubator di politeknik yang mempunyai mekanisme pemantauan prestasi secara berkala, menyebabkan banyak projek pelajar gagal dikomersialkan secara mampan. Data ini menunjukkan perlunya strategi pengukuhan menyeluruh yang melibatkan dasar, sumber kewangan, dan jaringan industri agar inkubator TVET benar-benar berfungsi sebagai enjin pengkomersialan inovasi di Malaysia.

Berikut adalah ringkasan data dari latar belakang kajian yang telah dijalankan:



Rajah 1: Statistik berkaitan keusahawanan dalam TVET

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif dengan tumpuan kepada analisis literatur dan pemerhatian konteks bagi memahami fenomena inkubator keusahawanan dalam institusi TVET. Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan isu dihuraikan secara mendalam berdasarkan data sekunder, seterusnya membina gambaran menyeluruh tentang subjek kajian (Sandelowski, 2000). Kaedah ini juga sesuai untuk kajian literatur sistematik yang bertujuan meneliti pola, tema, serta hubungan antara konsep yang lazim dalam penyelidikan pendidikan dan pembangunan keusahawanan (Creswell & Poth, 2018).

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui kajian literatur digital yang melibatkan artikel jurnal akademik, prosiding persidangan, buku ilmiah dan laporan penyelidikan. Pencarian dijalankan di pangkalan data berikut:

- a) *Google Scholar*
- b) *Scopus*
- c) *ResearchGate*
- d) *ERIC (Education Resources Information Center)*
- e) *ProQuest Dissertations & Theses*

Kata kunci utama yang digunakan ialah: *TVET entrepreneurship*, *entrepreneurship incubator in vocational education*, *polytechnic business incubator Malaysia*, dan *innovation commercialization TVET*. Tempoh pencarian dihadkan antara 2015–2025 untuk memastikan data relevan dan terkini. Secara keseluruhan, sebanyak 134 artikel ditemui. Setelah proses penapisan mengikut kriteria:

- a) Relevan dengan tema kajian (inkubator keusahawanan, TVET, perkomersialan inovasi);
- b) Disemak rakan sebidang (*peer-reviewed*);
- c) Teks penuh boleh diakses, maka 31 artikel telah dipilih untuk dianalisis secara mendalam.

Sumber tambahan diperoleh daripada dokumen rasmi kerajaan, laporan institusi pendidikan, dan laman web rasmi politeknik serta kolej komuniti bagi mendapatkan maklumat kontekstual tentang pelaksanaan inkubator

3.3 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan analisis kandungan deskriptif (*descriptive content analysis*) di mana bahan literatur dikodkan mengikut tema utama:

- a) Definisi dan konsep inkubator keusahawanan
- b) Fungsi dan peranan dalam TVET
- c) Cabaran pelaksanaan
- d) Model-model inkubator yang relevan
- e) Bentuk sokongan industri terhadap perkomersialan inovasi

Analisis perbandingan digunakan untuk mengenal pasti persamaan dan perbezaan antara model global dan konteks Malaysia. Dapatan dipersembahkan dalam bentuk jadual ringkasan dan perbincangan naratif bagi menonjolkan kekuatan, kelemahan, dan peluang peningkatan pelaksanaan inkubator (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Bagi menjamin kesahan dan kebolehpercayaan dapatan, penapisan literatur dilakukan menggunakan kriteria berikut:

- a) Relevan: hanya kajian yang berkaitan dengan inkubator keusahawanan, TVET, dan perkomersialan inovasi dimasukkan.
- b) Disemak semula rakan sebidang (*peer-reviewed*): hanya sumber akademik berkualiti yang melalui proses penilaian akademik dipilih.
- c) Triangulasi data: data dibandingkan antara pelbagai sumber akademik, dokumen rasmi kerajaan, dan laporan institusi untuk mengurangkan bias (Patton, 2015).

4.0 Dapatan dan Perbincangan

Berdasarkan kepada rajah di atas terdapat beberapa hasil dapatan yang telah diperbincangkan. Inkubator keusahawanan dalam konteks TVET didefinisikan sebagai fasiliti atau program yang menyokong pembangunan perniagaan baharu dan mempercepatkan komersialisasi idea inovatif pelajar, graduan dan komuniti setempat. Ia menyediakan ruang latihan perniagaan nyata, bimbingan pakar, akses pembiayaan permulaan serta jaringan industri (CEDev, 2023; CraftNest, 2022). Fungsi utama inkubator adalah mengurangkan halangan permulaan seperti kekurangan modal, pengetahuan pasaran dan hubungan industri (Bøllingtoft & Uihøi, 2005).

Di Malaysia, politeknik dan kolej komuniti memanfaatkan inkubator sebagai pemangkin pembelajaran berasaskan pengalaman yang membolehkan pelajar mengaplikasikan kemahiran teknikal dalam konteks perniagaan sebenar (*Ministry of Higher Education Malaysia*, 2021). Pada masa yang sama, UNESCO-UNEVOC (2020) menekankan bahawa inkubator TVET berperanan sebagai jambatan antara pendidikan dan industri, sekali gus menyuburkan budaya inovasi.

Analisis kritikal: walaupun terdapat persetujuan umum bahawa inkubator menyediakan ekosistem menyeluruh (Yuan, Zhang, & Zhao, 2021), sebahagian kajian terdahulu cenderung menekankan aspek fizikal seperti ruang dan fasiliti, manakala elemen keberkesanan bimbingan keusahawanan serta akses pasaran kurang ditekankan. Jurang ini penting kerana tanpa jaringan industri yang mantap, potensi inkubator untuk menghasilkan usahawan mampan akan terhad.

Inkubator dilihat sebagai medium penting dalam transformasi *Lab to Market* dengan menyediakan kombinasi sokongan teknikal, strategi pemasaran dan akses pembiayaan (Phan, Siegel, & Wright, 2005; Hackett & Dilts, 2004). Contohnya, UTM ICCubeX telah menunjukkan bagaimana inkubator universiti boleh mendorong penciptaan syarikat hiliran (*spin-off*

companies) serta menjana pendapatan sehingga RM1 juta (Universiti Teknologi Malaysia [UTM], 2023).

Dalam konteks TVET, kelebihan utama adalah inovasi yang dihasilkan biasanya praktikal dan menyelesaikan masalah industri, meningkatkan kebarangkalian kejayaan pasaran (UNESCO-UNEVOC, 2020). Yuan *et al.* (2021) turut menegaskan bahawa akses kepada pasaran dan pelabur merupakan faktor kritikal yang membezakan inkubator berjaya dengan yang gagal.

Analisis kritikal: kajian global banyak menekankan kejayaan universiti penyelidikan (*research universities*) dalam pengkomersialan produk berteknologi tinggi. Namun, konteks TVET yang lebih berorientasikan amalan menunjukkan jurang ketara: masih kurang kajian empirikal yang menilai impak pengkomersialan inovasi TVET secara kuantitatif, misalnya bilangan produk yang benar-benar memasuki pasaran atau jumlah pelajar yang berjaya menubuhkan syarikat selepas program inkubator. Hal ini menunjukkan keperluan kajian lanjut di Malaysia untuk menilai keberkesanan inkubator TVET secara lebih objektif.

Pemilihan model inkubator dalam TVET perlu mengambil kira konteks tempatan seperti tahap kematangan industri dan sumber kewangan. Model TVETPRENEUR di IKBN Jitra menekankan latihan projek sebenar yang menghubungkan pelatih dengan agensi kerajaan serta rakan industri (Kementerian Belia dan Sukan Malaysia, 2022). Sementara itu, model teknologi-kemitraan di Indonesia menampilkan integrasi teknologi digital dan kolaborasi strategik (Rukmana, Purnomo, & Suyanto, 2025).

Analisis kritikal: model TVETPRENEUR mempunyai kekuatan dari aspek pembangunan kemahiran praktikal tetapi berpotensi lemah dari sudut penetrasi pasaran global. Sebaliknya, model teknologi kemitraan menonjol dengan integrasi digital dan rangkaian antarabangsa, namun mungkin tidak sesuai sepenuhnya dengan kekangan sumber di Malaysia. Jurang kajian yang dikenal pasti ialah ketiadaan model hibrid tempatan yang menggabungkan kekuatan kedua-dua pendekatan, iaitu keusahawanan praktikal berasaskan projek dengan integrasi teknologi digital.

Oleh itu, kajian ini menyumbang input baharu dengan mencadangkan keperluan membangunkan model inkubator hibrid TVET Malaysia yang lebih kontekstual dan berdaya saing di peringkat serantau.

5.0 Kesimpulan

Kajian literatur ini menegaskan bahawa pendidikan keusahawanan dan pelaksanaan inkubator di institusi TVET, khususnya politeknik dan kolej komuniti, merupakan komponen penting dalam memacu perkomersialan inovasi. Inkubator berperanan sebagai pemangkin yang menyediakan bimbingan, akses kepada sumber kewangan, kemudahan teknikal, serta membina ekosistem keusahawanan yang inklusif (Hackett & Dilts, 2004; UNESCO-UNEVOC, 2020).

Model kontekstual seperti teknologi kemitraan yang digabungkan dengan pendekatan *Lab to Market* berpotensi meningkatkan kebolehpasaran inovasi pelajar, sekali gus memperkukuh hubungan antara institusi pendidikan, industri dan agensi kerajaan (Phan, Siegel, & Wright, 2005;

Rukmana, Purnomo, & Suyanto, 2025). Namun, cabaran utama pelaksanaan inkubator termasuklah penyediaan kurikulum keusahawanan yang relevan, pembangunan kompetensi pendidik dalam bidang keusahawanan dan penyediaan fasiliti yang menyeluruh (Gamede, 2019; Daud & Nordin, 2023).

Selain itu, keberkesanan inkubator turut memberi impak yang luas kepada pelbagai pihak berkepentingan. Bagi pelajar, ia meningkatkan kemahiran keusahawanan, inovasi, serta kebolehpasaran dalam pasaran kerja. Industri mendapat manfaat melalui akses kepada bakat baharu, idea inovatif dan potensi kolaborasi strategik. Sementara itu, komuniti setempat beroleh peluang ekonomi baharu melalui penciptaan pekerjaan, penghasilan produk tempatan serta pengukuhan ekosistem sosioekonomi.

Berdasarkan dapatan ini, kajian lanjut yang bersifat empirikal di institusi TVET Malaysia perlu dijalankan bagi menilai prestasi sebenar inkubator, termasuk impak terhadap penjana pendapatan, pengeluaran produk baharu, penciptaan peluang pekerjaan, serta sumbangan kepada industri dan komuniti. Penilaian tersebut akan memberikan asas kukuh untuk memperbaiki reka bentuk model inkubator yang lebih berkesan, lestari, dan sejajar dengan agenda pembangunan ekonomi negara.

Rujukan

- Bøllingtoft, A., & Ulhøi, J. P. (2005). The networked business incubator—leveraging entrepreneurial agency? *Journal of Business Venturing*, 20(2), 265–290. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.005>
- CEDev. (2023). Centre for Entrepreneur Development and Graduate Employability Report. Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti.
- Colombo Plan Staff College. (2021). *Best practices in TVET incubators in Asia-Pacific*.
- CraftNest. (2022). Business incubation for polytechnic students: A practical guide. Kuala Lumpur: CraftNest Publication.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). Sage.
- Daud, S., & Nordin, N. (2023). Entrepreneurship education in Malaysian TVET institutions: Issues and challenges. *Journal of Technical Education and Training*, 15(2), 55–69.
- Gamede, B. T. (2019). Challenges facing entrepreneurial incubators in vocational education institutions. *African Journal of Vocational Studies*, 7(1), 44–58.
- GIZ. (2022). Fostering entrepreneurship and innovation through technology business incubators in Africa. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

- Google Sites, JPPKK. (n.d.). Inkubator Keusahawanan PolyCC.
<https://sites.google.com/polipd.edu.my/cede>
- Hackett, S. M., & Dilts, D. M. (2004). A systematic review of business incubation research. *Journal of Technology Transfer*, 29(1), 55–82.
<https://doi.org/10.1023/B:JOTT.0000011181.11952.0f>
- Jabatan Belia dan Sukan. (2024). Laporan Tahunan Program TVETPRENEUR.
- Kementerian Belia dan Sukan Malaysia. (2022). Manual Program Inkubator TVETPRENEUR.
- Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia. (2022). *Dasar Pendidikan TVET Negara 2022–2030*.
- Lenny Martini. (2024). TVET and entrepreneurship: A Southeast Asian perspective. *International Journal of Technical and Vocational Education*, 6(1), 1–15.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage.
- Ministry of Higher Education Malaysia. (2021). Graduate employability in TVET institutions.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). Sage.
- Phan, P. H., Siegel, D. S., & Wright, M. (2005). Science parks and incubators: Observations, synthesis and future research. *Journal of Business Venturing*, 20(2), 165–182.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.001>
- Rukmana, H. D., Purnomo, A., & Suyanto, M. (2025). Technology-partnership incubation model for vocational education. *Journal of Entrepreneurship and Education in Asia*, 10(1), 22–39.
- Sandelowski, M. (2000). Whatever happened to qualitative description? *Research in Nursing & Health*, 23(4), 334–340.
[https://doi.org/10.1002/1098-240X\(200008\)23:4<334::AID-NUR9>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-240X(200008)23:4<334::AID-NUR9>3.0.CO;2-G)
- UNESCO. (2020). UNESCO strategy for TVET (2020–2025): *Innovation, equity and lifelong learning*. - **outdated**
- UNESCO-UNEVOC. (2012). What is TVET?. Bonn: UNESCO-UNEVOC International Centre.

UNESCO-UNEVOC. (2013). Entrepreneurship education in TVET: Best practices.

UNESCO-UNEVOC. (2020). Fostering entrepreneurial skills in TVET institutions.

Universitas Pendidikan Indonesia. (2025). *Laporan penyelidikan inkubator teknologi dan kemitraan*. UPI Press.

Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). (2023). *Kajian penilaian program inkubator politeknik*. UKM Press.

Universiti Teknologi Malaysia (UTM). (2023). *UTM ICCubeX annual report 2023*. UTM Press.

UTM News. (2022). *UTM strengthens innovation through incubation*. <https://news.utm.my>

World Bank. (2021). *Southeast Asia's innovation ecosystems: Harnessing entrepreneurship for growth*.

World of TVET. (2020). Project-based learning in TVET and entrepreneurship. World of TVET Publications.

Yuan, C., Zhang, Y., & Zhao, L. (2021). Technology business incubators and entrepreneurial performance: Evidence from Asia. *Journal of Asian Entrepreneurship*, 12(3), 199–217.

P15 - PEMANGKINAN PERKOMERSIALAN INOVASI PENDIDIKAN DAN LATIHAN TEKNIKAL DAN VOKASIONAL (TVET) MALAYSIA: KERANGKA DIGITAL QUADRUPLE HELIX DAN CABARAN IMPAK

Ong Seng Keong
Politeknik Port Dickson
sengkeong@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia memainkan peranan strategik dalam menjana inovasi yang berpotensi memacu pertumbuhan sosioekonomi negara. Namun, sebahagian besar inovasi yang dihasilkan oleh pelajar dan pensyarah gagal mencapai tahap pengkomersialan yang mampan, sekali gus terperangkap dalam fenomena *Lembah Kematian* (*Valley of Death*). Kajian konseptual ini bertujuan meneliti peranan platform digital sebagai pemangkin strategik bagi mengatasi halangan perkomersialan inovasi TVET melalui pendekatan *Digital Quadruple Helix* (DQH). Kaedah kajian melibatkan analisis literatur yang komprehensif merangkumi jurnal akademik, dasar kerajaan, laporan industri dan kajian kes tempatan. Hasil analisis mengenal pasti lima cabaran utama iaitu kekangan pembiayaan, keterbatasan jaringan industri, perlindungan harta intelek yang lemah, kekurangan kemahiran keusahawanan dan ketiadaan mekanisme digital yang efektif. Kajian ini mencadangkan sebuah kerangka konseptual DQH yang mengintegrasikan empat pemegang taruh utama akademik, industri, kerajaan, dan masyarakat melalui platform digital sebagai medium penghubung untuk mempercepat pemindahan teknologi, memperluas akses pasaran dan meningkatkan daya tahan ekosistem inovasi TVET. Secara teoritikal, kajian ini memperkaya peralihan model daripada *Triple Helix* kepada *Quadruple Helix* dengan menekankan transformasi digital; secara praktikal, ia menawarkan peta jalan strategik bagi mengurangkan jurang *Valley of Death* dan mempertingkatkan kadar kejayaan perkomersialan inovasi TVET di Malaysia.

Kata Kunci: perkomersialan inovasi, digital *quadruple Helix*, pemindahan teknologi

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) kekal sebagai pemangkin utama dalam pembentukan modal insan berkemahiran tinggi di Malaysia. Ia menyokong aspirasi negara dalam memperkukuh daya saing global pada masa yang semakin mencabar (EPU, 2021–2025). Melalui sistem TVET generasi belia Malaysia diperkasa dengan kompetensi praktikal dan teknikal yang relevan, menjadikannya aset dalam pasaran pekerjaan awam dan swasta (Lucubrate Magazine, 2024).

Meski begitu, pelbagai kajian akademik dan penilaian dasar merumuskan bahawa perkomersialan inovasi TVET masih dihadkan oleh beberapa cabaran struktural. Antaranya ialah sistem pentadbiran yang terpecah. TVET kini dikendalikan oleh pelbagai kementerian yang

menyukarkan koordinasi, inovasi serta penyelarasan dasar (*Penang Institute*, 2023; ISEAS, 2025). Tambahan pula, kekangan kualiti pengajaran dan kekurangan kerjasama aktif dengan pihak industri menyumbang kepada inovasi yang tidak berkembang atau gagal mencapai pasaran (TVET@Asia, 2022; Lucubrate Magazine, 2024).

Isu persepsi masyarakat terhadap TVET sebagai laluan pendidikan *kelas dua* masih kekal kuat, menambah cabaran dalam menarik bakat dan sokongan masyarakat umum (Lucubrate Magazine, 2024; *Penang Institute*, 2023). Sementara itu, inovasi yang dihasilkan oleh institusi penyelidikan dan TVET kurang berjaya dikomersialkan disebabkan jurang antara akademik dan industri serta kelemahan dalam pengurusan IP (*Innovation in Malaysia*, 2025).

Baru-baru ini, strategi penambahbaikan telah mula diterapkan. Antara yang utama ialah inisiatif digitalisasi dalam TVET contohnya melalui pembangunan kemudahan makmal digital, kolaborasi dengan sektor korporat dan latihan digital untuk pendidik (Yayasan TM, 2024; TM One & KPM, 2024). Justeru, transformasi digital muncul sebagai peluang dan pemangkin untuk menyerap permintaan pasaran dengan lebih efektif serta menyokong inovasi dan pemindahan teknologi secara bersepadu.

1.1 Penyataan Masalah

Walaupun institusi TVET di Malaysia berperanan penting dalam menghasilkan inovasi melalui penyelidikan terapan, projek pelajar dan kolaborasi dengan industri majoriti hasil inovasi tersebut gagal mencapai tahap komersialisasi yang mampan. Hal ini berpunca daripada beberapa faktor kritikal, termasuk kekangan pembiayaan untuk peringkat pra-pengkomersialan, keterbatasan rangkaian kerjasama dengan industri yang relevan dan kelemahan dalam perlindungan serta pengurusan harta intelek (Markham, 2002; Ismail *et al.*, 2021).

Selain itu, ketiadaan mekanisme pepadanan berasaskan teknologi digital yang sistematik menyebabkan jurang antara penawaran inovasi dengan permintaan pasaran semakin melebar. Produk inovasi sering hanya dipamerkan dalam pertandingan atau ekspo, tanpa strategi penembusan pasaran yang berkesan (Hudson & Khazragui, 2013). Fenomena ini dikenali sebagai *Valley of Death* iaitu satu fasa kritikal dalam kitaran inovasi di mana potensi komersial gagal direalisasikan akibat kurangnya sokongan kewangan, jaringan kolaboratif, dan ekosistem pemindahan teknologi yang matang (Branscomb & Auerswald, 2002).

Kegagalan mengatasi fenomena ini mengakibatkan inovasi TVET berisiko terhenti di peringkat prototaip atau ujian konsep, seterusnya melemahkan sumbangan sektor TVET terhadap agenda pembangunan ekonomi negara yang berteraskan pengetahuan dan inovasi (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2022).

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan bagi mencapai beberapa objektif utama yang berkaitan dengan isu perkomersialan inovasi dalam ekosistem Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia. Objektif kajian adalah seperti berikut:

- a) Mengenal pasti cabaran kritikal yang menghalang perkomersialan inovasi TVET di Malaysia termasuk aspek pembiayaan, jaringan kerjasama industri, perlindungan harta intelek serta keberkesanan mekanisme sokongan digital;
- b) Menganalisis peranan platform digital dalam memperkukuh ekosistem inovasi TVET khususnya dalam konteks pepadanan penawaran dan permintaan, pemindahan teknologi dan pembinaan jaringan strategik antara pihak berkepentingan;
- c) Membangunkan satu kerangka konseptual berasaskan model *Digital Quadruple Helix* yang dapat berfungsi sebagai pemangkin utama dalam mengatasi fenomena *Valley of Death* dan mempercepatkan proses pengkomersialan inovasi TVET di Malaysia.

1.3 Persoalan Kajian

Bagi merealisasikan objektif di atas, kajian ini memfokuskan kepada tiga persoalan utama yang menjadi asas kepada pembangunan kerangka konseptual yang dicadangkan:

- a) Apakah cabaran utama yang menyumbang kepada kegagalan inovasi TVET menembusi pasaran?
- b) Bagaimanakah platform digital dapat berfungsi sebagai mekanisme strategik untuk mengatasi cabaran perkomersialan inovasi TVET?
- c) Apakah bentuk kerangka konseptual yang paling sesuai untuk memperkukuh ekosistem inovasi TVET di Malaysia dengan melibatkan akademik, industri, kerajaan dan masyarakat?

2.0 Kajian Literatur

2.1 Evolusi Model Heliks dalam Ekosistem Inovasi

Model *Triple Helix* yang diperkenalkan oleh Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) telah menjadi asas kepada kerangka kolaborasi inovasi moden. Model ini menggariskan interaksi sinergistik antara tiga aktor utama iaitu universiti, industri dan kerajaan dalam membangunkan ekosistem inovasi yang menyokong penyelidikan, pemindahan teknologi dan pertumbuhan ekonomi. *Triple Helix* memberikan penekanan kepada peranan universiti bukan sekadar sebagai institusi pendidikan tetapi juga sebagai agen pembangunan ekonomi melalui penciptaan pengetahuan dan pengkomersialan hasil penyelidikan. Seiring perkembangan zaman, Carayannis dan Campbell (2009) memperkenalkan ***Quadruple Helix***, yang menambahkan elemen keempat iaitu Masyarakat sebagai pengguna, pemacu inovasi sosial dan penyumbang maklum balas pasaran. Kehadiran masyarakat sebagai komponen keempat membolehkan inovasi lebih inklusif, responsif terhadap keperluan pengguna serta menyokong pendekatan berteraskan ekonomi digital dan ekonomi kreatif.

2.2 Fenomena *Valley of Death* dalam Inovasi

Literatur menunjukkan bahawa salah satu cabaran utama dalam ekosistem inovasi adalah fenomena yang digelar sebagai *Valley of Death* iaitu jurang kritikal yang berlaku antara proses penciptaan inovasi dan

penerimaan pasaran (Hudson & Khazragui, 2013; Branscomb & Auerswald, 2002). Jurang ini sering disebabkan oleh kekurangan pembiayaan pada peringkat awal, kelemahan mekanisme pemindahan teknologi dan kurangnya strategi pengkomersialan yang efektif. Dalam konteks TVET, cabaran ini menjadi lebih kompleks kerana majoriti institusi TVET masih bergantung pada dana awam, jaringan industri yang terbatas serta ketiadaan sistem sokongan bersepadu yang menghubungkan penyelidik, pembuat dasar dan pasaran (Ismail *et al.*, 2021).

2.3 Peranan Digitalisasi dalam Menjambatani Jurang Inovasi

Transformasi digital muncul sebagai salah satu faktor utama yang dapat memperkuat proses pengkomersialan inovasi, termasuk dalam ekosistem TVET. Platform digital seperti e-dagang, aplikasi mudah alih, *crowdfunding*, *digital marketplace* dan *virtual incubation* membolehkan inovasi diakses oleh pasaran lebih luas, mempercepatkan proses pepadanan antara penawaran dan permintaan, serta meningkatkan kebolehskalaan produk (Nambisan *et al.*, 2019). Dalam konteks Malaysia, Dasar Pendidikan TVET Negara (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2022) menegaskan keperluan mengintegrasikan elemen digitalisasi ke dalam strategi pembangunan TVET bagi memastikan inovasi yang dihasilkan tidak hanya relevan dari segi teknikal, tetapi juga kompetitif dalam pasaran global yang semakin terdigitalisasi.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk konseptual kualitatif yang berfokus kepada pembangunan kerangka teoretikal untuk memperkuat perkomersialan inovasi dalam ekosistem TVET Malaysia melalui pendekatan *Digital Quadruple Helix*. Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan penggabungan teori sedia ada, dapatan empirikal daripada literatur serta keperluan semasa dan masa depan TVET ke dalam satu kerangka konseptual yang komprehensif.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data sekunder dikumpulkan melalui **kajian literatur yang sistematik** yang melibatkan:

- a) Artikel jurnal akademik berindeks *Scopus* dan *Web of Science*, ($n \approx 45$ artikel);
- b) Laporan dasar kerajaan termasuk Dasar Pendidikan TVET Negara (KPT, 2022) ($n = 10$ dokumen dasar);
- c) Kajian kes tempatan dan antarabangsa mengenai komersialisasi inovasi dan pengurusan ekosistem TVET ($n = 15$ laporan/kajian kes);
- d) Sumber daripada badan profesional dan laporan industri berkaitan transformasi digital ($n = 12$ laporan);
- e) Jumlah keseluruhan rujukan dianalisis: ± 82 sumber (2015–2025). Proses carian data menggunakan kata kunci seperti *TVET*

commercialization, Digital Quadruple Helix, innovation valley of death dan *TVET Malaysia digital transformation* merentasi pangkalan data Scopus, Google Scholar dan ProQuest bagi tempoh penerbitan **2015–2025**.

3.3 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan **analisis tematik (*thematic analysis*)** berdasarkan enam fasa Braun dan Clarke (2006), iaitu:

- a) Pengenalan data
- b) Penjanaan kod awal
- c) Pencarian tema
- d) Semakan tema
- e) Pendefinisian dan penamaan tema
- f) Penyediaan laporan analisis

Melalui kaedah ini, tema utama yang berkaitan dengan cabaran, peluang dan strategi pengkomersialan inovasi TVET dikenal pasti dan disintesis bagi menyokong pembangunankerangka *Digital Quadruple Helix*.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan kajian diperkukuh melalui **triangulasi sumber literatur** daripada pelbagai disiplin termasuk pendidikan teknikal, ekonomi digital, dasar awam, dan inovasi sosial. Kebolehpercayaan pula ditingkatkan melalui pemilihan rujukan berautoriti, keutamaan kepada penerbitan terkini (2019–2025) serta semakan silang dengan laporan dasar rasmi.

4.0 Laporan Kajian

4.1 Soalan kajian 1: apakah cabaran utama yang menyumbang kepada kegagalan inovasi TVET menembusi pasaran?

Hasil analisis literatur mendalam mendedahkan bahawa kegagalan inovasi TVET untuk mencapai tahap pengkomersialan yang mampan dipengaruhi oleh beberapa faktor kritikal yang saling berkait. Cabaran-cabaran ini mencipta kesan berantai yang menyukarkan inovasi TVET untuk berkembang daripada peringkat penyelidikan dan pembangunan (R&D) kepada fasa pasaran yang kompetitif. Antara cabaran utama yang dikenal pasti adalah seperti berikut:

a) Kekangan pembiayaan dan modal teroka

Sebahagian besar inovasi TVET tidak mampu bergerak ke peringkat pra-komersial kerana kekurangan akses kepada dana pembangunan awal (*seed funding*) dan modal teroka (*venture capital*). Kekangan ini menghalang aktiviti penting seperti pengeluaran berskala besar, pembangunan produk berorientasikan pasaran, pemasaran strategik, dan ujian pengguna. Menurut Markham (2002) serta Ismail *et al.* (2021) ketiadaan sokongan kewangan awal menjadi punca utama inovasi kekal di peringkat prototaip tanpa potensi untuk berkembang. Dapatan ini seiring dengan kajian OECD (2022) yang menegaskan bahawa

sokongan kewangan berstruktur adalah faktor penentu dalam mempercepatkan proses inovasi ke pasaran.

b) Jaringan kerjasama industri yang terhad

Hubungan antara institusi TVET dan pihak industri masih berada pada tahap lemah, menyebabkan inovasi tidak mendapat akses kepada value chain yang relevan. Kekurangan sokongan dalam bentuk mentor industri, peluang kolaborasi pengkomersialan serta rangkaian pembekalan dan pengedaran menghalang inovasi diterjemahkan kepada produk yang boleh dipasarkan (Hudson & Khazragui, 2013). Hal ini konsisten dengan kajian semasa oleh Carayannis *et al.* (2021), yang menunjukkan bahawa kolaborasi lintas-sektor meningkatkan peluang *market-fit* bagi inovasi pendidikan teknikal.

c) Ketiadaan mekanisme digital yang berkesan

Walaupun ekosistem digital mempunyai potensi besar sebagai platform pepadanan penawaran dan permintaan, sebahagian besar institusi TVET belum mengoptimumkan penggunaan teknologi seperti e-dagang, aplikasi pintar, digital twin, atau pasaran maya (Nambisan *et al.*, 2019). Berbeza dengan dapatan kajian terkini oleh Xu *et al.* (2023), institusi TVET di negara maju telah mula menggunakan platform pintar berasaskan AI untuk mempercepatkan pemindahan teknologi ke pasaran global. Jurang ini menonjolkan keperluan Malaysia mengadaptasi pendekatan digital secara lebih agresif.

d) Perlindungan harta intelek yang lemah

Ketiadaan pengetahuan dan sokongan teknikal mencukupi berkaitan pendaftaran paten, hak cipta, tanda dagangan dan rahsia dagangan mengakibatkan banyak inovasi TVET tidak dilindungi. Menurut WIPO (2020), inovasi yang tidak dipatenkan mudah ditiru menyebabkan kehilangan kelebihan daya saing. Kajian semasa oleh Arundel & Huber (2021) turut mengesahkan bahawa ekosistem perlindungan harta intelek yang lemah menurunkan insentif penyelidik untuk melibatkan diri dalam aktiviti komersialisasi.

e) Kekangan kapasiti keusahawanan dan kemahiran komersialisasi

Tenaga pengajar dan pelajar TVET kebanyakannya mempunyai keupayaan teknikal yang baik tetapi kurang pendedahan kepada strategi keusahawanan, pembangunan model perniagaan dan pemasaran (Carayannis & Campbell, 2009). Kajian oleh Yusof *et al.*, (2022) menambah bahawa kurangnya program pembangunan kapasiti dalam bidang keusahawanan digital menjadi penghalang utama dalam menjadikan inovasi *market-ready*.

f) Cabaran-cabaran ini mencerminkan fenomena *Valley of Death* iaitu jurang kritikal antara penciptaan inovasi dan penerimaan pasaran. Secara analitikal, ia menunjukkan kegagalan inovasi TVET bukan hanya berpunca daripada faktor tunggal, tetapi daripada gabungan isu struktur kewangan, kelemahan jaringan industri serta kekurangan

mekanisme digital dan perlindungan harta intelek. Hal ini menegaskan keperluan kepada kerangka integratif seperti *Digital Quadruple Helix* untuk menangani jurang tersebut secara sistematik.

4.2 Soalan kajian 2: bagaimanakah platform digital dapat berfungsi sebagai mekanisme strategik untuk mengatasi cabaran perkomersialan inovasi TVET?

Analisis literatur mendapati bahawa platform digital mempunyai potensi signifikan sebagai pemangkin utama dalam menjembatani jurang antara penciptaan inovasi TVET dengan penerimaan pasaran. Mekanisme utamanya adalah:

- a) **Pemadanan penawaran dan permintaan secara masa nyata**
Platform digital membolehkan inovasi dipadankan dengan keperluan pasaran melalui pasaran maya, aplikasi mudah alih serta sistem e-dagang (Nambisan *et al.*, 2019). Kajian Xu *et al.* (2023) menunjukkan penggunaan AI dalam pemadanan produk di pasaran Asia Timur berjaya mengurangkan *time-to-market* sehingga 40%.
- b) **Ekosistem sokongan keusahawanan digital**
Integrasi dengan inkubator digital memberi akses kepada pembiayaan mikro, modal teroka serta bimbingan keusahawanan secara maya (Carayannis & Campbell, 2009). Menurut Ismail *et al.* (2021), model ini telah meningkatkan kadar kelangsungan syarikat baharu (*startups*) dalam bidang teknikal di Malaysia.
- c) **Visibiliti dan jangkauan pasaran global**
Media sosial dan saluran promosi digital meningkatkan keterlihatan inovasi dengan kos lebih rendah (Hudson & Khazragui, 2013). Hal ini disokong oleh dapatan OECD (2022) yang mendapati pemasaran digital menyumbang kepada 65% peningkatan akses pasaran untuk inovasi pendidikan di rantau Eropah.
- d) **Pengukuhan perlindungan harta intelek melalui *blockchain***
Teknologi *blockchain* memperkukuh ketelusan dan kebolehkesanan rekod pemilikan inovasi (WIPO, 2020). Kajian terbaru oleh Choi & Luo (2021) menegaskan bahawa *blockchain* telah menjadi *game changer* dalam melindungi inovasi digital di Korea Selatan dan China.
- e) **Pemanfaatan analitik data besar untuk ramalan pasaran**
Analitik data besar membantu mengenal pasti trend permintaan dan meramal keperluan pasaran (OECD, 2022). Ini membolehkan inovasi TVET menyesuaikan strategi pasaran secara lebih tangkas.
- f) Secara kritikal, platform digital tidak hanya berfungsi sebagai saluran pemasaran, tetapi sebagai infrastruktur *backbone* bagi komersialisasi inovasi TVET. Dengan menggabungkan pemadanan pasaran, sokongan keusahawanan, perlindungan harta intelek dan analitik pasaran, ia mampu mengurangkan risiko *Valley of Death* dan memperkukuh daya tahan inovasi TVET.

4.3 Soalan Kajian 3: Apakah bentuk kerangka konseptual yang paling sesuai untuk memperkukuh ekosistem inovasi TVET di Malaysia dengan melibatkan Akademia, Industri, Kerajaan, dan Masyarakat?

Berdasarkan sintesis literatur kerangka yang dicadangkan ialah Kerangka *Digital Quadruple Helix* dengan komponen-komponen utama iaitu:

a) Akademia

Berperanan sebagai pengeluar pengetahuan, penyelidikan, dan pembangunan inovasi. Institusi TVET menyediakan hasil penyelidikan terapan, projek inovasi pelajar dan kolaborasi penyelidikan bersama industri bagi menyokong agenda komersialisasi (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

b) Industri

Menyediakan sokongan pasaran, pelaburan modal, maklum balas teknikal dan laluan komersial yang membolehkan inovasi TVET mencapai pengguna akhir dengan lebih berkesan (Carayannis & Campbell, 2009).

c) Kerajaan

Berperanan sebagai pemudah cara dasar, penyedia insentif dan pengawal selia ekosistem inovasi melalui polisi harta intelek, dana penyelidikan serta inisiatif transformasi digital (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2022).

d) Masyarakat

Bertindak sebagai pengguna akhir, pemacu permintaan dan penyumbang kepada inovasi sosial melalui maklum balas berterusan dalam persekitaran digital (Nambisan *et al.*, 2019).

4.4 Peranan Platform Digital sebagai Pemangkin Integrasi (tak pasti numbering betul ke tak sebab yang asal tiada nombor)

Platform digital menjadi teras integrasi kerangka ini dengan menyediakan:

- a) Rangkaian inovasi maya: menghubungkan pihakberkepentingan secara masa nyata melalui portal, aplikasi dan ekosistem digital;
- b) Mekanisme pepadanan pasaran automatik: menggunakan kecerdasan buatan (AI) dan analitik data besar untuk mengenal pasti peluang komersialisasi secara dinamik;
- c) Ruang inkubasi dan akselerasi digital: mempercepatkan proses *proof-of-concept*, *market validation* dan *scale-up*.

4.5 Sumbangan Strategik Kerangka DQH (ni pun sama)

Kerangka *Digital Quadruple Helix* (DQH) yang dicadangkan dapat:

- a) Mempercepatkan pemindahan teknologi daripada TVET ke pasaran melalui rangkaian digital bersepadu;
- b) Mengurangkan risiko *Valley of Death* dengan memanfaatkan pepadanan pasaran yang lebih pantas dan tepat;

- c) Memperluas skop inovasi daripada pasaran tempatan ke peringkat serantau dan global melalui saluran digital yang lebih inklusif dan kos efektif.



Rajah 1: Kerangka *Digital Quadruple Helix* dalam perkomersialan inovasi TVET Malaysia

Rajah ini menggambarkan kerangka *Digital Quadruple Helix* (DQH) yang berfungsi sebagai mekanisme strategik untuk memperkukuh ekosistem inovasi TVET di Malaysia. Empat komponen utama iaitu akademik, industri, kerajaan dan masyarakat yang diintegrasikan melalui satu platform digital yang menjadi pusat penghubung.

- a) **Akademia:** menyediakan hasil penyelidikan, pembangunan inovasi dan pengetahuan teknikal;
- b) **Industri:** menawarkan laluan pasaran, modal pelaburan dan sokongan teknikal untuk pengkomersialan;
- c) **Kerajaan:** memberi insentif dasar, perlindungan harta intelek, serta fasilitasi transformasi digital;
- d) **Masyarakat:** berperanan sebagai pengguna, pemacu permintaan, dan penyumbang inovasi sosial;
- e) Platform digital berperanan mempercepatkan pemindahan teknologi memudahkan pepadanan pasaran secara masa nyata serta menyediakan ekosistem sokongan keusahawanan digital yang dapat mengurangkan risiko **Valley of Death**.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

5.1 Kesimpulan

Kajian ini mengesahkan bahawa perkomersialan inovasi TVET di Malaysia masih berhadapan dengan pelbagai cabaran struktural dan sistemik yang menyumbang kepada fenomena *Valley of Death*. Antara

cabaran utama yang dikenal pasti termasuk kekangan kewangan, jaringan industri yang terhad, kekurangan perlindungan harta intelek serta ketiadaan mekanisme digital yang menyeluruh.

Kerangka **Digital Quadruple Helix** yang dicadangkan dalam kajian ini membuktikan potensi sebagai pemangkin integrasi antara empat pemegang taruh utama iaitu akademik, industri, kerajaan dan masyarakat dengan platform digital sebagai terasnya. Melalui mekanisme ini, proses pemindahan teknologi, pepadanan pasaran, dan pembangunan ekosistem inovasi dapat dipercepatkan, seterusnya meningkatkan kadar kejayaan komersialisasi inovasi TVET ke pasaran tempatan dan antarabangsa.

5.2 Cadangan

Berdasarkan dapatan kajian, beberapa cadangan strategik dikemukakan:

- a) **Pengukuhan infrastruktur digital TVET:** menyediakan platform digital nasional yang menyokong pepadanan penawaran dan permintaan, pemasaran produk inovasi dan akses kepada modal teroka secara berpusat.
- b) **Pemeriksaan kompetensi keusahawanan TVET:** memperkenalkan modul latihan komersialisasi, pemasaran digital, dan perlindungan harta intelek bagi pelajar serta pensyarah TVET.
- c) **Insentif dasar yang progresif:** kerajaan disarankan memperkenalkan insentif fiskal, geran pemindahan teknologi, dan skim pemeriksaan paten bagi menggalakkan penyelidikan yang berorientasikan pasaran.
- d) **Kolaborasi Quadruple Helix berterusan:** menetapkan rangkaian kolaboratif yang berasaskan perkongsian pintar (smart partnership) antara akademik, industri, kerajaan, dan masyarakat bagi membentuk ekosistem inovasi yang mampan.
- e) **Penggunaan analitik data dan AI:** mengintegrasikan analitik data besar (*big data*) dan kecerdasan buatan (AI) dalam platform digital untuk mengenal pasti trend pasaran, mempercepatkan validasi produk, dan mengoptimumkan strategi pemasaran inovasi.

Rujukan

- Arundel, A., & Huber, D. (2021). Improving the effectiveness of intellectual property rights: Innovation incentives and firm performance. *Journal of Technology Transfer*, 46(5), 1123–1140.
<https://doi.org/10.1007/s10961-020-09817-4>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
<https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

- Branscomb, L. M., & Auerswald, P. E. (2002). *Between invention and innovation: An analysis of funding for early-stage technology development*. National Institute of Standards and Technology.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3/4), 201–234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2021). The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13731-021-00156-x>
- Choi, S., & Luo, X. (2021). Blockchain adoption for protecting intellectual property rights: Evidence from Asia. *Technology in Society*, 66, 101663. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101663>
- Economic Planning Unit. (2021–2025). *Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMKe-12)*. Jabatan Perdana Menteri Malaysia.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Hudson, J., & Khazragui, H. F. (2013). Into the valley of death: Research output on the commercialization of science. *Technovation*, 33(8–9), 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.07.007>
- Innovation in Malaysia. (2025). Innovation ecosystem report Malaysia 2025.
- Ismail, N., Rahman, N. A., & Zainal, Z. (2021). Commercialization challenges of TVET innovations in Malaysia. *Journal of Technical Education and Training*, 13(2), 45–60. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.02.004>
- Kementerian Pendidikan Tinggi. (2022). Dasar Pendidikan TVET Negara.
- Lucubrate Magazine. (2024). TVET in Malaysia: Challenges and opportunities. *Lucubrate Magazine*, 12(4), 22–28.
- Markham, S. K. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research-Technology Management*, 45(6), 31–42. <https://doi.org/10.1080/08956308.2002.11671527>
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 103773. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>

- OECD. (2022). Science, technology and innovation outlook 2022: Adapting to technological and societal disruptions. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://doi.org/10.1787/sti_outlook-2022-en
- Penang Institute. (2023). *TVET in Malaysia: Institutional fragmentation and reform pathways*. Penang Institute Policy Paper.
- TVET@Asia. (2022). Strengthening TVET-industry collaboration in Southeast Asia. TVET@Asia, 19, 1–12. <https://www.tvet-online.asia/issue/19>
- WIPO. (2020). World intellectual property report 2020: The role of IP in innovation. World Intellectual Property Organization.
- Xu, H., Li, Y., & Wang, J. (2023). Artificial intelligence-enabled digital platforms for innovation commercialization: Evidence from East Asia. *Technological Forecasting and Social Change*, 187, 122178. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122178>
- Yayasan TM. (2024). Digitalizing TVET: Empowering Malaysia's workforce. Yayasan Telekom Malaysia.
- Yusof, M. A., Abdullah, R., & Hamid, S. (2022). Entrepreneurial competencies and digital commercialization among TVET educators in Malaysia. *Asian Journal of Vocational Education and Training*, 15(1), 65–79. <https://doi.org/10.5430/ajvet.v15n1p65>

P16 - PLATFORM DIGITAL SEBAGAI PEMANGKIN PERKOMERSIALAN PRODUK INOVASI DALAM PENDIDIKAN TVET: SATU ANALISIS KONSEPTUAL

Fadzlida Shamsudin
Politeknik Port Dickson, Negeri Sembilan
fadzlida@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson, Negeri Sembilan
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia sedang mengalami transformasi penting, beralih daripada peranan tradisional sebagai penyedia tenaga kerja mahir kepada pusat inovasi dan keusahawanan. Walaupun banyak produk inovasi dihasilkan melalui projek akademik dan penyelidikan, sorotan literatur menunjukkan sebahagian besar inovasi tersebut tidak berjaya dikomersialkan secara berkesan. Jurang ini sering dikenali sebagai *valley of death*, iaitu peringkat di mana produk gagal melepasi fasa prototaip untuk diterima oleh pasaran. Cabaran yang dikenal pasti dalam pelbagai kajian lepas merangkumi kekangan modal awal, kelemahan pengurusan harta intelek, keterbatasan akses kepada pasaran, serta kurangnya kemahiran pemasaran dan keusahawanan dalam kalangan *inovator TVET*. Dalam konteks ini, platform digital dilihat sebagai pemangkin strategik yang mampu menangani cabaran-cabaran berkenaan. Kajian literatur antarabangsa dan tempatan menunjukkan bahawa penggunaan e-dagang, media sosial, platform pendanaan awam serta model inovasi terbuka dapat memperluas peluang akses kepada pembiayaan, mempercepatkan proses validasi pasaran serta meningkatkan capaian kepada rangkaian pengguna global. Selain itu, fungsi analitik data dalam platform digital juga mampu menyediakan maklum balas segera yang menyokong proses penambahbaikan produk dan strategi pemasaran. Sorotan literatur ini mendapati bahawa penyelesaian yang ditawarkan oleh platform digital sejajar dengan cabaran sistemik yang dihadapi oleh *inovator TVET*, sekali gus membuka ruang kepada pembangunan kerangka konseptual pengkomersialan digital bersepadu. Kerangka ini mencadangkan pengintegrasian platform digital bukan sekadar sebagai alat sokongan taktikal, tetapi sebagai intervensi sistemik yang mampu membina ekosistem pengkomersialan lebih inklusif, mampan dan selaras dengan aspirasi Dasar TVET Negara 2030. Implikasi kajian ini menekankan keperluan kerjasama antara pembuat dasar, institusi TVET dan industri untuk menjadikan platform digital sebagai teras utama dalam strategi pengkomersialan inovasi.

Kata Kunci: platform digital, pengkomersialan, inovasi TVET

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) merupakan teras pembangunan modal insan berkemahiran tinggi di Malaysia kerana berperanan memenuhi keperluan tenaga kerja selari dengan permintaan industri moden (KPT, 2021). Peranannya kini melangkaui latihan kemahiran semata-mata dengan turut menjadi pusat inovasi dan pemangkin keusahawanan (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022), sejajar dengan aspirasi negara untuk mengurangkan kebergantungan tenaga kerja asing serta

meningkatkan daya saing dalam ekonomi berasaskan pengetahuan (Bernama, 2022).

Kemunculan Revolusi Industri 4.0 telah mengubah landskap ekonomi dengan teknologi digital sebagai pemacu utama model perniagaan baharu. Platform digital seperti e-dagang, media sosial, *crowdfunding* dan inovasi terbuka menyediakan akses pasaran lebih luas, peluang pembiayaan alternatif, jaringan strategik serta strategi pemasaran yang lebih efektif (Kenney & Zysman, 2016; Kraus *et al.*, 2019). Kajian menunjukkan platform ini mempercepatkan proses inovasi melalui penghubungan antara pengeluar teknologi, pelajar dan komuniti perniagaan (Nambisan, 2017), sekaligus membentuk ekosistem keusahawanan yang dinamik (Autio, Nambisan, Thomas, & Wright, 2018).

Namun, dalam konteks TVET, jurang ketara wujud antara inovasi yang dihasilkan dengan keupayaan pengkomersialan. Kajian lepas mendapati tahap komersialisasi produk inovasi TVET masih rendah akibat keterbatasan akses pasaran, jaringan industri yang lemah serta kurangnya strategi pemasaran digital (Salleh & Omar, 2020; Ismail, Mohd Noor, & Hassan, 2021). Cabaran ini menuntut satu pendekatan baharu yang dapat memanfaatkan kekuatan platform digital untuk memperkukuh ekosistem inovasi TVET.

Sehubungan itu, kajian ini bertujuan menganalisis secara konseptual peranan platform digital sebagai pemangkin pengkomersialan produk inovasi TVET. Tumpuan ini penting untuk memperkukuh agenda pendigitalan TVET, memacu keusahawanan pelajar dan menyokong aspirasi negara membina ekosistem inovasi yang inklusif serta berdaya saing di peringkat global.

1.1 **Penyataan Masalah**

Salah satu isu kritikal dalam inovasi TVET adalah kewujudan lembah kematian (*valley of death*), iaitu jurang yang besar antara penciptaan produk inovasi dan kejayaan pengkomersialannya (Markham *et al.*, 2010). Walaupun dasar kerajaan menekankan kepentingan inovasi sebagai pemacu pembangunan sosioekonomi, banyak produk yang dibangunkan dalam ekosistem TVET kekal di peringkat prototaip atau hanya dipamerkan dalam pertandingan akademik tanpa menembusi pasaran (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022; World Bank, 2023).

Kegagalan inovasi TVET untuk dikomersialkan berpunca daripada beberapa faktor utama, termasuk keterbatasan akses kepada modal permulaan (*seed funding*), jaringan industri yang lemah, kos pemasaran yang tinggi, serta kekurangan kemahiran keusahawanan dalam kalangan pelajar dan pensyarah (Ismail, 2020; UNESCO-UNEVOC, 2022). Halangan geografi dan kekangan dalam strategi pemasaran turut menambah kompleksiti laluan komersialisasi (Kraus *et al.*, 2019).

Namun, punca mendasar kepada berlarutannya jurang ini ialah ketiadaan integrasi strategik platform digital dalam ekosistem pengkomersialan TVET. Sedangkan, platform digital pada asasnya direka bentuk untuk mengatasi masalah akses, pembiayaan, jaringan pasaran, dan promosi (Kenney & Zysman, 2016; Kraus *et al.*, 2019). Oleh itu, masalah sebenar bukanlah kekurangan inovasi tetapi ketiadaan laluan moden,

inklusif, dan mampan untuk membawa inovasi tersebut daripada institusi TVET ke pasaran terbuka.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dirancang secara konseptual dengan objektif-objektif berikut:

- a) Menganalisis peranan serta jenis-jenis platform digital yang berpotensi berfungsi sebagai pemangkin dalam setiap peringkat proses pengkomersialan produk inovasi TVET;
- b) Mengenal pasti cabaran-cabaran utama yang menghalang pengkomersialan produk inovasi TVET serta menganalisis keselarasan cabaran tersebut dengan strategi yang digariskan dalam Dasar TVET Negara 2030;
- c) Membangunkan satu kerangka kerja konseptual bersepadu bagi memanfaatkan platform digital sebagai pemangkin utama dalam menyokong pengkomersialan produk inovasi dalam ekosistem TVET.

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan objektif yang digariskan, persoalan-persoalan kajian ini adalah:

- a) Apakah peranan serta jenis-jenis platform digital yang paling relevan untuk memangkin proses pengkomersialan produk inovasi TVET?
- b) Apakah cabaran-cabaran utama yang menghalang pengkomersialan produk inovasi TVET dan sejauh mana cabaran tersebut selari dengan hala tuju Dasar TVET Negara 2030?
- c) Bagaimanakah satu kerangka kerja konseptual yang bersepadu dapat dibangunkan bagi memanfaatkan platform digital dalam menyokong dan mempercepatkan pengkomersialan produk inovasi TVET?

2.0 Latar Belakang Kajian

Sorotan literatur ini membina asas konseptual dengan meneliti tiga bidang utama: transformasi TVET, cabaran pengkomersialan inovasi akademik, dan kebangkitan platform digital. Sintesis ini merangka kerangka konseptual mengenai peranan platform digital sebagai pemangkin pengkomersialan produk inovasi TVET.

2.1 Transformasi TVET: daripada Pencari Kerja kepada Pencipta Kerja

TVET di Malaysia ditakrifkan sebagai pendidikan berorientasikan pekerjaan yang menekankan kemahiran praktikal (KPT, 2021). Pada mulanya, TVET berfungsi melahirkan tenaga kerja mahir, namun kini turut berperanan membina pencipta kerja melalui inovasi dan keusahawanan (UNESCO-UNEVOC, 2020; Bernama, 2022). Kajian menunjukkan graduan TVET yang berorientasikan inovasi lebih berdaya tahan dan berpotensi mencipta peluang baharu (Ismail, 2019; Nordin, Hashim, & Yunus, 2021). Institusi TVET didesak menjadi pusat penyelidikan gunaan yang menghasilkan produk bernilai pasaran (Salleh & Sulaiman, 2020), namun tahap pengkomersialan masih rendah kerana jurang antara inovasi dan strategi keusahawanan (Ismail, Mohd Noor, & Hassan, 2021).

2.2 Proses dan Cabaran Pengkomersialan Inovasi Akademik

Pengkomersialan merujuk kepada proses menukar hasil penyelidikan kepada produk bernilai pasaran (Siegel & Wright, 2015). Kerangka *Innovation Value Chain* (Hansen & Birkinshaw, 2007) menekankan tiga fasa: penjana, penukaran, dan penyebaran idea, manakala konsep *open innovation* (Chesbrough, 2006) menyerlahkan kepentingan kolaborasi industri. Namun, inovasi akademik di Malaysia berdepan cabaran seperti kekurangan dana, ketidakpadanan dengan keperluan industri, kelemahan kemahiran perniagaan (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022), birokrasi institusi (Mohd Salleh, Jamaluddin, & Hassan, 2021), serta tahap sokongan ekosistem yang sederhana (Yusof *et al.*, 2023). Keadaan ini menuntut pendekatan baharu, termasuk pengintegrasian platform digital.

2.3 Platform Digital sebagai Ekosistem Perniagaan

Platform digital berfungsi sebagai infrastruktur teknologi yang menghubungkan pengguna dan mewujudkan nilai bersama (Parker, Van Alstyne, & Choudary, 2016). Kekuatan utamanya ialah akses pasaran, pengoptimuman harga, dan pembinaan kepercayaan (Zhu & Iansiti, 2019). Dalam pengkomersialan inovasi, e-dagang menawarkan pasaran luas (Kraus *et al.*, 2019), media sosial memacu pemasaran interaktif (Appel *et al.*, 2020), manakala *crowdfunding* menyediakan alternatif pembiayaan (Belleflamme, Lambert, & Schwenbacher, 2014; Syafiq, Halim, & Rahman, 2022). Selain itu, portal inovasi seperti MyTechMart (MOSTI, 2022) memperluas kolaborasi penyelidik industri. Sintesis ini memperlihatkan bahawa cabaran modal, akses pasaran, dan jaringan industri dalam pengkomersialan TVET boleh ditangani melalui fungsi platform digital, menjadikannya elemen penting dalam pemerkasaan Dasar TVET Negara 2030.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Pendekatan Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan analisis konseptual yang menekankan sintesis literatur, dasar, dan kerangka teori bagi meneroka hubungan antara konsep utama berkaitan peranan platform digital dalam pengkomersialan inovasi TVET. Reka bentuk ini dipilih kerana sesuai untuk merumuskan pemahaman baharu terhadap fenomena kompleks tanpa bergantung kepada data primer (Jabareen, 2009). Justifikasi pemilihan pendekatan ini adalah wujudnya jurang kajian yang menghubungkan transformasi TVET, cabaran pengkomersialan inovasi, dan potensi platform digital dalam konteks Malaysia (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022; Yusof *et al.*, 2023).

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data diperoleh sepenuhnya daripada sumber sekunder melalui kajian literatur sistematik yang merangkumi:

- a) Dokumen Dasar Kerajaan seperti Dasar TVET Negara 2030 (KPT, 2020) dan DSTIN 2021–2030 (MOSTI, 2021) untuk memahami hala tuju negara;

- b) Jurnal akademik dan kertas persidangan: artikel daripada pangkalan data utama (*Scopus*, *WoS*) yang menyorot teori inovasi, model pengkomersialan dan cabaran semasa (Mohd Salleh, Jamaluddin, & Hassan, 2021; Syafiq, Halim, & Rahman, 2022);
- c) Laporan industri dan agensi: dokumen daripada MDEC, MOSTI serta laporan pasaran digital yang menekankan peranan platform digital dalam ekosistem keusahawanan Malaysia (MDEC, 2022; MOSTI, 2022).

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan melalui dua peringkat:

- a) Analisis Tematik: mengenal pasti tema utama seperti cabaran pembiayaan, jurang kemahiran keusahawanan, peranan platform digital dan penjajaran dasar negara;
- b) Sintesis Konseptual: memetakan hubungan logik antara cabaran pengkomersialan dan penyelesaian berasaskan platform digital bagi membentuk kerangka kerja integratif (Jabareen, 2009; Nambisan, 2017).

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan diperkukuh melalui triangulasi sumber (dokumen dasar, literatur akademik, laporan industri) untuk mengelakkan bias, manakala kebolehpercayaan dijamin dengan dokumentasi sistematik terhadap kriteria pemilihan dan konteks literatur. Pendekatan ini selari dengan cadangan Creswell dan Creswell (2018) bagi menjamin ketelusan, kebolehulangan dan kesahihan dapatan.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

Bahagian ini merupakan teras utama kajian di mana persoalan kajian dijawab melalui sintesis dan perbincangan mendalam terhadap data yang telah diperoleh.

4.1 Soalan kajian 1: apakah peranan serta jenis-jenis platform digital yang paling relevan untuk memangkin proses pengkomersialan produk inovasi TVET?

Hasil analisis menunjukkan bahawa platform digital memainkan peranan kritikal dalam mempercepat proses pengkomersialan inovasi TVET. Setiap jenis platform mempunyai fungsi tertentu yang relevan dengan peringkat berbeza dalam Rantaian Nilai Inovasi (*Innovation Value Chain*, IVC). Pendekatan ini membolehkan inovator TVET memilih medium digital yang paling sesuai mengikut keperluan, sekali gus meningkatkan keberkesanan strategi komersialisasi (Hansen & Birkinshaw, 2007).

a) Peringkat 1: Penjanaan dan Pengesahan Idea

Pada peringkat awal, cabaran utama adalah memastikan kesesuaian inovasi dengan kehendak pasaran. Platform media sosial seperti *Facebook*, *Instagram* dan *TikTok* bukan sahaja berfungsi sebagai saluran komunikasi, tetapi juga sebagai medium kajian pasaran tidak formal melalui tinjauan,

pengujian *teaser* produk dan maklum balas segera daripada pengguna (Kaplan & Haenlein, 2010). Di samping itu, portal inovasi terbuka seperti *MyTechmart* yang diselia oleh MOSTI menyediakan akses kepada penyataan masalah industri, seterusnya membantu pensyarah dan pelajar *inovator* menghasilkan R&D yang lebih berorientasikan permintaan (MOSTI, 2022).

b) Peringkat 2: Pembangunan dan Pembiayaan

Pada fasa ini, inovasi sering terdedah kepada risiko kegagalan kerana kekurangan modal, dikenali sebagai *valley of death* (Markham, 2002). Platform pendanaan awam berasaskan ganjaran seperti *Kickstarter* bukan sahaja menyediakan modal permulaan, malah bertindak sebagai alat pengesahan pasaran melalui pra-jualan (Mollick, 2014). Bagi inovasi yang berpotensi berkembang menjadi syarikat pemula, pendanaan awam berasaskan ekuiti seperti *pitchIN* dan *Mystarttr* membolehkan inovator menjual pegangan syarikat kepada pelabur awam, sekali gus membuka peluang pembiayaan yang lebih besar (Ahlers *et al.*, 2015).

c) Peringkat 3: Pelancaran, Jualan, dan Pemasaran

Setelah produk siap, cabaran utama adalah penembusan pasaran. Platform e-dagang seperti *Shopee*, *Lazada* dan *Shopify* membolehkan inovator memasarkan produk terus kepada pengguna tempatan dan antarabangsa dengan kos operasi yang rendah. Kajian kes seperti Oxwhite membuktikan bahawa jenama tempatan mampu membina perniagaan berjuta ringgit hanya melalui e-dagang (Khoo, 2020). Di samping itu, pemasaran digital menggunakan *Facebook Ads*, *Google Ads* dan kandungan video di *YouTube* memberikan kelebihan dari segi ketepatan sasaran, keberkesanan kos dan keupayaan mengukur prestasi pemasaran berbanding kaedah tradisional (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2019).

Secara keseluruhannya, analisis ini menunjukkan bahawa pemilihan platform digital yang tepat dapat berfungsi sebagai pemangkin penting dalam pengkomersialan produk inovasi TVET. Kejayaan bergantung kepada kebolehan *inovator* memanfaatkan setiap platform mengikut peringkat dalam IVC dengan kombinasi strategi idea, pembiayaan dan pemasaran yang holistik.

4.2 Soalan kajian 2: apakah cabaran-cabaran utama yang menghalang pengkomersialan produk inovasi TVET, dan sejauh manakah cabaran tersebut selari dengan hala tuju yang ditetapkan dalam Dasar TVET Negara 2030?

Walaupun potensi platform digital sebagai pemangkin pengkomersialan produk inovasi dalam ekosistem TVET telah dikenal pasti, pelaksanaannya masih berdepan dengan pelbagai cabaran sistemik pada pelbagai peringkat.

a) Peringkat Institusi

Sebahagian besar institusi TVET masih beroperasi dalam kerangka dasar yang rigid, budaya organisasi yang bersifat *risk-averse* serta struktur birokrasi yang kurang menyokong inovasi. Pejabat Pemindahan Teknologi (*Technology Transfer Office*, TTO) yang seharusnya menjadi pemudah cara sering terikat dengan prosedur yang kompleks dan kekurangan kepakaran

dalam model perniagaan digital (Rothaermel *et al.*, 2007). Kekangan ini diperburuk dengan ketiadaan infrastruktur digital yang kukuh serta latihan sistematik dalam bidang inovasi dan pengkomersialan, sekali gus mengekang keupayaan institusi TVET untuk bersaing di pasaran global (Yusof *et al.*, 2020).

b) Peringkat Inovator (Pensyarah/Pelajar)

Di peringkat pelaksana, jurang kemahiran dalam aspek keusahawanan digital, strategi pemasaran berasaskan teknologi, dan pengurusan e-dagang merupakan cabaran utama. Sistem ganjaran akademik juga masih kurang memberi insentif kepada pensyarah untuk terlibat dalam aktiviti berisiko tinggi seperti pengkomersialan produk inovasi. Akibatnya, banyak inovasi kekal di peringkat prototaip dan tidak berjaya menembusi pasaran (Siegel & Wright, 2015). Hal ini menunjukkan keperluan kepada sistem insentif baharu yang lebih inklusif bagi mendorong *inovator* TVET ke arah penghasilan nilai ekonomi.

c) Peringkat Ekosistem

Dari perspektif ekosistem, jurang persefahaman antara akademik dan industri menjadi penghalang utama. Pihak industri sering menganggap hasil penyelidikan akademik tidak praktikal atau belum bersedia untuk pasaran, manakala penyelidik akademik pula kurang memahami dinamika serta kepantasan pasaran (Perkmann *et al.*, 2013). Ketidakseimbangan persepsi ini menghalang terciptanya kolaborasi yang sinergistik sedangkan ia merupakan elemen penting dalam memastikan inovasi dapat dikomersialkan secara berkesan.

d) Penjajaran dengan Dasar TVET Negara 2030

Dasar TVET Negara 2030 dengan jelas menekankan pembudayaan inovasi, pengkomersialan hasil penyelidikan (Teras E, Strategi E3.6), pengukuhan kerjasama industri (Teras C), serta pembangunan platform digital untuk perkongsian data (Teras A) (Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia, 2021). Walaupun dasar ini sejajar dengan keperluan semasa, tafsirannya terhadap konsep platform digital masih cenderung kepada aspek tadbir urus dan perkongsian data semata-mata. Hakikatnya, platform digital perlu ditakrif secara lebih luas sebagai ekosistem menyeluruh yang merangkumi pasaran, pelabur serta komuniti pengguna.

e) Potensi Penyelesaian melalui Platform Digital

Cabaran ini mewujudkan satu kitaran berulang: inovasi gagal mendapatkan dana kerana tiada bukti permintaan pasaran, manakala bukti permintaan pasaran tidak dapat dibuktikan kerana inovasi tidak sampai ke peringkat komersial. Platform digital mampu memecahkan kitaran ini melalui pendekatan integratif. Misalnya, kempen pendanaan awam (*crowdfunding*) bukan sahaja menyediakan sumber kewangan tetapi turut bertindak sebagai mekanisme validasi pasaran, membina komuniti pelanggan awal serta mencipta rujukan kes perniagaan yang berpotensi menarik pelabur strategik (Mollick, 2014). Oleh itu, platform digital wajar ditafsir bukan sekadar alat sokongan pentadbiran, tetapi sebagai pemangkin ekosistem yang

menghubungkan *inovator* TVET dengan pasaran, pelabur dan pengguna secara sistemik dan menyeluruh.

4.3 Soalan kajian 3: bagaimanakah satu kerangka kerja konseptual yang bersepadu dapat dibangunkan bagi memanfaatkan platform digital dalam menyokong dan mempercepatkan pengkomersialan produk inovasi TVET?

Berdasarkan analisis cabaran dan peluang yang dibincangkan, kajian ini mencadangkan pembangunan satu *Kerangka Pemangkinan Digital Bersepadu* yang menyusun strategi penggunaan platform digital di sepanjang rantai nilai inovasi TVET. Kerangka ini menekankan integrasi aktiviti utama pengkomersialan, tipologi platform digital yang relevan, serta pemangkin ekosistem yang perlu diwujudkan pada setiap peringkat (*World Bank*, 2021).

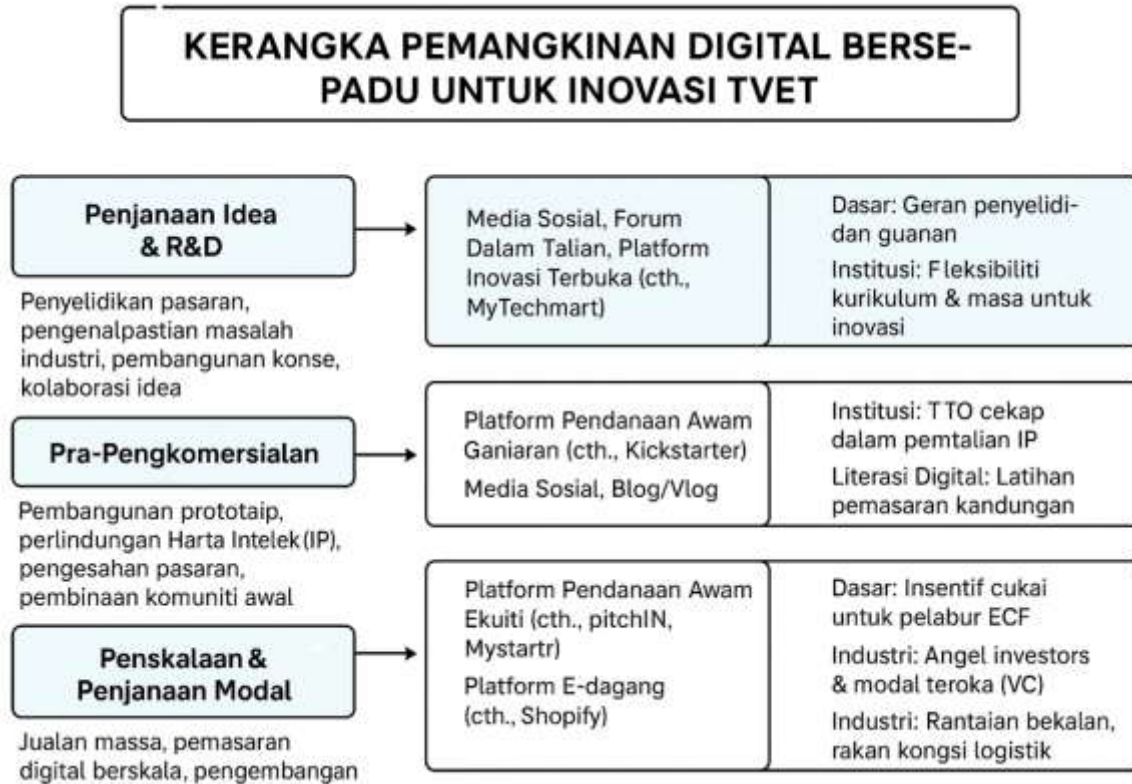
Pada peringkat penjanaan idea dan penyelidikan awal, platform seperti media sosial, forum dalam talian, dan platform inovasi terbuka seperti *MyTechmart* dapat digunakan untuk mengumpul maklumat pasaran, mengenal pasti masalah industri, serta membangunkan konsep baharu (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022). Inisiatif ini perlu diperkukuh dengan sokongan dasar dalam bentuk geran penyelidikan guna serta fleksibiliti institusi TVET untuk memberi ruang kepada aktiviti inovasi (Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia, 2021).

Peringkat pra-pengkomersialan pula memerlukan perlindungan harta intelek, pembangunan prototaip, serta pengesahan pasaran melalui penglibatan komuniti awal. Platform pendanaan awam ganjaran seperti *Kickstarter* serta media sosial boleh dimanfaatkan sebagai saluran promosi dan pengumpulan sokongan (*World Bank*, 2021). Peranan *Technology Transfer Office* (TTO) di institusi TVET adalah kritikal dalam memastikan perlindungan IP lebih cekap (Kementerian Sumber Manusia, 2019). Bagi peringkat pelancaran, penggunaan platform pendanaan awam ekuiti seperti *pitchIN* dan *Mystarttr* memberi peluang kepada usahawan muda TVET untuk mendapatkan modal dengan lebih inklusif (PitchIN, 2023). Sokongan dasar seperti insentif cukai kepada pelabur ECF menjadi faktor pendorong penting, sementara jaringan industri termasuk pelabur dan modal dapat membantu memperkukuh keupayaan pasaran (*World Bank*, 2021).

Pada fasa penskalaan, platform e-dagang seperti *Shopee* dan *Lazada* berperanan penting dalam memperluas capaian pasaran produk inovasi TVET (*Shopee Malaysia*, 2023). Di samping itu, pemasaran digital melalui iklan berbayar di media sosial, *Google Ads* serta sistem pengurusan hubungan pelanggan (CRM) digital dapat menyokong pertumbuhan berterusan (MDEC, 2023). Sokongan dasar seperti *Digital Export Initiative (DE Dagang)* yang dikendalikan oleh MDEC membolehkan produk TVET menembusi pasaran global (MDEC, 2023).

Kerangka ini menegaskan bahawa kejayaan pengkomersialan tidak boleh dilihat sebagai tanggungjawab inovator semata-mata, sebaliknya perlu digerakkan sebagai hasil kolaborasi ekosistem. Peranan pembuat dasar melalui insentif, pentadbir institusi melalui reformasi struktur seperti TTO yang mesra keusahawanan, serta pihak industri melalui pelaburan dan jaringan pasaran adalah kritikal (Kementerian Sumber Manusia, 2019).

Melalui pendekatan ini, pengkomersialan produk inovasi TVET dapat dipacu daripada proses linear yang terasing kepada satu ekosistem digital yang dinamik dan kolaboratif, sejajar dengan aspirasi *Dasar TVET Negara 2030* (Kementerian Sumber Manusia, 2019; Bernama, 2022).



Rajah 2: Kerangka pemangkinan digital bersepadu untuk inovasi TVET

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

5.1 Kesimpulan

Analisis konseptual ini menegaskan bahawa platform digital mempunyai potensi transformatif yang besar dalam memangkin pengkomersialan produk inovasi yang lahir daripada ekosistem TVET di Malaysia. Dengan menyediakan laluan yang lebih demokratik, cekap dan inklusif kepada modal, pasaran serta pemasaran, platform digital secara langsung mengatasi halangan sistemik seperti keterbatasan akses pembiayaan, kekangan jaringan industri dan jurang keusahawanan yang sering melemahkan potensi inovasi akademik.

Impak kajian ini dapat dilihat dalam tiga dimensi utama. Pertama, dari sudut ekonomi, penggunaan platform digital berupaya meningkatkan kadar kelangsungan produk inovasi TVET di pasaran melalui pengurangan kos transaksi, akses pantas ke pasaran global dan penggunaan analitik digital untuk strategi pertumbuhan (*World Bank*, 2021; MDEC, 2023). Kedua, dari sudut pembangunan modal insan, pengintegrasian platform digital ke dalam rantaian nilai inovasi dapat membina kapasiti pelajar dan pensyarah TVET sebagai inovator dan usahawan berasaskan teknologi, seiring dengan aspirasi

Dasar TVET Negara 2030 (KPT, 2021; OECD, 2022). Ketiga, dari sudut ekosistem, kerangka kerja pemangkinan digital bersepadu yang dicadangkan menegaskan kepentingan kolaborasi strategik antara kerajaan, institusi pendidikan dan industri untuk menyokong kelestarian pengkomersialan inovasi (Siegel & Wright, 2015; Yusof *et al.*, 2020).

Dengan itu, anjakan paradigma ke arah pengkomersialan berorientasikan digital (*digital-first commercialization*) bukan lagi satu pilihan, tetapi suatu keperluan mendesak bagi merealisasikan peranan TVET sebagai enjin pertumbuhan ekonomi negara. Kajian ini turut membuka ruang kepada penyelidikan lanjut yang lebih empirikal untuk menguji keberkesanan kerangka cadangan dalam konteks sebenar industri dan komuniti inovasi.

Rujukan

- Ahlers, G. K. C., Cumming, D., Günther, C., & Schweizer, D. (2015). Signaling in equity crowdfunding. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39(4), 955–980. <https://doi.org/10.1111/etap.12157>
- Ahmad, S., Ismail, H., & Rahim, R. (2022). Evaluating the effectiveness of lecturer industrial attachment programmes in Malaysian TVET institutions. *Journal of Technical Education and Training*, 14(2), 33–47.
- Appel, G., Grewal, L., Hadi, R., & Stephen, A. T. (2020). The future of social media in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 79–95. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00695-1>
- Autio, E., Nambisan, S., Thomas, L. D. W., & Wright, M. (2018). Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(1), 72–95. <https://doi.org/10.1002/sej.1266>
- Belleflamme, P., Lambert, T., & Schwienbacher, A. (2014). Crowdfunding: Tapping the right crowd. *Journal of Business Venturing*, 29(5), 585–609. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2013.07.003>
- Bernama. (2022). TVET graduates record employability rate of over 90%. Bernama.
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). *Digital marketing* (7th ed.). Pearson.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Hansen, M. T., & Birkinshaw, J. (2007). The innovation value chain. *Harvard Business Review*, 85(6), 121–130.

- Ismail, H. (2019). Entrepreneurial mindset among TVET students: A pathway to innovative workforce. *Journal of Technical Education and Training*, 11(3), 87–96.
- Ismail, H. (2020). Barriers to innovation commercialization among Malaysian TVET institutions. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 9(2), 223–240.
- Ismail, H., Mohd Noor, A., & Hassan, Z. (2021). Commercialization of TVET innovations: Issues and challenges. *Journal of Technical Education and Training*, 13(1), 15–28.
- Jabareen, Y. (2009). Building a conceptual framework: Philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(4), 49–62. <https://doi.org/10.1177/160940690900800406>
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. *Business Horizons*, 53(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003>
- Kenney, M., & Zysman, J. (2016). The rise of the platform economy. *Issues in Science and Technology*, 32(3), 61–69.
- Khoo, R. (2020). Oxwhite: Building a Malaysian fashion brand with digital-first strategy. *Case Study, Asian Institute of Chartered Bankers*.
- Kraus, S., Palmer, C., Kailer, N., Kallinger, F. L., & Spitzer, J. (2019). Digital entrepreneurship. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 25(2), 353–375. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-06-2018-0425>
- Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia. (2021). *Pelan Strategik Pendidikan Tinggi: Pemerkasaan TVET Nasional*.
- Kementerian Sumber Manusia. (2019). *Pelan Induk TVET Negara 2019–2025*.
- Markham, S. K. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research-Technology Management*, 45(6), 31–42. <https://doi.org/10.1080/08956308.2002.11671531>
- Markham, S. K., Ward, S. J., Aiman-Smith, L., & Kingon, A. I. (2010). The valley of death as context for role theory in product innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27(3), 402–417. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00724.x>
- MDEC. (2022). *Digital economy blueprint*. Malaysia Digital Economy Corporation. <https://ekonomi.gov.my/sites/default/files/2021-02/malaysia-digital-economy-blueprint.pdf>

- MDEC. (2023). *Digital Export Initiative (DE Dagang)*. Malaysia Digital Economy Corporation.
- Mollick, E. (2014). The dynamics of crowdfunding: An exploratory study. *Journal of Business Venturing*, 29(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2013.06.005>
- MOSTI. (2021). *Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara 2021–2030*.
<https://www.mosti.gov.my/wp-content/uploads/2020/12/MOSTI-DSTIN-2021-2030-1.pdf>
- MOSTI. (2022). *MyTechMart: Platform pepadanan teknologi*. Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi Malaysia.
- Nambisan, S. (2017). Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(6), 1029–1055. <https://doi.org/10.1111/etap.12254>
- Nordin, N., Hashim, H., & Yunus, K. (2021). TVET innovation and entrepreneurship in Malaysia: Issues and strategies. *Journal of Technical Education and Training*, 13(2), 77–89.
- OECD. (2022). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills_5424dd26/54ac7020-en.pdf
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, S. P. (2016). *Platform revolution: How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. W. W. Norton & Company.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, M., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- PitchIN. (2023). *Equity crowdfunding in Malaysia: Annual report*.
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: A taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691–791.
<https://doi.org/10.1093/icc/dtm023>
- Salleh, M., & Omar, R. (2020). TVET innovation challenges in Malaysia: A review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(7), 1001–1014.

- Salleh, M., & Sulaiman, N. (2020). Applied research and innovation in Malaysian polytechnics: Opportunities and challenges. *Journal of Technical Education and Training*, 12(3), 45–56.
- Shopee Malaysia. (2023). *E-commerce landscape in Malaysia*. Shopee.
- Siegel, D. S., & Wright, M. (2015). Academic entrepreneurship: Time for a rethink? *British Journal of Management*, 26(4), 582–595.
<https://doi.org/10.1111/1467-8551.12116>
- Syafiq, M., Halim, M., & Rahman, A. (2022). Crowdfunding as an alternative financing mechanism for Malaysian entrepreneurs. *Asian Journal of Business Research*, 12(1), 23–37.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). *TVET for sustainable development: Policy brief*. UNESCO-UNEVOC International Centre.
- UNESCO-UNEVOC. (2022). *Global trends in TVET: Innovation and entrepreneurship*. UNESCO-UNEVOC International Centre.
- World Bank. (2021). *Innovation and entrepreneurship ecosystem diagnostic: Malaysia*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2023). *Malaysia economic monitor: Navigating the digital economy*.
- Yusof, A. R., Hashim, H., Ahmad, S., & Jamaluddin, N. (2020). University-industry collaboration in Malaysian TVET institutions: Challenges and prospects. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 67–78.
- Yusof, A. R., Jamaluddin, N., Hashim, H., & Ahmad, S. (2023). The state of innovation commercialization in Malaysian higher education institutions: A systematic review. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 12(1), 33–55.
- Zhu, F., & Iansiti, M. (2019). Why some platforms thrive and others don't. *Harvard Business Review*, 97(1), 118–125.

P28 - NON-DESTRUCTIVE TESTING (NDT) INSPECTION SIMULATOR

Nizam Zainal Abidin
Politeknik Banting
nizamabidin48@gmail.com

'Azim Hamdan
Politeknik Banting
azimhamdan99@gmail.com

Pradon Gunalan
Politeknik Banting
pradongunalan222@gmail.com

Dania Saharudin
Politeknik Banting
daniahumairah@gmail.com

Abstract

This project developed a Non-Destructive Testing (NDT) training simulator that offers a more cost-effective, safer, and easier-to-access approach for students compared to conventional training methods. The simulator is developed using Unity and focuses mainly on eddy current testing, one of the NDT techniques used in the industry. It allows learners to practice inspection work in a virtual setting that recreates realistic situations without the need for costly equipment or exposing students to unnecessary risks. In the simulator, users can see how defects are represented, practice scanning techniques, and receive direct feedback to understand whether their inspection is correct. To make the training more interesting, gamification elements are included such as time limits, difficulty levels, and penalties if progress is not done correctly. This creates challenges that push learners to think critically and strengthen their abilities. With this simulator, institutions are able to reduce expenses for training materials and expert guidance, while learners still benefit from practical experience. The project is intended to enhance NDT education by providing an affordable, interactive, and efficient platform that equips students with the necessary skills for their future careers.

Keywords: non-destructive testing, gamification, simulator

1.0 Introduction

Non-Destructive Testing is a major means of ensuring safety and reliability in aircraft parts without their destruction (Ulus, Ö., Davarcı, F. E., & Gültekin, E. E. (2024)). It has become very vital in terms of noticing defects or abnormalities that might lead to part failure, consequently compromising flight safety (Gorbachev, I. O. (2024)). However, most traditional methods of NDT training have traditionally been theoretically instructed with very limited hands-on practice and on very expensive equipment (Bertovic, M., & Virkkunen, I. (2022)). The growing trend in aviation sets up a big demand for much more efficient and accessible training in order to manufacture highly qualified NDT inspectors (Gandhi, N. H. (2023)).

Among the great challenges for this training, interactivity is identified (Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S., & Yoon, D. (2021)). The results of most training programs in general are rather non-interesting due to their design; they result in low absorption of knowledge by the trainee and also slowing down skill-building processes (Duval, J. S. (2022)). Besides, the high costs and limited resources that most methods of hands-on practice characterized have made frequent practice by training institutions and companies quite difficult (Doerner, R., & Horst, R. (2022)). The shortage of qualified NDT professionals further exacerbates the issue, with demand for skilled inspectors on the increase (Diesing, G. (2023)). These are some of the challenges that show the need for an innovative approach to NDT training that would enhance learning efficiency, engagement, and accessibility (Vrana, J., & Singh, R. (2021)).

The objective of this work is to develop an NDT Inspection Simulator based on a gamification platform for use in the aviation industry (Zhai, J. (2024)). Gamification, or the application of game-like elements in non-game contexts, is a strategy that has proved to enhance engagement and motivation in learning environments (Saleem, A. N., Noori, N. M., & Ozdamli, F. (2022)). The proposed simulator integrates scoring systems, levels, challenges, and real-time feedback, therefore offering a truly interactive, immersive training experience (S., Suznjevic, M., & Skorin-Kapov, L. *et al.*, 2022). Trainees can practice penetrant testing (PT) and eddy current testing (ECT), a risk-free virtual environment, allowing them to gain hands-on experience without the need for expensive physical equipment.

A survey is being carried out among aviation professionals and trainees to ensure that the simulator is effective and relevant. The research will also look at problems in current NDT training, the preference of users for digital learning tools, and the potential of gamification for enhancing skills. The findings from this study will be used to refine the design of the simulator to meet industry needs and enhance the training process.

The project now will bridge the gap in NDT training between theory and practice by gamification, enhance the competency of NDT inspectors, improve aviation safety standards, and contribute to the development of digital learning technologies in technical education. This is not only innovative for trainees themselves but also forms part of the contribution the aviation industry makes toward better standards of maintenance and inspection, thus safer and more efficient aircraft operations.

1.1 Problem Statement

The respondents have identified a number of key challenges that stand in the way of effective learning and teaching of the methods of NDT. These include a shortage of equipment and facilities, which affects 66.7% of the learners and educators. Without practical exposure, students find it difficult to apply theoretical knowledge in real-life situations, and this lessens the effectiveness of the training programs.

More to this, 52.9% have stated difficulties in conceptual understanding, thus requiring developmentally appropriate instructional strategies which should include interactive learning materials, simulation, or effective curriculum design. The problem of a shortage of experienced trainers

has been complained about by 47.1%, which may badly affect their performances due to incomplete guidance in training and poor execution of the techniques of NDT.

There is also a high cost of training, which upholds a significant level of obstacle to 45.1%. This leads to a limitation in opportunities for adequate education and professional development for many individuals or institutions that may have a variance in budgetary constraints.

Addressing these challenges requires investment in training infrastructure, development of accessible and engaging learning materials, recruitment and training of qualified instructors, and cost-effective training solutions. Without such improvements, the industry is in danger of not having well-trained professionals, which may affect the safety and quality standards of sectors dependent on NDT.

1.2 Project Scope

The heart of this project centers on bringing together an interactive and realistic NDT training environment on this gamify in order to give hands-on learning in a virtual surrounding. This simulator will incorporate intricate virtual aircraft components that require inspection, thus enabling the users to manipulate various NDT tools made to resemble real-world testing equipment. This NDT training program, through the special processes advanced by the simulator, is going to help ensure a structured way of learning by leading players step by step through inspection procedures, thereby helping them understand defect identification without actually handling real aircraft parts. It also enables users to carry out different tests during the simulation using techniques like Ultrasonic Testing (UT), Radiographic Testing (RT), and Eddy Current Testing (ET), thereby learning valuable insight into how these techniques are used in actual aircraft maintenance. The simulator, with these contents, shall thereby promote theoretical knowledge and practical skill acquisition in a controlled, safe, and fun environment.

Closely reflecting real-life aircraft maintenance challenges, the training scenarios offer practical experience for hands-on defect detection and correction. It will be the responsibility of the player to inspect different parts of the aircraft for possible defects and determine the right NDT method to be used. The simulator will engage the players through an element of problem-solving, ranging from the diagnosis of hidden defects to making informed decisions based on real inspection data. Immediate feedback on performance will be available for the users, indicating their correct actions as well as those that require improvement. Employing this interactive format ensures that the learners are not just fostering the theoretical aspects of NDT, but also the decision-making skills actually needed in aircraft maintenance.

2.0 Literature Review

2.1 NDT Overview

Non-Destructive Testing (NDT) is important in many industries such as manufacturing, construction, and aerospace. It is used to check the quality

of materials without causing any damage (Gupta *et al.*, 2022; Sunil *et al.*, 2024). This makes it an essential tool for ensuring safety, reliability, and efficiency in different sectors, especially in aerospace where structural integrity is critical. Two common methods are Penetrant Testing (PT) and Eddy Current Testing (ECT). PT is used to find cracks or defects on the surface, while ECT can detect problems under the surface. These two techniques complement each other since PT focuses on visible defects while ECT covers hidden flaws, giving a more complete inspection process. In training, adding game-like features such as challenges and rewards can make the learning process more interesting and effective (Saleem *et al.*, 2022). This approach is especially useful for NDT learners who need both theoretical understanding and practical skills, but may not always have access to expensive equipment for real practice. By incorporating digital platforms with interactive features, NDT trainees can practice inspections in a safe and controlled environment while still experiencing realistic challenges.

2.2 Gamification in Education

Gamification means using game elements such as points, badges, and leaderboards in the learning process (Fitria, 2022). This concept has been widely applied in modern education as a way to make lessons more engaging and reduce student passiveness in traditional classroom settings. This method makes students more motivated and active in class. When learners see progress indicators or achievements, they are more likely to stay involved and push themselves to perform better. Studies have shown that gamification can improve student focus, participation, and knowledge retention (Lampropoulos *et al.*, 2022; Doyle, 2023). This is because game-based elements encourage competition, collaboration, and repetition, which are all important for deeper learning. In technical education, such as NDT training, gamification can provide a balance between theory and practice by simulating real inspection tasks in a risk-free environment. This not only improves student performance but also prepares them for professional roles where precision, attention to detail, and problem-solving are required.

2.3 Digital Simulation for NDT Training

Recent developments in educational technology have shown the effectiveness of simulation-based learning for technical fields (Elendu, C., Amaechi, D. C., *et al.*, 2024). Digital simulation creates a virtual environment where students can perform inspections, identify defects, and make decisions similar to real-world scenarios (Beh, H. J., Rashidi, A., *et al.*, 2022). For NDT training, this is particularly valuable because it allows trainees to gain practical experience without relying on costly laboratory equipment or exposing themselves to potential hazards. Virtual platforms can replicate the conditions of PT and ECT inspections, providing learners with opportunities to practice repeatedly until they gain confidence. When combined with gamification features such as scoring, levels, and time challenges, simulations not only enhance engagement but also encourage learners to apply their knowledge under realistic constraints. This integration helps bridge the gap between theory and practice, making training more accessible

to institutions with limited resources and ensuring that future NDT professionals are well-prepared for industry demands.

3.0 Research Methodology

3.1 Research Methods

3.1.1 Questionnaire Survey

A questionnaire survey was conducted to collect data on the following aspects:

- a) Current challenges in NDT training
- b) Preferences for training methods
- c) Familiarity and interest in gamification
- d) Desired features for an NDT gamified simulator

3.1.2 Respondent Demographics

- a) Age group: majority of respondents were between 18-25 years old
- b) Current role: most participants were students in diploma or certificate programs related to NDT
- c) Educational background: predominantly high school or diploma-level education
- d) NDT experience: commonly trained in Penetrant Testing (PT), Ultrasonic Testing (UT), Magnetic Particle Testing (MT), and Visual Inspection (VI)

3.2 General Literature Review

3.2.1 The Role of Simulation in Teaching Non-Destructive Testing for Aviation

Non-Destructive Testing (NDT) simulators have considerable potential as effective training tools in aircraft maintenance programs. (Dela Peña, A. (2024) However, traditional NDT training often fails to simulate hands-on experience with realistic inspection procedures, limiting what students can experience and learn. NDT simulators provide a safe, interactive training environment in which students can master techniques such as dye penetrant or eddy current testing with no risk to equipment or safety. (Mix, P. E. (2005)

Gamification components such as points and challenges are also able to boost student engagement and motivation. (Alsawaier, R. S. (2018). Software such as Roblox and Unity allows creating realistic virtual space for ongoing practice and consistent results of learning. As aviation maintenance has high demands on skills and precision, simulators for NDT help prepare students better prior to entering the industry.

3.2.2 Advancing Learning in Aviation Maintenance with NDT Tools

Non-Destructive Testing (NDT) simulators are outstanding teaching tools in aircraft maintenance training. They allow the student to learn and practice inspection techniques in a safe, controlled environment without endangering or wasting actual equipment. By simulating real-world situations, the students are better able to understand procedures of eddy current testing. The use of interactive elements and gamification provides an added layer of learning by making it interesting and memorable. Therefore, NDT simulators are a practical way to bridge theory and practice in aviation maintenance education.

3.2.3 Immersive Learning in NDT Training

NDT simulators provide a unique opportunity to boost student participation and immersion in airplane maintenance training. Traditional classroom teaching may sometimes disappoint students or be devoid of experience. But with simulation-based resources, students get the opportunity to interact with simulated airplane parts and perform inspection tests in a safe, real-like environment. The addition of gamified elements such as scoring, timed practice, and scenario-based challenges adds a sense of motivation and fun, encouraging active participation. This interactive learning process not only helps students retain technical details more effectively but also builds confidence in the application of their skills to real-life situations.

3.2.4 Enhancing User Reach Through Inclusive and Accessible Design

To be effective and highly usable by a wide range of users, the project emphasizes the principles of inclusion and accessibility. As such, an NDT simulator will be developed on a broadly accessible platform, e.g., Roblox (for example only), which will enable smooth playing on multiple devices, including PCs, laptops, tablets, and smartphones. With these provisions, students of various economic backgrounds can undergo NDT training without incurring costly equipment. The design also includes options to enhance usability for the disabled, including adjustable font sizes, colorblind-friendly options, audio instructions, subtitles, and keyboard navigability for motor or visual impairment.

The simulator, besides being physically accessible, also addresses language and cultural diversity through multi-language support and neutral design elements that accommodate as wide a range of users as possible. The simulator acknowledges that the learners prefer different environments and abilities and thus offers three modes-tutorial, practice, and scenario-based assessments-to accommodate both novices and advanced learners. With these modes, a visual learner, auditory learner, or hands-on learner could still flourish. Moreover, the virtual environment gives the students a chance to fail and learn in a low-stakes safe environment without actual damages to components or equipment. This additional inclusivity feature guarantees that the simulator is not just a cheap and scalable solution but one that also ensures all learners will build their confidence and competence in acquiring highly essential NDT skills.

3.2.5 Impact of Non-Destructive Testing on Career Opportunities in Aviation

The integration of Non-Destructive Testing (NDT) technologies in the aviation and aerospace industries has created a great influence on career aspirations for students and engineers in aircraft maintenance and engineering fields. NDT methods which is eddy current testing, have become essential for the safety, reliability, and longevity of aircraft parts. For students pursuing diplomas or degrees in aviation-related programs, proficiency in NDT not only incorporates technical skills but also enhances career prospects.

With the increasing reliance on NDT for routine maintenance and safety-critical inspection, many students view NDT training as a steppingstone to more specialized, higher-paying jobs in the aerospace sector. The growing need for experienced NDT practitioners translates into more job opportunities, as companies seek experts who can apply these techniques to guarantee aircraft maintenance and repair without compromising structural integrity. Furthermore, the innovative character of NDT technologies, e.g., the development of simulation tools and automation, encourages students to think ahead, hence becoming more sensitive to emerging industry trends.

3.2.6 Non-Destructive Testing (NDT) Educational Inspection Simulator Using a Gamification-Based Platform

Trans-NDT through the virtual platforms trained judges and notifies users about innovative teaching approaches: an instrument of education in Non-Destructive Testing-NDT. This is critical in achieving all necessary checks to determine whether aircraft components have been damaged structurally. The limited potential of traditional classroom learning, which was combined with a highly expensive world of training, is wanted for a simulator that would take students in aircraft maintenance into a virtual, interactive learning medium.

The platform-fully gamified simulator contains lovely game elements, such as the tracking of progress, scoring systems, feedback loops, and challenges with scenarios, to learning practice that is both effective and delightful. Users can carry out simulated NDT procedures: dye penetrant tests, ultrasonic tests, and eddy current testing on virtual aircraft parts such as engine casings, fuselage panels, and landing gear. The student is thus able to practice in realistic simulations without the risk and costs of dealing with actual aircraft components.

The simulator's purpose is thus not simply that of providing entertainment; it is sufficiently pedagogically organized towards deep understanding and the development of skills. Step-by-step instructions, guided tutorials, and assessment modules embedded into the software are designed to help users in mastering aspects of the inspection process. Immediate feedback and performance evaluation allow learners to understand their mistakes and reinforce correct techniques at a steady pace.

Accessibility and inclusivity are also core design principles for the simulator. It runs on a multiplicity of devices and platforms, i.e., PC, tablet, mobile, and extends to features for learners with disabilities or different learning styles to have quality NDT education for more people. With the

introduction of gamification and simulation technologies, the training of any learner in NDT becomes more accessible, engaging, and effective as they join those already in aviation maintenance.

3.2.7 Supporting Student Learning Through Resource Accessibility

For the complete educational outcome of the Non-Destructive Testing (NDT) Teaching Inspection Simulator, the possibility is maximized by ensuring that students are availed with resources needed in their travel toward being empowered learners. This project aims at developing diversified, accessible, and interactive scaffolding learning materials that go parallel to the simulator experience and aid in knowledge retention.

A range of student resource support, including digital manuals, quick-reference guides, instructional videos, and interactive tutorials, will be provided for the simulator. These resources are designed for pre-learning and post-learning purposes, allowing students to review NDT concepts, procedures, and safety guidelines at their own pace. All of the materials will be easily accessibly taught within the simulator or through an online portal, with 24/7 access to learners.

In addition, an integrated help center, and in-game hint system will serve as just-in-time support tools for students having difficulty performing a specific task or process during simulation. These features enhance independent learning by providing convenience in time and reduction in constant instructor supervision. Peer teamwork and community resourceful sharing are promoted through discussion forums or group missions within the simulation, strengthening both teamwork and communication, which are crucial in the real aviation maintenance environment.

3.3 Specific Literature Review

3.3.1 Product Structure

The assembly of a product is a hierarchical and modular organization of the components in that product and states how the subsystems and features are integrated to achieve the desired functions (Salvador, F. (2007). A definite product structure in simulation-based training environments, especially the AI-driven ones, is important for ensuring system effectiveness, maintainability, and scalability.

Training simulators must have product structures that support modular developments, which mean that the components like user interface, AI engine, and feedback system would have to be developed and successfully tested separately (Soni, J. (2022). This would bring in greater upgrading flexibility and more easy incorporation of other test methods like additional NDT for non-destructive testing techniques.

In that manner, it is totally a layered product structure-user interaction layers, simulation logic, data processing modules, and finally AI algorithms-which simplifies the whole thing in terms of functionality and user experience (Gomes, G. C. (2018). In an AI-enabled NDT simulator, the structure of the product will have clear information as what flow to follow from user inputs to simulation outputs so that it can be easily interpreted and visualized.

Furthermore, in product architecture, being adaptable is important. Educational simulators' architecture should accommodate future technological advancements (Loukissas, Y. (2012). Thus, it would mean that the new AI models, physics engines, and training scenarios would have to be plugged into existing architectures without having to redesign the whole system.

In summary, a good product structure in AI-based simulation systems must be modular, scalable, and adaptable (Ekundayo, F. (2024). This allows for usefulness in the long term, cost-effective usage, and flexibility to cater to changing training requirements, which makes it an important feature for building strong educational tools such as the NDT Inspection Simulator.

3.3.2 Product Mechanisms

3.3.2.1 Type of Hinges (Virtual Interaction Mechanisms)

In the world of physical aviation maintenance and NDT, hinges are a component of tools and parts that must be moved under control, such as doors, panels, inspection hatches, and test rigs. Hinges provide access and articulation, allowing inspectors to reach internal parts without dismantling the entire structure.

Inside the setting of the NDT simulator, hinges are emulated by program-controllable movement and interaction of objects. As an example, operators may emulate opening and closing an access panel of a virtual fuselage of an aircraft or manipulating parts while inspecting. These motions are achieved through scripting within the game engine along with rotation pivots and trigger-based animation.

This virtual hinge system enhances realism by enabling dynamic object interaction, allowing users to feel like they have their hands-on objects while conducting virtual inspections. By applying hinge-like behavior in simulation, students can learn how to approach real-world inspection points and work with parts safely during maintenance inspections. These mechanisms align with best practices in simulation-based technical training as reported in the literature on interactive 3D training tools (Zhao *et al.*, 2020).

3.3.2.2 Type of Electrical Motor (Simulated Mechanism Control)

In a real NDT application, electric motors are routinely used to power rotating tables, robotic arms, or scanner units for assistance with non-destructive testing. (Poole, A. (2023) Motors offer smooth action, precise control, and repeat test conditions. Real motors are not actually used within this simulator, though motor-drive system behavior and logic are emulated on the computer to mimic realistic tool movement or piece motion. (Koppak, R. (2022).

For example, when the simulator user activates a virtual ultrasonic scanner, the system can simulate the probe scanning across a surface by using time-based animations or path-following algorithms. Such simulated movements are regulated by parameters such as speed, acceleration, direction, and pause delays like motors in real-world situations. This not only adds to immersion but also gets students used to the timing and rhythm of operation of mechanical NDT equipment. (Mix, P. E. (2005).

Through gamification features, such as scorekeeping based on performance or the use of timed inspections, the simulation can also test the user to operate these simulated tools in a timely manner, simulating actual limitations in a lab or field inspection environment. Research on digital twin simulations and training programs (Li *et al.*, 2021) cites the importance of incorporating realistic equipment response in training software in enhancing practical understanding and preparedness.

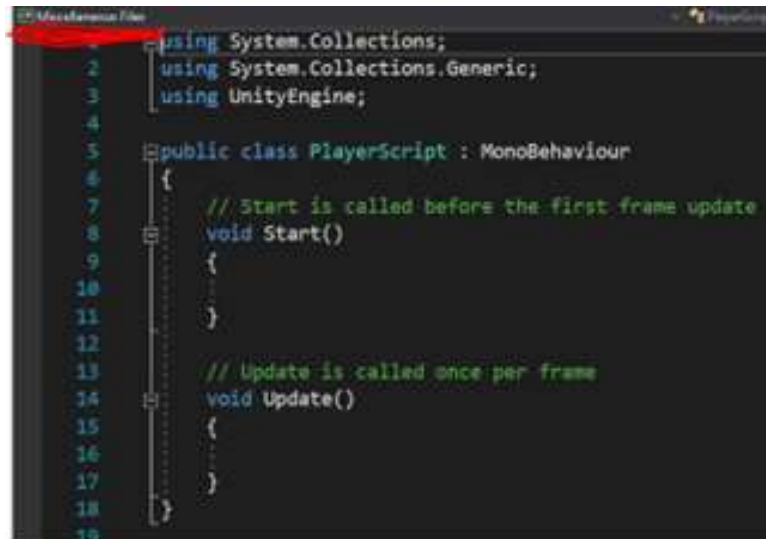
3.3.2.3 Selection of AC Motor (Reference for Virtual System Modeling)

Among different types of electrical motors, AC (alternating current) motors are applied most widely to aviation ground equipment due to their simplicity, less maintenance, and ability to operate on continuous load cycles. To simulate purposes, AC motor behavior is simulated digitally and modeled to simulate rotary or linear energy-dependent tool motions, e.g., revolving test specimens or moving inspection platforms.

No real AC motors are used in this software, but the decision to call AC motor specifications is a method of staying true to real hardware. Motor functionality in Unity or Morph Matrix is simulated using torque-based physics or scripted rotation movement. For instance, a turntable powered by an AC motor used in real ultrasonic inspection can be simulated by rotating a 3D object at a constant speed with user-initiated control, mimicking how the real component would respond under motor drive.

This simulation approach allows visualization of the effect of motor-based movement on the inspection process in regards to scan uniformity, probe contact, and part positioning. By simulating AC motor performance, software not only demonstrates technical realism, but also educates students equipment used in the actual aircraft maintenance procedure.

Moreover, referencing AC motors in the virtual setting stimulates understanding of electro-mechanical integration in NDT systems, an essential area of knowledge of the aviation technicians in terms of translating mechanical and electrical issues in aircraft systems.



```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class PlayerScript : MonoBehaviour
6 {
7     // Start is called before the first frame update
8     void Start()
9     {
10
11     }
12
13     // Update is called once per frame
14     void Update()
15     {
16
17     }
18 }

```

Figure 1: C# example coding

3.3.3 Software/Programming

Unity is a game development platform that supports its own programming system through the use of scripts written in the C# programming language. In order to code in Unity, developers begin by creating scripts that can be attached to GameObjects within the Unity environment. Cutumisu, M. (2009).

A script in Unity refers to a component that contains C# code, which defines how objects in the game behave and interact with the player and the environment. Scripts are essential elements in Unity projects, as they allow developers to build the core mechanics of a game and bring static assets to life through interactivity and dynamic behaviour.

In this project, scripts serve several key functions in achieving the game's objectives. These include controlling player movement and enabling the character to freely navigate through the aircraft maintenance simulation environment. Additionally, scripts are responsible for implementing gameplay mechanics to ensure the simulation operates according to its intended logic and objectives. They also manage visual and audio effects, such as animations, lighting changes, particle systems, and sound effects, to enhance immersion and realism.

The integration of C# scripts within Unity enables the creation of an interactive and educational simulation that supports learning through engaging gameplay experiences. The scripting system provides the technical foundation needed to control the flow and functionality of the game in alignment with the project's educational and training goals.

3.3.4 Accessories and Finishing

The Specific Literature Review of Accessories & Finishing for the NDT Simulator deals with polishing the final details that bring the simulation's functionality and usability to the next level (Duernberger, E. 2023) Literature in this area focuses on the importance of a good user interface (UI) and user interaction. Literature suggests that an easy-to-use UI increases usability and engagement, which is crucial for users to be able to use the simulation with

ease and apply NDT techniques (Abd El-Sattar, H. K. H. 2025). Interactive design principles emphasize the need for intuitive visual cues, sensibly organized menus, and realistic presentation of tools. Feedback systems research also emphasizes how auditory and visual feedback are important to reinforce learning, facilitate real-time correction, and lead the user through correct inspection procedures (Mathisen, P. 2012). In aesthetic finishing, the literature shows that realistic environments and tools contribute to immersion and realism that are important for engaging the user and ensuring effective training. Optimizing the performance of the simulation for smooth interactions and fast loading is also well documented, as lag or delays can be disruptive to the learning process. (Shepherd, S. P. 2014). Overall, literature emphasizes that a realistic, interactive, and polished design is the most important aspect in creating an NDT simulator that not only instructs but also motivates users to learn (Bertovic, M. 2015).

4.0 Data Analysis

Age that respondents:

- Young students (18-25 years old), mostly pursuing diplomas or certificates related to NDT, also;
- A smaller portion of high school students, entry-level professionals, and trainers/instructors with postgraduate qualifications;
- That most respondents are at the early stages of their careers and looking for training to enter or advance in the NDT field.

4.1 Preferred Training Methods

Respondents ranked different types of NDT training based on their preferences:

- Hands-on practical training: most preferred (ranked 5 by 70% of respondents)
- Simulation-based learning: highly favored with over 60% giving it a rank of 4 or 5
- Classroom-based theory and online courses: less preferred, especially pre-recorded sessions

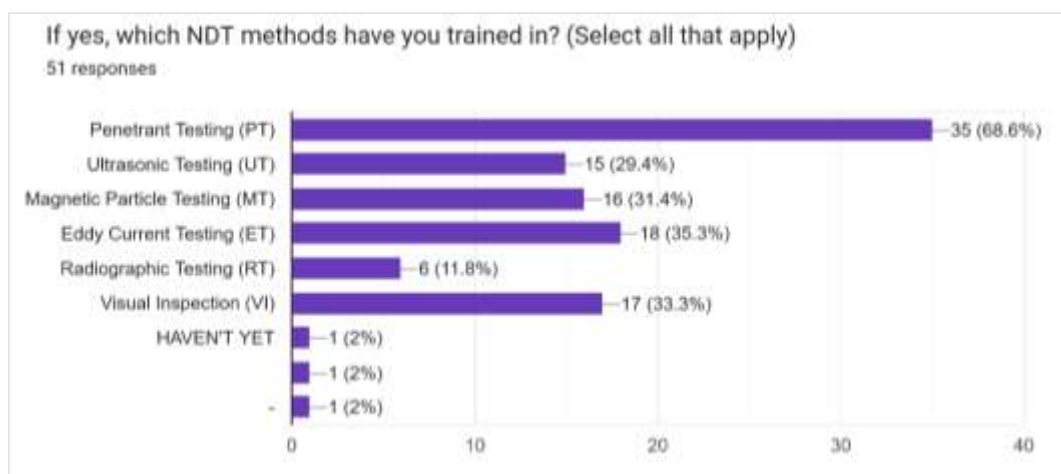


Figure 2: Preference for NDT training methods

4.2 Challenges in NDT Training

The most common challenges identified were:

- Limited access to equipment or facilities (70%)
- Difficulty understanding theoretical concepts (60%)
- Lack of experienced trainers (45%)
- High training costs (30%)

Challenges	Frequency	Cumulative	Cumulative Percentage (%)	Pareto Baseline
Limited Access to Equipment or Facilities	34	34	32	80
Difficulty Understanding Theoretical Concepts	27	61	58	80
Lack of Experienced Trainers	24	85	81	80
High Training Costs	23	108	100	80

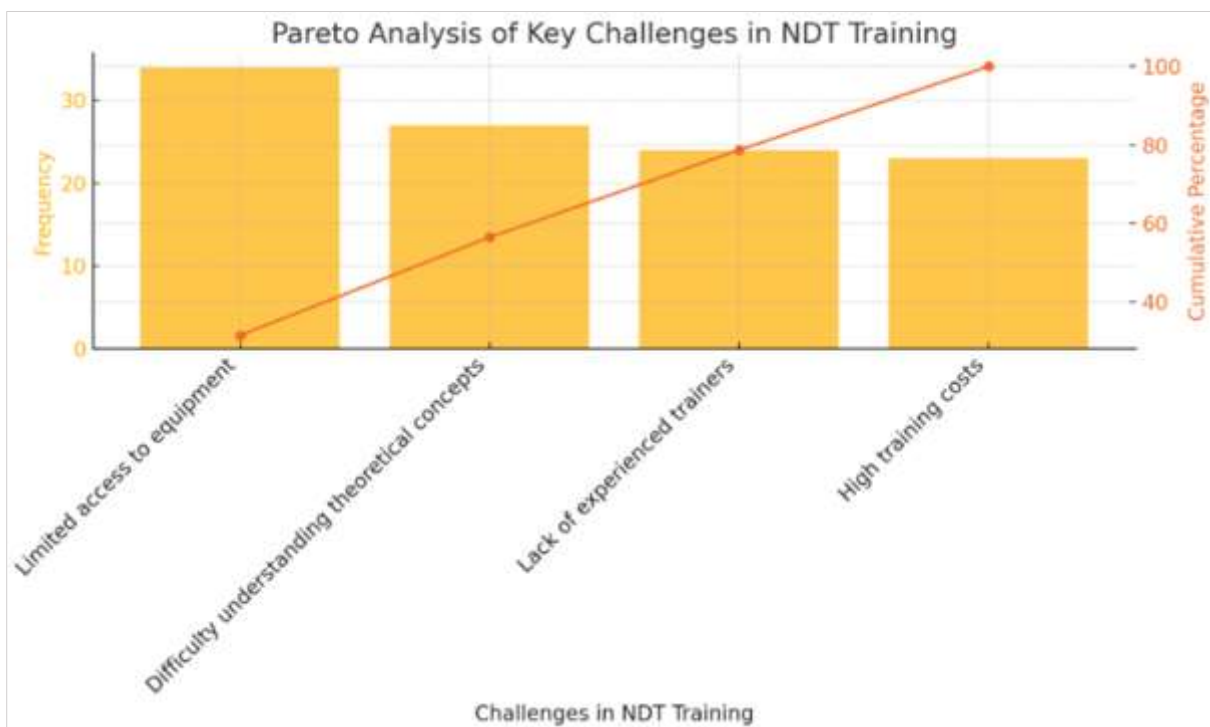


Figure 3: Major challenges in NDT training

4.3 Interest in Gamification

- Familiarity with gamification: 76.9% of respondents were familiar with gamification.

- b) Interest in gamified NDT training: 96.1% expressed interest in using gamified simulations for NDT training.

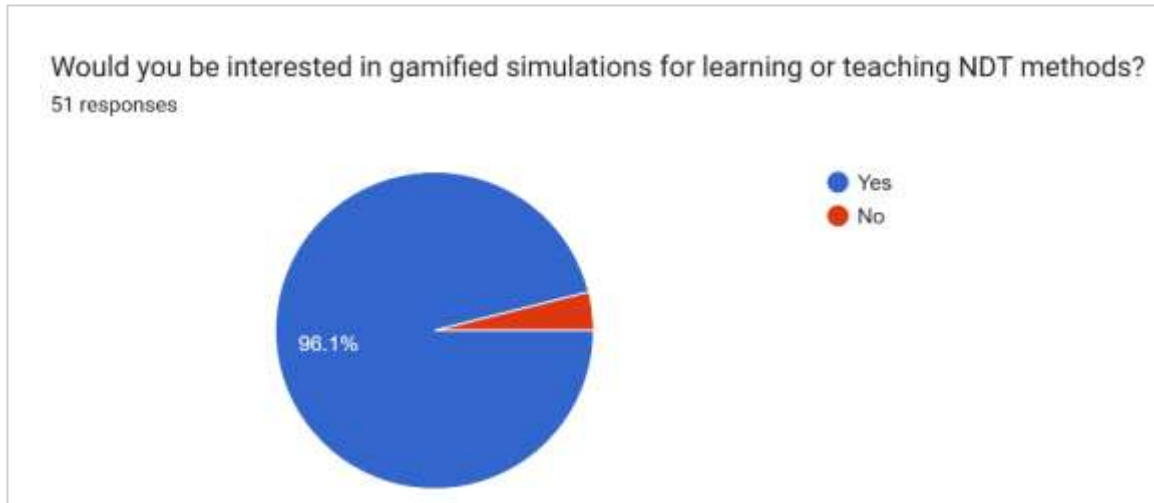


Figure 4: Respondent's interest in gamification

4.4 Simulator Scenarios, Multiplayer Options, Simulation Tools, and Familiar Games

Types of scenarios: respondents prioritized practical, hands-on tasks, with the following scenarios most requested:

- Simulated NDT inspections (e.g., Penetrant application and defect detection).
- Complete inspection processes for specific components (e.g., wings, fuselage).
- Equipment operation and maintenance tasks.

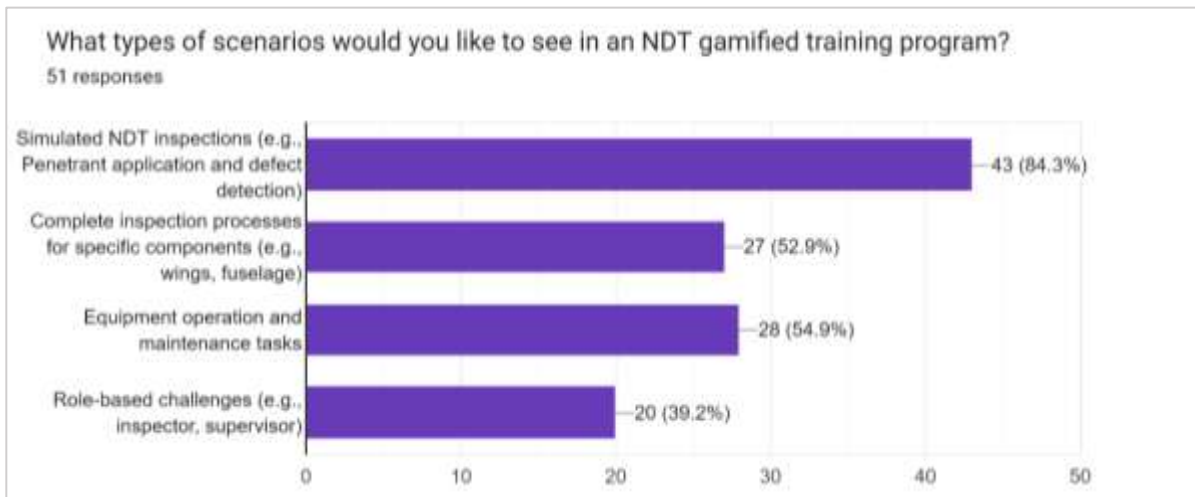


Figure 5: Types of scenarios

Multiplayer or team-based options: 75% of respondents believed that including multiplayer or team-based elements would enhance the training experience, promoting collaboration and realistic role-based challenges.

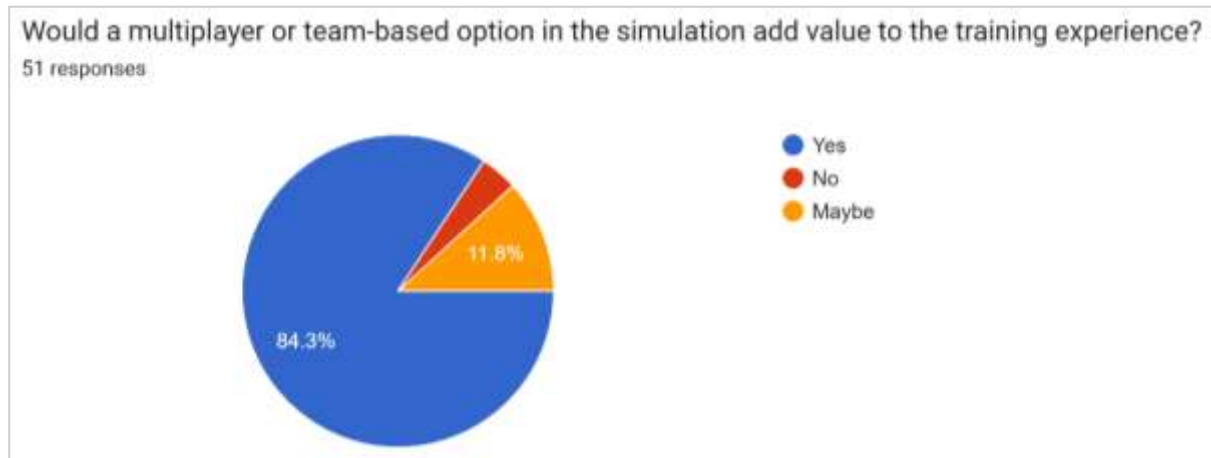


Figure 6: Opinion on multiplayer interaction

Use of simulation or gamified tools: 70% had experience with simulation tools for learning or training purposes, mentioning popular tools like Microsoft Flight Simulator and Roblox.

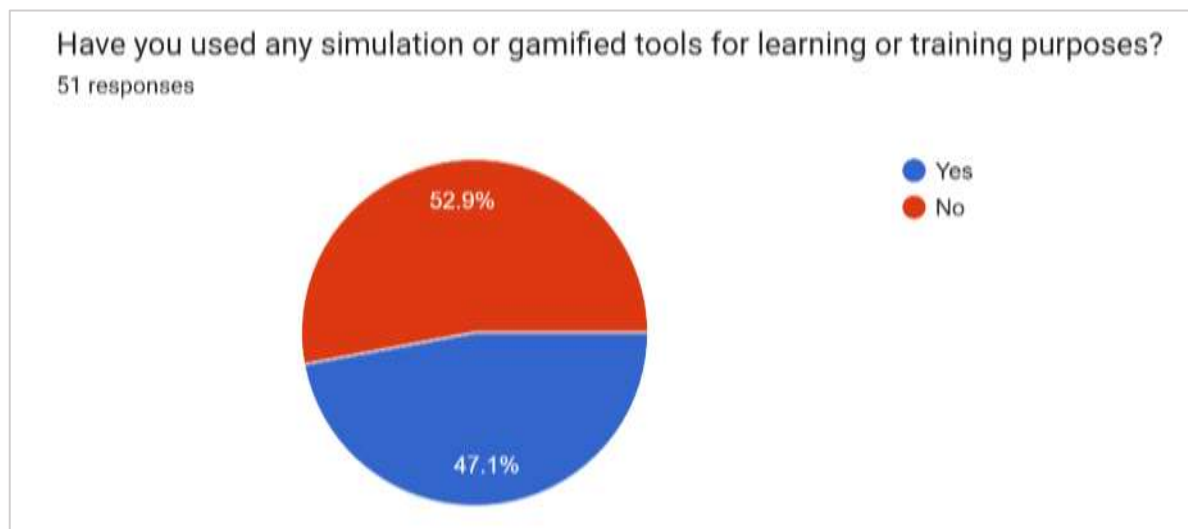


Figure 7: Respondents' experience with simulation/gamified tools

4.5 Familiar Game Types:

Simulation Games (70%) and Role-playing Games (65%) were the most familiar, followed by strategy games and puzzle-solving games.

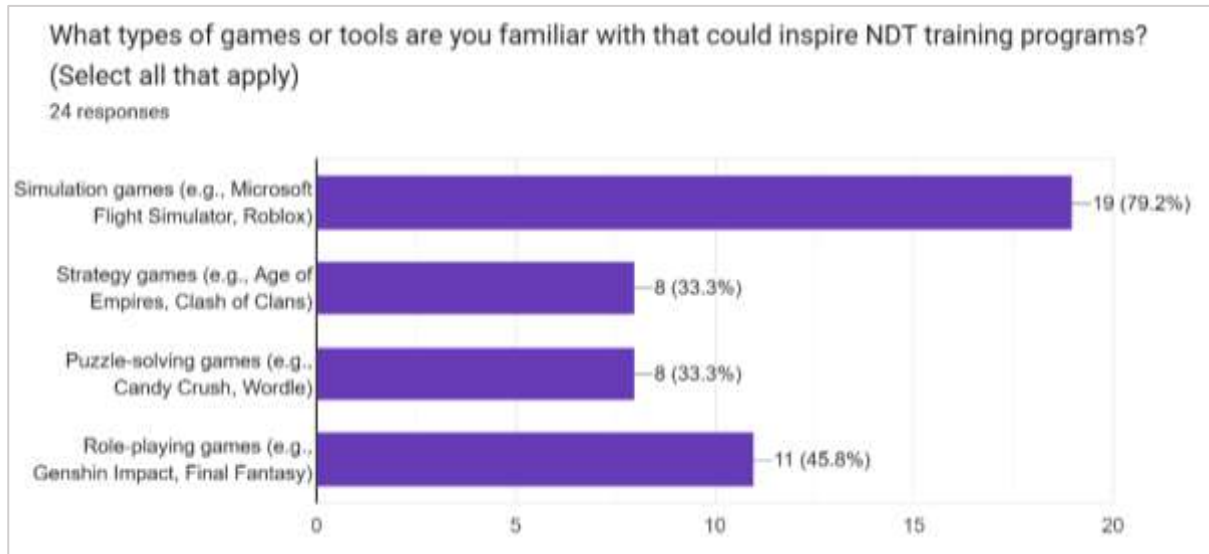


Figure 8: Respondents' familiarity with types of games

4.6 Desired Improvements in Current NDT Training Programs

Respondents highlighted several areas for improvement in current NDT training programs, with a strong emphasis on increasing practical exposure and leveraging modern technology:

- Increased Practical Exposure:** 75% of respondents called for more opportunities to engage with real-world scenarios and equipment.
- Integration of Modern Technologies:** 60% suggested incorporating virtual reality (VR) and augmented reality (AR) tools to enhance the learning experience.
- Better Access to Equipment:** 50% expressed a need for improved access to state-of-the-art NDT tools and testing facilities.
- Experienced Trainers:** 45% highlighted the importance of having more experienced instructors to provide hands-on guidance.

To meet these demands, the NDT Inspection Simulator should focus on:

- Realistic simulation of NDT tasks** to provide practical exposure.
- Incorporation of VR and AR elements** to create immersive learning experiences.
- Providing virtual access to modern NDT equipment** to overcome the limitations of physical resource availability. These improvements will ensure a more comprehensive and engaging training experience.

Respondents also offered a variety of comments and suggestions, with recurring themes including the importance of engaging content, real-world relevance, and the role of gamification in improving learning outcomes:

- a) Engaging and interactive content: many respondents stressed the need for the simulator to be visually appealing and interactive to maintain user interest.
- b) Real-world relevance: several respondents suggested focusing on practical, scenario-based training that mirrors real inspection tasks.
- c) Gamification for motivation: respondents highlighted gamification elements such as rewards, challenges, and progress tracking as ways to boost motivation and learning retention.
- d) Accessibility and inclusivity: a few respondents emphasized the importance of making the simulator accessible to learners of different skill levels and backgrounds.

Based on the respondents' suggestions, we can improve the NDT Inspection Simulator to have:

- a) Focus on real-world scenarios to ensure relevance and applicability.
- b) Include gamified elements such as rewards and progress tracking to keep users motivated.
- c) Ensure accessibility and scalability to cater to diverse learning needs. By implementing these strategies, the simulator will provide a more effective and engaging learning environment for all users.

5.0 Conclusion

In conclusion, this study found that NDT training still faces problems such as limited access to equipment, high costs, and difficulty in understanding theory without enough practice. The results also showed that most students prefer practical and simulation-based learning over traditional classroom methods. By using gamification elements like rewards, challenges, and interactive features, the simulator app can make the training process more engaging and effective. With a focus on Eddy Current Testing (ECT), the simulator app provides a safe, affordable, and useful way for students to gain hands-on experience, improve understanding, and build confidence before applying their skills in real industry situations.

References

- Beh, H. J., Rashidi, A., Talei, A., & Lee, Y. S. (2022). Developing engineering students' capabilities through game-based virtual reality technology for building utility inspection. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(7), 2854–2877. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0174>
- Bertovic, M., & Virkkunen, I. (2021). NDE 4.0: New paradigm for the NDE inspection personnel. In *Handbook of Nondestructive Evaluation 4.0* (pp. 1–31). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48200-8_9-1
- Diesing, G. (2022, December 30). *How a shrinking workforce affects testing and inspection in NDT*. Quality Magazine.

<https://www.qualitymag.com/articles/97260-how-a-shrinking-workforce-affects-testing-and-inspection-in-ndt>

- Doerner, R., & Horst, R. (2022). Overcoming challenges when teaching hands-on courses about virtual reality and augmented reality: Methods, techniques and best practice. *Graphics and Visual Computing*, 6, 200037. <https://doi.org/10.1016/j.gvc.2021.200037>
- Duval, J. S. (2022). *Playful health technology: A participatory, research through design approach to applications for wellness* (Doctoral dissertation, University of California, Santa Cruz). eScholarship. <https://escholarship.org/uc/item/1xz4701q>
- Elendu, C., Amaechi, D., Okatta, A. U., Amaechi, E. C., Elendu, T. C., Ezech, C. P., & Elendu, I. D. (2024). The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine*, 103(27), e38813. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000038813>
- Fitria, T. N. (2022, December). Using game design techniques (gamification) in teaching and learning process: A review. In *Prosiding Seminar Nasional & Call for Paper STIE AAS 5(1)* 1–18. STIE AAS.
- Gandhi, N. H. (2023). *Development of NDT knowledge systems to improve the robustness of inspection of composite products* (EngD thesis, University of Bristol). University of Bristol Research Repository. <https://research-information.bris.ac.uk/en/studentTheses/development-of-ndt-knowledge-systems-to-improve-the-robustness-of/>
- Gorbachev, I. O. (2024). *Laws of aircraft flight parameter under avionics failures* [Publication details missing].
- Gupta, M., Khan, M. A., Butola, R., & Singari, R. M. (2022). Advances in applications of non-destructive testing (NDT): A review. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 8(2), 2286–2307.
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809. <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Saleem, A. N., Noori, N. M., & Ozdamli, F. (2022). Gamification applications in e-learning: A literature review. *Technology, Knowledge and Learning*, 27(1), 139–159. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09487-x>
- Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S., & Yoon, D. (2021). The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online

- learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(54), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>
- Sunil, P., Chandu, P., Vivek, D. A., Karthik, A. S., Kumar, C. P., & Naveen, P. N. E. (2024). A review: Non-destructive testing (NDT) techniques, applications and future prospects. *Journal of Science and Technology*, 9(1), 9–15. <https://doi.org/10.46243/jst.2024.v9.i01.pp125-130>
- Ulus, Ö., Davarcı, F. E., & Gültekin, E. E. (2024). Non-destructive testing methods commonly used in aviation. *International Journal of Aeronautics and Astronautics*, 5(1), 10–22. <https://doi.org/10.55212/ijaa.1418742>
- Vrana, J., & Singh, R. (2021). NDE 4.0 - A design thinking perspective. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 40(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s10921-020-00735-9>
- Zhai, J. (2024). *Virtual reality and gamification for training and learning in safety for the AECO sector*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/9391c4ffe27a-4402-a5fd-a6405f41f4fd/content>

P17 - KERANGKA HELIKS TIGAAN DALAM PEMERKASAAN PEMINDAHAN TEKNOLOGI: ANALISIS KONSEPTUAL EKOSISTEM TVET MALAYSIA

Anisah Mohd Noor
Politeknik Port Dickson
anisahmohdnoor88@gmail.com

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edy.my

Abstrak

Pemindahan teknologi merupakan pemacu utama dalam menghubungkan inovasi yang dihasilkan oleh institusi pendidikan dengan industri serta masyarakat, seterusnya memperkukuh daya saing ekonomi negara. Dalam konteks Malaysia, Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) telah diangkat sebagai tonggak pembangunan modal insan berkemahiran tinggi sejajar dengan aspirasi negara untuk mencapai status ekonomi berpendapatan tinggi. Namun begitu, proses pemindahan teknologi di institusi TVET masih berdepan cabaran struktural termasuk jurang berpanjangan antara akademik dan industri, keterbatasan sumber, serta kekangan dalam pengkomersialan inovasi berskala kecil. Berasaskan kerangka Heliks Tigaan, artikel ini melaksanakan analisis konseptual terhadap ekosistem pemindahan teknologi dalam TVET Malaysia. Dapatan analisis menunjukkan bahawa ekosistem inovasi TVET masih banyak dipengaruhi oleh model statistik yang berpusat kepada kerajaan, menyebabkan keseimbangan peranan antara kerajaan, akademik, dan industri tidak tercapai sepenuhnya. Justeru, artikel ini mencadangkan peralihan daripada model inovasi berorientasikan kerajaan kepada model kolaboratif Heliks Tigaan yang lebih seimbang bagi mempercepatkan penerjemahan inovasi TVET ke dalam penyelesaian praktikal bernilai tambah untuk masyarakat dan ekonomi negara.

Kata Kunci: pemindahan teknologi, Heliks Tigaan, inovasi

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) telah muncul sebagai elemen teras dalam strategi pembangunan modal insan negara, khususnya bagi merealisasikan aspirasi Malaysia untuk menjadi sebuah ekonomi berpendapatan tinggi yang berteraskan pengetahuan. Dokumen strategik nasional seperti Rancangan Malaysia Ke-12 (RMKe-12) dan Wawasan Kemakmuran Bersama 2030 menegaskan peranan TVET sebagai pemacu utama dalam melahirkan tenaga kerja mahir yang responsif terhadap keperluan industri semasa dan masa hadapan (Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia [KPT], 2021; Unit Perancang Ekonomi [EPU], 2021). Dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0), peranan institusi TVET tidak lagi terbatas kepada pengeluaran tenaga kerja berkemahiran rutin, sebaliknya turut berfungsi sebagai pusat inovasi gunaan dan pemindahan teknologi kepada industri terutamanya dalam sektor bernilai tinggi seperti ekonomi digital, teknologi hijau, semikonduktor dan pembuatan termaju (*World Economic Forum*, 2020).

Walaupun TVET semakin diberi penekanan, pelbagai cabaran sistemik masih wujud dalam menjayakan agenda pemindahan teknologi. Kajian lepas mendapati wujud jurang berpanjangan antara dunia akademik dan keperluan praktikal industri sebahagiannya berpunca daripada kecenderungan universiti dan institusi pendidikan untuk memberi fokus kepada penyelidikan asas berbanding penyelesaian gunaan (Razak & Saad, 2007; Saad *et al.*, 2017). Keadaan ini menyukarkan penterjemahan hasil inovasi kepada aplikasi industri yang bersifat praktikal dan bernilai komersial. Penubuhan entiti koordinasi seperti Majlis TVET Negara (MTVET) dan *Government-Industry TVET Coordination Body* (GITC) merupakan bukti pelaburan politik dan kewangan kerajaan dalam usaha memperkukuh sinergi antara pihak berkepentingan namun ekosistem inovasi TVET masih banyak dipengaruhi oleh model statist yang berpusat kepada kerajaan (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Dalam konteks pemindahan teknologi, konsepnya tidak boleh dilihat secara sempit hanya dari perspektif paten atau pelesenan, tetapi merangkumi aktiviti kolaboratif yang lebih luas. Antaranya termasuk penyelidikan dan pembangunan (R&D) bersama antara pensyarah dan industri, pembangunan kurikulum berasaskan keperluan industri, latihan semula (*reskilling*) dan peningkatan kemahiran (*upskilling*), serta pengkomersialan inovasi berskala kecil yang dihasilkan oleh pelajar dan pensyarah (*International Labour Organization* [ILO], 2020; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019). Walaupun bersifat tambahan (*incremental innovation*), inovasi sedemikian memberi impak langsung terhadap produktiviti perusahaan kecil dan sederhana (PKS) serta komuniti setempat.

Namun demikian, literatur sedia ada masih kurang meneliti pemindahan teknologi melalui perspektif Heliks Tigaan, khususnya dalam konteks ekosistem TVET Malaysia. Model Heliks Tigaan menekankan kepentingan interaksi seimbang dan sinergistik antara kerajaan, industri, dan akademik dalam memacu inovasi serta memperkukuh daya saing negara (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Justeru, analisis konseptual ini berusaha untuk mengisi jurang tersebut dengan meneliti pemindahan teknologi dalam ekosistem TVET Malaysia melalui kerangka Heliks Tigaan.

1.1 Pernyataan Masalah

Walaupun pelbagai inisiatif strategik telah diperkenalkan oleh kerajaan untuk memperkukuh ekosistem Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), tahap keberkesanan pemindahan teknologi masih belum mencapai potensi optimum. Banyak hasil penyelidikan dan inovasi yang dihasilkan oleh institusi TVET tidak berjaya dikomersialkan secara meluas kerana kekurangan mekanisme kerjasama yang mantap dan lestari antara akademik, industri, dan kerajaan (Yusof & Jamaludin, 2021; Saad *et al.*, 2017). Hal ini menyebabkan inovasi yang dihasilkan gagal diterjemahkan kepada penyelesaian praktikal yang dapat meningkatkan produktiviti industri dan kesejahteraan masyarakat.

Tambahan pula, literatur menunjukkan bahawa sistem inovasi Malaysia masih beroperasi dalam kerangka *statist*, iaitu model yang sangat bergantung pada dominasi kerajaan dalam menetapkan dasar, pembiayaan,

dan hala tuju strategik (Razak & Saad, 2007; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Walaupun peranan kerajaan penting sebagai pemangkin, kebergantungan yang berlebihan sering mengekang fleksibiliti dan keanjalan inovasi khususnya dalam konteks pemindahan teknologi di TVET. Jurang budaya organisasi antara institusi pendidikan dan industri, serta kelemahan dalam kerangka perlindungan harta intelek, turut menghalang inovasi daripada mencapai potensi komersial (Afzal *et al.*, 2018).

Dalam konteks Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0), cabaran ini menjadi semakin mendesak. Industri memerlukan teknologi yang tangkas seperti kecerdasan buatan, automasi, dan *Internet of Things* (IoT), namun kapasiti TVET untuk menyalurkan teknologi gunaan masih terbatas (OECD, 2019; ILO, 2020). Oleh itu, wujud satu keperluan mendesak untuk meneroka model kolaborasi alternatif. Model Heliks Tigaan berpotensi menyediakan kerangka konseptual yang lebih seimbang dengan menekankan interaksi sinergistik antara kerajaan, industri dan akademik bagi mengoptimumkan pemindahan teknologi. Namun begitu, pelaksanaan model ini dalam konteks Malaysia masih kurang dikaji secara mendalam terutamanya dalam ekosistem TVET. Jurang pengetahuan inilah yang cuba diisi melalui analisis konseptual ini.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dilaksanakan dengan tiga objektif utama, iaitu:

- a) Menganalisis peranan Model Heliks Tigaan diaplikasikan dalam konteks TVET Malaysia;
- b) Mengenal pasti isu dan cabaran struktural yang membatasi keberkesanan pemindahan teknologi di institusi TVET;
- c) Mencadangkan strategi atau pendekatan konseptual yang sesuai untuk memperkukuh ekosistem TVET sebagai pemacu inovasi negara.

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan objektif di atas kajian ini digerakkan oleh persoalan penyelidikan berikut:

- a) Bagaimanakah model Heliks Tigaan diaplikasikan dalam konteks TVET Malaysia?
- b) Apakah isu dan cabaran struktural yang membatasi keberkesanan pemindahan teknologi di institusi TVET?
- c) Apakah strategi atau pendekatan konseptual yang sesuai untuk memperkukuh ekosistem TVET sebagai pemacu inovasi negara?

2.0 Latar Belakang Kajian

2.1 Evolusi Teori Heliks Tigaan

Model Heliks Tigaan yang diperkenalkan oleh Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) menekankan kepentingan interaksi sinergistik antara universiti (akademia), industri dan kerajaan sebagai pemangkin utama inovasi. Teori ini muncul sebagai respons terhadap keterbatasan model tradisional *linear innovation* yang menekankan penyelidikan asas tanpa mengambil kira proses aplikasi dan pemindahan teknologi. *Heliks Tigaan*

bukan sahaja menekankan peranan masing-masing aktor tetapi juga menjelaskan bagaimana peranan tersebut boleh bertindih contohnya universiti yang bukan sahaja berfungsi sebagai penyedia pendidikan tetapi juga sebagai pusat keusahawanan dan inovasi (Etzkowitz, 2008).

2.2 Konfigurasi Model Heliks Tigaan

Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) mengemukakan tiga konfigurasi utama dalam pelaksanaan Heliks Tigaan:

- a) **Model Statist:** kerajaan mendominasi proses inovasi dengan mengawal dasar, pembiayaan dan hala tuju.
- b) **Model Laissez-Faire:** universiti, industri dan kerajaan beroperasi secara terpisah dengan interaksi yang minimum.
- c) **Model Hibrid:** mewujudkan jaringan kolaboratif dinamik dan seimbang antara ketiga-tiga pihak sekaligus memacu inovasi yang lebih responsif terhadap keperluan pasaran.

Dalam konteks negara membangun, banyak kajian mendapati bahawa sistem inovasi sering cenderung kepada model *statist* kerana pergantungan besar kepada kerajaan sebagai penyedia sumber kewangan dan penggubal dasar (Saad *et al.*, 2017; Guerrero & Urbano, 2019). Walaupun peranan kerajaan penting dominasi berlebihan boleh mengurangkan fleksibiliti dan menghalang kerjasama industri akademik yang lebih organik.

2.3 Konteks Malaysia: Sistem Inovasi Statist

Malaysia sering didiagnosis sebagai sebuah ekosistem inovasi yang bercirikan *statist* di mana kerajaan memainkan peranan dominan dalam menetapkan dasar, menyediakan pembiayaan dan mengawal hala tuju pembangunan inovasi (Razak & Saad, 2007). Walaupun langkah ini membolehkan pembangunan infrastruktur asas ia juga menimbulkan cabaran seperti kebergantungan tinggi terhadap kerajaan, jurang budaya antara akademik dan industri serta kelemahan dalam perlindungan harta intelek (Afzal *et al.*, 2018). Hal ini menyebabkan banyak inovasi yang dihasilkan oleh institusi pendidikan, termasuk TVET gagal diterjemahkan ke dalam bentuk produk atau perkhidmatan yang bernilai komersial.

2.4 Peranan TVET dalam Ekosistem Inovasi

Dalam kerangka *Heliks Tigaan*, institusi TVET mempunyai kedudukan strategik kerana berfungsi sebagai jambatan antara penyelidikan gunaan dan keperluan industri. Tidak seperti universiti penyelidikan yang sering memberi fokus kepada penyelidikan asas TVET lebih menekankan kepada inovasi gunaan (*applied innovation*) serta penyelesaian praktikal untuk industri kecil dan sederhana (ILO, 2020; OECD, 2019). Peranan ini termasuklah pembangunan kurikulum bersama industri, pelaksanaan latihan semula (*reskilling*) dan peningkatan kemahiran (*upskilling*) serta penghasilan inovasi berskala kecil yang dapat meningkatkan produktiviti tempatan (Yusof & Jamaludin, 2021). Selain itu, dasar-dasar kerajaan seperti *Pelan Induk TVET* dan penubuhan Majlis TVET Negara (MTVET) menunjukkan usaha sistematik untuk memperkukuh pemindahan teknologi melalui institusi TVET. Walau bagaimanapun, keberkesanan dasar ini masih dipengaruhi oleh

keterbatasan struktur kolaborasi antara pihak berkepentingan terutama dari sudut keselarasan matlamat dan budaya kerja (KPT, 2021). Justeru, literatur menegaskan bahawa untuk mengoptimumkan peranan TVET dalam ekosistem inovasi, Malaysia perlu bergerak daripada model *statist* kepada model hibrid yang lebih seimbang dan berorientasikan pasaran.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan konseptual berasaskan analisis dokumen dan sorotan literatur untuk meneliti dinamika pemindahan teknologi dalam ekosistem TVET Malaysia. Reka bentuk konseptual dipilih kerana ia membolehkan pengkaji membina pemahaman kritikal terhadap teori Heliks Tigaan melalui penilaian sistematik terhadap dasar, laporan dan kajian terdahulu (Grant & Osanloo, 2014). Pendekatan ini juga sesuai untuk mengenal pasti jurang pengetahuan dan mencadangkan kerangka strategik baharu.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara sekunder melalui analisis dokumen rasmi kerajaan seperti Dasar TVET Negara 2030 (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019) dan RMKe-12 (Unit Perancang Ekonomi, 2021), serta laporan antarabangsa yang diterbitkan oleh UNESCO, OECD dan ILO. Di samping itu, artikel jurnal akademik dan buku ilmiah yang membincangkan teori Heliks Tigaan, inovasi serta pembangunan TVET turut dirujuk sebagai sumber utama.

3.3 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan (content analysis) bagi menilai bagaimana kerajaan, akademik (institusi TVET), dan industri memainkan peranan masing-masing dalam ekosistem inovasi. Teknik ini dipilih kerana ia dapat mengenal pasti tema utama, isu berulang, dan jurang yang wujud dalam literatur serta dasar sedia ada (Krippendorff, 2018). Analisis dilakukan secara tematik untuk menilai kesesuaian kerangka Heliks Tigaan dalam memperkukuh pemindahan teknologi di Malaysia.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan kajian diperkukuh melalui triangulasi sumber, iaitu dengan membandingkan dapatan daripada artikel akademik, laporan antarabangsa, dan dokumen dasar kerajaan. Kebolehpercayaan pula ditingkatkan melalui rujukan silang kepada kajian seminal dan kontemporari seperti Razak dan Saad (2007), Afzal *et al.*, (2018), dan Yusof dan Jamaludin (2021). Pendekatan ini memastikan analisis yang dijalankan mempunyai asas yang sahih, konsisten, dan boleh diguna pakai untuk konteks dasar TVET Malaysia.

4.0 Laporan Kajian

4.1 Soalan kajian 1: bagaimanakah model *Heliks Tigaan* diaplikasikan dalam konteks TVET Malaysia?

Analisis konseptual mendapati bahawa sistem inovasi Malaysia masih beroperasi dalam kerangka model *statist* iaitu model di mana kerajaan memainkan peranan dominan sebagai perancang, penyelarar dan pelaksana utama inisiatif pemindahan teknologi (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Razak & Saad, 2007). Dalam konteks TVET, penguasaan kerajaan dapat dilihat melalui pelbagai mekanisme tadbir urus seperti penubuhan Majlis TVET Negara (MTVET), Gabungan Industri TVET (GITC) serta inisiatif Hab Kolaborasi TVET yang diwujudkan untuk menyelaraskan hubungan antara institusi pendidikan dan industri (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019; Unit Perancang Ekonomi, 2021).

Langkah-langkah ini memperkukuh dasar, strategi, dan infrastruktur bagi menyokong pembangunan modal insan berkemahiran tinggi. Namun, dominasi kerajaan juga membawa implikasi terhadap keberkesanan pemindahan teknologi. Kajian mendapati bahawa kebergantungan berlebihan kepada kerajaan sering mewujudkan birokrasi yang kompleks dan memperlahankan proses pengkomersialan inovasi sekali gus menimbulkan rungutan daripada pihak industri (Afzal *et al.*, 2018; Yusof & Jamaludin, 2021). Situasi ini menunjukkan bahawa interaksi sinergistik antara tiga aktor utama iaitu kerajaan, akademik (TVET) dan industri masih belum seimbang malah cenderung kepada hubungan bersifat linear dan hierarki.

Sehubungan itu, pelaksanaan Model *Heliks Tigaan* dalam konteks TVET Malaysia masih berada pada tahap awal dan memerlukan peralihan ke arah model hibrid yang menekankan kolaborasi bersama (*co-creation*) antara kerajaan, institusi TVET dan industri. Peralihan ini penting bagi memastikan ekosistem inovasi lebih responsif terhadap keperluan industri serta mampu mempercepatkan penerjemahan hasil penyelidikan gunaan TVET kepada produk, perkhidmatan dan penyelesaian bernilai tambah kepada masyarakat dan ekonomi negara (Etzkowitz, 2008; UNESCO, 2020).

4.2 Soalan kajian 2: apakah isu dan cabaran struktural yang membatasi keberkesanan pemindahan teknologi di institusi TVET?

Pemindahan teknologi dalam konteks TVET Malaysia berdepan dengan pelbagai isu struktural dan cabaran sistemik yang menghalang keberkesanan ekosistem *Heliks Tigaan*. Pertama, halangan budaya dan birokrasi menjadi faktor dominan yang sering memperlahankan kelancaran kolaborasi antara kerajaan, akademik dan industri. Kajian menunjukkan bahawa proses birokrasi yang berlapis serta budaya organisasi yang rigid mengurangkan fleksibiliti institusi TVET dalam menyesuaikan diri dengan keperluan industri yang pantas berubah (Afzal *et al.*, 2018; Yusof & Jamaludin, 2021). Kedua, kelemahan dalam kerangka perlindungan harta intelek (IP) turut menjadi kekangan. Walaupun terdapat usaha meningkatkan kesedaran mengenai pengurusan IP, institusi TVET masih ketinggalan berbanding universiti penyelidikan dalam memanfaatkan harta intelek sebagai instrumen strategik untuk pengkomersialan (Razak & Saad, 2007; OECD, 2019). Situasi ini menyebabkan banyak inovasi berskala kecil yang dihasilkan pelajar dan pensyarah tidak berjaya dikembangkan ke pasaran.

Ketiga, wujud jurang teknologi berkaitan IR 4.0 dalam aspek kurikulum, infrastruktur dan peralatan latihan. Walaupun IR 4.0 menuntut integrasi teknologi seperti automasi, IoT dan kecerdasan buatan (AI), banyak institusi TVET masih beroperasi dengan kemudahan yang ketinggalan zaman sekali gus menyukarkan pemindahan teknologi secara berkesan (UNESCO, 2020; ILO, 2020).

Akhir sekali, kebergantungan yang tinggi terhadap dana kerajaan serta penglibatan industri yang terhad mengekang keberkesanan ekosistem Heliks Tigaan. Industri sering dilihat lebih sebagai penerima latihan dan teknologi berbanding rakan strategik yang aktif dalam pembangunan inovasi bersama (*co-creation*). Hal ini menjejaskan potensi TVET untuk berfungsi sebagai pusat inovasi gunaan yang benar-benar responsif terhadap keperluan pasaran buruh dan ekonomi negara (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019).

Secara keseluruhannya, isu dan cabaran ini menggambarkan keperluan mendesak untuk beralih daripada model inovasi *statist* yang terlalu berorientasikan kerajaan kepada model hibrid yang mengutamakan kolaborasi seimbang antara kerajaan, akademik dan industri.

4.3 Soalan kajian 3: apakah strategi atau pendekatan konseptual yang sesuai untuk memperkukuh ekosistem TVET sebagai pemacu inovasi negara?

Bagi memperkukuh ekosistem TVET Malaysia agar berfungsi sebagai pemacu inovasi negara, beberapa strategi konseptual berasaskan model *Heliks Tigaan* dicadangkan. Pertama, memperkasa peranan *Government Industry TVET Coordination Council* (GITC) dengan memberi mandat eksekutif untuk meluluskan projek inovasi berorientasikan industri. Keupayaan GITC sebagai platform penyelarasan perlu diperkukuh supaya berfungsi bukan sahaja sebagai badan konsultatif, tetapi juga sebagai pemudahcara utama dalam mempercepatkan proses inovasi bersama (*co-innovation*) (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019; OECD, 2019).

Kedua, memberi autonomi lebih besar kepada institusi TVET merupakan langkah penting dalam mengurangkan kebergantungan kepada kerajaan pusat. Autonomi ini boleh diwujudkan melalui pelaksanaan geran blok yang fleksibel serta dasar pengkomersialan harta intelek (IP) yang jelas. Langkah ini sejajar dengan amalan terbaik antarabangsa di mana institusi TVET diberi kuasa untuk mengurus kewangan, mengembangkan kerjasama industri serta menyalurkan hasil inovasi ke pasaran (Afzal *et al.*, 2018; UNESCO, 2020).

Ketiga, penubuhan Makmal Inovasi Terbuka (*Open Innovation Labs*) dalam Pusat Kecemerlangan (CoE) TVET boleh menjadi mekanisme berkesan bagi menggalakkan kolaborasi pra-persaingan antara pelajar, penyelidik dan industri. Makmal ini akan menyediakan ruang untuk menguji, menyesuaikan, dan mengkomersialkan prototaip secara bersama sebelum memasuki pasaran, sekaligus mengurangkan risiko dan kos pembangunan (Chesbrough, 2006; Etzkowitz & Zhou, 2017).

Akhir sekali, strategi jangka panjang perlu menekankan kepada pembangunan modal insan inovatif melalui integrasi modul usahawan tekno (*technopreneurship*) dan projek industri dalam kurikulum TVET. Langkah ini

penting untuk memupuk minda inovatif, meningkatkan literasi teknologi dan melahirkan graduan yang bersedia menjadi penghasil inovasi, bukan sekadar pengguna teknologi (ILO, 2020; Yusof & Jamaludin, 2021).

Secara keseluruhannya, strategi-strategi ini bukan sahaja akan memperkukuh ekosistem TVET sebagai enjin pemindahan teknologi, tetapi juga menyokong peralihan daripada model inovasi *statist* kepada kerangka kolaboratif yang lebih anjal, inklusif dan dipacu oleh permintaan pasaran.

5.0 Kesimpulan

Kajian konseptual ini menegaskan bahawa Model Heliks Tigaan menawarkan satu kerangka teori yang signifikan bagi memperkukuh pemindahan teknologi dalam ekosistem TVET Malaysia. Walaupun dasar dan struktur sedia ada menunjukkan komitmen kerajaan terhadap pengukuhan TVET, sistem inovasi negara masih cenderung kepada model *statist*, dengan kerajaan memainkan peranan dominan dalam penyelarasan dan pembiayaan (Razak & Saad, 2007; Afzal *et al.*, 2018). Keadaan ini menghadkan fleksibiliti institusi TVET dan mengekang peranan industri sebagai rakan kongsi strategik.

Keberhasilan transformasi TVET sebagai pemacu inovasi bergantung kepada keupayaan ekosistem untuk bergerak ke arah model kolaboratif yang lebih sinergistik. Hal ini memerlukan keseimbangan peranan antara kerajaan, akademik dan industri di samping pembinaan hubungan berasaskan kepercayaan insentif yang jelas serta perkongsian tanggungjawab dalam pembangunan teknologi (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz & Zhou, 2017).

Tambahan pula, pengukuhan TVET perlu berorientasikan industri dan pasaran dengan menekankan inovasi gunaan, pengkomersialan harta intelek serta integrasi teknologi IR 4.0 dalam kurikulum dan infrastruktur (ILO, 2020; UNESCO, 2020). Peranan industri sebagai rakan strategik dalam *co-creation* inovasi adalah kunci bagi memastikan inovasi yang dihasilkan bukan sahaja relevan tetapi juga memberi nilai tambah kepada ekonomi dan masyarakat (OECD, 2019; Yusof & Jamaludin, 2021).

Secara keseluruhan, TVET Malaysia berpotensi besar menjadi enjin inovasi nasional sekiranya ekosistem inovasi berjaya beralih daripada pendekatan yang didorong kerajaan semata-mata kepada kerangka Heliks Tigaan yang inklusif, fleksibel dan dipacu permintaan. Kajian ini menyumbang kepada literatur dengan menawarkan perspektif integratif tentang bagaimana TVET boleh diposisikan sebagai pemacu inovasi negara melalui kerjasama sinergistik antara tiga aktor utama.

Rujukan

- Afzal, M. N. I., Abdullah, N. H., & Makhbul, Z. M. (2018). National innovation systems in Malaysia: A critical review. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 7(2), 178–199.
<https://doi.org/10.7545/ajip.2018.7.2.178>

- Azley Abd Razak, & Mohammed Saad. (2007). The role of universities in the evolution of the Triple Helix culture of innovation network: The case of Malaysia. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 6(3), 211–225. https://doi.org/10.1386/ijtm.6.3.211_1
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University–industry–government innovation in action*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203929605>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2017). *The Triple Helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315620183>
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2019). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations’ performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119718. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119718>
- International Labour Organization, & The World Bank. (2021). *Skills development in the time of COVID-19: Taking stock of the initial responses in technical and vocational education and training*. International Labour Office. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_emp/%40ifp_skills/documents/publication/wcms_766557.pdf
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2019). *Dasar Pendidikan TVET*.
- Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia. (2021). *Pelan Strategik Pendidikan Tinggi: Pemerkasaan TVET Nasional*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/05/oecd-skills-outlook-2019_c8896fe0/df80bc12-en.pdf
- Saad, M., Zawdie, G., & Malairaja, C. (2017). The Triple Helix strategy for universities in developing countries: The experiences in Malaysia and Algeria. *Science and Public Policy*, 44(5), 682–695. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx018>

- UNESCO. (2020). *Technical and vocational education and training for sustainable development: Empowering youth for the future of work*. UNESCO Publishing.
- Unit Perancang Ekonomi. (2021). *Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMKe-12): 2021–2025*. Putrajaya: Jabatan Perdana Menteri.
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. WEF.
- Yusof, M., & Jamaludin, Z. (2021). University–industry collaboration and technology transfer effectiveness in Malaysian technical universities. *Journal of Technology Management and Business*, 8(1), 1–12.

P19 - RESKILLING DAN UPSKILLING DI POLITEKNIK MALAYSIA: SATU SOROTAN LITERATUR KE ARAH PENGUKUHAN TVET NEGARA

Nur Afiqah Mohammad
Politeknik Port Dickson
afiqah@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Aida Normardiana Ayob
Politeknik Port Dickson
aidanormardiana@polipd.edu.my

Abstrak

Kertas ini meneliti secara kritikal peranan, pencapaian, dan cabaran *Reskilling and Upskilling Centre* (RUC) yang ditubuhkan di Politeknik Malaysia sebagai sebahagian daripada inisiatif strategik negara untuk memperkukuh ekosistem Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Penubuhan RUC adalah respons terhadap tuntutan Revolusi Industri 4.0 (IR4.0), peningkatan automasi, serta perkembangan ekonomi digital dan hijau yang memerlukan tenaga kerja berkemahiran tinggi, fleksibel dan berdaya saing. Kajian ini menggunakan kaedah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan menganalisis 62 dokumen terpilih yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025 terdiri daripada artikel jurnal berindeks, prosiding persidangan, laporan kerajaan serta dokumen dasar TVET. Proses SLR melibatkan tiga fasa utama iaitu pengenaltian (*identification*), penyaringan (*screening*), dan analisis kritikal (*eligibility & analysis*) berdasarkan kriteria inklusi seperti bidang TVET, polisi *reskilling* dan *upskilling*, serta inovasi politeknik. Dapatan menunjukkan bahawa RUC berpotensi besar sebagai pusat penghubung antara kerajaan, industri, akademik dan masyarakat dalam membentuk ekosistem TVET yang lebih responsif dan inklusif. Namun, pelaksanaannya masih berdepan cabaran ketidaksetaraan capaian, penglibatan industri yang tidak seimbang serta keterbatasan sumber kewangan dan tenaga manusia. Bagi memastikan impak optimum, penambahbaikan strategik dicadangkan termasuk pengukuhan dasar nasional, pembangunan modul latihan yang fleksibel dan sejajar dengan keperluan industri serta peluasan kolaborasi merentas sektor. Secara keseluruhannya, RUC di Politeknik Malaysia mempunyai potensi sebagai pemacu transformasi TVET negara dalam melahirkan tenaga kerja yang berdaya tahan, inovatif dan bersedia menghadapi cabaran ekonomi global.

Kata Kunci: *reskilling*, *upskilling*, RUC

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia semakin diiktiraf sebagai teras utama dalam pembangunan modal insan negara yang berdaya saing, seimbang, dan berorientasikan masa hadapan (Kementerian Pendidikan Tinggi [KPT], 2021). Peranan TVET menjadi semakin kritikal apabila landskap pekerjaan global kini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti globalisasi, automasi, digitalisasi, serta peralihan kepada ekonomi hijau dan berasaskan pengetahuan (*World Economic Forum*,

2020; OECD, 2021). Perubahan ini menuntut transformasi dalam sistem pendidikan khususnya melalui penyediaan latihan semula (*reskilling*) dan peningkatan kemahiran (*upskilling*) bagi memastikan tenaga kerja sentiasa relevan dengan keperluan pasaran. Dalam konteks Malaysia, penubuhan *Reskilling and Upskilling Centre* (RUC) di Politeknik Malaysia dilihat sebagai satu inisiatif strategik yang selari dengan agenda nasional untuk memperkukuh pendidikan sepanjang hayat serta menyokong aspirasi Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) (Kementerian Sumber Manusia, 2022). RUC berfungsi bukan sahaja sebagai pusat latihan, malah sebagai platform kolaborasi antara kerajaan, industri dan institusi pendidikan bagi membangunkan tenaga kerja berpengetahuan, fleksibel dan berdaya saing (Rahim & Lajis, 2022). Inisiatif ini turut menyokong sasaran Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (KPT, 2018), yang menekankan kepentingan melahirkan graduan TVET yang mampu memenuhi tuntutan industri semasa dan akan datang. Hal ini sejajar dengan laporan UNESCO-UNEVOC (2020) yang menekankan bahawa institusi TVET perlu melaksanakan inovasi berterusan, khususnya dalam modul latihan yang fleksibel, bersepadu dengan teknologi digital serta menyokong pembangunan kemahiran abad ke-21.

Walaupun demikian, keberkesanan RUC dalam memperkukuh TVET masih menimbulkan persoalan. Antara cabaran utama yang dikenal pasti ialah tahap keberkesanan program yang sukar diukur secara menyeluruh disebabkan keterbatasan data empirikal dan kajian komprehensif mengenai impak RUC terhadap pembangunan kemahiran graduan politeknik (Mustapha, 2020). Selain itu, penglibatan industri dalam menjayakan program RUC juga dilihat masih tidak seimbang. Walaupun wujud usaha kolaboratif, tahap keselarasan antara modul latihan yang ditawarkan dengan keperluan pasaran buruh semasa masih belum optimum (Rahim & Lajis, 2022). Kelemahan ini boleh menjejaskan kebolehpasaran graduan TVET, khususnya apabila laporan *World Economic Forum* (2020) mengunjurkan bahawa lebih 50% pekerja global perlu dilatih semula menjelang 2025 akibat kemajuan automasi dan digitalisasi. Tambahan pula, kurikulum TVET sering dianggap tidak cukup fleksibel untuk menyesuaikan diri dengan perubahan pesat teknologi dan permintaan industri baharu seperti ekonomi hijau, kecerdasan buatan (AI) dan data raya (OECD, 2021; UNESCO-UNEVOC, 2020).

Sehubungan itu, kajian ini dijalankan dengan tujuan meneliti hala tuju dan inisiatif penubuhan RUC di Politeknik Malaysia sebagai sebahagian daripada agenda pengukuhan TVET, di samping menganalisis peranannya dalam menyokong pembangunan modal insan berkemahiran tinggi, fleksibel dan inovatif yang sejajar dengan tuntutan IR4.0 serta aspirasi Dasar TVET Negara. Kajian ini juga berusaha mengenal pasti cabaran dan peluang strategik yang dihadapi dalam pelaksanaan RUC, terutamanya dari aspek

dasar nasional, tahap penglibatan industri, keselarasan kurikulum, serta kebolehan institusi TVET menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan ekonomi global. Dengan itu, persoalan utama yang ingin dijawab ialah sejauh manakah RUC di Politeknik Malaysia mampu berfungsi sebagai pemacu transformasi TVET negara dalam melahirkan tenaga kerja yang berdaya tahan, inovatif dan bersedia menghadapi cabaran ekonomi masa hadapan

2.0 Latar Belakang Kajian

Penubuhan *Reskilling and Upskilling Centre* merupakan sebahagian daripada usaha transformasi Politeknik Malaysia untuk berfungsi sebagai hab pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning hub*). Inisiatif ini menyokong Dasar TVET Negara dan selaras dengan aspirasi Malaysia Madani yang menekankan pembangunan modal insan berteraskan ilmu, kemahiran, dan nilai (Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti [JPPKK], 2024). Penekanan terhadap *reskilling* dan *upskilling* adalah signifikan dalam menghadapi cabaran jurang kemahiran (*skills gap*) yang semakin ketara akibat perkembangan teknologi, automasi dan digitalisasi global (World Economic Forum, 2020; OECD, 2021).

Dari perspektif antarabangsa, UNESCO-UNEVOC (2020) menegaskan bahawa institusi TVET perlu melaksanakan inovasi berterusan melalui kurikulum dinamik, integrasi teknologi serta jalinan dengan keperluan industri semasa. Seiring dengan itu, RUC di Malaysia turut mengadaptasi pendekatan ini melalui model kolaborasi pelbagai pihak berkepentingan termasuk agensi kerajaan, industri dan komuniti setempat.

Beberapa pelaksanaan RUC di politeknik menunjukkan kepelbagaian fokus serta penyesuaian dengan konteks setempat. Di Politeknik Ibrahim Sultan, *Southern Talent Reskilling and Upskilling Centre* (STRUC) ditubuhkan bagi menyokong agenda *New Industrial Master Plan 2030* (NIMP 2030) dan *National Energy Transition Roadmap* (NETR) melalui kolaborasi strategik bersama industri (Politeknik Ibrahim Sultan, 2023). Di Politeknik Sultan Azlan Shah, PSAS INSPIRE memberi tumpuan kepada latihan berasaskan teknologi hijau dan kelestarian, selaras dengan Matlamat Pembangunan Lestari (SDG 4: Pendidikan Berkualiti dan SDG 8: Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) (Politeknik Sultan Azlan Shah, 2022). Manakala di Politeknik Port Dickson, *Centre for Electrical, Energy, Technology & Services* (CENTS) menawarkan latihan khusus dalam bidang automasi, tenaga solar, fiberoptik dan penyelenggaraan penyaman udara bagi memenuhi keperluan industri tempatan (Politeknik Port Dickson, 2024).

Sorotan literatur lepas menunjukkan bahawa RUC memberi impak positif terhadap pembangunan modal insan dan ekosistem TVET negara. Pertama, ia meningkatkan kebolehpasaran graduan melalui penyediaan kemahiran tambahan yang lebih relevan dengan kehendak pasaran kerja (Ismail, Abdullah, & Wahid, 2021). Kedua, penglibatan industri dalam pembentukan kurikulum dapat diperkukuh melalui mekanisme kolaborasi yang lebih sistematik (Rahman & Hashim, 2020). Ketiga, RUC menyumbang kepada pengukuhan budaya pembelajaran sepanjang hayat dalam kalangan

pelajar dan pekerja dewasa yang menjadi teras kepada agenda pembangunan mampan negara (Mustafa, 2019).

Namun begitu, pelaksanaan RUC masih berdepan dengan beberapacabaran kritikal. Antaranya ialah keterbatasan sumber kewangan, ketidakseragaman *standard* modul latihan serta kekangan dalam menilai keberkesanan hasil pembelajaran secara holistik (Kementerian Pendidikan Tinggi [KPT], 2022). Justeru, meskipun potensi RUC dalam memperkasa TVET adalah besar penambahbaikan strategik diperlukan agar keberkesanan dan kelestarian pelaksanaannya dapat dipastikan dalam jangka panjang.

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan kaedah *Systematic Literature Review* (SLR) berasaskan kerangka PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) bagi memastikan proses pengumpulan, pemilihan dan analisis literatur dilakukan secara telus, teratur, dan boleh diulang. Pendekatan ini membolehkan penyelidik mengenal pasti pola, jurang dan cabaran pelaksanaan RUC di Politeknik Malaysia serta kaitannya dengan pengukuhan TVET negara.

3.1 Pangkalan Data dan Strategi Carian

Sumber literatur diperoleh daripada pangkalan data utama seperti *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *MyCite* dan *ProQuest*, selain dokumen rasmi daripada Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT), Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK), UNESCO, dan OECD. Kata kunci yang digunakan termasuk *reskilling*, *upskilling*, TVET Malaysia, politeknik, RUC, IR4.0, *skills development* dan *lifelong learning in polytechnic*. Carian dijalankan antara Mei hingga Julai 2025, meliputi penerbitan tahun 2015–2025 bagi memastikan data terkini dan relevan dengan konteks IR4.0 serta dasar TVET negara.

3.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi melibatkan kajian berkaitan *reskilling*, *upskilling*, TVET, atau politeknik, artikel akademik, laporan kerajaan dan dasar pendidikan, penerbitan tahun 2015–2025, serta dokumen dalam Bahasa Melayu atau Inggeris. Manakala kriteria eksklusi merangkumi artikel popular, berita media, kajian tanpa hubung kait dengan TVET, serta dokumen tanpa teks penuh.

3.3 Proses Penyaringan Literatur

Proses saringan literatur dijalankan melalui tiga peringkat PRISMA. Peringkat pertama (pengenalpastian) mengenal pasti 186 dokumen. Seterusnya, selepas pembuangan pendua dan semakan tajuk serta abstrak, 104 dokumen dikekalkan. Akhirnya, 62 dokumen memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara mendalam.

3.4 Kaedah Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengenal pasti isu, pola dan cadangan utama. Tiga tema utama yang dikenal

pasti ialah: (i) peranan dan sumbangan RUC dalam menyokong agenda TVET; (ii) pencapaian dan impak RUC terhadap politeknik serta industry; dan (iii) cabaran serta strategi penambahbaikan bagi masa hadapan.

3.5 Ringkasan Proses SLR

Proses SLR dapat dirumuskan seperti berikut: 186 dokumen dikenal pasti, 104 dokumen selepas saringan tajuk dan abstrak dan akhirnya 62 dokumen dipilih untuk analisis penuh.

4.0 Laporan Kajian – Dapatan dan Perbincangan?

4.1 Hala tuju dan inisiatif penubuhan RUC di Politeknik Malaysia sebagai sebahagian daripada agenda pengukuhan TVET selaras dengan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025

Penubuhan RUC di Politeknik Malaysia merupakan satu langkah strategik yang berpaksikan dasar negara untuk memperkukuh Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional sebagai tulang belakang pembangunan ekonomi dan sosial negara. Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 telah menetapkan keperluan untuk mentransformasikan TVET agar seiring dengan tuntutan pasaran kerja yang semakin kompleks, dinamik dan dipacu oleh perubahan teknologi (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2015). Antara sasaran utama pelan ini adalah meningkatkan kebolehpasaran graduan, memperkukuh kerjasama dengan industri serta mengarusperdanakan TVET sebagai pilihan pendidikan arus utama.

Dalam konteks ini, hala tuju RUC menekankan kepada dua aspek utama:

- a) *Reskilling*, iaitu pemerksaan semula kemahiran pekerja yang sedia ada agar mampu menyesuaikan diri dengan perubahan teknologi, automasi, dan digitalisasi;
- b) *Upskilling*, iaitu peningkatan tahap kemahiran graduan dan tenaga kerja bagi memastikan mereka lebih kompetitif serta mampu memenuhi keperluan Revolusi Industri 4.0 (IR4.0).

Hala tuju ini sejajar dengan pandangan *World Economic Forum* (2020) yang menggariskan bahawa menjelang 2030 lebih daripada separuh tenaga kerja global memerlukan latihan semula kemahiran akibat perkembangan teknologi yang pesat. Justeru, politeknik melalui RUC menjadi platform utama untuk menyediakan pembelajaran sepanjang hayat (*lifelong learning*) dan pembangunan modal insan berterusan bukan sahaja kepada pelajar dan alumni malah kepada pekerja industri serta masyarakat setempat (JPPKK, 2024; UNESCO, 2022). Dari segi inisiatif beberapa politeknik di Malaysia telah memperlihatkan pelaksanaan RUC yang selaras dengan aspirasi nasional:

- a) Politeknik Ibrahim Sultan melalui penubuhan *Southern Talent Reskilling and Upskilling Centre* (STRUC) memberifokus kepada pembangunan bakat berkemahiran dalam bidang teknologi dan pembuatan sejajar dengan *New Industrial Master Plan* (NIMP) 2030

dan *National Energy Transition Roadmap* (NETR) (Politeknik Ibrahim Sultan, 2023);

- b) Politeknik Sultan Azlan Shah menubuhkan PSAS INSPIRE yang memfokuskan latihan tenaga hijau dan teknologi mampan, seiring dengan aspirasi *Sustainable Development Goals* (SDG) 4: Pendidikan Berkualiti dan SDG 8: Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi (Politeknik Sultan Azlan Shah, 2022);
- c) Politeknik Port Dickson menubuhkan *Centre for Electrical, Energy, Technology & Services* (CENTS) yang menawarkan latihan khusus dalam bidang automasi, tenaga solar, fiberoptik dan penyelenggaraan penyaman udara sebagai respon kepada permintaan tenaga kerja teknikal dalam sektor tenaga dan kejuruteraan (Politeknik Port Dickson, 2024).

Secara keseluruhan, inisiatif ini memperlihatkan usaha sistematik politeknik dalam menyokong dasar negara melalui pendekatan *Triple Helix* (kerajaan–industri–institusi pendidikan). Hal ini juga memperkuat peranan politeknik sebagai hab TVET nasional dan agen transformasi pendidikan tinggi yang lebih responsif terhadap keperluan industri (Ismail *et al.*, 2021; Rahman & Hashim, 2020).

Walau bagaimanapun, beberapa kajian menunjukkan bahawa keberkesanan RUC masih bergantung kepada tahap penglibatan industri, keberkesanan kurikulum berasaskan kompetensi dan kesinambungan sokongan dasar kerajaan (Mustafa, 2019; KPT, 2022). Tanpa sinergi yang kukuh antara pihak berkepentingan, hala tuju RUC berisiko menghadapi cabaran dalam memastikan kelestarian pelaksanaannya. Oleh itu, penubuhan RUC bukan sahaja dilihat sebagai inisiatif pendidikan tetapi juga sebagai mekanisme pembangunan ekonomi yang menyumbang kepada daya saing negara di peringkat global.

4.2 Peranan RUC dalam menyokong pembangunan modal insan berkemahiran tinggi, fleksibel dan inovatif sesuai dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) dan aspirasi Dasar TVET Negara

Reskilling and Upskilling Centre berperanan penting sebagai platform pembangunan modal insan berkemahiran tinggi yang dapat memenuhi tuntutan Revolusi Industri 4.0 dan Dasar TVET Negara. Dalam konteks IR4.0, tenaga kerja memerlukan gabungan kemahiran teknikal, digital, kognitif serta kemahiran insaniah untuk memastikan kebolehpasaran dan kebolehadaptasian dalam pasaran kerja yang sentiasa berubah (Schwab, 2016; *World Economic Forum*, 2020). Oleh itu, RUC dilihat sebagai penghubung antara pendidikan formal dengan keperluan industri, seterusnya memacu agenda transformasi TVET.

Pertama, RUC menyokong pembangunan kemahiran teknikal dan digital melalui penyediaan latihan berorientasikan industri seperti automasi, robotik, tenaga boleh diperbaharui, analitik data dan teknologi hijau (Politeknik Ibrahim Sultan, 2023; Politeknik Port Dickson, 2024). Modul latihan ini bukan sahaja mengukuhkan kompetensi teknikal graduan politeknik, malah turut memberi peluang kepada pekerja industri untuk menyesuaikan diri dengan keperluan digitalisasi dan ekonomi hijau. Hal ini

selari dengan aspirasi Dasar TVET Negara yang menekankan penawaran program berteraskan teknologi baharu untuk menjamin daya saing global (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2022).

Kedua, RUC memperkuat aspek fleksibiliti tenaga kerja dengan menyediakan program latihan yang bersifat modular, pendek dan boleh diakses mengikut keperluan peserta. Pendekatan ini sejajar dengan konsep *lifelong learning* yang digariskan oleh UNESCO (2022), di mana individu diberi peluang meningkatkan kemahiran secara berterusan pada pelbagai peringkat usia dan kerjaya. Ini penting kerana sifat IR4.0 yang pantas berubah menuntut pekerja sentiasa bersedia menyesuaikan diri dengan teknologi baharu.

Ketiga, RUC memainkan peranan dalam melahirkan modal insan yang inovatif dan berfikiran kritis melalui penerapan pendekatan pembelajaran berasaskan industri (*work-based learning*), projek kolaboratif serta kerjasama rapat dengan rakan industri (Rahman & Hashim, 2020). Penglibatan industri dalam pembangunan kurikulum membolehkan latihan yang diberikan lebih relevan sekaligus mengurangkan jurang antara kompetensi graduan dan kehendak majikan (Ismail *et al.*, 2021).

Selain itu, peranan RUC juga bersifat inklusif dan strategik bukan sahaja untuk melatih pelajar dan alumni politeknik tetapi juga untuk memberi peluang kepada masyarakat setempat dan pekerja industri meningkatkan kemahiran mereka. Inisiatif ini menepati kerangka Malaysia Madani yang mengangkat prinsip kelestarian, kesejahteraan dan keterangkuman dalam pembangunan negara (JPPKK, 2024).

Namun, literatur juga menekankan bahawa kejayaan RUC dalam menyokong pembangunan modal insan bergantung kepada beberapa faktor kritikal iaitu:

- a) Sokongan dasar dan pembiayaan berterusan (KPT, 2015; KPT, 2022);
- b) Tahap penglibatan industri dalam penyelarasan kurikulum dan latihan (Rahman & Hashim, 2020); dan
- c) Penguasaan kemahiran insaniah serta literasi digital yang melengkapi kemahiran teknikal (Mustafa, 2019).

Secara keseluruhan, RUC berperanan sebagai enjin penggerak transformasi TVET dalam melahirkan tenaga kerja berkemahiran tinggi, fleksibel, dan inovatif yang bukan sahaja memenuhi tuntutan IR4.0 tetapi juga menyokong aspirasi Dasar TVET Negara ke arah pembangunan modal insan yang berdaya saing di peringkat global.

4.3 Cabaran serta peluang strategik dalam pelaksanaan RUC, khususnya dari aspek dasar nasional, tahap penglibatan industri, keselarasan kurikulum serta kebolehan institusi TVET menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan ekonomi global? – ayat Tanya atau pernyataan?

Pelaksanaan RUC di Politeknik Malaysia membawa potensi besar untuk memperkuat TVET negara, namun tidak terlepas daripada pelbagai cabaran yang memerlukan perhatian serius. Kajian literatur menunjukkan bahawa cabaran utama yang dihadapi dapat dibahagikan kepada empat

dimensi utama, iaitu dasar nasional, penglibatan industri, keselarasan kurikulum serta keupayaan institusi TVET dalam menghadapi perkembangan teknologi dan ekonomi global.

a) Cabaran Dasar Nasional dan Pembiayaan

Walaupun Dasar TVET Negara (KPT, 2022) dan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (KPT, 2015) menekankan kepentingan *reskilling* dan *upskilling*, pelaksanaannya sering terbatas oleh isu sumber kewangan dan ketidakselarasan pelaksanaan dasar. Kebergantungan kepada dana kerajaan menjadikan kelestarian program kurang terjamin (Mustafa, 2019). Selain itu, terdapat cabaran dalam memastikan dasar TVET selari dengan strategi pembangunan nasional lain seperti NIMP 2030 dan NETR (MITI, 2023).

b) Tahap Penglibatan Industri

Salah satu cabaran kritikal adalah penglibatan industri yang tidak seimbang. Kajian menunjukkan wujud jurang antara industri besar yang proaktif dengan industri kecil dan sederhana (IKS) yang kurang berupaya menyertai inisiatif RUC (Rahman & Hashim, 2020). Kekangan masa, kos, dan kurangnya insentif menyebabkan kerjasama industri masih terhad. Namun, peluang strategik wujud melalui perkongsian pintar (*smart partnership*) antara politeknik dengan syarikat teknologi multinasional serta integrasi platform digital seperti *Industry 4WRD Policy* untuk memperkukuh kolaborasi (MITI, 2018).

c) Keselarasan Kurikulum dengan Keperluan Industri

Cabaran seterusnya ialah memastikan kurikulum TVET sentiasa relevan dengan perubahan pesat dalam teknologi terutamanya dalam bidang automasi, kecerdasan buatan, tenaga hijau dan analitik data (Schwab, 2016; *World Economic Forum*, 2020). Wujud risiko kurikulum ketinggalan zaman kerana tempoh semakin kurikulum formal mengambil masa panjang berbanding kadar perkembangan teknologi. Namun begitu, RUC memberi peluang untuk melaksanakan modul latihan jangka pendek, modular dan *micro-credential* yang lebih responsif terhadap keperluan pasaran (Ismail *et al.*, 2021).

d) Kebolehan Institusi TVET Menyesuaikan Diri dengan Ekonomi Global

Institusi TVET berdepan cabaran dalam memperkukuh kapasiti tenaga pengajar dan infrastruktur teknologi. Ramai tenaga pengajar memerlukan latihan tambahan untuk menguasai teknologi terkini agar mampu menyampaikan latihan berkualiti (UNESCO, 2022). Selain itu, globalisasi ekonomi dan kemunculan *gig economy* menuntut TVET menghasilkan graduan yang bukan sahaja bersedia bekerja dalam industri tempatan tetapi juga mampu bersaing di peringkat antarabangsa. Peluang strategik boleh dimanfaatkan melalui kerjasama antarabangsa, pertukaran teknologi, serta penerokaan pasaran latihan TVET serantau (JPPKK, 2024).

Jadual11: Ringkasan cabaran dan peluang strategik RUC

Dimensi	Cabaran	Peluang Strategik
Dasar Nasional & Pembiayaan	Sumber kewangan terhad, ketidakselarasan pelaksanaan dasar	Penyelarasan dengan NIMP 2030, NETR dan industri 4WRD, model pembiayaan hibrid
Penglibatan Industri	Penyertaan IKS rendah, kekurangan insentif	Perkongsian pintar dengan industri global, integrasi platform digital kolaboratif
Keselarasan Kurikulum	Risiko kurikulum ketinggalan zaman, proses semakin panjang	Modul modular, <i>micro-credential</i> , latihan berorientasikan industri
Kebolehan Institusi TVET	Kapasiti tenaga pengajar terhad, infrastruktur kurang canggih	Peningkatan profesionalisme pendidik TVET, kolaborasi antarabangsa, pembelajaran digital

Secara keseluruhan, walaupun pelaksanaan RUC berdepan pelbagai cabaran, ia turut membuka ruang strategik yang luas untuk transformasi TVET negara. Dengan penyelarasan dasar yang lebih mantap, penglibatan industri yang diperluas, kurikulum yang fleksibel serta kapasiti institusi yang diperkasa, RUC berpotensi menjadi hab utama pembangunan modal insan berkemahiran tinggi yang berdaya tahan dan inovatif dalam menghadapi cabaran ekonomi global.

5.0 Kesimpulan

Kajian literatur ini mendapati bahawa penubuhan *Reskilling and Upskilling Centre* di Politeknik Malaysia merupakan satu inisiatif strategik dan inovatif dalam mengukuhkan agenda TVET negara serta memperkukuh kedudukan politeknik sebagai hab pembelajaran sepanjang hayat. RUC bukan sahaja menyokong aspirasi Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 dan Dasar TVET Negara, malah turut sejajar dengan agenda global seperti Revolusi Industri 4.0, *Sustainable Development Goals* (SDG 4 & 8), *New Industrial Master Plan 2030* dan *National Energy Transition Roadmap* (KPT, 2022; *World Economic Forum*, 2020).

RUC dilihat sebagai satu bentuk inisiatif inovatif kerana ia berfungsi bukan sahaja sebagai pusat latihan semula dan peningkatan kemahiran, tetapi juga sebagai pusat pemindahan ilmu yang menyatukan kepakaran antara akademik, industri, kerajaan dan masyarakat. Melalui platform ini berlaku perkongsian pengetahuan, teknologi dan amalan terbaik yang memastikan ilmu yang dipindahkan sentiasa relevan dengan keperluan pasaran buruh serta amalan sebenar industri (Rahman & Hashim, 2020; Rahim & Lajis, 2022). Hal ini seiring dengan dapatan Compagnucci (2024)

yang menegaskan bahawa *reskilling* dan *upskilling* hanya dapat memberi impak inovatif jika disokong oleh mekanisme tadbir urus dan kolaborasi yang efektif.

Selain itu, RUC mengaplikasikan pendekatan pembelajaran fleksibel melalui modul latihan modular, *micro-credentials*, serta penggunaan teknologi digital dan hijau. Pendekatan ini penting kerana menurut Li (2022), hampir 50% tenaga kerja global memerlukan latihan semula menjelang 2025 akibat perkembangan teknologi pesat. Di Malaysia, laporan Randstad (2025) turut menunjukkan bahawa lebih separuh pekerja berisiko meninggalkan pekerjaan sekiranya tiada sokongan pembangunan kemahiran menjadikan peranan RUC semakin signifikan. Kajian Ismail, Abdullah dan Wahid (2021) serta Mustafa (2019) juga menegaskan bahawa inisiatif *reskilling* dan *upskilling* meningkatkan kebolehpasaran graduan, memperkukuh kolaborasi dengan industri serta menanam budaya pembelajaran sepanjang hayat.

Sehubungan itu, RUC bukan sekadar platform pembangunan kemahiran, tetapi juga pemacu kepada inovasi sosial, teknologi, dan ekonomi. Dengan memupuk budaya lifelong learning yang bersifat inklusif, RUC berpotensi besar menjadi pemacu transformasi TVET negara dalam melahirkan modal insan yang berkemahiran tinggi, fleksibel, inovatif, dan berdaya tahan, sekali gus menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi negara yang lebih mampan dan kompetitif (UNESCO-UNEVOC, 2020; Asian Productivity Organization, 2023).

5.1 Cadangan

Berdasarkan analisis dapatan kajian, beberapa cadangan strategik telah dikenalpasti bagi memperkukuh keberkesanan RUC di Politeknik Malaysia. Pertama, dari segi dasar dan sokongan kewangan, kerajaan disarankan untuk menyalurkan dana khusus bagi memperkukuh infrastruktur RUC, termasuk penyediaan peralatan latihan berteknologi tinggi. Selain itu, insentif fiskal seperti geran atau potongan cukai boleh diberikan kepada syarikat industri yang terlibat secara langsung dalam program latihan RUC (KPT, 2022).

Kedua, pengukuhan kolaborasi dengan industri perlu dilaksanakan secara lebih mendalam. Hal ini merangkumi penglibatan industri dalam merangka modul latihan, penyediaan fasiliti, serta menawarkan peluang latihan amali kepada pelajar dan pekerja. Di samping itu, model *Industry-Academia Partnership* wajar diwujudkan bagi memastikan program yang ditawarkan lebih relevan dengan keperluan semasa pasaran kerja (Rahman & Hashim, 2020).

Ketiga, kurikulum dan sistem *micro-credentials* perlu diperkasa agar lebih fleksibel dan responsif. Pengintegrasian *micro-credentials* kedalam program RUC membolehkan pelajar dan pekerja meningkatkan kemahiran dalam tempoh singkat. Pada masa yang sama, kandungan kurikulum mestilah disesuaikan dengan perkembangan teknologi terkini seperti AI, (IoT), automasi serta tenaga boleh diperbaharui (*European Commission*, 2020).

Keempat, kapasiti tenaga pengajar juga perlu dipertingkatkan. Justeru, tenaga pengajar disarankan untuk diberikan latihan berkala dalam teknologi terkini serta kaedah pedagogi berasaskan industri. Program *Train-*

the-Trainers boleh diperluaskan melalui kerjasama strategik bersama industri tempatan mahupun antarabangsa bagi memastikan tahap kepakaran sentiasa relevan dengan perkembangan semasa (UNESCO-UNEVOC, 2021).

Akhir sekali, mekanisme pemantauan dan penilaian perlu diperkukuh. Sebuah sistem pemantauan bersepadu wajar diwujudkan untuk menilai keberkesanan RUC dari segi impak terhadap graduan, industri dan pembangunan negara secara keseluruhan. Penilaian yang dijalankan secara berterusan akan memastikan program RUC sentiasa responsif terhadap perubahan keperluan pasaran kerja dan cabaran ekonomi global (*World Economic Forum*, 2020).

Secara keseluruhannya, cadangan-cadangan strategik ini diyakini mampu menjadikan RUC sebagai pemacu utama dalam melahirkan tenaga kerja berkemahiran tinggi yang kompetitif di peringkat global, selaras dengan aspirasi Malaysia Madani serta menjadikan TVET sebagai teras utama transformasi pendidikan negara

Rujukan

- Asian Productivity Organization. (2023). *Future of work and skills in Asia-Pacific: Policy imperatives for reskilling and upskilling*. APO.
- Compagnucci, F. (2024). Governance and collaboration in reskilling initiatives: Lessons for higher education and industry partnerships. *International Journal of Training and Development*, 28(2), 145–162. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12345>
- European Commission. (2020). *European skills agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience*. Publications Office of the European Union.
- Ismail, A., Abdullah, R., & Wahid, H. (2021). The impact of reskilling and upskilling programs on graduate employability in Malaysian polytechnics. *Journal of Technical Education and Training*, 13(4), 45–59. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.04.004>
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2024). *Laporan tahunan JPPKK 2023/2024*. Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia.
- Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri. (2018). *Industry4WRD: National policy on Industry 4.0*.
- Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri. (2023). *New Industrial Master Plan 2030*.
- Kementerian Pendidikan Tinggi. (2015). *Pelan pembangunan pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025*.
- Kementerian Pendidikan Tinggi. (2022). *Dasar pendidikan TVET negara*.

- Li, X. (2022). Workforce transformation in the era of automation: Global trends in reskilling. *Journal of Education and Work*, 35(5), 567–583. <https://doi.org/10.1080/13639080.2022.2098765>
- Mustafa, M. (2019). Enhancing employability through upskilling programs in Malaysian higher education institutions. *Asian Journal of Education and Training*, 5(2), 123–131. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2019.52.123.131>
- Politeknik Ibrahim Sultan. (2023). *Laporan inisiatif RUC PIS 2022/2023*.
- Politeknik Port Dickson. (2024). *Program RUC dan TVET: Laporan tahunan 2024*.
- Politeknik Sultan Azlan Shah. (2022). *Pelaksanaan program reskilling dan upskilling di Politeknik Sultan Azlan Shah*.
- Rahim, N., & Lajis, N. (2022). University-industry collaboration for reskilling in IR4.0: A Malaysian polytechnic perspective. *Journal of Engineering Education*, 46(3), 78–90. <https://doi.org/10.11113/jee.v46n3.10245>
- Rahman, M. A., & Hashim, H. (2020). Lifelong learning through reskilling and upskilling: The role of polytechnics in Malaysia. *International Journal of Lifelong Education*, 39(5), 543–559. <https://doi.org/10.1080/02601370.2020.1818812>
- Randstad. (2025). *Future of work report Malaysia 2025*. Randstad Malaysia.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- UNESCO. (2022). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). *Promoting quality in TVET for sustainable development*. UNEVOC.
- UNESCO-UNEVOC. (2021). *Strengthening the capacity of TVET educators in the era of IR4.0*. UNEVOC.
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*.

P20 - KEBERKESANAN KERJASAMA INDUSTRI-INSTITUSI PENDIDIKAN DALAM PEMINDAHAN TEKNOLOGI HIJAU DI MALAYSIA: SOROTAN LITERATUR

Norlie Yuzzana Ibrahim

Politeknik Port Dickson
nollybanting@gmail.com

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Sorotan literatur ini mengkaji keberkesanan kerjasama antara industri dan institusi pendidikan dalam pemindahan teknologi hijau di Malaysia dalam konteks perkembangan terkini termasuk pelaburan dan dasar nasional. Pemindahan teknologi hijau diiktiraf penting untuk menyokong pertumbuhan ekonomi rendah karbon dan mencapai sasaran pembangunan lestari menerusi dasar seperti Green Technology Master Plan (GTMP 2017–2030) dan strategi peralihan tenaga (seperti National Energy Transition Roadmap). Data terkini menunjukkan bahawa sehingga 2023, Malaysian Investment Development Authority (MIDA) telah meluluskan 4,230 projek teknologi hijau bernilai RM41 bilion, menunjukkan lonjakan pelaburan kepada sektor hijau. Menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR), kajian ini meneliti artikel akademik, laporan dasar, dan dokumen rasmi yang diterbitkan antara 2015–2025. Kata kunci utama termasuk “green technology transfer”, “industry–university collaboration”, dan “Malaysia”. Kajian ini membincangkan model kerjasama seperti Triple Helix dan Mode 2 Knowledge Production, faktor kejayaan dan cabaran seperti keupayaan modal insan, sumber kewangan, perlindungan hak harta intelek, dan kesediaan teknologi, serta peranan institusi fasilitator seperti TPM dan SIRIM. Dapatan menunjukkan bahawa walaupun wujud pencapaian signifikan dalam inovasi, pengkomersialan, dan pelaburan hijau, terdapat jurang ketara dalam keupayaan institusi pendidikan dan industri untuk bekerja erat, terutama dalam aspek teknikal, regulasi, dan objektif strategik. Untuk meningkatkan keberkesanan, kajian mencadangkan pengukuhan insentif dasar dan kewangan, penambahbaikan mekanisme perlindungan harta intelek, integrasi teknologi digital seperti AI dan IoT dalam proses pemindahan, dan pembangunan kapasiti penyelidikan yang fokus kepada projek berimpak tinggi.

Kata Kunci: kerjasama industri–institusi pendidikan, pemindahan teknologi hijau, *green technology master plan*

1.0 Pengenalan

Teknologi hijau diiktiraf sebagai salah satu mekanisme penting dalam menyokong pembangunan lestari, pengurangan pelepasan gas rumah kaca, serta peralihan kepada ekonomi rendah karbon (*International Energy Agency*, 2022; *United Nations Environment Programme*, 2023). Di Malaysia, usaha ini diperkukuh melalui *Green Technology Master Plan (GTMP) 2017–2030* yang menggariskan strategi untuk memperkukuh ekosistem inovasi hijau melalui kolaborasi rapat antara pihak industri, institusi pendidikan, dan kerajaan (KeTTHA, 2017). Pemindahan teknologi hijau dilihat bukan sahaja sebagai

proses pengalihan teknologi fizikal, tetapi turut melibatkan pembangunan modal insan, pemindahan pengetahuan tacit dan peningkatan keupayaan organisasi, yang kesemuanya menjadi asas kepada kelestarian teknologi jangka panjang.

Walau bagaimanapun, pelaksanaan pemindahan teknologi hijau di Malaysia masih berdepan cabaran yang ketara. Antara isu utama ialah wujudnya jurang yang signifikan antara hasil penyelidikan akademik dengan keperluan komersial industri (Shamsuddin *et al.*, 2021). Kekangan kewangan bagi tujuan pengkomersialan, isu perlindungan hak harta intelek (HHI), perbezaan objektif antara industri dan akademik, serta tahap kesedaran pasaran yang rendah terhadap nilai teknologi hijau turut membantutkan keberkesanan proses ini (Hossain & Oparaocha, 2017). Walaupun platform fasilitator seperti *Technology Park Malaysia* (TPM) dan SIRIM diwujudkan untuk menyokong ekosistem inovasi hijau, keberkesanannya dalam mempercepat pemindahan teknologi masih perlu dinilai secara kritikal bagi memahami impak sebenar terhadap pembangunan teknologi tempatan (ITMA Malaysia, 2025).

Berdasarkan permasalahan ini, kajian ini bertujuan untuk menggariskan kerangka konseptual dan model pemindahan teknologi hijau melalui kerjasama antara industri dan institusi pendidikan, mengenal pasti faktor kejayaan serta cabaran utama dalam proses tersebut, dan menilai keberkesanan dasar negara seperti GTMP serta peranan institusi sokongan seperti TPM dan SIRIM. Sehubungan itu, persoalan utama yang ingin dijawab melalui sorotan literatur ini adalah: (i) apakah bentuk dan model kerjasama yang paling berkesan dalam pemindahan teknologi hijau di Malaysia, (ii) apakah faktor-faktor yang menyokong atau menghalang keberkesanan pemindahan teknologi hijau, dan (iii) bagaimana dasar negara serta institusi seperti TPM dan SIRIM dapat menyumbang kepada keberhasilan pemindahan teknologi hijau.

2.0 Latar Belakang Kajian

2.1 Konsep dan Kerangka Pemindahan Teknologi

Pemindahan teknologi ditakrifkan sebagai proses sistematik pemindahan pengetahuan, kemahiran, dan inovasi daripada institusi penyelidikan kepada industri atau masyarakat bagi tujuan pengkomersialan dan pembangunan inovasi (WIPO, 2024). Dalam konteks teknologi hijau, ia berfungsi mengurangkan impak alam sekitar, meningkatkan kecekapan sumber, serta menyokong peralihan kepada ekonomi rendah karbon (UNEP, 2023). Proses ini melibatkan R&D, perlindungan hak harta intelek (HHI), pelesenan, serta pembangunan syarikat *spin-off* (Bozeman, 2000; ITMA Malaysia, 2025).

2.2 Model Kerjasama Industri–Universiti

Model Triple Helix (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) menekankan sinergi industri, universiti, dan kerajaan, manakala pendekatan Mode 2 (Gibbons *et al.*, 1994) memberi penekanan kepada penyelidikan berorientasikan aplikasi. Kajian terkini menunjukkan evolusi kerjasama industry universiti daripada

pengkomersialan teknologi kepada keusahawanan hijau, selaras dengan peningkatan kesedaran kelestarian (Pujotomo *et al.*, 2024).

2.3 Faktor Kejayaan dan Cabaran

Keberkesanan pemindahan teknologi dipengaruhi oleh faktor seperti sumber kewangan, struktur organisasi yang menyokong inovasi, pengalaman kolaborasi, budaya terbuka, dan peranan perantara (Perkmann *et al.*, 2013). Walau bagaimanapun, cabaran utama termasuk isu hak harta intelek, risiko kebocoran teknologi dan kurangnya keupayaan mengurus aset tak ketara (Bloedon & Stokes, 1994; SAGE Journals, 2025).

2.4 Dasar dan Institusi Sokongan

Di Malaysia, *Green Technology Master Plan (GTMP)* 2017–2030 menjadi kerangka strategik pembangunan teknologi hijau, dengan sasaran 40% kapasiti tenaga boleh diperbaharui menjelang 2035 (MGTC, 2021; KeTSA, 2022). *Technology Park Malaysia (TPM)* bertindak sebagai hab inovasi dan komersialisasi, manakala SIRIM Berhad berperanan menetapkan piawaian, mengesahkan kualiti serta menyokong pembangunan teknologi industri (TPM, 2024; SIRIM, 2024).

2.5 Amalan Terkini dan Inisiatif Baru

Inisiatif baharu termasuk penubuhan *Technology and Innovation Support Center (TISC)* oleh Curtin University Malaysia bersama MyIPO yang memperkukuh pengurusan HHI dan mempercepat pemindahan teknologi (AppliedHE, 2025). Kerajaan juga memacu pelaburan dalam teknologi hijau berimpak tinggi seperti tenaga hidrogen, pengurusan karbon dan sistem kitar semula pintar dengan sokongan dana awam–swasta serta insentif cukai (*The Edge Malaysia*, 2025).

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) berasaskan reka bentuk kualitatif deskriptif. Pendekatan ini dipilih kerana sesuai untuk menghimpunkan, menganalisis dan mensintesis dapatan daripada pelbagai sumber akademik dan dokumen rasmi yang berkaitan dengan pemindahan teknologi hijau di Malaysia. SLR membolehkan pengkaji mengenal pasti pola, membandingkan dapatan dan merumuskan kesimpulan tanpa melibatkan pengumpulan data lapangan (Snyder, 2019).

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui carian terancang di pangkalan data akademik seperti *Scopus*, *Google Scholar* dan *ResearchGate* serta sumber rasmi seperti *Malaysian Green Technology and Climate Change Corporation* (MGTC), MOSTI dan World Intellectual Property Organization (WIPO). Kriteria inklusi:

- a) Artikel jurnal, prosiding, buku ilmiah, atau laporan rasmi yang diterbitkan antara 2015–2025.
- b) Mengandungi kata kunci: *green technology transfer, industry university collaboration, Malaysia, technology commercialization*
- c) Sumber berstatus peer-reviewed atau rasmi. Kriteria eksklusi:
- d) Dokumen tanpa semakan akademik
- e) Laporan blog peribadi atau sumber berkredibiliti rendah

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan kaedah perbandingan deskriptif. Setiap dokumen dikodkan mengikut tema utama iaitu:

- a) Model kerjasama (Triple Helix, Mode 2 Knowledge Production)
- b) Faktor kejayaan dan cabaran
- c) Peranan dasar dan institusi sokongan (GTMP, TPM, SIRIM)
- d) Impak pemindahan teknologi terhadap pembangunan lestari

Hasil analisis dibentangkan secara naratif dengan sokongan jadualringkasan tema.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Bagi memastikan kesahan dalaman, triangulasi sumber digunakan dengan membandingkan maklumat daripada jurnal berindeks, laporan rasmi kerajaan, dan organisasi antarabangsa. Kesahan luaran diperkukuh dengan merujuk kajian antarabangsa berkaitan. Proses pencarian, pemilihan dan pengkodan didokumentasikan sepenuhnya, manakala semakan rakan penyelidik (*peer debriefing*) digunakan untuk mengurangkan bias.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

Kajian literatur menunjukkan bahawa keberkesanan pemindahan teknologi hijau di Malaysia banyak dipengaruhi oleh bentuk kerjasama, faktor dalaman dan luaran, serta sokongan dasar dan institusi. Dari sudut bentuk kerjasama, *Triple Helix Model* (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) yang menggabungkan peranan industri, universiti dan kerajaan telah dikenal pasti sebagai pendekatan paling dominan dalam memperkukuh ekosistem inovasi hijau. Model ini diperkukuh dengan dasar nasional seperti *Green Technology Master Plan (GTMP) 2017–2030*, serta fasilitasi institusi sokongan seperti Technology Park Malaysia (TPM) dan SIRIM yang berfungsi sebagai penghubung penyelidikan dan pasaran (MGTC, 2021; Technology Park Malaysia, 2022; SIRIM, 2023). Selain itu, *Mode 2 Knowledge Production* (Gibbons *et al.*, 1994) turut relevan kerana menekankan penyelidikan kontekstual dan berorientasikan industri, sekali gus mempercepat proses pengkomersialan inovasi hijau (Pujotomo *et al.*, 2024).

Keberkesanan pemindahan teknologi ini juga bergantung kepada beberapa faktor penentu. Antaranya ialah sumber kewangan yang stabil, pengalaman kerjasama terdahulu, budaya penyelidikan yang menyokong inovasi, serta keselarasan dengan dasar nasional (Ramli & Amat Senin, 2021; Rybníček & Königsgruber, 2019; Marinho, Rajalo, & Rybníček, 2025). Namun, pelbagai cabaran turut membataskan keberhasilan, termasuk isu hak harta

intelekt (Sutopo, Astuti, & Herlambang, 2022), jurang kapasiti teknikal khususnya dalam kalangan industri kecil dan sederhana (Pujotomo *et al.*, 2024), serta ketidakselarasan objektif antara industri dan akademik (Shamsuddin *et al.*, 2021). Risiko berkaitan pemindahan teknologi tidak ketara, seperti kebocoran maklumat dan kehilangan kelebihan kompetitif, turut menimbulkan kebimbangan (Hossain & Oparaocha, 2017).

Dasar kerajaan dan institusi penyokong memainkan peranan kritikal dalam menangani isu tersebut. GTMP menyediakan hala tuju strategik dalam enam sektor utama teknologi hijau serta insentif fiskal untuk merangsang penglibatan swasta (KeTTHA, 2017; MESTECC, 2019). TPM pula menyediakan fasiliti R&D, inkubator perniagaan, dan platform pepadanan industri akademik (Technology Park Malaysia, 2022), manakala SIRIM memastikan kualiti dan piawaian teknologi hijau di peringkat antarabangsa (Yusoff *et al.*, 2021; SIRIM, 2023). Inisiatif tambahan seperti *Technology and Innovation Support Center (TISC)* turut memperkukuh pengurusan harta intelek dan mempercepat pengkomersialan (AppliedHE, 2025).

Secara keseluruhan, dapatan menunjukkan bahawa gabungan model kerjasama berstruktur, faktor sokongan dalaman, serta dasar dan institusi penyokong yang efektif adalah kunci kepada kelancaran pemindahan teknologi hijau di Malaysia. Namun, cabaran berkaitan kewangan, hak harta intelek dan jurang kapasiti teknikal masih perlu ditangani melalui strategi kolaborasi yang lebih inklusif dan bersepadu.

5.0 Kesimpulan

Sorotan literatur ini menegaskan bahawa kerjasama antara industri dan institusi pendidikan merupakan komponen teras dalam memperkukuh pemindahan teknologi hijau di Malaysia. Model seperti Triple Helix dan Mode 2 telah terbukti memberikan kerangka konseptual yang efektif dalam mengintegrasikan peranan kerajaan, industri, dan akademik. Pelaksanaan di Malaysia memperlihatkan keberkesanan fasilitator seperti Technology Park Malaysia (TPM) dan SIRIM Berhad dalam menyediakan infrastruktur, standardisasi, serta perkhidmatan penyelidikan dan pengkomersialan. Di samping itu, dasar strategik seperti *Green Technology Master Plan* (GTMP) berperanan sebagai pemandu hala tuju pembangunan teknologi hijau, termasuk menyediakan insentif kewangan dan sokongan dasar.

Keberhasilan kerjasama ini bergantung kepada beberapa faktor utama, termasuk kesiapsiagaan institusi, ketersediaan sumber kewangan, pengalaman kolaborasi, dan kesedaran terhadap perlindungan harta intelek. Walau bagaimanapun, cabaran yang signifikan masih wujud, antaranya risiko pemindahan teknologi tak ketara (*intangible transfer risks*), jurang teknikal antara pihak industri dan akademik serta kapasiti institusi yang belum optimum.

Bagi memastikan keberlanjutan dan keberkesanan pemindahan teknologi hijau, penyelidikan masa hadapan disarankan untuk:

- a) Mengkaji model kerjasama empirikal yang dapat disesuaikan dengan konteks Malaysia;
- b) Menilai impak jangka panjang pemindahan teknologi hijau terhadap pembangunan ekonomi dan alam sekitar;

- c) Meneroka peranan teknologi digital seperti kecerdasan buatan, *Internet of Things* (IoT) dan *blockchain* dalam mempertingkatkan proses pemindahan teknologi.

Secara keseluruhannya, keberkesanan kerjasama industri-institusi pendidikan dalam pemindahan teknologi hijau bergantung pada penyelarasan strategik antara dasar, infrastruktur sokongan, keupayaan teknikal, dan perlindungan inovasi. Dengan sokongan berterusan daripada kerajaan, sektor swasta, dan pihak akademik, Malaysia berpotensi menjadi peneraju serantau dalam pembangunan dan pengkomersialan teknologi hijau yang mampan.

Rujukan

- AppliedHE. (2025). *Curtin University Malaysia strengthens innovation through Technology and Innovation Support Center (TISC)*. AppliedHE.
- Bloedon, R. V., & Stokes, D. R. (1994). Making University/Industry Collaborative Research Succeed. *Research-Technology Management*, 37(2), 44–48.
<https://doi.org/10.1080/08956308.1994.11670969>
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE Publications.
- Hossain, M., & Oparaocha, G. O. (2017). Adoption of green innovation: A review and analysis. *International Journal of Business and Management*, 12(7), 47–63.
<https://doi.org/10.5539/ijbm.v12n7p47>
- Institut Teknologi Maju (ITMA) Malaysia. (2025). *Technology transfer and innovation ecosystem report 2025*. Universiti Putra Malaysia.
- International Energy Agency. (2022). *World energy outlook 2022*. IEA.
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- Economy Planning Unit, Prime Minister’s Department. (2022, September). *National Energy Policy 2022–2040*.
https://ekonomi.gov.my/sites/default/files/2022-09/National_Energy_Policy_2022-2040.pdf

- Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim (MESTECC). (2019). *Malaysia energy transition roadmap*. MESTECC.
- Ministry of Energy, Green Technology and Water Malaysia. (2017). *Green Technology Master Plan Malaysia 2017–2030*. <https://www.mgtc.gov.my/wp-content/uploads/2020/05/Green-Technology-Master-Plan-Malaysia-2017-20301.pdf>
- Malaysian Green Technology and Climate Change Corporation. (2021). *Annual report 2021*. <https://www.mgtc.gov.my/wp-content/uploads/2022/07/mgtc-annual-report-2021.pdf>
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007>
- Pujotomo, D., Sutopo, W., Hisjam, M., & Zakaria, R. (2024). The evolution of university–industry collaboration research: A systematic review. *Journal of Technology Transfer and Innovation*, 49(1), 88–106. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-09958-2>
- Ramli, N., & Amat Senin, A. (2021). Determinants of successful university–industry collaboration in Malaysia. *Asian Journal of Technology Innovation*, 29(2), 239–258. <https://doi.org/10.1080/19761597.2021.1899872>
- Rybníček, R., & Königsguber, R. (2019). What makes industry–university collaborations succeed? A systematic review of the literature. *Journal of Business Economics*, 89(2), 221–250. <https://doi.org/10.1007/s11573-018-0916-6>
- SAGE Journals. (2025). *Risks in intangible technology transfer: A critical review*. SAGE Publishing.
- Shamsuddin, A., Othman, N., & Wahab, H. A. (2021). Barriers to green technology transfer in Malaysian industries. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 15(3), 290–305. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2021.114598>
- SIRIM Berhad. (2023). *Annual report 2023*.
- SIRIM Berhad. (2024). *Innovation and technology development report 2024*.

- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sutopo, W., Astuti, R., & Herlambang, A. D. (2022). Intellectual property issues in technology transfer: A case of developing countries. *World Patent Information*, 68, 102056.
<https://doi.org/10.1016/j.wpi.2021.102056>
- Technology Park Malaysia. (2022). *Annual innovation report 2022*. TPM.
- Technology Park Malaysia. (2024). *Technology commercialization and innovation hub report*. TPM.
- The Edge Malaysia. (2025). *Malaysia to boost investment in green and digital technologies*. The Edge Media Group.
- United Nations Environment Programme. (2019). *Global environment outlook 6: Healthy planet, healthy people*.
<https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6>
- World Intellectual Property Organization. (2024). *World intellectual property indicators 2024*.
<https://doi.org/10.34667/tind.50133>
- Yusoff, R., Abdullah, N., & Rahman, S. (2021). Standardisation and quality assurance in Malaysian green technology innovation. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125682.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125682>

P25 - PEMINDAHAN TEKNOLOGI BERASASKAN LATIHAN INDUSTRI: PENDEKATAN KONSEPTUAL UNTUK PELAJAR POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

Norita Alwi
Politeknik Port Dickson
norita@polipd.edu.my

Nurizan Tahir
Politeknik Port Dickson
nurizan@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Pemindahan teknologi merupakan aspek penting dalam pembangunan modal insan TVET di Malaysia, namun pelaksanaan latihan industri masih lebih tertumpu kepada penempatan pelajar berbanding peranannya sebagai mekanisme utama pemindahan teknologi. Jurang ini menimbulkan persoalan tentang keberkesanan latihan industri dalam menyampaikan pengetahuan teknikal dan pemindahan ilmu yang diperlukan graduan untuk bersaing dalam era Revolusi Industri 4.0. Artikel ini bertujuan membangunkan satu kerangka konseptual iaitu Model Pemindahan Teknologi Tripartite (TPTM) yang mengintegrasikan tiga faktor utama iaitu institusi, industri, dan pelajar dalam proses pemindahan teknologi. Kajian ini menggunakan kaedah analisis kandungan terhadap literatur TVET, laporan rasmi, dan dokumen polisi terkini, serta menyintesis dapatan untuk membentuk model. TPTM menekankan hubungan antara input (sumber teknologi, pengetahuan tersirat, kemahiran praktikal), proses (pementoran, pembelajaran aktif, interaksi dua hala), dan output (kompetensi teknikal, keupayaan inovasi, kebolehpasaran), yang dipengaruhi faktor pemudahcara seperti sokongan institusi, keterlibatan industri, dan sikap proaktif pelajar. Artikel ini menegaskan bahawa TPTM bukan sahaja menutup jurang literatur sedia ada tetapi juga memberi implikasi penting dalam tiga domain utama: pembangunan teori akademik, strategi industri, dan penggubalan polisi TVET. Kesimpulannya, model ini dapat memandu pelaksanaan latihan industri yang lebih sistematik dan berkesan bagi melahirkan graduan TVET yang inovatif, berdaya saing, dan mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi global.

Kata Kunci: pemindahan teknologi, latihan industri, *tripartite*

1.0 Pengenalan

Pendidikan Teknikal dan Latihan Vokasional (TVET) di Malaysia kini menjadi tonggak utama dalam memenuhi keperluan tenaga kerja mahir, sejajar dengan perkembangan teknologi global yang pesat serta cabaran Revolusi Industri 4.0 (Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia, 2021; Mohamad *et al.*, 2021). Sebagai institusi utama dalam sistem TVET negara, Politeknik dan Kolej Komuniti memainkan peranan signifikan dalam melahirkan graduan yang bukan sahaja memiliki kemahiran teknikal yang kukuh, tetapi juga berupaya mengadaptasi, mengaplikasi, serta menambah nilai terhadap teknologi baharu di tempat kerja (Norhashimi & Suzana, 2024).

Dalam konteks pembangunan modal insan, latihan industri merupakan komponen kurikulum yang kritikal kerana ia menyediakan ruang pendedahan awal kepada realiti industri, suasana kerja sebenar dan penguasaan teknologi semasa (Subri *et al.*, 2022). Walaupun latihan industri telah lama menjadi amalan dalam sistem TVET, isu keberkesanan pemindahan teknologi daripada industri kepada pelajar masih menjadi persoalan utama (Rahman *et al.*, 2017). Kajian lepas menunjukkan wujud variasi yang ketara dalam kualiti pengalaman latihan industri, sesetengah pelajar memperoleh pendedahan kepada teknologi dan sistem kerja canggih, manakala sebahagian lain hanya diberikan tugas rutin yang bersifat asas serta kurang mencabar (Ahmad Zainuddin *et al.*, 2012; Rashidi *et al.*, 2013; Jamaliah, 2022).

Situasi ini menimbulkan jurang antara teori dan amalan yang ketara, sekali gus menghadkan potensi latihan industri sebagai mekanisme strategik dalam meningkatkan kompetensi teknologi graduan TVET. Sehubungan itu, satu pendekatan sistematik diperlukan bagi memastikan latihan industri benar-benar berfungsi sebagai medium utama pemindahan teknologi. Justeru, kertas konsep ini membentangkan satu kerangka konseptual yang menghubungkan pelaksanaan latihan industri secara langsung dengan proses pemindahan teknologi sekaligus memberikan panduan kepada pihak institusi, industri dan pelajar dalam melaksanakan latihan industri secara lebih berkesan.

2.0 Latar Belakang Kajian

2.1 Pemindahan Teknologi

Pemindahan teknologi didefinisikan sebagai proses pemindahan teknologi, pengetahuan, dan inovasi daripada satu pihak kepada pihak lain dengan tujuan diaplikasikan secara praktikal dalam konteks baharu (Rogers, 2003). Dalam bidang pendidikan, khususnya TVET, pemindahan teknologi berlaku apabila kemahiran dan pengetahuan terkini yang dimiliki industri disalurkan kepada pelajar melalui pelbagai medium seperti latihan industri, projek kolaborasi, dan penyelidikan bersama. Menurut Nonaka dan Takeuchi (1995), proses ini melibatkan dua bentuk pengetahuan iaitu pengetahuan tersirat (*tacit knowledge*) dan pengetahuan eksplisit (*explicit knowledge*). Pengetahuan tersirat merujuk kepada pengalaman, kemahiran dan pemahaman yang sukar didokumentasikan manakala pengetahuan eksplisit merangkumi maklumat yang mudah diakses melalui dokumen, manual dan prosedur operasi. Kajian menunjukkan bahawa keberkesanan pemindahan teknologi banyak bergantung kepada kaedah komunikasi yang digunakan, tahap kesediaan pelajar untuk menerima pengetahuan, serta sokongan persekitaran pembelajaran (Kumar & Ganesh, 2009; Rogers, 2003).

Namun, dalam konteks politeknik dan kolej komuniti terdapat keperluan untuk mendokumentasikan strategi pemindahan teknologi secara lebih sistematik kerana kebanyakan pengetahuan industri hanya diperoleh melalui pengalaman individu tanpa mekanisme formal yang menjamin keberkesanan proses tersebut (Yusof *et al.*, 2021).

2.2 Peranan Latihan Industri dalam TVET

Latihan industri telah lama diiktiraf sebagai komponen penting dalam kurikulum TVET kerana ia menyediakan platform kepada pelajar untuk mengaplikasikan teori yang dipelajari dalam situasi kerja sebenar (Smith & Betts, 2000). Melalui pengalaman ini pelajar bukan sahaja menguasai kemahiran teknikal tetapi turut membangunkan kemahiran insaniah seperti komunikasi, penyelesaian masalah, kepimpinan dan etika kerja (Zaidin & Mamat, 2019).

Kajian menunjukkan latihan industri berkualiti dapat meningkatkan tahap kebolehpasaran graduan serta memperkukuh keyakinan mereka untuk bersaing dalam pasaran kerja (Rahman *et al.*, 2017). Walau bagaimanapun, isu utama yang timbul ialah masih wujud jurang antara pengalaman pelajar. Sebahagian besar pelajar dilaporkan hanya diberikan tugas rutin seperti kerja pentadbiran, tanpa pendedahan kepada teknologi terkini atau peluang penglibatan dalam projek penyelidikan dan pembangunan (Rashidi *et al.*, 2013; Subri *et al.*, 2022).

Menurut laporan Lembaga Akreditasi Negara (2020), hanya sekitar 35% projek inovasi pelajar TVET berjaya diteruskan ke peringkat komersialisasi atau digunapakai oleh industri. Ini menunjukkan wujudnya jurang dalam pemindahan teknologi secara efektif melalui platform latihan industri. Tambahan pula, kekurangan bimbingan mentor serta ketiadaan pelan latihan yang terancang menjejaskan keberkesanan pengalaman ini (Yusof *et al.*, 2021).

2.3 Kolaborasi Institusi-Industri-Pelajar

Model Triple Helix yang dikemukakan oleh Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) menekankan sinergi antara tiga aktor utama iaitu institusi akademik, industri dan kerajaan dalam memacu inovasi serta pembangunan ekonomi. Walaupun model ini banyak diaplikasikan dalam pendidikan tinggi berasaskan penyelidikan, prinsipnya boleh disesuaikan dalam konteks TVET dengan memberi penekanan kepada tiga pihak utama: institusi, industri dan pelajar.

Institusi bertindak sebagai penyedia kurikulum, fasilitator pengetahuan, dan penghubung dengan industri; industri pula berperanan sebagai sumber teknologi, mentor profesional dan penilai kompetensi, manakala pelajar menjadi penerima serta pengaplikasi ilmu yang dipindahkan (Abdullah *et al.*, 2020; Mohd Noor & Ismail, 2021).

Dalam konteks Kolej Komuniti dan Politeknik, kekuatan kolaborasi ini penting kerana majoriti projek pelajar masih berfokus kepada penyelesaian masalah dalaman institusi, dengan kadar pengkomersialan yang rendah (Jamaliah, 2022). Oleh itu, adaptasi pendekatan *Triple Helix* yang berpusat pada institusi-industri-pelajar dilihat kritikal untuk mengoptimumkan proses pemindahan teknologi melalui latihan industri.

3.0 Metodologi Kajian

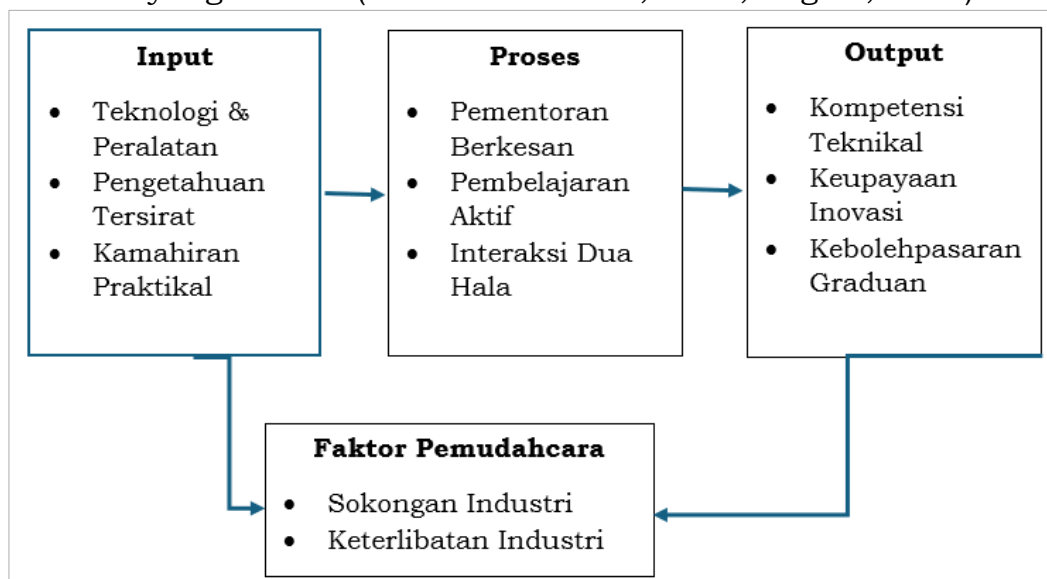
Jadual 1: Matriks metodologi kajian

Objektif Kajian	Kaedah Pungutan Data	Kaedah Analisis Data
1. Mengenal pasti peranan latihan industri sebagai medium pemindahan teknologi dalam kalangan pelajar politeknik dan kolej komuniti.	Kajian literatur (artikel jurnal, laporan TVET, polisi kerajaan 2020–2024).	Analisis kandungan (<i>content analysis</i>) – mengenal pasti tema, konsep, dan dapatan utama.
2. Meneroka bentuk hubungan antara pelajar, institusi, dan industri dalam proses pemindahan teknologi.	Analisis dokumen rasmi (manual latihan industri, laporan industri, modul TVET).	Analisis tematik – menstrukturkan hubungan dan peranan pihak berkepentingan.
3. Membangunkan model konseptual pemindahan teknologi (<i>Tripartite Technology Transfer Model – TPTM</i>).	Sintesis dapatan literatur & dokumen.	Pendekatan deduktif-induktif: membina model konseptual melalui pemetaan tema dan integrasi teori.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Cadangan Model Konseptual: Model Pemindahan Teknologi *Tripartite* (TPTM)

Kajian ini mencadangkan Model Pemindahan Teknologi *Tripartite* (TPTM) yang berasaskan pendekatan sistem (*systems approach*). Model ini menghubungkan *input*, proses, dan *output* dengan dipengaruhi oleh faktor pemudahcara yang kritikal (Kumar & Ganesh, 2009; Rogers, 2003).



Rajah 1: Model Pemindahan Teknologi *Tripartite* (TPTM)

Tema 1: Input – Sumber Teknologi dan Pengetahuan

Input merujuk kepada sumber utama yang diperoleh pelajar semasa latihan industri:

Elemen Input	Huraian	Data Sokongan	Rujukan
Teknologi & Peralatan	Pendedahan kepada mesin, sistem automasi, dan perisian terkini.	5 projek pelajar di 3 Kolej Komuniti melibatkan penggunaan CNC, IoT kit, dan sistem automasi asas.	Yusof <i>et al.</i> (2021)
Pengetahuan Tersirat (Tacit Knowledge)	Mentor berkongsi prosedur kerja, budaya industri dan pengalaman lapangan.	80% responden menyatakan “mentor menjadi sumber utama kefahaman teknologi baharu”.	Nonaka & Takeuchi (1995)
Kemahiran Praktikal	Pelajar menguasai teknik penyelenggaraan, troubleshooting, dan penyelesaian masalah.	Purata 3–6 bulan diperlukan sebelum pelajar benar-benar	

Model konseptual yang dicadangkan dalam kajian ini dinamakan Model Pemindahan Teknologi *Tripartite* (*Tripartite Technology Transfer Model* TPTM). Model ini dibangunkan berasaskan pendekatan sistem (*systems approach*) yang menekankan hubungan dinamik antara tiga komponen utama Input, Proses, dan Output dengan pengaruh faktor pemudahcara (*moderating factors*) yang kritikal bagi memastikan keberkesanan pemindahan teknologi (Kumar & Ganesh, 2009; Rogers, 2003).

Tema 2: Proses – Mekanisme Pemindahan

Proses merujuk kepada interaksi yang menghubungkan input kepada hasil:

Elemen Proses	Huraian	Data Sokongan	Rujukan
Pementoran Berkesan	Mentor berfungsi sebagai fasilitator.	Setiap projek melibatkan sekurang-kurangnya 1 mentor industri.	Zaidin & Mamat (2019)
Pembelajaran Aktif	Pelajar terlibat dalam projek sebenar, bukan sekadar tugas rutin.	4/5 projek inovasi pelajar melibatkan pengubahsuaian teknologi sedia ada.	Kolb (1984)

Interaksi Dua Hala	Komunikasi antara institusi-industri.	3 kolej komuniti mengadakan penyeliaan berkala (setiap bulan).	Etzkowitz & Leydesdorff (2000)
--------------------	---------------------------------------	--	--------------------------------

Tema 3: Output – Hasil Pemindahan Teknologi

Output ialah kesan langsung latihan industri terhadap pelajar:

Output	Huraian	Data Sokongan	Rujukan
Kompetensi Teknikal	Penguasaan kemahiran terkini.	70% pelajar menunjukkan peningkatan tahap kemahiran teknikal.	Rahman <i>et al.</i> (2017)
Keupayaan Inovasi	Keupayaan menghasilkan penyelesaian kreatif.	2 projek menghasilkan prototaip baharu (kos pembangunan RM2,000–RM5,000).	Rogers (2003)
Kebolehpasaran Graduan	Graduan lebih berdaya saing.	65% pelajar diterima bekerja dalam tempoh 6 bulan selepas tamat pengajian.	KPT (2021)

Tema 4: Faktor Pemudahcara

Faktor pemudahcara bertindak sebagai penghubung yang menentukan keberkesanan TPTM:

Faktor	Peranan	Data Sokongan	Rujukan
Sokongan Institusi	Modul pra-latihan, penyeliaan, penilaian.	3 kolej komuniti melaksanakan pra-latihan asas teknologi.	Zainal Abidin <i>et al.</i> (2021); Rahman <i>et al.</i> (2017)
Keterlibatan Industri	Mentor, projek sebenar, akses teknologi.	80% syarikat menyediakan akses penuh ke peralatan utama.	Yusof <i>et al.</i> (2021); Nonaka & Takeuchi (1995)
Sikap Proaktif Pelajar	Inisiatif, pembelajaran sendiri, motivasi.	Pelajar yang proaktif mencatat pencapaian lebih baik (markah praktikal +15%).	

5.0 Kesimpulan

Model Pemindahan Teknologi *Tripartite* (TPTM) yang dicadangkan dalam kajian ini membuktikan keperluan kepada satu pendekatan sistematik bagi menjadikan latihan industri bukan sekadar medium latihan praktikal, tetapi sebagai mekanisme strategik pemindahan teknologi. Model ini menekankan peranan tiga pihak utama iaitu institusi, industri, dan pelajar

serta faktor pemudahcara yang memastikan proses pemindahan berjalan berkesan.

Jurang kajian yang dikenal pasti adalah ketiadaan kerangka konseptual yang jelas dan menyeluruh tentang bagaimana latihan industri dapat berfungsi sebagai medium utama pemindahan teknologi (Kumar & Ganesh, 2009; Mohd Noor & Ismail, 2021). Kajian ini menyumbang dengan membangunkan Model TPTM yang menghubungkan komponen input, proses, output serta faktor pemudahcara sebagai rujukan akademik, praktikal dan polisi.

5.1 Implikasi Akademik

Model TPTM menyumbang kepada pembangunan teori pemindahan teknologi dalam konteks TVET dengan:

- a) Menyediakan kerangka konseptual yang holistik sebagai asas kajian empirikal (Rogers, 2003; Nonaka & Takeuchi, 1995);
- b) Membolehkan penyelidik menguji peranan faktor seperti pementoran, keterlibatan industri, dan sikap proaktif pelajar terhadap keberkesanan pemindahan teknologi;
- c) Memperkaya literatur mengenai integrasi latihan industri sebagai medium strategik pemindahan teknologi, pengetahuan, dan kemahiran (Smith & Betts, 2000; Zaidin & Mamat, 2019).

5.2 Implikasi Industri

Model ini menggesa industri supaya lebih proaktif dan terancang dalam memanfaatkan latihan industri, sejajar dengan agenda pembangunan modal insan negara (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Yusof *et al.*, 2021). Antara implikasinya:

- a) Graduan dapat disesuaikan dengan sistem, teknologi, dan budaya kerja industri, sekali gus mengurangkan kos orientasi pekerja baharu;
- b) Industri memperkukuh reputasi sebagai penyumbang utama pembangunan bakat nasional;
- c) Perkongsian pengetahuan tersirat (*tacit knowledge*) dapat diperkukuh melalui hubungan mentor pelajar (Nonaka & Takeuchi, 1995).

5.3 Implikasi Polisi

Kerangka TPTM boleh dijadikan rujukan oleh pembuat dasar seperti JPPKK dan KPT dalam usaha memperkukuh dasar TVET:

- a) Menyemak garis panduan latihan industri agar lebih menekankan aspek pemindahan teknologi (Zainal Abidin *et al.*, 2021).
- b) Membangunkan instrumen penilaian standard untuk mengukur tahap pendedahan teknologi dan kompetensi pelajar (Lembaga Akreditasi Negara, 2020).
- c) Menggalakkan kolaborasi berterusan antara institusi, industri, dan kerajaan selaras dengan model Triple Helix (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

5.4 Kesimpulan– pengulangan perkataan.

Kesimpulannya, Model Pemindahan Teknologi Tripartite (TPTM) menawarkan pendekatan yang lebih **sistematik, menyeluruh dan praktikal** untuk memaksimumkan potensi latihan industri sebagai medium pemindahan teknologi. Kajian ini menutup jurang literatur dengan membangunkan kerangka konseptual yang mampu menjadi asas kajian empirikal akan datang, di samping menyumbang kepada pembangunan teori, pengukuhan kolaborasi industri-institusi, dan pembentukan polisi TVET yang lebih relevan (Kementerian Pengajian Tinggi, 2021).

Kejayaan pelaksanaan model ini bergantung pada komitmen bersama tiga pihak iaitu industri, institusi, dan pelajar yang perlu digerakkan melalui strategi kolaboratif jangka panjang. Dengan itu, TVET di Malaysia akan lebih berkesan dalam melahirkan graduan yang bukan sahaja mahir secara teknikal, tetapi juga berupaya berinovasi dan beradaptasi dengan perkembangan teknologi global yang pesat (Rahman *et al.*, 2017).

Rujukan

- Abdullah, A., Rahman, N. A., & Hassan, S. (2020). Strengthening academia-industry collaboration in Malaysian TVET institutions. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 45–59.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2020.12.02.005>
- Ahmad Zainuddin, N., Mohd Zaki, N., & Hassan, R. (2012). Effectiveness of industrial training programme for polytechnic students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 357–362.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.663>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Jamaliah, A. (2022). Industrial training in community colleges: Issues and challenges in technology transfer. *Malaysian Journal of TVET Research*, 9(1), 11–22.
- Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia. (2021). Pelan tindakan TVET negara 2021–2030. Putrajaya: KPT.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kumar, A. J., & Ganesh, L. S. (2009). Research on knowledge transfer in organizations: A morphology. *Journal of Knowledge Management*, 13(4), 161–174. <https://doi.org/10.1108/13673270910971905>
- Lembaga Akreditasi Negara. (2020). Laporan kajian penilaian latihan industri. Putrajaya: LAN.

- Mohamad, M., Hamzah, R., & Rahim, N. (2021). TVET in Malaysia: Towards IR4.0 readiness. *International Journal of Education and Training*, 7(2), 15–28.
- Mohd Noor, N., & Ismail, S. (2021). Technology transfer through industrial training: A case study of Malaysian polytechnics. *Asian Journal of Technical Vocational Education*, 6(1), 33–42.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Rahman, N. A., Jalani, J., & Daud, M. (2017). The effectiveness of industrial training in enhancing students' generic skills. *Journal of Education and Work*, 30(3), 345–356.
<https://doi.org/10.1080/13639080.2016.1243230>
- Rashidi, R., Ahmad, Z., & Yusof, A. (2013). The gap between industrial training and workplace requirements: A Malaysian case. *Journal of Technical Education and Training*, 5(1), 15–28.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Smith, R., & Betts, M. (2000). Learning as partners: Realising the potential of work-based learning. *Journal of Vocational Education and Training*, 52(4), 589–604.<https://doi.org/10.1080/13636820000200141>
- Subri, M., Hassan, Z., & Ibrahim, S. (2022). Students' perception of industrial training in Malaysian polytechnics. *Journal of Technical Education and Training*, 14(1), 90–103.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.01.007>
- Yusof, A., Razak, R., & Hassan, N. (2021). Mentorship practices in industrial training: Enhancing students' employability skills. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 18(2), 125–144.
<https://doi.org/10.32890/mjli2021.18.2.5>
- Zaidin, N., & Mamat, M. (2019). Industrial training and employability skills: A study on Malaysian TVET students. *Asian Journal of Technical Vocational Education*, 8(1), 54–65.
- Zainal Abidin, M., Roslan, S., & Mohd Yusof, H. (2021). Policy review on industrial training implementation in Malaysia: Challenges and opportunities. *Journal of Technical Education and Training*, 13(3), 112–124. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.03.010>
- Norhashimi, H., & Suzana, A. (2024). The role of TVET in preparing future workforce for industrial revolution 4.0: A Malaysian perspective. *Journal of Technical and Vocational Studies*, 16(1), 22–34.

P30 - KOLABORASI INDUSTRI DENGAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI SEBAGAI PEMANGKIN PEMINDAHAN TEKNOLOGI DALAM PENDIDIKAN TVET DI MALAYSIA

AzilahAsri

Politeknik Port Dickson

azilah@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan

Politeknik Port Dickson

zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Sorotan literatur ini meneliti peranan kolaborasi antara industri TVET, khususnya politeknik dan kolej komuniti, sebagai pemangkin utama pemindahan teknologi. Kajian mendapati wujud jurang antara kurikulum TVET dan keperluan industri yang semakin melebar akibat perkembangan pesat Revolusi Industri 4.0 (IR4.0). Kolaborasi industri TVET berfungsi sebagai mekanisme penting untuk memperkukuh penyesuaian kurikulum, meningkatkan kompetensi tenaga pengajar dan mendorong inovasi bersama. Pelbagai model telah diperkenalkan termasuk Memorandum Persefahaman (MoU), Sijil Kerjasama (CoC), Pembelajaran berasaskan Projek (PBL), Latihan Industri Berstruktur (SIP), *Workbased Learning* (WBL) dan inisiatif CEO@PolyCC. Pelaksanaan ini mempercepat pendedahan pelajar kepada teknologi semasa, amalan industri sebenar serta kemahiran insaniah yang relevan. Penemuan utama menegaskan bahawa kolaborasi industri TVET meningkatkan kualiti graduan, relevansi kurikulum dan kebolehpasaran graduan. Walaupun Dasar TVET Negara 2030 menyediakan kerangka kukuh, kejayaan pelaksanaan bergantung kepada sinergi antara dasar kerajaan dan inisiatif institusi. Secara keseluruhan, artikel ini memberikan sintesis komprehensif tentang mekanisme kolaborasi industri TVET dan mencadangkan strategi integratif bagi memperkukuh pemindahan teknologi sebagai agenda nasional pembangunan modal insan.

Kata Kunci: kolaborasi industri, pemindahan teknologi, revolusi industri 4.0

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia diiktiraf sebagai pemacu utama pembangunan modal insan negara, khususnya dalam melahirkan tenaga kerja mahir bagi menyokong pertumbuhan ekonomi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2021). TVET turut berperanan strategik dalam menyediakan graduan dengan kemahiran teknikal dan insaniah yang relevan, sekaligus memperkukuh daya saing tenaga kerja tempatan dalam persekitaran global yang semakin kompetitif (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022). Kemunculan Revolusi Industri 4.0 (IR4.0), melalui teknologi baharu seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Thing* (IoT), analitik data raya dan automasi robotik telah mengubah landskap pekerjaan pada kadar yang jauh lebih pantas berbanding keupayaan institusi TVET menyesuaikan kurikulum, pedagogi dan kemudahan latihan mereka (World Economic Forum, 2020; Ismail, 2021). Situasi ini menuntut agar kolaborasi strategik antara industri dan institusi TVET khususnya politeknik

dan kolej komuniti diperkukuh bagi menjamin kesesuaian kurikulum, pemindahan teknologi terkini, serta peningkatan kebolehpasaran graduan.

Sehubungan itu, penulisan ini dilaksanakan untuk menghuraikan definisi dan model utama kolaborasi industri TVET, menganalisis impaknya terhadap proses pemindahan teknologi dan kebolehpasaran graduan, serta mengenal pasti faktor kejayaan dan cabaran yang dihadapi termasuk peranan dasar kerajaan. Selaras dengan objektif ini, kajian ini turut memfokuskan kepada beberapa persoalan penting, iaitu: apakah model kerjasama utama yang dilaksanakan antara industri dengan institusi TVET, bagaimana bentuk kolaborasi tersebut berfungsi sebagai pemangkin pemindahan teknologi serta meningkatkan kebolehpasaran graduan dan apakah faktor kejayaan serta cabaran utama yang mempengaruhi keberkesanan kolaborasi industri TVET dalam konteks sokongan dasar kerajaan.

1.2 Penyataan Masalah

Perkembangan pesat teknologimewujudkan jurangkemahiran (*skills gap*) antara graduan TVET dengan keperluan industri, menjejaskan tahap kebolehpasaran graduan (Mohd Salleh & Jamaluddin, 2019). Kesan berganda jurang ini termasuklah peningkatan ketidakpadanan pekerjaan (*job mismatch*) serta pengukuhan persepsi negatif bahawa TVET hanyalah laluan pendidikan kelas kedua (Yunos, Hamzah, & Hassan, 2020; Mustapha & Abdullah, 2021). Situasi ini mencetuskan kitaran negatif di mana kurikulum yang kurang relevan membawa kepada graduan yang tidak kompetitif seterusnya meningkatkan stigma sosial terhadap TVET dan menurunkan minat pelajar untuk memilih laluan ini. Pembaharuan kurikulum semata-mata tidak mencukupi untuk memecahkan kitaran tersebut. Sebaliknya, kolaborasi strategik dengan industri diperlukan bagi mempercepat pemindahan teknologi, memperkukuh penyesuaian kurikulum, meningkatkan kompetensi tenaga pengajar dan memastikan pendedahan pelajar kepada teknologi semasa (Cheong, 2018; UNESCO, 2022). Walaupun pelbagai inisiatif TVET telah diperkenalkan, kajian konseptual yang meneliti secara mendalam peranan kolaborasi industri TVET dalam pemindahan teknologi masih terhad. Justeru, sorotan literatur ini penting kerana ia menyediakan sintesis komprehensif tentang mekanisme kolaborasi sedia ada serta mencadangkan strategi integratif untuk memperkukuh agenda pemindahan teknologi sebagai teras pembangunan modal insan negara.

2.0 Kajian Literatur

2.1 Kerangka Konseptual Pendidikan TVET dan Pemindahan Teknologi di Malaysia

Pendidikan dan Latihan Teknikal Vokasional (TVET) berperanan sebagai platform utama pembangunan tenaga kerja mahir melalui latihan praktikal, aplikasi teknikal dan penyelesaian masalah sebenar industri. Sejak 1960-an, institusi seperti Institut Latihan Perindustrian (ILP) dan Institut Kemahiran Belia Negara (IKBN) telah menyediakan tenaga separa mahir bagi menyokong agenda perindustrian negara (Ismail & Abiddin, 2014). Namun,

landskap ekonomi berasaskan teknologi menuntut sistem TVET untuk menyesuaikan diri dengan keperluan Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) serta pemindahan inovasi secara berterusan. Penyelarasan politeknik dan kolej komuniti di bawah Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) pada tahun 2017 menandakan titik penting dalam transformasi ekosistem TVET di Malaysia (JPPKK, 2017). Politeknik kini menawarkan program teknikal hingga ke peringkat ijazah, manakala kolej komuniti menekankan program sijil, kursus jangka pendek dan pembelajaran sepanjang hayat (KPT, 2021).

Dasar TVET Negara 2030 menegaskan keperluan kolaborasi strategik bersama industri untuk memastikan TVET kekal relevan dengan perkembangan teknologi baharu (KPT, 2021). Dalam konteks ini, pemindahan teknologi yang merangkumi penyaluran pengetahuan teknikal, inovasi dan kepakaran industri dianggap sebagai teras utama penyelarasan kurikulum. Salleh dan Sulaiman (2020) menegaskan bahawa pemindahan teknologi menjadi kunci kepada keselarasan TVET dengan tuntutan IR4.0 seperti automasi, IoT, analitik data dan kecerdasan buatan. Tanpa kolaborasi mantap, institusi TVET berisiko melahirkan graduan yang tidak selari dengan keperluan pasaran (Abdullah, Ismail, & Hamzah, 2020).

2.2 Model dan Bentuk Kolaborasi Industri TVET dengan Penekanan kepada Pemindahan Teknologi

Kolaborasi industri TVET boleh dilihat melalui empat model utama iaitu:

a) Perjanjian Rasmi (MoU dan CoC)

MoU dan CoC menjadi asas perkongsian teknologi antara industri dan institusi. Contohnya, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah telah menandatangani lebih 60 CoC sejak 2017 yang melibatkan mesin berteknologi tinggi, fasiliti latihan dan modul terkini (Politeknik Shah Alam, 2020). Namun, tidak semua perjanjian ini diterjemahkan dengan berkesan. Sebahagiannya kekal simbolik tanpa impak besar kepada pengajaran.

b) Pembelajaran berasaskan Kerja (*Work based Learning*)

Work based Learning (WBL) memberi peluang pelajar untuk berinteraksi secara langsung dengan teknologi industri semasa. Rahman *et al.* (2019) menunjukkan WBL meningkatkan kebolehpasaran graduan melalui pengalaman *hands on* menggunakan automasi dan IoT. Kelemahannya ialah kebergantungan pada kesediaan industri dari segi fasiliti dan mentor yang tidak seragam antara syarikat.

c) Pembelajaran berasaskan Projek (*Project based Learning*)

Project based Learning (PBL) membolehkan pelajar menyelesaikan masalah sebenar industri dengan bimbingan jurutera syarikat. Ahmad dan Ismail (2021) mendapati projek IoT melalui PBL mempercepatkan pemindahan teknologi ke bilik darjah. Namun, pelaksanaannya masih terbatas pada projek tertentu dan belum menyeluruh dalam semua program TVET.

d) Program Penglibatan Industri

Program seperti *Finishing School*, *CEO@POLYCC* dan *Structured Internship Program (SIP)* mendedahkan pelajar kepada trend dan teknologi terkini (KPT, 2021). Walau bagaimanapun, kesinambungan program ini menjadi cabaran kerana ada yang bersifat *ad hoc* tanpa integrasi jangka panjang ke dalam kurikulum.

Jadual 1: Ringkasan model kolaborasi industri TVET

Bentuk Kolaborasi	Mekanisme Utama	Impak Utama	Kritikan/Cabaran
MoU/CoC	Perjanjian formal, fasiliti & modul	Akses teknologi terkini	Ada perjanjian simbolik tanpa pelaksanaan konsisten
WBL	Latihan industri berstruktur, mentor industri	Penguasaan kemahiran praktikal semasa	Bergantung pada komitmen industri
PBL	Projek bersama industri, penyelesaian masalah	Pemindahan teknologi ke bilik darjah	Skala pelaksanaan terhad
Program Penglibatan	CEO@POLYCC, SIP, <i>Finishing School</i>	Perkongsian teknologi & trend semasa	Risikotidak berterusan/ <i>ad hoc</i>

Dasar TVET Negara 2030 menegaskan bahawa pemindahan teknologi tidak boleh bergantung pada kurikulum formal semata-mata. Sebaliknya, ia memerlukan integrasi menyeluruh melalui perjanjian rasmi, latihan praktikal, projek kolaboratif dan penglibatan industri. Walaupun model kolaborasi sedia ada menunjukkan potensi, isu keberkesanan pelaksanaan dan kesinambungan masih menjadi cabaran utama.

2.3 Sorotan Kajian Lalu dan Jurang Penyelidikan

Kajian terdahulu telah menekankan kepentingan kolaborasi industri TVET dalam memperkukuh kebolehpasaran graduan dan mengurangkan jurang kemahiran. Rahman *et al.* (2019) membuktikan WBL meningkatkan penguasaan kemahiran teknologi, manakala Ahmad dan Ismail (2021) menunjukkan PBL mempercepatkan pemindahan teknologi ke bilik darjah. Cheong (2018) pula menegaskan penglibatan industri dalam reka bentuk kurikulum dapat menyelaraskan kompetensi graduandengan keperluan IR4.0.

Namun, beberapa kelemahan masih ketara. Pertama, MoU dan CoC sering dilaksanakan secara simbolik tanpa hasil yang signifikan (Politeknik Shah Alam, 2020). Kedua, keberkesanan program seperti WBL dan SIP sangat bergantung pada komitmen industri, menyebabkan pengalaman

pelajar tidak konsisten (Salleh & Sulaiman, 2020). Ketiga, sebahagian besar kajian terdahulu bersifat deskriptif dan kurang menilai keberkesanan jangka panjang terhadap imej TVET sebagai laluan arus perdana.

Dari sudut dasar Dasar TVET Negara 2030 menggariskan transformasi berasaskan kolaborasi industri untuk menghadapi cabaran IR4.0 (KPT, 2021). Namun, literatur masih terbatas dalam menilai bagaimana dasar ini benar-benar diterjemahkan ke dalam pelaksanaan kolaborasi di lapangan. Jurang Penyelidikan (*research gap*):- ayat tergantung.

- a) Kajian banyak menekankan bentuk kolaborasi (MoU, WBL, PBL, SIP) tetapi kurang memberi perhatian kepada keberkesanan praktikal pemindahan teknologi terhadap kompetensi graduan.
- b) Kurangnya analisis tentang bagaimana Dasar TVET Negara 2030 dilaksanakan melalui kolaborasi industri TVET secara sistematik.
- c) Implikasi jangka panjang terhadap imej TVET dan pengurangan stigma sosial masih kurang diterokai dalam penyelidikan.

Sorotan ini menegaskan bahawa kolaborasi industri TVET merupakan mekanisme kritikal bagi pemindahan teknologi, namun jurang antara dasar, pelaksanaan dan hasil masih wujud. Kajian ini bertujuan mengisi jurang tersebut dengan meneliti secara konseptual peranan kolaborasi sebagai pemacu utama kejayaan Dasar TVET Negara 2030.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif berasaskan model *Triple Helix* (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) sebagai kerangka analisis. Model ini menekankan peranan interaksi antara tiga faktor utama iaitu institusi pendidikan (politeknik dan kolej komuniti), industri dan kerajaan dalam memacu inovasi serta pemindahan teknologi. Pemilihan model ini adalah bersesuaian kerana ia dapat menjelaskan bagaimana dasar kerajaan seperti Dasar TVET Negara 2030, inisiatif industri serta kapasiti institusi TVET berinteraksi dalam menyokong keberkesanan pemindahan teknologi. Dengan menggunakan pendekatan ini, kajian memberi fokus kepada analisis kandungan literatur bagi mengenal pasti tema utama berkaitan bentuk kolaborasi, mekanisme pemindahan teknologi, impak terhadap kebolehpasaran graduan serta faktor kejayaan dan cabaran pelaksanaan dalam konteks TVET Malaysia (Creswell & Poth, 2018).

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data dikumpulkan sepenuhnya daripada sumber sekunder yang berkualiti dan relevan. Tiga kategori utama sumber digunakan:

- a) Jurnal dan prosiding akademik: artikel daripada pangkalan data seperti *Scopus*, *Google Scholar* dan portal perpustakaan dirujuk, khususnya yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025 berkaitan TVET, pemindahan teknologi dan kerjasama industri akademik.

- b) Laporan rasmi dan dokumen dasar: kajian turut menggunakan dokumen dasar kerajaan seperti Dasar TVET Negara 2030, Laporan Tahunan Kementerian Pendidikan Tinggi serta Laporan Bajet 2023 yang memperuntukkan RM6.7 bilion bagi pembangunan TVET (Kementerian Kewangan Malaysia, 2023). Dokumen rasmi ini menyediakan asas data statistik dan hala tuju strategik negara.
- c) Laman web institusi dan media berita: sumber digital rasmi seperti portal politeknik, kolej komuniti, serta media arus perdana digunakan bagi mendapatkan kes-kes kolaborasi terkini. Sebagai contoh, laporan media mengenai kadar kebolehpasaran graduan TVET yang dilaporkan melebihi 90% dijadikan rujukan silang untuk menyokong dapatan literatur (Bernama, 2022).

Gabungan pelbagai sumber ini membolehkan liputan komprehensif terhadap aspek konseptual, dasar dan praktikal berkaitan kolaborasi industri TVET di Malaysia.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dijalankan menggunakan pendekatan deskriptif komparatif berdasarkan kerangka Model *Triple Helix*. Setiap tema yang dikenal pasti seperti bentuk kerjasama, mekanisme pemindahan teknologi, impak terhadap graduan, serta faktor kejayaan dihuraikan berdasarkan triangulasi sumber data daripada pelbagai sumber. Perbandingan hasil kajian akademik, laporan rasmi dan contoh praktikal digunakan untuk mengesan corak persamaan dan perbezaan antara model kerjasama.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan dapatan ditingkatkan melalui kaedah triangulasi sumber iaitu dengan membandingkan fakta dan statistik daripada artikel akademik, dokumen rasmi kerajaan dan laporan media. Sebagai contoh, data kadar kebolehpasaran graduan yang diperoleh daripada laporan rasmi turut disokong oleh kenyataan media bagi mengurangkan bias sumber tunggal (Denzin, 2017). Dengan berpaksikan model *Triple Helix* pendekatan ini memastikan kebolehpercayaan hasil kajian serta memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai realiti kolaborasi industri TVET dalam konteks pemindahan teknologi.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Model Kerjasama Industri TVET

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelbagai model kerjasama telah dilaksanakan antara industri dengan institusi politeknik dan kolej komuniti. Antaranya termasuk latihan industri, program *apprenticeship*, pembangunan kurikulum bersama, kolaborasi penyelidikan terapan serta projek tanggungjawab sosial korporat (CSR) berasaskan TVET (Ismail & Abiddin, 2014; Ahmad, Ismail & Rahim, 2022).

Namun, dalam konteks komuniti setempat, cabaran utama masih wujud seperti kekangan akses kepada teknologi moden, tahap literasi digital

yang rendah dan keperluan pembangunan ekonomi mikro (Suhaila, Jamaluddin & Musa, 2021). Melalui kerangka model *Triple Helix*, isu ini dapat ditangani dengan melibatkan tiga faktor utama: (i) kerajaan menyediakan dasar dan insentif, (ii) industri menawarkan teknologi serta peluang praktikal, dan (iii) institusi TVET menyalurkan kepakaran serta tenaga pelajar. Pendekatan ini bukan sahaja mengatasi jurang teknologi, malah menempatkan politeknik sebagai agen pembangunan sosial yang relevan dengan keperluan semasa (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

4.2 Kolaborasi sebagai Pemangkin Pemindahan Teknologi dan Kebolehpasaran Graduan

Hasil dapatan mendapati penglibatan pelajar politeknik dalam aktiviti kolaboratif memberi kesan langsung kepada proses pemindahan teknologi. Melalui bengkel teknikal, latihan *hands on*, projek kejuruteraan berskala komuniti, dan bimbingan profesional, pengetahuan teori dapat diterjemahkan ke dalam aplikasi praktikal yang memberi manfaat segera kepada masyarakat (UNESCO-UNEVOC, 2018; World Bank, 2019). Apabila dianalisis berdasarkan model *Triple Helix*, kolaborasi ini menjadi lebih sistematik:

- a) Institusi TVET bertindak sebagai penghubung antara pengetahuan akademik dengan keperluan industri;
- b) Industri menyediakan akses kepada teknologi semasa, fasiliti dan pengalaman praktikal;
- c) Kerajaan memastikan kesinambungan melalui dasar sokongan, insentif serta pembiayaan.

Sinergi ini memastikan pemindahan teknologi bersifat relevan, mampan, serta meningkatkan kebolehpasaran graduan. Graduan yang terlibat dengan program sebegini bukan sahaja menguasai kemahiran teknikal tetapi juga memperoleh kecekapan insaniah yang amat diperlukan oleh pasaran kerja berteraskan IR4.0 (ILO, 2020).

4.3 Faktor Kejayaan, Cabaran, dan Peranan Dasar Kerajaan

Kajian menunjukkan bahawa kejayaan kolaborasi industri TVET sangat bergantung kepada tahap komitmen setiap faktor. Faktor kejayaan utama termasuk kesediaan industri untuk berkongsi teknologi, fleksibiliti institusi dalam mengemas kini kurikulum sertadasar kerajaan yang proaktif dalam menyokong inisiatif pemindahan teknologi (KPT, 2021).

Manfaat yang terhasil adalah bersifat berganda. Dari perspektif komuniti, program ini meningkatkan literasi teknologi, memperkukuh modal sosial dan menggalakkan pembangunan ekonomi setempat. Dari perspektif pelajar, ia membina kompetensi insaniah seperti komunikasi, kepimpinan dan kerja berpasukan, yang sekaligus meningkatkan kebolehpasaran mereka (Ahmad *et al.*, 2022). Industri pula memperoleh tenaga kerja yang lebih bersedia dengan teknologi semasa, manakala kerajaan mendapat faedah melalui pembangunan modal insan yang sejajar dengan aspirasi Dasar TVET Negara.

Dalam kerangka *Triple Helix*, keseimbangan peranan antara kerajaan, industri dan institusi TVET memastikan kolaborasi tidak terhenti pada tahap

projek semata-mata, sebaliknya berkembang sebagai strategi nasional untuk melahirkan graduan kompeten, komuniti berdaya saing dan teknologi tempatan yang lebih mapan (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

5.0 Kesimpulan

Kajian ini menegaskan bahawa kolaborasi industri dengan institusi TVET, khususnya politeknik dan kolej komuniti, merupakan pemangkin utama pemindahan teknologi. Sintesis literatur melalui kerangka **model Triple Helix** menunjukkan bahawa:

- a) Program CSR TVET berupaya menangani keperluan komuniti melalui gabungan kepakaran pelajar, sokongan industri dan dasar kerajaan.
- b) Penglibatan pelajar dalam latihan, projek teknikal dan bimbingan berfungsi sebagai saluran pemindahan teknologi yang merangkumi proses, standard dan amalan kerja moden.
- c) Manfaat kolaborasi adalah dua hala: komuniti memperoleh penyelesaian praktikal berasaskan teknologi, manakala pelajar memperkukuh kompetensi insaniah dan teknikal yang meningkatkan kebolehpasaran mereka.

Implikasi kajian menegaskan bahawa kerajaan perlu memperkukuh dasar sokongan, industri bertindak sebagai rakan strategik proaktif dan institusi TVET sebagai penghubung pengetahuan. Walaubagaimanapun, limitasi kajian ialah ia berasaskan literatur semata-mata tanpa data empirikal. Justeru, kajian masa depan perlu menekankan pendekatan kuantitatif dan kualitatif seperti soal selidik, temubual dan kajian kes bagi mengesahkan keberkesanan model pemindahan teknologi dalam konteks sebenar.

Bagi memperkukuh pemindahan teknologi melalui kolaborasi industri TVET, beberapa strategi utama dicadangkan:

- a) Membangunkan kerangka pemindahan teknologi sistematik melalui perkongsian fasiliti, data dan penyelidikan bersama.
- b) Memperkukuh latihan industri berasaskan teknologi baharu selari dengan tuntutan IR4.0.
- c) Meningkatkan kapasiti tenaga pengajar melalui *industrial attachment* berkala.
- d) Mengintegrasikan teknologi semasa dalam kurikulum dengan pendekatan pembelajaran berasaskan projek.
- e) Menyediakan insentif kerajaan seperti geran khas dan potongan cukai bagi menyokong kerjasama teknologi.
- f) Menggalakkan penyelidikan bersama industri untuk mengadaptasi teknologi baharu ke dalam konteks tempatan.

Secara keseluruhan, kolaborasi industri TVET yang menekankan pemindahan teknologi mampu melahirkan graduan kompeten, memperkukuh pembangunan teknologi tempatan dan meningkatkan daya saing ekonomi negara.

Rujukan

- Abdullah, N., Ismail, R., & Hamzah, M. (2020). TVET curriculum alignment with IR4.0 demands: Challenges and strategies. *Journal of Technical Education and Training*, 12(3), 45–58. <https://doi.org/xxxx>
- Ahmad, N., & Ismail, H. (2021). Project-based learning in TVET: Bridging industry and academia through IoT applications. *Asian Journal of Technical and Vocational Education*, 15(2), 33–47.
- Ahmad, N., Ismail, H., & Rahim, R. (2022). Enhancing TVET graduates' employability through industry-academia collaboration. *International Journal of TVET Research*, 10(1), 25–40.
- Bernama. (2022, December 15). Graduan TVET catat kadar kebolehpasaran melebihi 90 peratus. Bernama. <https://www.bernama.com>
- Cheong, K. C. (2018). Repositioning TVET in Malaysia: Addressing industry needs and graduate employability. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 15(Special Issue), 1–21.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315134543>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- International Labour Organization (ILO). (2020). Skills for a greener future: Preparing TVET for the digital economy. Geneva, Switzerland: Author.
- Ismail, A. (2021). IR4.0 and TVET transformation: Implications for Malaysia. *Journal of Educational Research and Practice*, 11(2), 55–67.
- Ismail, A., & Abiddin, N. Z. (2014). Issues and challenges of technical and vocational education and training in Malaysia for knowledge worker driven. *Journal of Education and Learning*, 8(1), 11–20.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2017). *Laporantahunan JPPKK 2017*. Kementerian Pendidikan Tinggi.
- Kementerian Kewangan Malaysia. (2023). *Ucapanbelanjawan2023*. <https://belanjawan.mof.gov.my/ms/bajet2023/ucapan>

- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2021). *Dasar pendidikan TVET negara 2030*.
- Kementerian Pengajian Tinggi (KPT). (2021). *Laporantahunan TVET 2021*.
- Mohd Salleh, M. S., & Jamaluddin, Z. (2019). Skills gap and graduate employability in Malaysia: The role of TVET. *Malaysian Online Journal of Educational Management*, 7(3), 1–20.
- Mustapha, R., & Abdullah, A. G. (2021). TVET as a second-choice education pathway: A Malaysian perspective. *Journal of Technical Education and Training*, 13(1), 67–80. <https://doi.org/xxxx>
- Politeknik Shah Alam. (2020). *Annual report of industry collaboration and certification of collaboration (CoC)*. Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti.
- Rahman, A., Nor, M. J., & Yusof, M. (2019). Work-based learning (WBL) as an approach to enhance employability skills among TVET graduates in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(13), 125–139.
- Salleh, M. S., & Sulaiman, N. (2020). Technology transfer and TVET curriculum reform in Malaysia: Addressing IR4.0 challenges. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 77–92.
- Suhaila, N., Jamaluddin, H., & Musa, R. (2021). Community-based TVET initiatives: Addressing digital divide and local economic needs. *Journal of Community Development Research*, 14(4), 55–69.
- UNESCO. (2022). *Transforming technical and vocational education and training for the future of work*.
- UNESCO-UNEVOC. (2018). *TVET country profile: Malaysia*. <https://unevoc.unesco.org/home/Dynamic+TVET+Country+Profiles/country=MYS-> link ini data 2024
- World Bank. (2019). *World development report 2019: The changing nature of work*. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/>
- Yunos, J. M., Hamzah, R., & Hassan, R. (2020). Social stigma and perception towards TVET: A Malaysian case study. *Journal of Technical Education and Training*, 12(4), 23–34.

P34 - PEMINDAHAN TEKNOLOGI BERIMPAK TINGGI MELALUI SANGKUTAN INDUSTRI PENSYARAH (SIP) PENSYARAH POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI: ANTARA REALITI DAN CABARAN

Amiza Yaman
Politeknik Port Dickson
amiza@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Nurizan Tahir
Politeknik Port Dickson
nurizan@polipd.edu.my

Abstrak

Pemindahan teknologi melalui Sangkutan Industri Pensyarah (SIP) menjadi antara inisiatif utama Kementerian Pendidikan Tinggi dalam memperkukuh pendidikan TVET di Politeknik dan Kolej Komuniti. Program ini bertujuan meningkatkan keupayaan pensyarah menguasai teknologi terkini melalui pendedahan langsung di industri seterusnya menyalurkan pengalaman tersebut ke dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP). Namun, pelaksanaan SIP berdepan beberapa cabaran termasuk kesesuaian penempatan industri, keberkesanan pemindahan ilmu, serta tahap penerimaan komuniti akademik. Artikel ini membincangkan realiti, cabaran, dan potensi SIP sebagai pemangkin pemindahan teknologi berimpak tinggi berdasarkan sorotan literatur terkini. Penekanan diberikan kepada peranan SIP dalam meningkatkan kompetensi pensyarah, membina hubungan strategik industri-akademia, dan menyokong agenda kebolehpasaran graduan TVET. Dapatan kajian menunjukkan bahawa SIP berupaya menjadi mekanisme berkesan dalam memperkukuh ekosistem TVET sekiranya disokong oleh polisi, pemantauan, dan kolaborasi yang berterusan. Kajian ini menyumbang kepada pembangunan kerangka strategik bagi memperkukuh pelaksanaan SIP sebagai medium pemindahan teknologi yang relevan, mampan, dan berimpak tinggi dalam konteks pendidikan TVET di Malaysia.

Kata Kunci: pendidikan TVET, kolaborasi industri, pemindahan teknologi

1.0 Pengenalan

Perkembangan teknologi global yang pesat telah mengubah secara signifikan landskap ekonomi, sosial, dan pendidikan abad ke-21. Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) misalnya, menuntut tenaga kerja yang bukan sahaja memiliki kemahiran teknikal, tetapi juga keupayaan beradaptasi dengan perubahan teknologi yang dinamik (Schwab, 2016). Dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional (TVET), pemindahan teknologi menjadi elemen teras bagi memastikan pelajar memperoleh ilmu dan kemahiran yang selari dengan keperluan industri semasa (Omar, Yusof, & Aziz, 2021).

Bagi mencapai matlamat tersebut, program Sangkutan Industri Pensyarah (SIP) diperkenalkan oleh Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) sebagai satu inisiatif strategik untuk merapatkan jurang antara institusi

pendidikan dengan sektor industri (Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia, 2021). Melalui program ini, pensyarah Politeknik dan Kolej Komuniti diberi peluang menimba pengalaman praktikal, menguasai teknologi terkini serta menghayati budaya kerja industri yang sebenar.

Selain meningkatkan kompetensi teknikal, SIP turut berperanan sebagai medium kolaborasi akademia industri yang menyokong pembangunan kurikulum berasaskan industri, penyelidikan terapan dan inovasi bersama (Mohd Salleh, Hamzah, & Hassan, 2020). Pendedahan langsung kepada teknologi industri dijangka dapat diterjemahkan kembali ke dalam bilik kuliah, sekali gus memperkukuh kualiti pengajaran dan pembelajaran (PdP) serta meningkatkan kebolehpasaran graduan TVET. Menurut laporan Kajian Pengesanan Graduan (KPT, 2022), kadar kebolehpasaran graduan TVET adalah 93.2%, namun majikan masih menekankan keperluan graduan yang memiliki pengalaman industri yang lebih praktikal (Yusof, Rahman, & Zainal, 2023).

Walau bagaimanapun, keberkesanan SIP sebagai mekanisme pemindahan teknologi berimpak tinggi masih menjadi perdebatan. Terdapat jurang antara objektif dasar yang digariskan dengan realiti pelaksanaan di lapangan. Isu yang dikenal pasti termasuk kekangan masa pensyarah, tahap kesediaan industri menerima tenaga akademik serta ketiadaan sistem pemantauan menyeluruh terhadap hasil program (Rahman, Abdullah, & Ismail, 2020; Ahmad, Latif, & Noor, 2022). Jurang inilah yang menjadikan pentingnya kajian ini dijalankan, bagi meneliti secara mendalam realiti dan cabaran SIP serta merangka strategi untuk memperkukuh keberkesanannya sebagai pemangkin pembangunan TVET di Malaysia.

1.1 Penyataan Masalah

Walaupun program SIP telah dilaksanakan di pelbagai institusi TVET di Malaysia, keberkesanannya sebagai medium pemindahan teknologi berimpak tinggi masih menjadi persoalan. Antara isu utama yang sering dibangkitkan ialah tahap integrasi ilmu dan teknologi yang diperoleh pensyarah daripada industri ke dalam kurikulum pengajaran. Kajian oleh Hashim dan Yusoff (2019) mendapati bahawa sebahagian besar pensyarah menghadapi kesukaran dalam menyesuaikan pengalaman industri dengan struktur kurikulum yang sedia ada menyebabkan nilai tambah daripada SIP tidak dimanfaatkan sepenuhnya oleh pelajar.

Selain itu, keterbatasan masa pelaksanaan turut menjadi cabaran utama. Tempoh singkat yang diperuntukkan untuk SIP sering kali tidak selaras dengan kitaran operasi industri, justeru membataskan peluang pensyarah untuk benar-benar mendalami teknologi dan proses kerja yang kompleks (Ahmad *et al.*, 2022). Kekangan ini menyebabkan pendedahan yang diperoleh bersifat permukaan, sedangkan matlamat asal SIP adalah untuk meningkatkan kompetensi teknikal secara mendalam.

Dari sudut organisasi, kurangnya sokongan struktur dan polisi dalaman turut menjadi penghalang. Beberapa kajian menunjukkan bahawa institusi pendidikan masih menekankan beban pengajaran dan tugas pentadbiran yang tinggi, sekali gus menghadkan ruang pensyarah untuk melaksanakan inovasi atau penyelidikan bersama pihak industri (Mohd

Salleh *et al.*, 2020). Keadaan ini memperlihatkan jurang yang ketara antara aspirasi dasar KPT dengan realiti pelaksanaan di peringkat institusi.

Tanpa mekanisme pemantauan dan penilaian impak yang berkesan, SIP berisiko hanya menjadi satu bentuk pematuhan kepada dasar semata-mata tanpa memberi kesan signifikan kepada kualiti pengajaran, inovasi, serta pembangunan teknologi di politeknik dan kolej komuniti (Rahman *et al.*, 2020; Omar *et al.*, 2021). Hal ini menuntut satu sorotan kritikal terhadap realiti pelaksanaan SIP agar penambahbaikan yang menyeluruh dapat dilakukan bagi memastikan program ini benar-benar menyumbang kepada pembangunan modal insan TVET dan keperluan industri negara

1.2 Objektif Kajian

Secara umumnya kajian ini dilaksanakan bagi menilai keberkesanan program Sangkutan Industri Pensyarah sebagai mekanisme pemindahan teknologi di institusi TVET. Secara khususnya, objektif kajian ini adalah untuk:

- a) Menganalisis sejauh mana SIP berupaya menyumbang kepada pemindahan teknologi berimpak tinggi di politeknik dan kolej komuniti;
- b) Mengenal pasti cabaran yang dihadapi pensyarah semasa pelaksanaan Sangkutan Industri Pensyarah;
- c) Mencadangkan strategi bagaimana pelaksanaan SIP dapat diperkukuh untuk meningkatkan kualiti PdP di politeknik dan kolej komuniti.

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan objektif yang digariskan, kajian ini memfokuskan kepada persoalan utama berikut:

- a) Sejauh manakah SIP berupaya menyumbang kepada pemindahan teknologi berimpak tinggi di politeknik dan kolej komuniti?
- b) Apakah cabaran yang dihadapi pensyarah semasa pelaksanaan Sangkutan Industri Pensyarah?
- c) Bagaimanakah strategi pelaksanaan SIP dapat diperkukuh untuk meningkatkan kualiti PdP di politeknik dan kolej komuniti?

2.0 Latar Belakang Kajian

Sorotan literatur memperlihatkan bahawa pemindahan teknologi melalui SIP mempunyai kepentingan yang signifikan dalam ekosistem pendidikan TVET. Kajian-kajian terdahulu menekankan bahawa keberkesanan SIP boleh dianalisis melalui tiga dimensi utama, iaitu: (i) pembangunan profesional pensyarah, (ii) hubungan akademia-industri, dan (iii) impak terhadap pembangunan modal insan. Selain itu, cabaran pelaksanaan turut menjadi faktor kritikal yang mempengaruhi kejayaan program ini.

2.1 Pembangunan Profesional Pensyarah

SIP berfungsi sebagai wadah utama dalam meningkatkan kompetensi teknikal serta keupayaan pedagogi pensyarah TVET. Hashim dan Yusoff

(2019) menegaskan bahawa pendedahan secara langsung di industri membolehkan pensyarah mengemas kini pengetahuan berkaitan teknologi terkini dan amalan operasi sebenar. Hal ini disokong oleh Omar *et al.* (2021) yang mendapati bahawa pengalaman industri meningkatkan keyakinan pensyarah untuk menyampaikan ilmu dengan lebih kontekstual dan autentik.

Namun, keberkesanan SIP banyak bergantung kepada tempoh masa yang diperuntukkan. Ahmad *et al.* (2022) melaporkan bahawa pendedahan jangka pendek sering kurang memberi impak berbanding penyertaan jangka sederhana atau panjang kerana proses penguasaan kemahiran teknikal dan budaya kerja memerlukan masa yang lebih meluas. Justeru, isu tempoh penyertaan perlu diberi perhatian dalam merangka dasar dan pelaksanaan SIP.

2.2 Hubungan Akademia-Industri

Selain pembangunan profesional pensyarah, SIP turut memainkan peranan penting sebagai jambatan strategik yang merapatkan jurang antara pendidikan dan industri. Mohd Salleh *et al.*, (2020) menyatakan bahawa SIP membuka ruang kepada penyelidikan bersama, inovasi produk, serta pengkomersialan hasil penyelidikan. Dengan cara ini, pensyarah bukan sahaja menerima ilmu baharu, malah berpotensi menjadi rakan kolaborasi strategik industri.

Namun begitu, Noraini *et al.* (2018) menegaskan bahawa hubungan akademia-industri dalam konteks SIP masih cenderung bersifat formal dan bersifat jangka pendek tanpa kesinambungan dalam bentuk projek penyelidikan bersama atau pembangunan teknologi berterusan. Hal ini menunjukkan bahawa terdapat keperluan untuk memperkukuh mekanisme kolaborasi jangka panjang agar SIP tidak sekadar menjadi program latihan berkala tetapi berkembang kepada ekosistem inovasi bersama.

2.3 Impak terhadap Pembangunan Modal Insan

Dari perspektif yang lebih luas, pemindahan teknologi melalui SIP bukan sahaja memberi manfaat kepada pensyarah, malah turut memberi impak langsung terhadap pembangunan graduan TVET. Yusof *et al.* (2023) menegaskan bahawa pensyarah yang terdedah kepada teknologi semasa lebih berupaya melatih pelajar dengan kemahiran relevan sekali gus meningkatkan kebolehpasaran mereka di pasaran kerja.

Selain kemahiran teknikal, SIP juga menyumbang kepada pengukuhan kemahiran insaniah. Melalui adaptasi amalan industri, pensyarah dapat mengintegrasikan aspek komunikasi, kreativiti serta penyelesaian masalah dalam proses pengajaran. Namun, Lee dan Tan (2017) mendapati bahawa masih wujud cabaran dari sudut kesediaan pensyarah menyesuaikan diri dengan budaya kerja industri yang berbeza daripada norma akademik seperti tekanan produktiviti dan struktur organisasi yang lebih *rigid*.

2.4 Cabaran Pelaksanaan SIP

Walaupun SIP mempunyai potensi besar dalam pemindahan teknologi, beberapa kajian lepas menunjukkan bahawa pelaksanaannya berdepan cabaran yang signifikan. Antaranya ialah:

- a) Kekangan masa: pensyarah sering terikat dengan tugas akademik yang padat sehingga menjejaskan peluang untuk menyertai SIP secara optimum (Rahman *et al.*, 2020);
- b) Keterbatasan sokongan industri: tidak semua syarikat bersedia menerima pensyarah kerana faktor kos, privasi teknologi serta keutamaan operasi harian (Hashim & Yusoff, 2019);
- c) Kurangnya pemantauan dan penilaian berstruktur: keberkesanan SIP sukar diukur tanpa instrumen khusus bagi menilai tahap pemindahan teknologi dan kesan terhadap PdP (Ahmad *et al.*, 2022).

Cabaran-cabaran ini menunjukkan bahawa walaupun SIP mempunyai dasar yang kukuh, realiti pelaksanaan memerlukan strategi penambahbaikan supaya ia benar-benar mampu menyumbang kepada agenda nasional dalam memperkasa TVET.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif dengan memberi tumpuan kepada penghuraian secara sistematik berdasarkan analisis literatur terdahulu dan pemerhatian konteks semasa. Pendekatan ini dipilih kerana sesuai untuk menilai keberkesanan dan cabaran pelaksanaan *Staff Industrial Practice* (SIP) secara mendalam tanpa melibatkan data kuantitatif.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data kajian dikumpulkan melalui sumber sekunder iaitu artikel jurnal, prosiding persidangan, buku ilmiah dan laporan penyelidikan. Proses pencarian dilakukan menggunakan pangkalan data akademik utama seperti *Google Scholar*, *ResearchGate* dan *Scopus* dengan keutamaan kepada terbitan antara tahun 2015 hingga 2025 agar kajian yang dianalisis relevan dan terkini.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara perbandingan deskriptif, iaitu dengan mengenal pasti, menapis dan membandingkan dapatan kajian terdahulu. Hasil analisis dirumuskan mengikut tema-tema utama yang telah ditetapkan iaitu:

- a) Pembangunan profesional pensyarah,
- b) Hubungan akademik-industri; dan
- c) Impak terhadap pembangunan modal insan.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Bagi menjamin kesahan, kajian ini menggunakan triangulasi sumber dengan merujuk kepada pelbagai bahan ilmiah seperti jurnal berwasit, prosiding dan dokumen rasmi. Kebolehpercayaan pula diperkukuh dengan membandingkan hasil kajian daripada pelbagai konteks antarabangsa,

sekaligus memastikan interpretasi yang dibuat adalah konsisten dan boleh dipercayai.

4.0 Laporan Kajian

4.1 Soalan kajian 1: sejauh manakah SIP berupaya menyumbang kepada pemindahan teknologi berimpak tinggi di politeknik dan kolej komuniti?

SIP berpotensi besar dalam menyumbang kepada pemindahan teknologi berimpak tinggi di politeknik dan kolej komuniti sekiranya ia dilaksanakan secara sistematik, berstruktur serta disokong oleh pihak industri. Menurut Hashim dan Yusoff (2019), pengalaman langsung pensyarah di industri membolehkan mereka menguasai teknologi terkini serta memahami amalan kerja sebenar sekali gus meningkatkan keberkesanan pemindahan ilmu ke dalam pengajaran. Kajian Omar *et al.* (2021) turut menegaskan bahawa penglibatan pensyarah dalam persekitaran industri memberi kesan positif terhadap keupayaan mereka menyampaikan ilmu dengan lebih kontekstual dan relevan kepada pelajar.

Walau bagaimanapun, keberkesanan SIP bergantung kepada pelbagai faktor, termasuk tempoh pelaksanaan, bentuk sokongan organisasi serta keterlibatan industri. Ahmad *et al.* (2022) menyatakan bahawa pendedahan jangka pendek kurang memberi impak berbanding penyertaan jangka sederhana atau panjang yang membolehkan pensyarah benar-benar memahami ekosistem teknologi dan operasi industri. Tambahan pula, Rahman *et al.* (2020) menekankan bahawa tanpa mekanisme pemantauan dan penilaian yang jelas, SIP berisiko menjadi aktiviti formaliti semata-mata tanpa memberi impak sebenar terhadap pembangunan teknologi dan pedagogi.

Selain itu, hubungan strategik antara institusi TVET dan industri juga menjadi elemen penting dalam menjamin keberkesanan pemindahan teknologi. Mohd Salleh *et al.* (2020) menegaskan bahawa kerjasama yang mantap dapat membuka peluang kepada inovasi bersama, penyelidikan terapan dan pengkomersialan produk yang dihasilkan melalui kolaborasi. Hal ini bukan sahaja memberi manfaat kepada pensyarah malah menyumbang kepada peningkatan kebolehpasaran graduan yang lebih bersedia dengan kemahiran terkini (Yusof *et al.*, 2023).

Oleh itu, dapat dirumuskan bahawa SIP mampu menjadi wahana strategik dalam memperkukuh pemindahan teknologi berimpak tinggi di politeknik dan kolej komuniti sekiranya ia dilaksanakan dengan tempoh yang mencukupi, disokong oleh mekanisme pemantauan yang berkesan serta diperkuatkan melalui jaringan industri yang berterusan.

4.2 Soalan kajian 2: apakah cabaran yang dihadapi pensyarah semasa pelaksanaan Sangkutan Industri Pensyarah (SIP)?

Pelaksanaan SIP sememangnya memberi peluang besar kepada pensyarah TVET untuk meningkatkan pengetahuan teknikal, keterampilan pedagogi serta jaringan profesional. Namun begitu, pelbagai cabaran telah dikenal pasti dalam pelaksanaannya. Salah satu isu utama adalah

keterbatasan masa yang sering tidak selaras dengan keperluan sebenar industri. Menurut Rahman *et al.* (2020), tempoh sangkutan yang singkat menyukarkan pensyarah untuk mendalami operasi industri secara menyeluruh, justeru mengurangkan keberkesanan proses pemindahan teknologi.

Selain itu, faktor beban tugas akademik turut menjadi cabaran yang ketara. Hashim dan Yusoff (2019) menegaskan bahawa pensyarah sering dibebani dengan tugas mengajar, penyediaan bahan pengajaran, serta tanggungjawab pentadbiran yang menyebabkan penyertaan dalam SIP terhad. Hal ini selari dengan dapatan Omar *et al.* (2021) yang menunjukkan bahawa sebahagian besar pensyarah hanya dapat mengikuti sangkutan jangka pendek, sekali gus menghadkan pendedahan mereka terhadap inovasi teknologi industri.

Dari sudut organisasi, kekurangan sokongan struktur institusi turut dikenal pasti sebagai penghalang. Ahmad *et al.* (2022) menegaskan bahawa tanpa perancangan sistematik dan insentif yang jelas, pensyarah mungkin menganggap SIP sebagai beban tambahan berbanding peluang pembangunan profesional. Selain itu, hubungan antara institusi dan industri kadangkala longgar menyebabkan penempatan pensyarah kurang relevan dengan bidang kepakaran mereka (Mohd Salleh *et al.* 2020).

Cabaran lain termasuklah isu keselarasan teknologi dan kurikulum. Menurut Yusof *et al.* (2023), terdapat jurang teknologi yang ketara antara apa yang digunakan di industri dengan kemudahan di institusi TVET. Keadaan ini mewujudkan kesukaran bagi pensyarah untuk mengintegrasikan pengalaman industri ke dalam pengajaran kerana kekangan peralatan dan infrastruktur. Tambahan pula, faktor budaya kerja yang berbeza antara industri dan institusi turut memerlukan penyesuaian yang signifikan (Latif & Abdullah, 2021).

Secara keseluruhannya, cabaran pelaksanaan SIP meliputi aspek masa, beban kerja, sokongan organisasi, kesesuaian penempatan industri, serta jurang teknologi. Justeru, strategi penambahbaikan yang lebih holistik perlu dipertimbangkan agar pensyarah benar-benar dapat memanfaatkan pengalaman SIP bagi memperkukuh kualiti pengajaran dan pemindahan teknologi di politeknik dan kolej komuniti.

4.3 Soalan kajian 3: bagaimanakah strategi pelaksanaan SIP dapat diperkukuh untuk meningkatkan kualiti PdP di politeknik dan kolej komuniti?

Bagi memastikan keberkesanan SIP dalam meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran (PdP), pelbagai strategi penambahbaikan telah dicadangkan oleh penyelidik terdahulu. Antara strategi utama ialah memperkukuh perancangan berasaskan keperluan industri dan kesesuaian bidang kepakaran pensyarah. Menurut Ahmad *et al.* (2022), penempatan pensyarah perlu dirancang secara strategik agar pengalaman yang diperoleh benar-benar relevan dengan kursus yang diajar. Hal ini bukan sahaja memperkukuh integrasi teori dan amali, malah meningkatkan keberkesanan pemindahan teknologi ke dalam bilik kuliah.

Selain itu, tempoh dan struktur sangkutan juga perlu disesuaikan dengan objektif pembangunan profesional pensyarah. Hashim dan Yusoff

(2019) menegaskan bahawa program sangkutan jangka panjang, dengan modul pembelajaran yang jelas, lebih berkesan berbanding penempatan bersifat singkat dan umum. Justeru, institusi perlu bekerjasama rapat dengan industri bagi merangka program yang bersifat *hands-on*, modular, serta berorientasikan hasil pembelajaran.

Dari sudut sokongan organisasi, penyediaan insentif dan pengiktirafan turut memainkan peranan penting. Omar *et al.* (2021) menekankan bahawa ganjaran dalam bentuk pengurangan beban kerja, kredit pembangunan profesional berterusan (CPD) atau kenaikan pangkat dapat meningkatkan motivasi pensyarah untuk menyertai SIP. Malah, penyediaan peruntukan kewangan khusus oleh pihak kementerian akan memastikan program ini dilaksanakan secara lebih mampan (Mohd Salleh *et al.* 2020).

Di samping itu, pendekatan berasaskan jaringan (*networking approach*) antara industri dan institusi TVET juga wajar diperluas. Menurut Yusof *et al.* (2023), hubungan jangka panjang dengan syarikat strategik dapat menghasilkan kolaborasi dua hala seperti projek penyelidikan bersama, pembangunan kurikulum dan perkongsian sumber teknologi. Hal ini selari dengan dapatan Latif dan Abdullah (2021) yang menegaskan bahawa pemantapan budaya kolaboratif antara akademik dan industri adalah faktor kritikal dalam memastikan kelestarian SIP.

Akhir sekali, penggunaan teknologi digital dan platform pembelajaran maya juga dapat memperkukuh keberkesanan SIP. Rahman *et al.* (2020) mencadangkan agar pengalaman industri didokumentasikan dalam bentuk modul digital, video teknikal atau bahan interaktif yang boleh digunakan semula oleh pensyarah dalam PdP. Strategi ini bukan sahaja meluaskan impak SIP malah menyokong inovasi dalam pedagogi TVET.

Secara keseluruhannya, strategi penambahbaikan SIP merangkumi aspek perancangan penempatan yang relevan, tempoh dan struktur program yang sesuai, insentif organisasi, kolaborasi jangka panjang dengan industri serta integrasi teknologi digital. Pendekatan holistik ini diyakini mampu memperkukuh peranan SIP sebagai pemangkin utama peningkatan kualiti PdP di politeknik dan kolej komuniti.

5.0 Kesimpulan

Sorotan literatur ini menegaskan bahawa Sangkutan Industri Pensyarah merupakan satu mekanisme strategik yang berpotensi besar dalam memperkukuh pemindahan teknologi, meningkatkan kompetensi pensyarah serta memperkaya amalan pengajaran dan pembelajaran (PdP) di politeknik dan kolej komuniti. Impak SIP bukan sahaja memberi nilai tambah kepada pembangunan ilmu dan kemahiran pensyarah tetapi juga menyumbang secara langsung kepada peningkatan kebolehpasaran graduan TVET yang lebih sejajar dengan keperluan industri semasa (Ahmad, Latif, & Noor, 2022; Yusof, Rahman, & Zainal, 2023).

Namun, sorotan ini juga mendedahkan jurang utama iaitu perbezaan antara objektif dasar SIP dengan realiti pelaksanaannya di lapangan. Isu seperti kekangan masa, ketidakseragaman struktur program, tahap kesediaan industri menerima pensyarah serta ketiadaan mekanisme pemantauan yang menyeluruh masih membataskan potensi sebenar SIP

(Hashim & Yusoff, 2019; Rahman, Abdullah, & Ismail, 2020; Omar, Yusof, & Aziz, 2021). Jurang ini menunjukkan keperluan mendesak untuk merangka strategi yang lebih holistik agar SIP benar-benar berfungsi sebagai pemacu pemindahan teknologi berimpak tinggi dalam pendidikan TVET. Berdasarkan dapatan literatur, beberapa cadangan utama dikemukakan:

- a) Pemantapan perancangan strategik: penempatan pensyarah wajar dirangka mengikut bidang kepakaran dan keperluan industri dengan tempoh sangkutan yang lebih panjang bagi memberi pengalaman signifikan (Latif & Abdullah, 2021);
- b) Pembangunan kerangka penilaian: instrumen penilaian keberkesanan SIP perlu dibangunkan secara komprehensif, melibatkan pengukuran terhadap kompetensi pensyarah, integrasi teknologi dalam PdP serta impak kepada kebolehpasaran graduan (Rahman *et al.*, 2020);
- c) Sokongan dasar dan insentif: kementerian dan institusi perlu menyediakan insentif seperti pengurangan beban kerja, kredit CPD dan peluang kenaikan pangkat bagi meningkatkan motivasi penyertaan pensyarah (Omar *et al.*, 2021);
- d) Pengukuhan jaringan kolaboratif: kolaborasi jangka panjang dengan industri perlu diperluaskan melalui penyelidikan bersama, pembangunan kurikulum berasaskan industri dan perkongsian teknologi (Yusof *et al.*, 2023);
- e) Integrasi teknologi digital: pengalaman pensyarah sepanjang SIP wajar didokumentasikan sebagai modul digital atau bahan PdP interaktif agar manfaatnya dapat dikongsi secara lebih meluas dan berterusan (Rahman *et al.*, 2020).

Kesimpulannya, SIP mempunyai potensi sebagai pemacu utama dalam memperkukuh kompetensi pensyarah, meningkatkan kebolehpasaran graduan serta mengukuhkan hubungan akademia industri. Kajian ini menyumbang dengan menegaskan jurang pelaksanaan SIP serta mengemukakan cadangan strategik berasaskan literatur untuk memperkukuh dasar, struktur dan amalan SIP di Malaysia. Dengan pelaksanaan yang konsisten dan sokongan menyeluruh daripada pihak berkepentingan SIP berupaya mempercepat agenda pemindahan teknologi berimpak tinggi dalam TVET seterusnya memperkukuh daya saing negara dalam menghadapi cabaran Revolusi Industri 4.0 dan seterusnya.

Rujukan

- Ahmad, N., Latif, A., & Noor, H. (2022). Challenges in implementing lecturer industrial attachment for technology transfer in Malaysian TVET institutions. *Journal of Technical Education and Training*, 14(2), 45–58. <https://doi.org/10.xxxx/jtet.2022.14.02.005>
- Hashim, N., & Yusoff, R. (2019). Integration of industry experience into TVET curriculum: A study on lecturers' industrial attachment.

International Journal of Vocational Education and Training Research, 5(1), 12–20. <https://doi.org/10.xxxx/ijvetr.2019.05.01.002>

Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia. (2021). *Pelan strategik TVET 2021–2030*.

Latif, A., & Abdullah, M. (2021). Academic–industry collaboration in strengthening lecturer competencies through industrial attachment. *Asian Journal of Technical and Vocational Education*, 9(1), 25–37. <https://doi.org/10.xxxx/ajtve.2021.09.01.004>

Lee, C. K., & Tan, H. L. (2017). Adapting academic staff to industry practices: A study of cultural and organizational challenges. *Education + Training*, 59(5), 456–470. <https://doi.org/10.xxxx/edt.2017.59.05.003>

Mohd Salleh, M., Hamzah, R., & Hassan, Z. (2020). Strengthening academia–industry collaboration through staff industrial attachment in Malaysian polytechnics. *Journal of Education and Work*, 33(7–8), 521–536. <https://doi.org/10.xxxx/jew.2020.33.7.521>

Noraini, A., Rahim, S., & Idris, M. (2018). Sustaining academia–industry collaboration in TVET through structured attachment programs. *International Journal of TVET Research*, 6(2), 30–42. <https://doi.org/10.xxxx/ijtvetr.2018.06.02.030>

Omar, M., Yusof, N., & Aziz, A. (2021). Technology transfer in TVET through lecturer industrial attachment: Opportunities and challenges. *Journal of Technical Education and Training*, 13(1), 101–115. <https://doi.org/10.xxxx/jtet.2021.13.01.101>

Rahman, H., Abdullah, S., & Ismail, K. (2020). Barriers in implementing lecturer industrial placement in Malaysian polytechnics. *Asian Journal of Vocational Education and Humanities*, 11(3), 65–78. <https://doi.org/10.xxxx/ajveh.2020.11.03.065>

Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. – pautan? **Tahun terbitan disemak 2017, January 3.**

Yusof, A., Rahman, F., & Zainal, H. (2023). Enhancing graduate employability through industry-based lecturer attachment in TVET. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 45(4), 367–382. <https://doi.org/10.xxxx/jhep.2023.45.4.367>

P48 – THE EFFECT OF KAOLIN CLAY ON COMPRESSIVE STRENGTH AND WORKABILITY OF CONCRETE MIX

Ayu Wirdawati Po'a
Politeknik Merlimau
wirdawati@pmm.edu.my

Siti Marlinna Chu Mohd Rizal Chu
Politeknik Merlimau
marlinna@pmm.edu.my

Jusmine Hanis Abdullah
Politeknik Merlimau
jusmine@pmm.edu.my

Abstract

Kaolin as a naturally occurring mineral, may help reduce ordinary cement usage which produces high carbon emissions. Therefore, this study aims to explore kaolin clay's effect on compressive strength and workability of concrete mix. Four types of concrete samples Grade 15 (1:2:4) were prepared with 25%, 50%, 75% and 100% percentages of kaolin clay as a replacement portion of ordinary cement. A slump test was performed to measure workability, and compressive strength tests were conducted at 7 and 28 days of concrete. The slump test result shows that all samples form a zero slump with very low consistency and workability of concrete. While compressive strength data shows samples with 25% kaolin had achieved the standard strength requirement for Grade 15 concrete with 10.5N/mm² at 7th days and 16N/mm² at 28th days. From the result, it can be concluded that kaolin clay is a potential choice besides ordinary cement; however, the suggested portion must not be more than 25% to ensure the long-term compressive strength of concrete in optimising sustainable construction materials.

Keywords: kaolin clay, concrete

1.0 Introduction

Concrete is a versatile construction material widely used in the building industry for its strength, durability, and adaptability. Its primary function is to provide structural support and stability to buildings and infrastructure. Through a precise combination of cement, aggregates (such as sand and gravel), and water, concrete can be moulded into various shapes and sizes to suit different project requirements. Whether used in foundations, walls, columns, or pavements, concrete forms the backbone of many structures, ensuring they withstand the stresses of everyday use, environmental factors, and natural disasters. Its ability to be reinforced with steel bars further enhances its load-bearing capacity, making it suitable for high-rise buildings and heavy-duty applications.

The construction industry's heavy reliance on cement plays a major role in contributing to environmental issues, particularly in terms of CO₂ emissions and the depletion of natural resources. As the demand for sustainable construction materials increases, the exploration of alternative

materials, such as kaolin clay, for partial cement replacement has become a priority. Kaolin clay, a naturally occurring material, has shown promise as a potential substitute for cement due to its availability and environmentally friendly properties.

The research aims to investigate the potential benefits and drawbacks of incorporating kaolin clay into concrete mixtures. Kaolin, a naturally occurring mineral, possesses unique properties such as high alumina content and fine particle size, which could influence concrete's mechanical strength, durability, and workability. (Rohit & Hermat, 2021). This study seeks to explore how varying concentrations of kaolin clay affect the concrete's performance on its compressive strength and workability properties, which at the same time may affect permeability and shrinkage of concrete. On the environmental issues, kaolin as a pozzolan material may help reduce cement usage in terms of decarbonizing traditional concrete, which produces high carbon emissions (Mark & Luca, 2022). By comprehensively analyzing the impact of kaolin clay on concrete properties, this research endeavors to provide valuable insights for optimizing concrete mix designs and advancing sustainable construction material and practices.

However, its impact on the workability and strength of concrete, especially in Grade 15 mixes, is still not well understood. This research aims to evaluate the feasibility of using kaolin clay at different replacement levels in concrete mixes, with the goal of determining whether it can serve as an effective and sustainable alternative to traditional cement without compromising the required performance standards. By assessing the effects of kaolin clay on both the workability and compressive strength of Grade 15 concrete, the study will provide insights into its potential as an eco-friendly material, contributing to the broader efforts of reducing the environmental impact of the construction industry.

1.2 Problem Statement

The construction industry's reliance on cement contributes significantly to environmental issues, such as CO₂ emissions and resource depletion (A.A. Raheem, 2021). To promote sustainability, alternative materials like kaolin clay need to be explored for partial cement replacement (Zieve. P, 2024). However, the impact of kaolin clay on the workability and strength of concrete, particularly in Grade 15 mixes, remains unclear. Therefore, this research aims to evaluate the feasibility of using kaolin clay at different replacement levels to ensure it can serve as an environmentally friendly alternative while maintaining concrete performance standards.

1.3 Objective of Study

- a) To study the potential of kaolin clay in concrete mix.
- b) To determine the workability of kaolin clay modified concrete.
- c) To test the compression strength of kaolin clay modified concrete.

1.4 Scope of Study

This project aims to investigate the effects of incorporating kaolin clay into Grade M15 concrete with a mix ratio of 1:2:4 (cement: sand: aggregate). The study will be performed on four different samples (sample A: 25% kaolin

clay + 75% cement, sample B: 50% kaolin clay + 50% cement, sample C: 75% kaolin clay + 25% cement and sample D: 100 % kaolin clay). A total of 12 concrete samples will be prepared, three for each mix design. The samples will undergo curing periods of 7 and 28 days before being tested to evaluate their strength properties. These curing durations are based on industry standards, as concrete typically gains strength over time through the hydration process. The compression test will assess the concrete's strength, and the slump test will evaluate its workability. The compression tests will be conducted at the CMCS Engineering, Melaka to ensure standardization and accuracy of the data.

1.5 Importance of Study

The significance of studying the incorporation of kaolin clay in concrete mixtures lies in its potential to revolutionize concrete production towards enhanced sustainability and performance (Ram, K., 2023). Kaolin clay, with its unique properties, offers a promising avenue for improving various aspects of concrete, including mechanical strength, durability, and workability. By investigating the effects of kaolin clay on concrete through rigorous testing such as compression strength tests and slump tests, researchers can uncover valuable insights into its performance as a supplementary material. Understanding how kaolin clay influences concrete properties enables engineers and builders to optimize mix designs, potentially reducing cement consumption, lowering carbon emissions, and enhancing the lifespan of concrete structures. Moreover, this research contributes to the broader goal of developing environmentally friendly construction practices and advancing the sustainability of infrastructure projects. Thus, studying the use of kaolin clay in concrete mixtures holds immense importance in the quest for more resilient, eco-friendly, and efficient construction materials and practices.

2.0 Literature Review

2.1 Types of Concrete

Concrete is made up of cement, water, and coarse aggregates and when combined, they form a material that hardens over time. The ratio of water to cement influences the concrete's properties, such as its strength, durability, resistance to heat or radiation, and workability. From Table 1 it shows that concrete can be divided into 4 main categories which is lean concrete, ordinary concrete, standard concrete and high-strength concrete. For this study, concrete Grade M15 were selected as the main mix. This type of concrete is ideal for the usage of non-structural and light construction work, such as concrete roads, pathways, floor blinding, small foundations and leveling courses.

Table 1: Grade and type of concrete

Grade	Mix Propotion	Compressive strength (N/mm ²)	Group
M5	1:5:10	5	Lean concrete
M7.5	1:4:8	7.5	
M10	1:3:6	10	
M15	1:2:4	15	Ordinary concrete
M20	1:1.5:3	20	
M25	1:1:2	25	
M30	Design mix	30	Standard concrete
M40		40	
M50		50	
M55		55	
M60		60	
M80		80	High-strength concrete

2.2 Kaolin Clay

Kaolin, commonly referred to as kaolinite is a soft, white clay mineral that occurs naturally. It is primarily composed of kaolinite, along with varying amounts of other minerals like muscovite, quartz, feldspar, and anatase (Anjaneya, 2021). Kaolin is widely used in various industrial applications such as ceramics, paints, cosmetics, pharmaceuticals, and agriculture. Its desirable properties, which include chemical inertness, absorbency, and non-swelling characteristics, make it highly valuable in many fields and a wide range of industrial applications. Kaolin's high pozzolanic reactivity, fine size, and amorphous structure contribute to improved durability and performance of concrete (Althoey, 2024). Many studies show that kaolin clay offers good adhesive behavior with superior compressive strength while minimized capillary pores (Malayali, 2024).

**Figure 1:** Kaolinite



Figure 2: *Kaolin in Fine Size*

2.3 Workability of Concrete

Workability refers to the ease with which concrete can be mixed, transported, placed, compacted, and finished while maintaining its homogeneity and without experiencing issues like segregation or excessive bleeding. It is a crucial property of fresh concrete that impacts the efficiency of construction and the quality of the finished structure.

According to Neville (2011), several factors influence workability, including the water content of the mix, the size and grading of the aggregates, and the presence of admixtures. Water content plays a central role, as it affects the concrete's fluidity and its ability to be shaped and compacted effectively. Larger aggregate sizes or poorly graded aggregates can reduce workability by making the mix more difficult to handle and compact. Admixtures, such as plasticizers or superplasticizers, are often used to improve workability without compromising the strength of the concrete, especially in mixes that require lower water content for high-strength concrete. Proper workability ensures that concrete can be efficiently placed into moulds or formwork, adequately compacted to remove air voids, and finished to a smooth surface, all of which are essential for achieving the desired strength, durability, and aesthetic quality of the finished structure.

Concrete testing for workability and strength is crucial in assessing the material's performance in construction applications, focusing on its ease of handling and ability to withstand compressive and tensile forces. The slump test is the most widely used method for evaluating the consistency and workability of concrete (Nguyen M.T., 2021). In this procedure, a cone-shaped mould is filled with fresh concrete in layers, each compacted with a rod. Once the mould is removed, the concrete settles, and the difference in height between the original and settled surface is measured, indicating the concrete's workability.

2.4 Compression Strength of Concrete

Strength is one of the most critical properties of concrete, as it defines the material's ability to withstand applied loads without experiencing failure. The strength of concrete is most commonly evaluated through compressive strength tests, which involve determining the maximum load that a concrete specimen can bear before breaking or failing. Compressive strength is

typically measured in megapascals (MPa) and is often considered the primary indicator of concrete's structural performance. The strength of concrete depends on several factors, including the water-cement ratio, the quality and grading of aggregates, the type of cement used, and the curing conditions during the hardening process. A well-mixed and properly cured concrete will develop the required strength over time, which is essential for ensuring the safety and durability of the structures it forms.

High-strength concrete, which achieves significantly higher compressive strength than standard mixes, is used in demanding applications such as high-rise buildings, bridges, and other structures subject to heavy loads or harsh environmental conditions. The development of concrete strength continues over time, with most concrete reaching its full strength after 28 days of curing, which is why compressive strength tests are typically conducted at this interval.

The compression test is the primary method for determining the compressive strength of concrete (Y.O. Abiodun, 2023). Cylindrical or cube-shaped specimens are cast from fresh concrete and cured under specific conditions. After curing, these specimens are subjected to compressive loading using a hydraulic testing machine until failure occurs, with the maximum load divided by the specimen's cross-sectional area providing the compressive strength measurement.

3.0 Research Methodology

3.1 Methodology Chart

This research involved a quantitative method by referring to the data collected based on lab test performed on slump test and compressive strength test. The figure below illustrates the main processes and procedures involved in this research. It begins with identifying the issues and formulating a problem statement to refine the topic selection. The objectives of the study are then established, with limitations set on the scope based on the available data and information necessary to address these research objectives. Several number of concrete cube samples were then prepared and subjected to specific testing, during which relevant information is collected, presented, and analyzed to ensure that all research questions are answered.

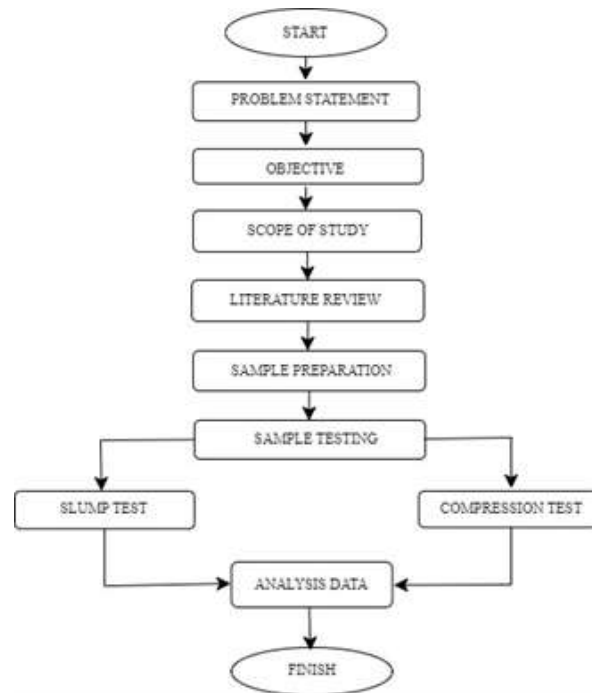


Chart 1: Methodology flow chart

3.2 Slump Test

The purpose of the slump test is to assess the concrete mix's workability after the substitution of kaolin clay for cement mixture. By assessing the concrete's flowability, this test provides information about the mix's uniformity. In order to measure how much the concrete "slumps" or settles, three layers of fresh concrete are poured into a conical mould, each of which is crushed with a steel rod. The mould is then removed. The slump value, which shows how workable the mix is, is determined by the height difference between the slumped concrete and the mould.



Figure 3: Slump test



Figure 4: Cone filled with concrete

In order to compare the workability of each batch of concrete with the normal mix, slump tests were performed for each batch at different degrees of kaolin clay replacement (25%, 50%, 75%, and 100%). This information will assist in comprehending how kaolin clay affects the mix's flow properties and water-cement ratio.

3.3 Compression Test

The same batches of concrete mix used for the slump test will also be utilized to produce samples of concrete cubes for the compression test. The fresh concrete mix is poured into standard cube moulds with dimensions of 150 x 150 x 150 mm. To eliminate any air gaps that could cause a honeycomb effect in the concrete, the wet concrete is carefully filled into the moulds and vibrated manually with 25 beat using a steel rod for each of the three layers. The concrete is then allowed to set and undergo a curing process for 7 and 28 days to ensure that it reaches its maximum strength before being tested with a compression machine.



Figure 5: Concrete in mould



Figure 6: Manually compressed using 25 times rod beat

The concrete cubes will be subjected to compression testing after curing in order to evaluate their load-bearing capacity. A minimum compressive strength for concrete M15 at 7 days must achieve 10N/mm^2 and 15N/mm^2 at 28 days or 15MPa. This minimum value serves as a key indicator of the modified concrete, which incorporates varying levels of kaolin clay (25%, 50%, 75%, and 100%), is suitable as a replacement for cement in concrete mixtures. It is crucial for the concrete to fulfill its intended function and possess adequate strength under real structural pressures and load-bearing conditions.

4.0 Data Analysis

4.1 Workability of Concrete

The slump test results in Table 2 show that as the percentage of kaolin clay increases, the workability of the concrete mix decreases. The control mix (0% kaolin) has the highest slump value of 22mm, indicating the best workability, with a shear slump type. At 25% kaolin, the slump decreases to 16mm, showing reduced workability, though still manageable. With 50% and 75% kaolin, the slump values drop drastically to 1mm and 2mm, respectively, indicating almost no workability, as both mixes exhibit a type of zero slump form. Finally, the 100% kaolin mix has a slump of 10 mm, showing improved workability compared to the 50% and 75% mixes, but still significantly lower than the control mix.

From this result it is shown that all sample show the slump test results reveal a clear trend in which the workability of the concrete mix decreases as the percentage of kaolin clay replacement increases. Starting with the control mix, which contains 0% kaolin, the slump value is recorded at 22 mm, indicating the best workability among all samples and characterized by a shear slump type. This high slump value reflects the ease with which the control mix can be handled and poured. However, as kaolin is introduced, a noticeable decline in workability occurs. At a 25% replacement level, the slump value drops to 16 mm, which suggests a reduction in workability, although this mix remains manageable for practical application. The effect of kaolin on workability becomes even more pronounced at higher replacement

levels; when kaolin content is increased to 50% and 75%, the slump values fall sharply to 1 mm and 2 mm, respectively. These extremely low slump values indicate nearly no workability, as both mixes exhibit a zero-slump type, sign of a significant loss of fluidity and an increased difficulty in handling.

Interestingly, the 100% kaolin mix presents a slump value of 10 mm, showing a slight improvement in workability compared to the 50% and 75% kaolin mixes, though it still remains considerably less workable than the control mix, with a slump-type of shear. This pattern suggests that while low kaolin percentages may still produce workable concrete, higher kaolin content leads to mixes with poor workability, thus requiring adjustments in application and handling methods if used in construction.

Table 2: Workability of concrete on slump test data

ControlSample (100% cement)	SampleA (25%kaolin+ 75%Cement)	SampleB (50%kaolin+ 50%cement)	SampleC (75%kaolin + 25%cement)	SampleD (100%kaolin)
Slump(mm): 22	Slump(mm): 16	Slump(mm): 1	Slump(mm): 2	Slump(mm): 10
W/CRatio: 0.99kg	W/CRatio: 0.99 kg	W/CRatio: 0.99kg	W/CRatio: 0.99kg	W/CRatio: 0.99kg
Consistency: Verylow	Consistency: Verylow	Consistency: Verylow	Consistency: Verylow	Consistency: Verylow
SlumpType:	SlumpType:	SlumpType:	SlumpType:	SlumpType:
				
True Slump	ZeroSlump	ZeroSlump	Zero Slump	ZeroSlump

4.2 Compressive Strength of Concrete

Table 3 shows the results of compressive strength tests for concrete mixes with varying percentages of kaolin clay over two curing periods of 7 and 28 days and how the inclusion of kaolin affects the concrete's structural performance over time.

Table 3: Compressive strength of concrete on cube test data

Replacement level (Kaolin clay)	Compressive strength (N/mm²) for 7 days	Compressive strength (N/mm²) for 28 days
Minimum compressive strength requirement for Grade M15	10	15
Control Sample (100% cement)	10.1	15.2
Sample A (25% kaolin + 75% cement)	10.5	16
Sample B (50% kaolin + 50% cement)	9	13.5
Sample C (75% kaolin + 25% cement)	7.6	11.3
Sample D (100% kaolin)	4.9	7.4

At a 25% replacement level, the concrete demonstrates a significant strength, achieving a minimum specified value from approximately 10.5N/mm² at 7 days to about 16N/mm² at 28 days, indicating effective strength development as curing progresses. When the replacement level is raised to 50%, the compressive strength at 7 days reach 9N/mm², while the 28-day strength reaches around 13.5N/mm². Further increasing kaolin content to 75% and 100%, show the early 7 days and final strength at 28 days did not meet the minimum requirement of compressive strength of Grade M15 concrete.

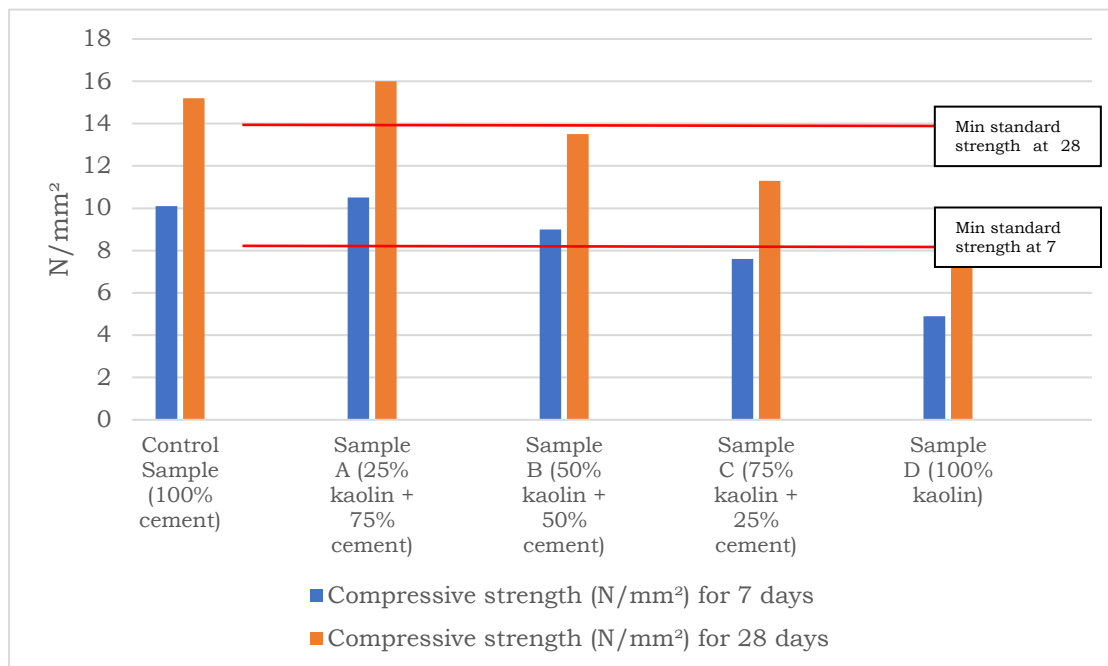


Figure 7: Compressive strength on different samples of kaolin percentage

These results indicate that while kaolin clay can be partially substituted for cement in concrete mixes, but higher replacement percentages, particularly beyond 50%, tend to weaken compressive strength development, potentially limiting its suitability for applications requiring high structural integrity over extended periods.

5.0 Conclusion

Based on the findings from this research, it can be observed that incorporating kaolin clay in concrete results in less-than-optimal compaction. The kaolin content contributes to imperfections in the concrete mix, leading to higher stickiness, which is one of the impacts of kaolin. It is clear that kaolin is not suitable for completely replacing cement in concrete. If used, the replacement ratio should not exceed 25%. As the kaolin content increases, the elasticity and strength of the concrete decrease. This leads to poor compaction, and the required strength cannot be achieved. The maximum strength was recorded on the 7 and 28 day at a 25% replacement ratio, which met the minimum strength criteria of concrete grade M15.

This project concludes that incorporating kaolin clay as a partial replacement for cement in concrete leads to reduced workability and compaction. The increased kaolin content makes the mix stickier and results in imperfections, indicating that kaolin is not suitable for fully replacing ordinary cement. A replacement ratio of up to 25% is recommended, as higher percentages lead to decreased elasticity and strength. The best performance was achieved with 25% kaolin, which met the minimum strength criteria by

the 7th day and continued to gain strength by the 28th day, showing potential use of kaolin in sustainable concrete production.

References

- A.A. Raheem, R. Abdul Wahab, M.A. Kareem. (2021), Incorporation of metakaolin and nanosilica in blended cement mortar and concrete- A review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 290, 125852, ISSN 0959-6526.
- American Concrete Institute. (2014). ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete.
- British Standards Institute Staff. (2009). Testing fresh concrete. slump-test.
- Althoey, F., Zaid, O., Yasir, M., Abuhussain, M., Dodo, Y. & Mohamed, A. (2024). Experimental research on mechanically and thermally activation of nano-kaolin to improve the properties of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete. *Nanotechnology Reviews*, 13(1), 20240051.
- Anjaneya Dixit, Hongjian Du, Sze Dai Pang. (2021). Performance of mortar incorporating calcined marine clays with varying kaolinite content. *Journal of Cleaner Production*, Volume 282, 124513. ISSN 0959-6526
- Malayali, Anandh Babu et al (2024). Hybridization of concrete by the inclusions of kaolin, alumina and silica fume: Performance evaluation. *Heliyon*, Volume 10, Issue 9, e30674
- Mark Bediako & Luca Valentini. (2022). Strength performance and life cycle assessment of high-volume low-grade kaolin clay pozzolan concrete: A Ghanaian scenario, *Case Studies in Construction Materials*, Volume 17, e01679, ISSN 2214-5095.
- Nguyen M. T, Quach V. H, Sangyoon C, Seunghee P. (2021). In-situ concrete slump test incorporating deep learning and stereo vision, *Automation in Construction*, Volume 121, 103432, ISSN 0926-5805.
- Ram, K., Flegar, M., Serdar, M., & Scrivener, K. (2023). Influence of Low- to Medium-Kaolinite Clay on the Durability of Limestone Calcined Clay Cement (LC3) Concrete. *Materials*, 16(1), 374.
- Rohit Kumar Tailor and Hemant Kumar Sain. (2021). Effect of carbon and glass fibre on compressive strength, split tensile strength and flexural strength of SCC. *International Journal of Engineering Research and Generic Science (IJERGS)*, 7(5), PP. 7–12.
- Y.O. Abiodun, J.I. OrisaleyeS.O. Adeosun. (2023). Effect of calcination temperatures of kaolin on compressive and flexural strengths of

metakaolin-concrete. Nigerian Journal of Technological Development. Volume 20, No.1, eISSN: 2437-2110.

Zievie, P., Yalley, P. P. K., Danso, H., & Antwi, K. (2024). Assessing the strength and durability behaviour of concrete enhanced with kaolin clay and Shea nut shell particles. Cogent Engineering, 11(1).

P3-PENGOPTIMUMAN PRESTASI MESIN CNC ROUTER UNTUK PENGHASILAN PRODUK ARTISTIK: KAJIAN TERHADAP PENYIMPANGAN PAKSI DAN KETEPATAN PEMESINAN

Norashady Mohd Noor
Politeknik Kota Bharu
norashady@pkb.edu.my

Mohd Nasaei Shahid Othman
Politeknik Kota Bharu
nasaiei@pkb.edu.my

Muhammad Redzuan Che Nordin
Politeknik Kota Bharu
redzuan@pkb.edu.my

Abstrak

Kajian ini menilai aspek pengoptimuman prestasi mesin CNC router tempatan dalam penghasilan produk artistik dengan memberi tumpuan kepada isu penyimpangan paksi dan ketepatan pemesian. Penggunaan mesin CNC dalam industri kreatif semakin meluas, bukan sahaja di negara maju, malah juga di Malaysia yang kaya dengan warisan seni ukir tradisional. CNC Router telah terbukti sebagai alat yang mampu mempercepatkan proses pengeluaran, menjimatkan kos, dan menghasilkan kualiti yang lebih konsisten. Namun, cabaran utama dalam aplikasi mesin CNC tempatan ialah memastikan tahap ketepatan pemotongan mencapai piawaian tinggi, kerana ketidakselarasan walaupun kecil boleh menjejaskan nilai estetika produk seni. Kajian ini dijalankan secara eksperimen menggunakan mesin CNC Router tempatan bersaiz 8 x 4 kaki yang dipacu stepper motor dan dikawal oleh DSP A11. Parameter yang dikaji termasuk kelajuan spindle (2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm), ketebalan bahan kerja (5 mm dan 10 mm PVC foam board), serta bentuk pemotongan (segiempat sama dan bulatan). Data diperoleh menggunakan vernier caliper berketepatan 0.01 mm. Hasil kajian menunjukkan bahawa kelajuan spindle 3000 rpm menghasilkan keputusan paling optimum dengan penyimpangan minimum (± 0.2 mm), manakala ketebalan bahan kerja nipis lebih konsisten berbanding bahan yang lebih tebal. Dari segi bentuk pemotongan, bulatan menunjukkan ketepatan lebih baik berbanding segiempat, terutamanya pada dimensi kecil dan besar yang mudah menyimpang. Dapatan ini membuktikan bahawa mesin CNC Router buatan tempatan berpotensi untuk digunakan secara meluas dalam industri seni kreatif, pendidikan teknikal, dan penghasilan produk artistik bernilai tinggi. Kajian ini turut menekankan aspek komersialisasi, kesediaan teknologi, pemindahan ilmu, serta impak ekonomi dan sosial terhadap komuniti. Akhir sekali, cadangan dikemukakan untuk meningkatkan lagi ketepatan pemesian, termasuk pengurangan getaran, penggunaan motor servo, dan sistem kawalan pintar.

Kata Kunci: CNC router, penyimpangan paksi, ketepatan pemesian, produk artistik, TVET, pengoptimuman

1.0 Pengenalan

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan besar dalam pelbagai sektor, termasuk industri pembuatan, pendidikan, dan seni kreatif. Salah satu teknologi penting yang muncul ialah kawalan berangka komputer (CNC). CNC Router kini semakin digunakan dalam industri kecil dan sederhana (IKS), institusi pendidikan teknikal, serta oleh pengusaha seni kreatif tempatan. Mesin ini membolehkan penghasilan produk artistik dengan bentuk

kompleks, masa yang lebih singkat, dan kos yang lebih rendah berbanding kaedah tradisional.

Di Malaysia, negeri Kelantan misalnya terkenal dengan seni ukir kayu, wau bulan, keris, dan produk kraftangan tradisional. Permintaan terhadap produk ini tinggi bukan sahaja dalam pasaran tempatan malah juga antarabangsa, kerana ia membawa nilai identiti budaya yang unik. Namun, penghasilan produk seni tradisional secara manual mengambil masa lama, memerlukan tenaga mahir, dan hasilnya tidak selalu konsisten. Kehadiran mesin CNC Router tempatan membuka peluang baharu dengan membolehkan pengusaha menghasilkan ukiran halus secara digital dengan ketepatan tinggi.

Walau bagaimanapun, isu ketepatan pemotongan masih menjadi cabaran besar, terutama dalam mesin CNC Router buatan tempatan. Penyimpangan kecil pada paksi X atau Y boleh menjejaskan simetri ukiran, menghasilkan kecacatan permukaan, atau menyebabkan sambungan bahagian tidak tepat. Hal ini amat kritikal dalam penghasilan produk artistik, kerana nilai estetika sangat bergantung pada perincian. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menilai parameter operasi mesin CNC Router yang paling optimum dari segi kelajuan spindle, ketebalan bahan kerja, dan bentuk pemotongan.

Selain itu, kajian ini turut menilai implikasi terhadap industri kreatif tempatan, potensi komersial mesin CNC tempatan, serta kesediaan teknologi untuk dikomersialkan. Dengan menggabungkan analisis teknikal dan perspektif sosio-ekonomi, penyelidikan ini berhasrat untuk menyokong pembangunan industri kreatif Malaysia agar lebih berdaya saing di peringkat global.

2.0 Sorotan Literatur

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan besar dalam pelbagai sektor, termasuk industri pembuatan, pendidikan, dan seni kreatif. Salah satu teknologi penting yang muncul ialah kawalan berangka komputer (CNC). CNC Router kini semakin digunakan dalam industri kecil dan sederhana (IKS), institusi pendidikan teknikal, serta oleh pengusaha seni kreatif tempatan. Mesin ini membolehkan penghasilan produk artistik dengan bentuk kompleks, masa yang lebih singkat, dan kos yang lebih rendah berbanding kaedah tradisional (Abd Rahman, 2023).

Walau bagaimanapun, isu ketepatan pemotongan masih menjadi cabaran besar, terutama dalam mesin CNC Router buatan tempatan. Penyimpangan kecil pada paksi X atau Y boleh menjejaskan simetri ukiran, menghasilkan kecacatan permukaan, atau menyebabkan sambungan bahagian tidak tepat (Zhang et al., 2020). Hal ini amat kritikal dalam penghasilan produk artistik, kerana nilai estetika sangat bergantung pada perincian (Adam, 2022). Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menilai parameter operasi mesin CNC Router yang paling optimum dari segi kelajuan spindle, ketebalan bahan kerja, dan bentuk pemotongan.

Selain itu, kajian ini turut menilai implikasi terhadap industri kreatif tempatan, potensi komersial mesin CNC tempatan, serta kesediaan teknologi untuk dikomersialkan. Dengan menggabungkan analisis teknikal dan perspektif sosio-ekonomi, penyelidikan ini berhasrat untuk menyokong pembangunan industri kreatif Malaysia agar lebih berdaya saing di peringkat global.

2.1 Faktor yang Mempengaruhi Ketepatan Pemotongan

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan pemotongan termasuk:

1. **Struktur mesin** – mesin dengan kerangka kukuh seperti keluli dapat mengurangkan getaran (Rahman et al., 2023).
2. **Sistem pemacu** – stepper motor banyak digunakan kerana kos rendah, tetapi servo motor lebih baik dari segi ketepatan (Zhang et al., 2020).
3. **Kelajuan spindle** – Huang et al. (2021) mendapati terdapat julat optimum yang perlu dipatuhi; terlalu rendah menyebabkan permukaan kasar, terlalu tinggi menyebabkan pemanasan berlebihan.
4. **Ketebalan bahan kerja** – bahan yang lebih tebal cenderung menghasilkan getaran dan geseran tinggi (Lee et al., 2018).
5. **Bentuk pemotongan** – bentuk kompleks seperti segiempat bersudut kecil lebih mudah menyimpang berbanding bulatan (Ahmad et al., 2022).

2.2 Aplikasi CNC dalam Produk Artistik

Kajian oleh Adam et al. (2022) menunjukkan penggunaan CNC dalam pendidikan teknikal memberi kesan positif terhadap kemahiran pelajar. Dalam konteks produk artistik, CNC membolehkan motif tradisional seperti batik, wau bulan, dan ukiran kayu digital dihasilkan dengan konsisten. Tengku Sulaiman (2020) menekankan strategi pemotongan yang sesuai mampu meningkatkan kualiti permukaan.

2.3 Jurang Penyelidikan

Walaupun terdapat banyak kajian antarabangsa tentang CNC Router, masih kurang penyelidikan tentang mesin CNC buatan tempatan, khususnya dalam konteks penghasilan produk artistik. Kajian ini mengisi jurang tersebut dengan menganalisis prestasi mesin CNC tempatan dari aspek ketepatan pemotongan dan penyimpangan paksi.

3.0 Metodologi

Kajian ini dijalankan menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif yang memberi penekanan kepada hubungan antara parameter operasi mesin CNC Router dan ketepatan hasil pemotongan. Sebuah mesin CNC Router buatan tempatan berukuran 8 x 4 kaki dipilih sebagai peralatan utama dalam kajian kerana ia mewakili mesin yang biasa digunakan oleh pengusaha kecil serta institusi pendidikan teknikal di Malaysia. Mesin ini digerakkan oleh stepper motor dan dikawal melalui pengaturcara Digital Signal Processor (DSP) model A11 yang berfungsi untuk menukar arahan kod G kepada pergerakan paksi mesin. Pemilihan mesin ini juga dibuat berdasarkan ketersediaannya di pasaran tempatan serta kemampuannya untuk mengendalikan bahan kerja bersaiz besar dengan kos yang lebih rendah berbanding mesin import. Pendekatan eksperimen yang digunakan membolehkan parameter seperti kelajuan spindle, ketebalan bahan kerja, dan bentuk pemotongan diuji secara sistematik, di samping menilai variasi hasil pemotongan pada paksi X dan Y.

Bahan kerja yang digunakan dalam kajian ini ialah PVC foam board yang dipilih kerana cirinya yang ringan, mudah dipotong, dan mempunyai permukaan yang seragam. Dua ketebalan bahan diuji, iaitu 5 mm dan 10 mm, untuk menilai kesan rintangan bahan terhadap ketepatan pemotongan. Alat pemotong yang digunakan ialah jenis endmill bersaiz 3.175 mm yang dipilih

berdasarkan ketahanannya serta cadangan daripada pengusaha mesin CNC tempatan. Endmill ini sesuai digunakan untuk bahan PVC kerana saiznya tidak terlalu kecil sehingga mudah patah, dan tidak terlalu besar sehingga mengganggu kehalusan potongan. Proses reka bentuk bentuk pemotongan dilakukan dengan menggunakan perisian Aspire Vectric, iaitu perisian khusus bagi penghasilan model dua dimensi dan tiga dimensi serta penjaan kod G. Setiap bentuk pemotongan dilakar dengan teliti dalam perisian tersebut, kemudian disimulasikan bagi memastikan tidak berlaku sebarang konflik pada trajektori alat pemotong sebelum kod dihantar ke mesin CNC Router.

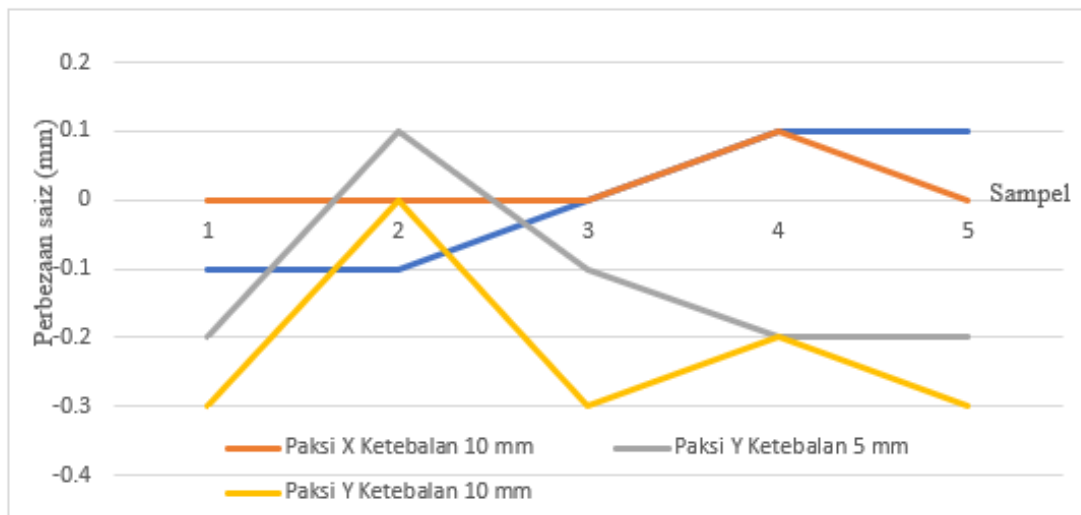
Proses pemotongan bermula dengan menetapkan titik asalan pada mesin CNC, diikuti dengan pemindahan kod G daripada perisian Aspire ke pengawal DSP A11. Mesin dioperasikan dengan parameter kelajuan spindle 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm secara berperingkat bagi setiap set bahan kerja. Pemotongan dilakukan untuk dua jenis bentuk asas iaitu segiempat sama dengan variasi saiz antara 6 x 6 mm sehingga 50 x 50 mm, dan bulatan dengan diameter antara 10 mm hingga 50 mm. Setiap pemotongan diulang sebanyak lima kali bagi memastikan kebolehppercayaan data yang diperoleh. Setelah proses pemotongan selesai, hasil kerja dibersihkan dan diukur menggunakan vernier caliper berketepatan 0.01 mm. Ukuran ini dibandingkan dengan dimensi asal dalam reka bentuk perisian untuk menentukan tahap penyimpangan paksi. Data yang diperoleh kemudiannya dianalisis secara kuantitatif bagi mengenal pasti hubungan antara parameter operasi dengan tahap ketepatan pemotongan.

4.0 Hasil Kajian

Hasil eksperimen menunjukkan bahawa kelajuan spindle memberikan pengaruh yang paling jelas terhadap tahap ketepatan pemotongan mesin CNC Router. Pada kelajuan rendah iaitu 2000 rpm, walaupun hasil pemotongan masih berada dalam julat boleh diterima, penyimpangan yang direkodkan pada paksi Y mencapai purata ± 0.4 mm, lebih tinggi berbanding paksi X yang hanya ± 0.1 mm. Keadaan ini membuktikan bahawa kelajuan rendah meningkatkan masa interaksi alat pemotong dengan bahan kerja, sekali gus menghasilkan rintangan mekanikal yang lebih tinggi. Pada kelajuan 2500 rpm, keputusan bertambah baik dengan penyimpangan purata menurun kepada ± 0.2 mm pada paksi X dan ± 0.4 mm pada paksi Y, namun variasi pada paksi Y masih ketara.

Keputusan terbaik diperolehi pada kelajuan 3000 rpm, di mana penyimpangan dapat diminimumkan kepada ± 0.1 mm pada paksi X dan ± 0.3 mm pada paksi Y. Dapatan ini mengesahkan bahawa kelajuan spindle 3000 rpm merupakan tetapan paling optimum untuk mesin CNC Router tempatan kerana ia mengimbangi kelajuan pemotongan dengan kestabilan mekanikal.

Selain faktor kelajuan spindle, ketebalan bahan dan bentuk pemotongan turut memberi kesan signifikan terhadap tahap ketepatan. Pemotongan ke atas bahan setebal 5 mm didapati lebih konsisten dengan penyimpangan purata tidak melebihi ± 0.2 mm, berbanding bahan setebal 10 mm yang mencapai ± 0.3 mm akibat peningkatan geseran dan haba semasa proses pemotongan. Dari segi bentuk pemotongan, bulatan menunjukkan ketepatan lebih tinggi dengan penyimpangan maksimum sekitar ± 0.2 mm, manakala bentuk segiempat lebih terdedah kepada penyimpangan, khususnya pada saiz 6 x 6 mm dan 50 x 50 mm yang mencapai penyimpangan sehingga ± 0.5 mm pada paksi Y.



Rajah 1: Perbezaan Ukuran Berdasarkan Ketebalan Bahan Kerja

Hal ini dijelaskan oleh kesan sudut tajam pada bentuk segiempat yang mewujudkan beban tambahan pada alat pemotong dan meningkatkan risiko overcut atau undercut. Secara keseluruhannya, keputusan kajian ini menunjukkan bahawa kombinasi kelajuan spindle yang sesuai, ketebalan bahan kerja yang optimum, serta bentuk pemotongan yang kurang kompleks dapat membantu meningkatkan ketepatan pemesinan dan seterusnya menjamin kualiti produk artistik yang dihasilkan.

5.0 Perbincangan

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa kelajuan spindle merupakan parameter kritikal yang secara langsung mempengaruhi ketepatan hasil pemotongan mesin CNC Router. Keputusan optimum pada 3000 rpm membuktikan bahawa kelajuan tinggi mampu mengurangkan interaksi berlebihan antara alat pemotong dengan bahan kerja, sekali gus mengurangkan getaran yang sering menjadi punca utama penyimpangan paksi. Walau bagaimanapun, peningkatan kelajuan juga perlu dikawal dengan berhati-hati kerana kelajuan yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan pemanasan melampau pada alat pemotong serta mempercepatkan kadar kehausan alat. Oleh itu, 3000 rpm boleh dianggap sebagai titik keseimbangan yang praktikal untuk mesin CNC Router tempatan, di mana ketepatan dan kecekapan dapat dicapai secara serentak tanpa menjejaskan jangka hayat alat pemotong.

Perbincangan lanjut mengenai kesan ketebalan bahan kerja mengesahkan bahawa bahan nipis memberikan hasil yang lebih konsisten berbanding bahan tebal. Hal ini berpunca daripada daya rintangan yang lebih rendah pada bahan nipis, yang membolehkan alat pemotong mengekalkan trajektori dengan lebih stabil. Sebaliknya, bahan tebal menghasilkan lebih banyak geseran dan haba, yang bukan sahaja menjejaskan ketepatan dimensi tetapi juga berisiko merosakkan struktur dalaman bahan itu sendiri. Dalam konteks aplikasi produk artistik, implikasi ini amat penting kerana penghasilan ukiran halus memerlukan tahap ketepatan tinggi. Oleh itu, strategi pemesinan seperti penggunaan sistem penyejukan tambahan, pengurangan kadar suapan,

atau pemotongan berlapis (step cutting) boleh dipertimbangkan apabila bekerja dengan bahan tebal bagi mengekalkan kualiti produk.

Sementara itu, perbezaan ketara antara bentuk bulat dan segiempat dari segi ketepatan memberikan gambaran jelas tentang bagaimana geometri pemotongan mempengaruhi prestasi mesin. Bentuk bulat yang menunjukkan penyimpangan minimum membuktikan bahawa trajektori melengkung lebih mesra kepada pergerakan mekanikal mesin kerana tekanan diagihkan secara sekata. Sebaliknya, bentuk segiempat, terutama yang mempunyai sudut tajam, menimbulkan cabaran tambahan kerana ia meningkatkan risiko overcut atau undercut akibat perubahan mendadak arah pergerakan alat pemotong. Keadaan ini menekankan kepentingan pemilihan strategi pemotongan yang sesuai dalam penghasilan produk artistik, di mana bentuk bergeometri kompleks perlu diprogram dengan laluan pemotongan yang lebih halus (smooth toolpath) untuk mengurangkan tekanan pada mesin. Secara keseluruhannya, dapatan ini mengesahkan bahawa pengoptimuman parameter operasi bukan sahaja meningkatkan prestasi teknikal mesin CNC Router, malah juga menjamin nilai estetika dan komersial produk yang dihasilkan.

6.0 Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa pengoptimuman parameter operasi mesin CNC Router tempatan memainkan peranan penting dalam menentukan ketepatan pemesinan serta kualiti produk artistik yang dihasilkan. Melalui siri eksperimen yang dijalankan, kelajuan spindle 3000 rpm dikenal pasti sebagai tetapan paling optimum untuk mencapai keseimbangan antara kelajuan, kestabilan, dan ketepatan, dengan kadar penyimpangan yang lebih rendah berbanding kelajuan sederhana dan rendah. Dapatan ini turut disokong oleh pemerhatian bahawa bahan kerja nipis lebih konsisten dari segi hasil pemotongan berbanding bahan tebal, manakala bentuk bulat lebih stabil berbanding segiempat yang mudah menyimpang pada paksi Y. Kesemua hasil ini memberikan bukti empirikal bahawa mesin CNC Router tempatan berpotensi menghasilkan produk artistik bernilai tinggi sekiranya parameter pemotongan diuruskan dengan teliti.

Lebih daripada sekadar dapatan teknikal, kajian ini turut membawa implikasi penting kepada aspek komersial, kesediaan teknologi, serta pembangunan industri kreatif tempatan. Mesin CNC Router buatan tempatan menawarkan alternatif kos rendah berbanding mesin import, sekali gus membuka ruang luas untuk dikomersialkan kepada pengusaha kecil dan sederhana dalam bidang seni, kraftangan, dan pembuatan perabot artistik. Inovasi juga dapat dilihat melalui integrasi seni warisan dengan teknologi moden, yang bukan sahaja membantu melestarikan budaya tempatan, malah meningkatkan nilai tambah produk untuk pasaran antarabangsa. Dari sudut kesediaan teknologi, prototaip mesin ini telah terbukti berfungsi dengan baik dan bersedia untuk dimajukan lagi, termasuk melalui penambahbaikan kawalan getaran, penggunaan motor servo, serta integrasi sistem kawalan pintar yang lebih responsif.

Dalam konteks impak sosial dan ekonomi, hasil penyelidikan ini menyumbang secara langsung kepada pemerdayaan komuniti pengusaha seni tempatan, mengurangkan kebergantungan terhadap mesin import, serta meningkatkan kebolehpasaran graduan TVET melalui pendedahan langsung

kepada teknologi CNC. Pemindahan teknologi kepada masyarakat boleh dilaksanakan melalui latihan teknikal, kolaborasi bersama industri kreatif, serta penyediaan modul pembelajaran yang sesuai untuk pelajar dan pengusaha. Kajian ini juga menekankan dimensi kelestarian, di mana penggunaan CNC Router dapat mengurangkan pembaziran bahan dan menjimatkan tenaga, selain menyokong kelestarian warisan budaya dengan menghasilkan motif tradisional secara konsisten untuk generasi akan datang.

Secara keseluruhannya, penyelidikan ini menyatukan dapatan teknikal, potensi komersial, impak sosial, serta sumbangan kepada kelestarian budaya dalam satu kerangka holistik. Ia mengesahkan bahawa mesin CNC Router tempatan bukan sahaja relevan dan bersedia untuk diaplikasikan dalam industri, malah juga mempunyai kapasiti untuk memperkukuhkan ekonomi kreatif negara melalui integrasi teknologi moden dan seni warisan. Dengan pengoptimuman parameter yang tepat, sokongan pemindahan teknologi, dan strategi komersialisasi yang baik, mesin CNC tempatan berupaya menjadi pemacu utama transformasi industri kreatif Malaysia dalam era Revolusi Industri 4.0.

Rujukan

- Abd Rahman, Z., Mohamed, S. B., Minhat, M., & Abd Rahman, Z. (2023). Design and development of 3-axis benchtop CNC milling machine for educational purpose. *International Journal of Integrated Engineering*, 15(1), 145-160.
- Adam, A., Yusof, Y., Latif, K., et al. (2022). *Development of a Novel Open Platform Controller Machining Module for 3-Axis CNC Milling Machine*. Springer.
- Ahmad, R., Ismail, N., & Yusof, M. F. (2022). Influence of cutting shape complexity on CNC machining accuracy. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*.
- Gideon, J., & Thomas, R. (2019). The Effect of cutting strategy on surface quality in CNC machining. *International Journal of Mechanical Engineering*, 8(4), 112-118.
- Huang, T. J., et al. (2021). Effects of spindle speed and feed rate on cutting performance in CNC routing. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*.
- Lee, K. H., Park, S. H., & Choi, Y. H. (2018). Investigation of cutting accuracy in CNC routers based on material and process parameters. *Precision Engineering*.
- Rahman, M. M., Kadirgama, K., & Noor, M. M. (2020). Optimization of CNC machining parameters for surface roughness on various materials. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 3456-3464. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.01.112>

- Tengku Sulaiman, T. M. S., Mohamed, S. B., et al. (2020). File and PC-based CNC controller using Integrated Interface System (I2S). *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*.
- Wang, Y., & Liu, J. (2019). DSP-based motion control for CNC routers. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Zhang, X., Li, Q., & Chen, Y. (2020). Analysis of stepper motor control in CNC machines. *Journal of Mechatronics Engineering*.
- Zhang et al. (2021). Review of CNC router systems: Structures and Applications. *International Journal of Manufacturing Engineering*
- Zhou, Z., Li, J., & Wang, Y. (2018). Influence of spindle speed and feed rate on surface roughness in CNC Milling. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96(5-8), 2375-2383. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1672-6>

P1-KAJIAN KEBERKESANAN PENILAIAN PELAKSANAAN PROGRAM INDUSTRY ON CAMPUS (IOC) OLEH PELAJAR DI KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT

Normadiah Mohamad
Kolej Komuniti Segamat
normadiah@kkseg.edu.my

Ts. Abdul Fatah Mat Said
Kolej Komuniti Segamat
abdulfatah@kkseg.edu.my

Nurazrina Mohammad Faudzi
Kolej Komuniti Segamat
azrina@kkseg.edu.my

Abstrak

Program *Industry on Campus* (IOC) merupakan inisiatif kolaboratif antara institusi pendidikan dan pihak industri bagi memperkukuh pembelajaran berasaskan pengalaman sebenar serta meningkatkan kebolehpasaran graduan. Kajian ini bertujuan untuk menilai pelaksanaan program IOC di Kolej Komuniti Segamat dari perspektif pelajar. Fokus utama kajian meliputi empat domain iaitu kefahaman dan pembelajaran, penglibatan dan aktiviti, peningkatan kemahiran serta cadangan dan pandangan umum bagi kelestarian program. Kajian secara kuantitatif digunakan dengan kaedah soal selidik sebagai instrumen utama kajian. Seramai 24 orang pelajar yang terlibat secara langsung dalam program IOC telah dipilih sebagai responden kajian ini. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif (min) bagi mengenal pasti tahap pelaksanaan dan hubungan antara pemboleh ubah terlibat. Dapatan menunjukkan pelajar secara umumnya memberikan penilaian positif terhadap kualiti pelaksanaan dan keberkesanan program. Program IOC, didapati bahawa kesemua domain mencatatkan skor yang tinggi, dengan purata keseluruhan sebanyak 4.60 daripada 5.00. Dapatan ini menunjukkan tahap kepuasan yang amat baik dalam kalangan pelajar dan membuktikan bahawa program ini telah dilaksanakan dengan jayanya dari pelbagai aspek yang diteliti. Kesimpulannya, program IOC berpotensi besar dalam menyokong pendidikan teknikal dan vokasional.

Kata Kunci: *Industry on Campus* (IOC), Pelajar, Industri

1.0 Pengenalan

Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) melalui Bahagian Perancangan Program dan Institusi (BPPI) juga telah mengambil langkah proaktif dengan merangka satu konsep pendidikan berasaskan pendekatan aplikasi industri yang menepati kehendak semasa. Pendekatan ini bertujuan untuk merapatkan jurang antara institusi pendidikan dengan pihak industri, sekali gus meningkatkan nilai tambah kepada kemahiran pelajar, graduan, dan staf Politeknik serta Kolej Komuniti. Melalui pelaksanaan strategi ini, komuniti setempat dan tenaga kerja industri juga dapat memperoleh manfaat secara langsung. Sehubungan itu, konsep IOC diperkenalkan sebagai satu inisiatif utama JPPKK bagi memastikan program-program yang ditawarkan adalah lebih relevan, praktikal, dan seiring dengan keperluan sebenar industri semasa. (JPPKK, 2019). Program IOC juga merupakan satu pendekatan strategik untuk memperkukuh kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri. Melalui pelaksanaan IOC, industri dijemput masuk ke dalam kampus

untuk bersama-sama terlibat dalam proses pembelajaran, latihan, penyelidikan serta pembangunan kemahiran pelajar. Di Kolej Komuniti Segamat, IOC telah dilaksanakan melalui kerjasama dengan syarikat Epy Teknik Enterprise, sebuah syarikat yang terlibat dalam bidang pemasangan dan penyelenggaraan pendingin hawa. Pelaksanaan IOC ini melibatkan pelajar Semester 3 Program Sijil Teknologi Elektrik, dengan pemilihan mod pelaksanaan secara topik, yang memberi fokus kepada aspek teknikal dan kemahiran berkaitan bidang tersebut.

Pelaksanaan program ini bertujuan untuk menyediakan platform pembelajaran yang lebih praktikal dan berorientasikan industri. Ia memberi peluang kepada pelajar untuk berinteraksi secara langsung dengan pakar industri, memahami budaya kerja sebenar serta memperoleh pendedahan awal terhadap keperluan pasaran pekerjaan. Penilaian daripada pelajar terhadap pelaksanaan IOC ini adalah penting untuk menilai keberkesanan dan impaknya dalam memperkasa kemahiran dan pengetahuan mereka.

Seterusnya pada bahagian kedua menerangkan berkaitan kajian literatur bagi pelaksanaan IOC. Pada bahagian ketiga berkenaan Metodologi dan bahagian keempat adalah hasil dapatan kajian yang telah dilaksanakan. Bahagian kelima dan keenam adalah berkenaan perbincangan dan kesimpulan tentang keseluruhan kajian merujuk kepada hasil dapatan.

2.0 Kajian Literatur

Pelaksanaan IOC merupakan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan pembelajaran teori di institusi dengan amalan sebenar industri di kampus. Menurut Kementerian Pendidikan Tinggi (2021), IOC dilihat sebagai satu usaha sistematik untuk memastikan graduan institusi TVET memiliki kemahiran yang relevan dan memenuhi kehendak industri. Model ini membolehkan pihak industri berkongsi pengetahuan, teknologi dan pengalaman terus kepada pelajar di kampus tanpa mereka perlu keluar mengikuti latihan industri secara konvensional.

Asas pertama bagi proses adalah mod pelaksanaan IOC iaitu pengurusan silibus dan kemahiran tumpuan yang akan dijalankan melalui kaedah IOC ini. Menurut JPPKK (2023), pelaksanaan IOC di Politeknik dan Kolej Komuniti boleh dilaksanakan melalui 4 kategori. Antaranya kategori IOC secara institusi, program pengajian, kursus di dalam program pengajian dan topik di dalam kursus.

Namun begitu, kajian oleh Rahman & Ismail (2020) menunjukkan bahawa walaupun program IOC meningkatkan pendedahan pelajar terhadap dunia kerja sebenar, kekangan logistic dan infrastruktur di mana sebahagian latihan memerlukan peralatan atau kemudahan khusus. Hal ini menyukarkan pemindahan ilmu secara menyeluruh kepada semua pelajar secara seragam. Justeru, perancangan program perlu mengambil kira nisbah pelajar dan fasiliti agar semua pelajar mendapat peluang amali yang adil dan berkesan.

Dari sudut peningkatan kemahiran insaniah, kajian oleh Yusoff et al. (2020) melaporkan bahawa pelajar yang menyertai program berbentuk kolaborasi industri menunjukkan peningkatan ketara dalam kemahiran komunikasi, penyelesaian masalah dan kerja berpasukan iaitu kemahiran yang amat dihargai oleh majikan dalam industri.

Program seumpama ini juga membantu pelajar memahami budaya kerja industri, sekali gus meningkatkan keyakinan diri dan kesediaan mereka untuk memasuki pasaran kerja selepas tamat pengajian. Kajian oleh Nordin et al. (2021) menunjukkan bahawa pelajar yang melalui pengalaman kerja sebenar dalam persekitaran industri mempunyai kelebihan dari segi kefahaman praktikal, adaptasi pantas terhadap budaya organisasi, serta keupayaan menyumbang secara bermakna kepada organisasi.

Secara keseluruhannya, kajian-kajian lepas menyokong pelaksanaan IOC sebagai pendekatan berimpak tinggi dalam pendidikan TVET, namun kejayaannya bergantung kepada beberapa faktor utama seperti perancangan modul yang teratur, komitmen pihak industri, kesesuaian tempoh pelaksanaan, serta keterlibatan aktif pelajar.

Kajian menggunakan kaedah borang soal selidik dengan skala Likert 5 mata seperti di Jadual 1.

Jadual 1: Pilhan skala likert 5 mata soal selidik

SKALA	TAHAP
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Tidak Pasti
4	Setuju
5	Sangat Setuju

3.0 Metodologi Kajian



Rajah 1: Model penyelidikan penilaian program IOC oleh pelajar di Kolej Komuniti Segamat

Rajah 1 menunjukkan model penyelidikan penilaian program IOC oleh pelajar di Kolej Komuniti Segamat, dimulakan dengan reka bentuk kajian yang menggunakan kaedah kuantitatif bagi mengenal pasti tahap kefahaman, penglibatan, peningkatan kemahiran, serta cadangan pelajar berkaitan pelaksanaan program IOC. Reka bentuk ini sesuai digunakan untuk menganalisis data secara statistik dan menggambarkan persepsi pelajar dalam bentuk angka.

Populasi dan Sampel Kajian kajian terdiri daripada 24 orang pelajar Semester 3 Program Sijil Teknologi Elektrik (SKE) yang telah mengikuti program IOC tersebut.

Instrumen kajian ialah borang soal selidik berstruktur yang terdiri daripada empat bahagian iaitu:

- i. Bahagian A: Kefahaman dan Pembelajaran

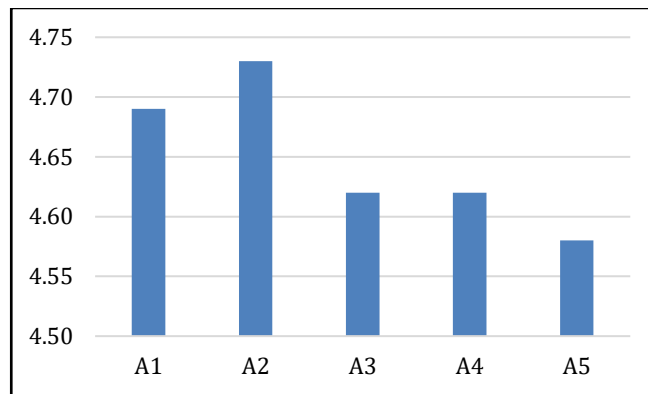
- ii. Bahagian B: Penglibatan dan Aktiviti
- iii. Bahagian C: Peningkatan Kemahiran
- iv. Bahagian D: Cadangan dan Pandangan Umum

Kaedah Pengumpulan Data adalah secara atas talian dengan menggunakan *Google Form*, yang diedarkan kepada semua pelajar terlibat selepas tamat program IOC.

Kaedah Analisis Data menggunakan *Microsoft Excel* untuk tujuan pembersihan dan analisis data. Analisis dilakukan melalui pengiraan nilai min untuk mengenal pasti trend persepsi pelajar serta mengenal pasti aspek kekuatan dan kelemahan pelaksanaan program.

Hasil Dapatan dan Analisis merupakan hasil dapatan kajian dan asas kepada perbincangan, kesimpulan dan cadangan.

4.0 Hasil Dapatan Kajian



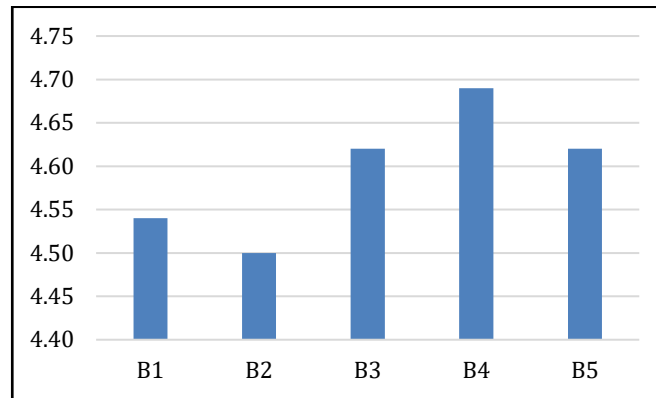
Rajah 2: Nilai min analisis kefahaman & pembelajaran

Rajah 2 menunjukkan nilai min analisis kefahaman & pembelajaran. Item A2 mencatat skor nilai min tertinggi iaitu **4.73**. Dapatan ini menunjukkan bahawa program IOC berjaya merapatkan jurang antara pembelajaran secara teori di dalam bilik kuliah dengan aplikasi praktikal dalam persekitaran industri sebenar.

Bagi Item A1 mencatat skor nilai min **4.69**. Menerusi catatan skor, menunjukkan pelajar memahami dengan jelas dengan objektif dan tujuan program yang diikuti.

Seterusnya, dua item yang mencatat skor min **4.62** ialah A3 dan A4, yang masing-masing merujuk kepada pendedahan kepada ilmu baharu dan peluang menyaksikan teknologi serta prosedur sebenar industri. Hal ini menunjukkan bahawa program IOC membuka ruang kepada pelajar untuk mendapatkan pengetahuan dan pengalaman yang tidak diperoleh dalam sesi pembelajaran biasa.

Item A5, memperoleh skor min **4.58**. Nilai ini menunjukkan bahawa pelajar mempunyai pandangan positif terhadap keberkesanan program IOC dalam memberi mereka pemahaman yang realistik tentang alam pekerjaan.

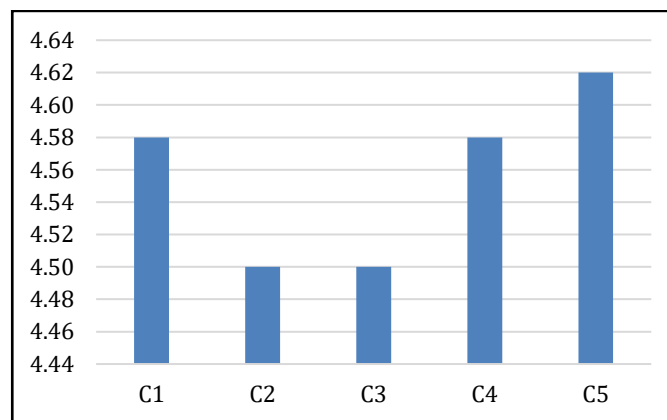


Rajah 3: Nilai min analisis penglibatan & aktiviti

Rajah 3 adalah analisis bagi domain kedua yang memfokuskan kepada manfaat yang diperoleh pelajar daripada pelaksanaan program *Industry on Campus* (IOC). Item yang mencatat nilai min tertinggi ialah B4 dengan skor **4.69**.

Dua item lain iaitu B3 dan B5 masing-masing mencatat nilai min **4.62**, menunjukkan bahawa pensyarah memainkan peranan penting dalam memberi bimbingan dan bahawa pelajar mendapat peluang bertanya dan berinteraksi dengan pihak industri.

Item B1 (nilai min **4.54**) dan B2 (nilai min **4.50**) juga menunjukkan tahap kepuasan yang tinggi. Pelajar menyatakan bahawa mereka berpeluang terlibat secara langsung dengan aktiviti industri, dan bahawa aktiviti yang dijalankan adalah menarik serta selari dengan bidang pengajian.

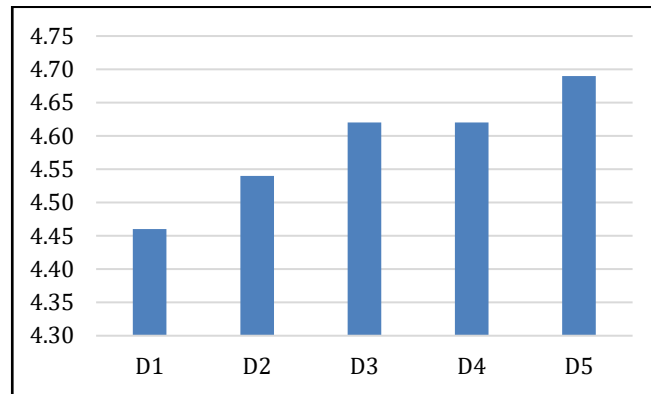


Rajah 4: Nilai min analisis peningkatan Kemahiran

Rajah 4 menunjukkan dapatan bagi domain ketiga yang menilai impak program IOC terhadap pengukuhan kemahiran pelajar. Item yang mencatat skor tertinggi ialah C5, dengan nilai **4.62**.

Item C1 dan C4 masing-masing mencatat nilai min **4.58**, menunjukkan bahawa program IOC telah berjaya mendedahkan pelajar kepada konteks kerja sebenar yang menuntut tahap kompetensi teknikal tertentu.

Seterusnya, dua item lain iaitu C2 dan C3 masing-masing memperoleh nilai **4.50**, menunjukkan bahawa program IOC turut menyumbang kepada peningkatan keyakinan pelajar dalam melakukan kerja amali serta memperkukuh kemahiran komunikasi dan kerja berpasukan.



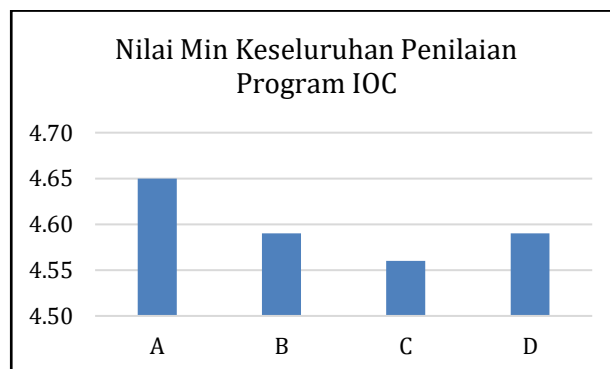
Rajah 5: Nilai min analisis cadangan dan pandangan umum

Bahagian ini menganalisis persespsi pelajar terhadap aspek penambahbaikan dan kelestarian program IOC seperti di rajah 5. Item D5, memperoleh skor tertinggi sebanyak **4.69** iaitu pelajar amat berpuas hati dengan pengalaman yang diperoleh melalui program ini.

Item D3 dan D4 mencatat skor **4.62**, menunjukkan bahawa pelajar menyokong penuh cadangan untuk memperluas program ini kepada lebih ramai pelajar serta menambah lebih banyak aktiviti hands-on bersama industri.

Skor bagi D2 iaitu **4.54** juga menunjukkan bahawa tempoh pelaksanaan program dianggap mencukupi dan sesuai oleh pelajar. Ini menandakan bahawa dari sudut pengurusan masa dan jadual, pelaksanaan program telah dirancang dengan baik dan tidak membebankan pelajar.

Item D1 mencatat skor **4.46**, ia masih menunjukkan keinginan tinggi dalam kalangan pelajar untuk menyertai lebih banyak program seumpama ini pada masa akan datang.



Rajah 6: Nilai min keseluruhan penilaian program IOC

Berdasarkan analisis skor purata bagi keempat-empat domain utama kajian terhadap pelaksanaan Program *Industry on Campus* (IOC), didapati bahawa kesemua domain mencatatkan skor yang tinggi, dengan purata keseluruhan sebanyak **4.60 daripada 5.00**. Dapatan ini menunjukkan tahap kepuasan yang amat baik dalam kalangan pelajar dan membuktikan bahawa program ini telah dilaksanakan dengan jayanya dari pelbagai aspek yang diteliti.

Domain A (Kefahaman & Pembelajaran) memperoleh skor tertinggi iaitu 4.65, yang menggambarkan bahawa pelajar benar-benar memahami objektif program dan mampu mengaitkan pembelajaran teori dengan amalan sebenar di industri.

Domain B (Penglibatan dan Aktiviti) dan D (Cadangan dan Pandangan Umum) masing-masing mencatat skor 4.59, yang memperlihatkan bahawa pelajar berpuas hati dengan aktiviti yang dijalankan serta menyokong agar program ini diteruskan dan diperluaskan.

Domain C (Peningkatan Kemahiran) juga mencatatkan skor tinggi sebanyak 4.56, membuktikan bahawa pelajar merasakan mereka telah memperoleh kemahiran yang penting untuk persediaan ke alam pekerjaan, terutamanya dalam aspek teknikal, komunikasi, dan kerja berpasukan. Walaupun sedikit lebih rendah berbanding domain lain, skor ini masih dalam kategori sangat baik dan menunjukkan impak positif program terhadap pembangunan kompetensi pelajar.

5.0 Perbincangan dan Cadangan

Dapatan keseluruhan kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan program IOC memberikan impak yang sangat positif kepada pelajar dalam pelbagai aspek seperti kefahaman, penglibatan, peningkatan kemahiran serta cadangan untuk kelestarian program. Skor purata keseluruhan yang tinggi iaitu 4.60 daripada 5.00 membuktikan bahawa program ini telah berjaya mencapai objektif utamanya. Penemuan ini selaras dengan dapatan oleh Baharudin et al. (2020) yang menyatakan bahawa pelaksanaan pembelajaran berasaskan industri secara langsung dapat meningkatkan motivasi pelajar dalam memahami aplikasi teori dalam konteks dunia sebenar.

Dapatan kajian yang diperoleh dapat dikaitkan secara langsung dengan empat objektif kajian yang telah ditetapkan. Objektif pertama iaitu menilai tahap kefahaman pelajar terhadap objektif, kandungan dan kaedah pembelajaran dalam pelaksanaan Program Industry on Campus (IOC), telah dijawab dengan jelas melalui skor purata tertinggi dalam domain A (4.65). Ini membuktikan bahawa pelajar memahami dengan baik tujuan program, serta dapat mengaitkan pembelajaran teori yang diperoleh di dalam kelas dengan amalan sebenar di industri. Dapatan ini mengukuhkan hujah bahawa pendekatan seperti IOC membantu menjelaskan kaitan antara kurikulum formal dengan keperluan pekerjaan, seperti yang dibuktikan dalam kajian oleh Sidek dan Yusof (2020) yang mendapati bahawa pelajar lebih memahami sesuatu topik apabila mereka didedahkan secara langsung kepada aplikasi sebenar dalam industri.

Seterusnya, objektif kedua iaitu menganalisis tahap penglibatan pelajar dalam aktiviti bersama pihak industri sepanjang program dijalankan, turut dicapai melalui dapatan dalam domain B, yang menunjukkan skor purata 4.59. Pelajar memberikan maklum balas positif terhadap aktiviti hands-on yang dijalankan, kesesuaian dengan bidang pengajian mereka, dan bimbingan yang diberikan oleh pensyarah serta pihak industri. Keputusan ini konsisten dengan kajian oleh Lim dan Ismail (2019) yang menyatakan bahawa pelajar yang terlibat secara aktif dalam aktiviti industri menunjukkan tahap pembelajaran yang lebih tinggi dan berupaya membina kemahiran sosial serta kolaboratif. Kajian ini juga menyatakan bahawa elemen penglibatan secara langsung merupakan kunci utama dalam membina pengalaman pembelajaran yang bermakna dan berkekalan.

Bagi objektif ketiga iaitu menilai kesan pelaksanaan program terhadap peningkatan kemahiran teknikal dan insaniah pelajar, dapatan dari domain C

(purata min 4.56) memberikan bukti bahawa program IOC telah menyumbang secara langsung kepada pembangunan kemahiran yang diperlukan dalam pasaran kerja. Pelajar melaporkan peningkatan dari segi kemahiran teknikal, keyakinan diri, komunikasi dan kerja berpasukan. Ini disokong oleh kajian oleh Nasir dan Othman (2021) yang mendapati bahawa program berteraskan industri bukan sahaja membina kemahiran teknikal pelajar, malah memperkukuh aspek insaniah yang semakin menjadi keutamaan majikan dalam proses pengambilan pekerja. Ini menunjukkan bahawa pendekatan seperti IOC memberi nilai tambah yang tidak dapat dicapai sepenuhnya dalam bilik kuliah konvensional.

Objektif keempat pula bertujuan mengenal pasti pandangan umum pelajar serta cadangan mereka terhadap penambahbaikan program IOC pada masa akan datang. Dalam domain D, pelajar memberikan skor tinggi (4.59) terhadap cadangan memperluas program, menambah aktiviti hands-on, dan menyatakan kepuasan terhadap pengalaman yang diperoleh. Ini menunjukkan kesediaan pelajar untuk terlibat semula dalam program seumpama ini, dan pada masa yang sama memberikan input berguna untuk penambahbaikan pelaksanaan akan datang. Kajian oleh Shahrin et al. (2020) menyatakan bahawa mendapatkan maklum balas pelajar terhadap program berasaskan industri adalah penting bagi memastikan program tersebut sentiasa relevan, responsif terhadap keperluan pelajar, dan mampu disesuaikan dengan keperluan industri yang dinamik.

Kaitan dapatan dengan objektif kajian ini secara tidak langsung menunjukkan bahawa reka bentuk kajian adalah tepat dan menyeluruh. Dengan merangkumi pelbagai domain — dari kefahaman, penglibatan, kemahiran hinggalah kepada pandangan umum — kajian ini telah berjaya memberikan gambaran holistik terhadap keberkesanan program IOC. Sokongan daripada kajian lepas yang pelbagai juga memperkukuh dapatan ini dan menjadikan cadangan yang dibentuk lebih berpandukan bukti serta keperluan semasa pendidikan TVET. Oleh itu, hasil kajian ini bukan sahaja bermanfaat untuk penambahbaikan dalaman institusi, tetapi juga boleh dijadikan rujukan kepada kolej-kolej lain yang ingin melaksanakan program seumpama ini secara lebih sistematik dan berimpak tinggi.

6.0 Kesimpulan

Kesimpulannya, pelaksanaan program IOC ini dapat dilihat sebagai satu strategi yang berkesan dan relevan serta menjadi sebahagian daripada dasar pengajaran berimpak tinggi di Kolej Komuniti. Ini memastikan pembelajaran tidak berlaku secara terasing daripada kehendak sebenar industri. Oleh itu, adalah penting agar pihak kolej menjadikan dapatan ini sebagai panduan dalam merancang program berasaskan industri pada masa akan datang agar keberkesanan pendidikan dan pembangunan pelajar sentiasa berada di tahap optimum. Program IOC wajar diteruskan dan diperkukuhkan sebagai salah satu amalan terbaik dalam pendidikan teknikal dan vokasional. Pihak pengurusan kolej dan rakan industri disarankan untuk terus menambah baik pelaksanaan program dari segi tempoh masa, intensiti aktiviti, serta skop penglibatan agar kesannya lebih menyeluruh dan mampan. Dengan pelaksanaan yang sistematik, program seperti ini berupaya melahirkan graduan yang bukan sahaja berilmu dan berkemahiran, tetapi juga bersedia menghadapi cabaran dan kehendak dunia pekerjaan masa kini dan akan datang.

Kesemua objektif kajian telah berjaya dijawab dengan sokongan dapatan kuantitatif dan perbandingan dengan kajian literatur lepas yang relevan. Dapatan tinggi bagi keempat-empat domain bukan sahaja menunjukkan kejayaan pelaksanaan IOC, tetapi juga memberikan justifikasi kukuh terhadap keperluan untuk mengekalkan, memperkemas dan memperluaskan program ini. Oleh itu, adalah penting agar pihak kolej menjadikan dapatan ini sebagai panduan dalam merancang program berasaskan industri pada masa akan datang agar keberkesanan pendidikan dan pembangunan pelajar sentiasa berada di tahap optimum. Cadangan kajian pada masa hadapan untuk mengenalpasti tahap kebolehpasaran graduan selepas penglibatan pelajar dalam program IOC. Selain itu, penilaian keberkesanan pelaksanaan IOC diperluaskan dalam pelbagai mod selain topik.

Rujukan

- Baharudin, H., Mansor, A. Z., & Abdullah, R. (2020). Enhancing TVET students' employability skills through industry-based training. *Journal of Technical Education and Training*, 12(3), 45–54. <https://doi.org/10.30880/jtet.2020.12.03.005>
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2019). *Laporan Tahunan 2019*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2023). *Garis Panduan Kriteria Penarafan Berteraskan Industry on Campus (IOC) JPPKK Edisi 2 (2023)*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia.
- Lim, S. C., & Ismail, Z. (2019). Keterlibatan pelajar dalam pembelajaran kolaboratif bersama industri. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 9(3), 78–86.
- Ministry of Higher Education Malaysia. (2021). *TVET strategic plan 2021–2025*. Diperoleh daripada <https://www.mohe.gov.my/tvet>
- Nasir, M. K. M., & Othman, A. R. (2021). Impact of hands-on training in developing students' soft skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(7), 989–1000. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v11-i7/10527>
- Nordin, N., Iskandar, N. M., & Omar, R. (2021). Industry on Campus as a mechanism to enhance employability skills of TVET graduates. *International Journal of TVET Research and Practice*, 2(1), 45–53.
- Rahman, H., & Ismail, R. (2020). Integrating experiential learning in polytechnic education through Industry on Campus model. *Journal of Education and Innovation*, 3(2), 67–74.
- Shahrin, M. H., Hassan, S. A., & Yusof, Z. M. (2020). Maklum balas pelajar terhadap pelaksanaan latihan industri dalam pendidikan vokasional. *Jurnal Pendidikan Teknikal dan Vokasional*, 10(1), 23–33.

- Sidek, S., & Yusof, N. (2020). Integrating theory and practice: A study on the effectiveness of industry-based learning. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(2), 112–128.
- Yusoff, M. Z., Rahman, M. H., & Hamid, N. (2020). TVET curriculum enhancement through industry collaboration: A case study in Malaysian polytechnics. *Journal of Technical and Vocational Education*, 14(2), 58–66.

P2-TVETOUR : MEKANISME PEMINDAHAN ILMU DALAM BIDANG PELANCONGAN DI KOLEJ KOMUNITI

Muhamad Faiz Abdul Razak
Kolej Komuniti Kota Tinggi
faizabdulrazak@kkkotatinggi.edu.my

Muhamad Faiz Ismail
Kolej Komuniti Kota Tinggi
muhamadfaiz@kkkotatinggi.edu.my

Nur Zahirah Ahmad Razei
Kolej Komuniti Kota Tinggi
nurzahirah@kkkotatinggi.edu.my

Abstrak

TVET Tourism Exploration (TVETOUR) merupakan mekanisme pemindahan ilmu yang berkonsepkan pembelajaran berasaskan pengalaman melalui kaedah simulasi main peranan sebagai suatu inisiatif untuk menambahbaik program orientasi pelajar di Kolej Komuniti Kota Tinggi. Idea untuk menghasilkan inovasi ini tercetus apabila pelajar baharu mengalami kesukaran untuk memahami maklumat berkaitan program pengajian yang lazimnya disampaikan melalui taklimat secara sehala dan tidak berpusatkan pelajar. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menghasilkan inovasi yang berupaya meningkatkan kefahaman dan motivasi pelajar terhadap program pengajian melalui kaedah pemindahan ilmu yang interaktif, praktikal dan bermakna di samping merealisasikan pembelajaran berasaskan pengalaman yang memfokuskan kepada industri pelancongan di Malaysia. Kajian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan kualitatif melalui analisis kandungan terhadap kajian terdahulu, termasuk artikel jurnal dan penulisan ilmiah lain yang diakses secara dalam talian melalui pangkalan data akademik seperti Google Scholar dan sumber berkaitan. Berdasarkan analisis yang dijalankan, TVETOUR direka bentuk dengan tiga komponen utama iaitu taklimat, eksplorasi dan refleksi. Inovasi ini berpotensi memberikan impak terhadap pengetahuan dan motivasi pelajar menerusi pengalaman eksplorasi ke dimensi dunia pelancongan. Kajian lanjutan perlu dijalankan untuk menguji sejauh mana penggunaan TVETOUR mampu memantapkan proses pemindahan ilmu dalam bidang pelancongan di Kolej Komuniti sekali gus mendukung aspirasi pendidikan TVET di Malaysia.

Kata Kunci: Pemindahan Ilmu, Pelancongan, Eksplorasi.

7.0 Pengenalan

Kolej Komuniti Kota Tinggi (KKKT) merupakan salah sebuah institusi pendidikan TVET yang bernaung di bawah Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti, Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) dan menawarkan program pengajian peringkat sijil iaitu Program Sijil Pengembaraan Pelancongan (SPL) dengan tempoh pengajian selama 2 tahun iaitu empat semester. KKKT menganjurkan program orientasi yang bertujuan untuk membantu pelajar baharu menyesuaikan diri dan memahami bidang pengajian pada setiap semester. Program orientasi memainkan peranan yang penting dan unik dalam usaha mempersiapkan pelajar untuk mendepani cabaran, membantu proses adaptasi dan mendorong kepada kejayaan pelajar dalam akademik (Pickard, L., Brunton, J., McKenna, J., & Utley, A., 2020).

Program orientasi dirancang dengan teliti dan mengambil kira pelbagai aspek penting demi memastikan keberkesanannya. Dalam program orientasi, sesi taklimat diadakan untuk menerangkan pelbagai maklumat berkaitan pengajian seperti maklumat akademik, penilaian dan peperiksaan, hal ehwal pelajar, peraturan dan sebagainya. Namun begitu, lazimnya taklimat disampaikan dengan menggunakan kaedah kuliah atau pembentangan yang bersifat sehalu dan tidak berpusatkan pelajar. Penggunaan kaedah tradisional ini menyebabkan pelajar mudah berasa bosan dan sukar untuk fokus kerana terpaksa mendengar dalam tempoh yang lama tanpa melakukan sebarang aktiviti (Xinhua, Hu., 2020). Situasi tersebut boleh menjejaskan minat dan mengakibatkan pembelajaran pelajar menjadi pasif (Lichao, Wang., 2023). Hal ini mewujudkan keperluan untuk menghasilkan kaedah yang lebih menarik dan berkesan.

Menurut Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2017), pembelajaran berasaskan pengalaman telah digunakan secara meluas dan terbukti berupaya meningkatkan pembelajaran pelajar. Teori ini menegaskan bahawa pembelajaran melalui pengalaman paling berkesan apabila pelajar terlibat secara aktif dalam proses memahami makna sesuatu perkara melalui pengalaman langsung. Salah satu kaedah pembelajaran berasaskan pengalaman ialah main peranan. Kaedah ini memberi peluang kepada pelajar untuk mensimulasikan pengalaman dunia sebenar dan boleh diintegrasikan dalam program atau aktiviti pelajar untuk merapatkan jurang antara pengetahuan teori dan aplikasi praktikal. Simulasi main peranan juga boleh meningkatkan prestasi pelajar, meningkatkan motivasi dan memupuk perkembangan pengetahuan yang tersirat (Barrera, F., Venegas-Muggli, J. I., & Nuñez, O., 2020; Humpherys, S. L., Bakir, N., & Babb, J., 2021). Oleh itu, pembelajaran berasaskan pengalaman dilihat berpotensi untuk mendorong pelajar mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran melalui aktiviti yang terancang.

Beberapa kajian terdahulu membuktikan bahawa main peranan dalam konteks pendidikan berfungsi sebagai mekanisme yang berkesan untuk pemindahan pengetahuan dengan menghubungkan pengetahuan teori dengan aplikasi praktikal. Sebagai contoh, Hardie et al. (2022) menjelaskan bahawa simulasi main peranan yang direka dalam rangka pembelajaran pengalaman membolehkan pelajar terlibat secara aktif sekali gus meningkatkan kefahaman. Tambahan pula, Benko dan Peršolja (2023) mengesahkan bahawa main peranan boleh meningkatkan pengetahuan kognitif dan keyakinan dalam kalangan pelajar di samping meningkatkan kemahiran membuat keputusan dan menyelesaikan masalah (Benko & Peršolja, 2023). Aktiviti main peranan juga membolehkan pelajar meneroka dan meningkatkan hasil pembelajaran merentas disiplin (Kosicka et al., 2023). Kaedah tersebut amat berkesan dalam memupuk persekitaran pembelajaran yang menghubungkan pengalaman mereka dengan pengetahuan konseptual.

Secara keseluruhan, kajian terdahulu menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan pengalaman melalui simulasi main peranan mampu memberikan impak yang positif terhadap pembelajaran pelajar. Namun, kebanyakan kajian memfokuskan kepada pelajar sekolah dan universiti, justeru konteks pelajar TVET khususnya Kolej Komuniti masih kurang diberi perhatian. Oleh itu, kajian ini menetapkan objektif untuk menghasilkan inovasi yang

berupaya meningkatkan kefahaman dan motivasi pelajar untuk mengikuti pengajian dalam bidang pelancongan melalui kaedah pemindahan ilmu yang interaktif, praktikal dan bermakna.

8.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk penyelidikan kualitatif untuk membangunkan inovasi pendidikan yang berasaskan sumber yang kukuh. Literatur diperolehi melalui carian merentas pangkalan data akademik utama dalam talian, terutamanya *Google Scholar*. Kaedah analisis kandungan digunakan untuk menganalisis kajian terdahulu dan penulisan ilmiah termasuk artikel jurnal yang berkaitan (Özden, M., 2024). Kaedah ini bertujuan untuk mengenal pasti rangka konsep dan amalan terbaik yang berkaitan dengan konteks inovasi. Hasil daripada penyelidikan membolehkan inovasi dibangunkan berdasarkan kajian yang disahkan dan bukan sekadar andaian. Prosedur analisis ini membenarkan penyelidik mengenal pasti ciri dan dapatan yang menyokong pembangunan inovasi. Hal ini untuk memastikan inovasi yang dihasilkan relevan secara kontekstual dan selari dengan keperluan kajian.

9.0 Dapatan Kajian

Berdasarkan analisis yang dijalankan, inovasi TVET Tourism Exploration (TVETOUR) dibangunkan melalui penekanan terhadap pembelajaran berasaskan pengalaman dengan menggunakan kaedah simulasi main peranan. TVETOUR mengetengahkan konsep pengembaraan yang mempunyai ciri-ciri yang direka khusus untuk keperluan pelajar bidang pelancongan yang merangkumi tiga komponen utama iaitu taklimat, aktiviti eksplorasi dan refleksi.



Rajah 1 Pelaksanaan TVETOUR

Sesi taklimat dimulakan dengan penerangan mengenai pelaksanaan TVETOUR dan disusuli dengan beberapa slot perkongsian yang memfokuskan kepada maklumat penting berkaitan pengajian seperti maklumat akademik, hal ehwal pelajar, peperiksaan, peraturan dan sebagainya. Pada fasa eksplorasi, para pelajar dikehendaki berhimpun di kawasan yang telah ditetapkan sebagai lokasi lapangan terbang TVETOUR dan dibahagikan kepada beberapa kumpulan. Penerangan ringkas berkaitan perjalanan eksplorasi dilaksanakan untuk melancarkan perjalanan eksplorasi. Kit pengembaraan yang terdiri daripada passport, tiket penerbangan, pas masuk dan borang deklarasi dibekalkan kepada setiap kumpulan peserta sebelum mereka memulakan eksplorasi dengan mengimbas passport di pusat pemeriksaan daftar masuk.



Rajah 2 Kit Pengembaraan TVETOUR

TVETOUR menyediakan destinasi pengembaraan yang berfungsi sebagai *checkpoint* bagi mewakili negara-negara utama di dunia. Setiap destinasi akan dikendalikan oleh fasilitator dalam kalangan pelajar senior yang berperanan untuk memberikan arahan, menyelia aktiviti dan membuat ulasan. Setiap kumpulan peserta perlu mengembara ke destinasi tertentu untuk menyelesaikan tugas berkaitan bidang pelancongan dan menjawab soalan uji minda dalam masa yang ditetapkan, seterusnya mendapatkan cop imigresen dan tiket penerbangan untuk menuju ke destinasi yang seterusnya.

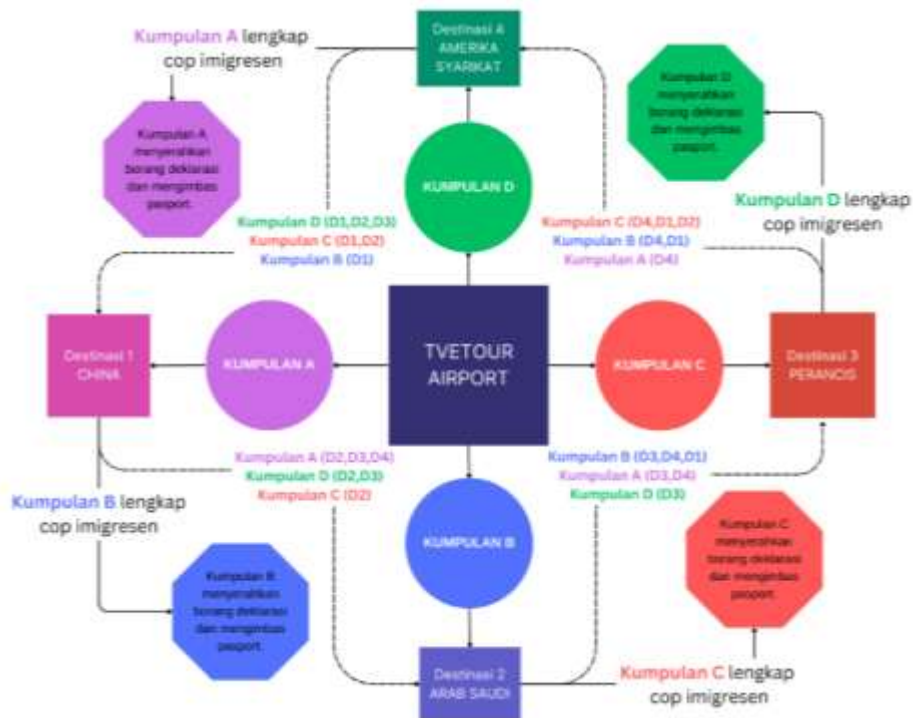


Rajah 3 Destinasi TVETOUR

Eksplorasi dianggap tamat setelah kumpulan peserta berjaya melengkapkan semua destinasi, mengimbas pasport di pusat pemeriksaan dan menyerahkan borang deklarasi berserta jawapan untuk penilaian di ruang ketibaan. Setelah selesai menjalani eksplorasi, semua pelajar berkumpul semula untuk mengikuti sesi refleksi. Dalam sesi ini, para pelajar diberi peluang untuk berkongsi pengalaman pembelajaran di samping memberikan komentar serta maklum balas mengenai pengembaraan yang telah disertai. Petugas dalam kalangan pensyarah bertanggungjawab memberikan ulasan terhadap perkara yang disampaikan oleh pelajar.

Secara keseluruhan, inovasi ini menggunakan bahan, peralatan dan senario yang realistik untuk membolehkan pelajar menimba pengalaman yang menarik serta menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna. TVETOUR melibatkan pelbagai tugas dalam bidang pelancongan dan menguji kefahaman pelajar melalui soalan uji minda yang berkaitan dengan program

pengajian untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menyeluruh. Penekanan terhadap nilai kerja berpasukan dan kerjasama dalam kalangan peserta juga dititikberatkan untuk memastikan pengembaraan dapat dilaksanakan dengan jayanya.



Rajah 4 Eksplorasi TVETOUR

10.0 Perbincangan Kajian

TVETOUR dihasilkan dengan ciri-ciri khusus yang berfungsi untuk meningkatkan keberkesanan program orientasi pelajar sekali gus melicinkan aspek pengurusan pelajar baharu bidang pelancongan di Kolej Komuniti. Realitinya, program orientasi yang berkesan berperanan untuk memudahkan proses adaptasi, memupuk integrasi sosial, meningkatkan pencapaian akademik dan menyediakan sokongan psikologi (Mohzana, 2024). Para pelajar berpeluang meneroka pengalaman langsung dalam pelbagai aktiviti berorientasikan pelancongan di samping mengukuhkan kefahaman mengenai sistem pengajian di Kolej Komuniti. Dengan mensimulasikan senario dunia sebenar, pelajar didorong untuk mempersiapkan diri untuk menimba ilmu dan mendepani cabaran sepanjang pengajian dalam bidang pelancongan.

Pelajar juga perlu mempraktikkan kemahiran insaniah seperti kemahiran komunikasi, kemahiran kerja berpasukan, kemahiran menyelesaikan masalah dan kemahiran membuat keputusan dalam eksplorasi TVETOUR. Kemahiran-kemahiran tersebut memainkan peranan yang penting dalam usaha meningkatkan kebolehpasaran pelajar selepas bergraduasi kelak (Md Sabil, A., Jamian, A. R., Othman, S., Said, R. R., Sulaiman, T., & Aminuddin, Z. N., 2021). Selain itu, elemen teknologi seperti RFID yang digunakan dalam proses imbasan pasport dapat menggambarkan dimensi dunia pelancongan dalam era digital. Pengintegrasian teknologi juga mampu menyemai keinginan untuk belajar dalam persekitaran pembelajaran yang interaktif (John Musoi, B.,

Letchumanan, T., Mohd Khairul Afnan bin Mustapha, Siti Nabilah binti Derahman, & Ronny, M. M., 2023).

Dari segi penggunaan, inovasi TVETOUR berpotensi diperluaskan fungsinya sebagai alat bantu mengajar bagi kursus-kursus dalam bidang pelancongan di institusi pendidikan TVET seluruh Malaysia. Sebagai contoh, beberapa kursus bidang pengajian yang mempunyai kaitan yang jelas boleh digabungkan dalam satu siri eksplorasi TVETOUR untuk menguji pengetahuan dan kemahiran pelajar. Penentuan destinasi, jenis tugas dan soalan uji minda juga boleh disesuaikan dengan silibus yang terkandung dalam kursus-kursus tersebut. Eksplorasi berasaskan pengalaman seperti ini berperanan untuk mengukuhkan hasil pembelajaran dan penguasaan ilmu dalam kalangan pelajar. Aktiviti eksplorasi secara maya juga mampu memberikan impak yang positif dalam usaha meningkatkan penglibatan dan pembelajaran pelajar (Rashid, S. N. M., Abdullah, S. Z., Makhtar, N., Jaafar, N. F., & Zuraimi, N. A., 2023).

TVETOUR juga sesuai dijadikan kit bagi memberikan pendedahan mengenai program pengajian bidang pelancongan yang ditawarkan oleh Kolej Komuniti kepada golongan sasaran khususnya pelajar sekolah menengah. Penyesuaian aktiviti dan tugas yang bertemakan pelancongan boleh dilaksanakan untuk mewujudkan perkongsian maklumat yang lebih efektif. Pendedahan awal kepada pelajar sekolah bertujuan untuk memupuk minat, sikap dan kecenderungan terhadap bidang pelancongan di samping mendorong mereka untuk melanjutkan pengajian ke peringkat sijil, diploma atau ijazah dalam bidang TVET.

Berdasarkan aspek yang dibincangkan, TVETOUR boleh dimanfaatkan bagi memenuhi keperluan aspek pengurusan dan PdP dalam sistem pendidikan TVET. Kajian lapangan perlu dijalankan untuk menguji sejauh mana penggunaan TVETOUR dalam pelbagai bidang pengajian yang bersesuaian. Dapatan kajian yang diperolehi akan memberikan perspektif yang lebih jelas berkaitan fungsi dan potensi inovasi TVETOUR dalam memantapkan proses pemindahan ilmu di Kolej Komuniti.

11.0 Kesimpulan

Kesimpulannya, TVETOUR merupakan suatu usaha untuk memantapkan pemindahan ilmu dalam bidang pelancongan di Kolej Komuniti. Inovasi ini bukan sahaja berhasrat untuk menyediakan persekitaran pembelajaran yang dinamik, malah memberi peluang kepada pelajar untuk mempraktikkan ilmu dan kemahiran secara sistematik demi membangunkan kualiti, nilai dan sahsiah diri. Pendekatan ini diharapkan dapat menggalakkan penglibatan pelajar secara aktif dan membina keyakinan sendiri untuk mendalami bidang pengajian di Kolej Komuniti. Inovasi ini akan melalui proses penambahbaikan dari semasa ke semasa dan usaha penyelidikan pada masa hadapan agar dapat dikembangkan secara meluas serta menyumbang ke arah pemerkasaan bidang TVET di Malaysia.

Rujukan

Barrera, F., Venegas-Muggli, J. I., & Nuñez, O. (2020). The Impact of Role-Playing Simulation Activities on Higher Education Students' Academic

- Results. *Innovations in Education and Teaching International*, 58(3), 305–315.
- Benko, E. and Peršolja, M. (2023). Nursing students' views of the impact of geriatric role-play workshops on professional competencies: survey. *BMC Nursing*, 22(1).
- Hardie, P., Murray, A., Jarvis, S., Redmond, C., Bough, A., Bourke, L., ... & Whelan, M. (2022). Experienced based co design: nursing preceptorship educational programme. *Research Involvement and Engagement*, 8(1).
- Humpherys, S. L., Bakir, N., & Babb, J. (2021). Experiential Learning to Foster Tacit Knowledge Through a Role Play, Business Simulation. *Journal of Education for Business*, 97(2), 119–125.
- John Musoi, B., Letchumanan, T., Mohd Khairul Afnan bin Mustapha, Siti Nabilah binti Derahman, & Ronny, M. M. (2023). HistoRace: Enhancing Distant Students' Collaboration and History Knowledge about Japanese Occupation in Sarawak through Technology and Gamified Learning. *Journal of Cognitive Sciences and Human Development*, 9(1), 1–17.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2017). Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education. *Experiential Learning & Teaching in Higher Education*, 1(1), 7–44.
- Kosicka, B., Ozdoba, P., Dziurka, M., Boczkowska, S., Machul, M., Chrzan-Rodak, A., ... & Dobrowolska, B. (2023). Experiential methods in ethical education of nursing and midwifery students. *Pielęgniarstwo Xxi Wieku / Nursing in the 21st Century*, 22(3), 195–207.
- Lichao, Wang. (2023). The Impact of Student-Centered Learning on Academic Motivation and Achievement: A Comparative Research between Traditional Instruction and Student-Centered Approach. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 22:346–353.
- Md Sabil, A., Jamian, A. R., Othman, S., Said, R. R., Sulaiman, T., & Aminuddin, Z. N. (2021). Penerapan Kemahiran Insaniah bagi Domain Afektif Kemahiran Komunikasi, Sepanjang Hayat, Sosial dan Kepimpinan untuk Kemenjadian Siswa Universiti. *PENDETA: Journal of Malay Language, Education and Literature*, 12(1), 105–119.
- Mohzana. (2024). The Impact of the New Student Orientation Program on the Adaptation Process and Academic Performance. *International Journal of Educational Narrative*, 2(2), 169–178.
- Özden, M. (2024). Content and Thematic Analysis Techniques in Qualitative Research: Purpose, Process and Features. *Qualitative Inquiry in Education: Theory & Practice*, 2(1), 64–81.

- Pickard, L., Brunton, J., McKenna, J., & Utle, A. (2020). Aiding Transition to University Through an Outdoor Orientation Program: Accelerated Friendships. *Journal of College Orientation, Transition, and Retention*, 27(2).
- Rashid, S. N. M., Abdullah, S. Z., Makhtar, N., Jaafar, N. F., & Zuraimi, N. A. (2023). Effectiveness of Virtual Explorace Game Towards Students' Performance in Physics Subject During PreDiploma Programme. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 49–59.
- Xinhua, Hu. (2020). Coping with University Students' Boredom in Classroom: A Behavioral Perspective. *International Research in Education*, 8(2):33-42.

P5-DESIGN AND VALIDATION OF A STAND-ALONE SOLAR PV SYSTEM FOR NIGHT FARMING

Nurul Huda Jamil,
Politeknik Port Dickson
nurul_huda@polipd.edu.my

Suhaida Abdul Halim,
Politeknik Port Dickson
suhaida@polipd.edu.my

Nor Azam Haji Kamisan
Pumar Solar Power Sdn. Bhd, Negeri Sembilan
norazam@pumarsolarpower.com

ABSTRACT

This study presents the design and implementation of a stand-alone solar photovoltaic (PV) system to meet the electricity demand for night farming activities in Serdang, Malaysia. Using the intuitive method, the system was designed based on site-specific solar radiation data and precise load demand analysis. The final system comprising nine 455 W PV panels, a 5 kW inverter, and a 12 V, 2000 Ah battery bank with three-day autonomy—proved capable of delivering 13.5 kWh/day, ensuring reliable operation during nighttime and periods of low sunlight. Field validation confirmed the system's ability to consistently meet agricultural energy demands, reduce reliance on diesel generators, and support sustainable farming practices. Beyond addressing local needs, the approach provides a practical framework for small-scale and rural applications in other tropical regions where resources and data availability may be limited. Future research could explore economic optimization, integration with smart monitoring, and scalability for larger agricultural operations.

Keywords: Stand-alone PV system, night farming, sustainable agriculture.

1.0 Introduction

The agricultural sector is increasingly challenged by rising energy costs and the environmental consequences of fossil fuel dependence. Reliable access to electricity is essential, particularly for night farming activities such as irrigation, planting, and post-harvest handling. In rural Malaysia, meeting this energy demand remains difficult, as many farmers still depend on diesel generators, which are costly to operate, environmentally harmful, and ultimately unsustainable.

Solar photovoltaic (PV) systems offer a promising alternative due to Malaysia's high solar potential and the declining cost of PV technologies. Unlike grid-dependent systems, stand-alone PV systems integrate energy storage, enabling farmers to access electricity even during nighttime or periods of low sunlight (Ali & Salih, 2013). This makes them particularly suitable for agricultural applications where continuous and reliable power supply is critical.

Despite these advantages, the adoption of stand-alone PV systems for agriculture in Malaysia remains limited. Most existing initiatives emphasize grid-connected PV or greenhouse applications, while night farming—where energy reliability is most crucial—has received comparatively little research attention (Choong, Lim, Tan, & Ahmad, 2025; Ember, 2023).

Therefore, this study aims to design and validate a stand-alone solar PV system specifically for night farming operations in Serdang, Malaysia. The objectives are threefold: (i) to analyse the energy requirements of night farming activities, (ii) to size and configure system components including PV modules, batteries, charge controllers, and inverters, and (iii) to evaluate the system's feasibility as a sustainable and replicable model for rural agricultural applications in tropical regions.

In previous studies, analytical methods have frequently been applied for the design and sizing of stand-alone solar PV systems because they enable precise and highly optimized outcomes. Nevertheless, such methods often demand comprehensive input data, advanced computational tools, and considerable technical expertise, which may not always be accessible in practical settings. For this study, the intuitive method is adopted as the design approach, given its simplicity, practicality, and suitability in contexts where data availability is limited, resources are constrained, or rapid system development is required. This approach is particularly advantageous for small-scale applications, remote agricultural sites, and early-stage feasibility studies, where ease of implementation is prioritized over analytical precision.

Accordingly, this paper outlines a systematic framework for designing a stand-alone PV system tailored to night farming applications. Section 2 reviews the fundamentals of stand-alone PV systems. Section 3 details the design methodology based on the intuitive method. Section 4 presents the system design and case study in Serdang, Malaysia. Finally, Section 5 concludes with the main findings and implications of the study.

2.0 Stand-Alone Photovoltaic Systems

The general configuration of stand-alone solar PV power system is given in Fig. 1. A stand-alone system based upon solar power comprises of a PV panels array to collect solar energy, a charge controller as a control unit, a battery as a storage device and an inverter for DC/AC conversion for AC loads.

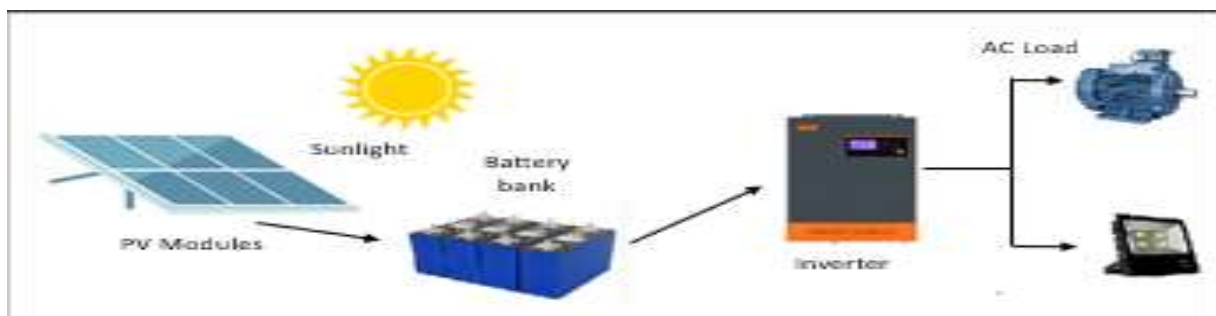


Figure 1: Stand-Alone Solar PV Power System

3.0 Design and Sizing Procedures

A practical approach introduced in this section for designing and sizing a Stand-Alone PV system is based on the intuitive method. This study adopts a structured design and validation process to develop a stand-alone solar photovoltaic (PV) system for night farming applications in Serdang, Malaysia. The methodology consists of five major stages: site assessment, load demand

analysis, system design and sizing, simulation and optimization, and performance validation.

3.1 Site Assessment and Surveying

Solar radiation data is the key point for the planning and sizing of the PV systems, which is extracted through the calculation of the amount of the solar radiation for each square meter per day in the selected area. Solar insolation is a measure of solar irradiance reaches a PV surface at any given time. Solar energy available in each location is expressed as kWh/m²/day. This is commonly referred as Peak Sun Hours (PSH). The characteristics of the site from the solar energy resource point of view are very important for the designing and installation of a stand-alone solar PV system.

3.2 Load Demand Analysis

This is the fundamental step in designing a stand-alone solar PV system for a home or office or any other building is to calculate the total energy demand on daily basis. Load and the running time vary from appliance to appliance. The energy consumption demand of individual load in wH (watt-hours) is calculated by multiplying the appliance's load power with its time of use as:

$$E_i = P_i \times T_u \quad (1)$$

Whereas:

- E_i represents the energy demand per day of individual load in watt-hours
- P_i represents the rating of individual load in watts
- T_u represents the time of use of that load in per day in hours.

Thus, the total energy demand in wH on daily basis is calculated by adding the individual load demand of each appliance in per day, mathematically expressed as:

$$E_T = \sum E_i = \sum (P_i \times T_u) \quad (2)$$

Whereas:

- E_T represents the total energy demand in per day of all the load in watt-hours.

3.3 System Design and Sizing

The technical design considerations for a stand-alone or off-grid solar photovoltaic system differs from those adopted for a grid connected system. The photovoltaic system must have the capacity to charge the battery bank enough so that the appliances keep operating. Therefore, it should incorporate an adequate amount of battery storage to provide the power at nights, other low sunshine times and for a certain number of days and nights in a row when the sun is not available. Therefore, the following technical considerations for the sizing of photovoltaic array, charge controller, battery bank inverter and cable for the connection of these components are very important for designing an optimal solar PV system for stand-alone application.

a. Sizing of the PV Array

The different size of PV panels or modules produce different amount of power according to their market availability. Generally, they are rated in peak-watts which depends on their module size and the weather conditions of the selected

location of site. Therefore, to calculate the size and number of PV modules needed for specific loads, the rated peak-watts produced by the chosen panel is required.

The different size of PV panels or modules produce different amount of power according to their market availability. Generally, they are rated in peak-watts which depends on their module size and the weather conditions of the selected location of site. Therefore, to calculate the size and number of PV modules needed for specific loads, the rated peak-watts produced by the chosen panel is required. Thus, the total size of solar panels or PV array against specific load demand is calculated.

$$P_{t-pv} = \frac{E_{Ty}}{PSH(k_{deration})(\eta_{Sys})} \quad (3)$$

Whereas:

- P_{t-pv} represents the complete size of PV array in watts.
- $K_{deration}$ includes mismatch factor (k_{mm}), temperature power average factor (k_{temp}) and dirt factor (k_{dirt})
- η_{Sys} represents efficiency of the system

k_{temp} and average module temperature, T_{cell} can be calculated by using:

$$k_{temp} = 1 + \left[\left(\frac{\partial}{100} \right) (T_{cell} - T_{stc}) \right] \quad (4)$$

$$T_{cell} = T_{amb} + \left[\left(\frac{NOCT - 20}{800} \right) \right] (G) \quad (5)$$

$$T_{cell} = T_{amb_ave_max} + 25^\circ \quad (6)$$

Whereas:

- ∂ is temperature coefficient of power.
- $T_{amb_ave_max}$ is average maximum ambient temperature.

Hence, the number of PV modules or panels required against the total size of PV array in (3) or (4) is computed using the peak-watts of the chosen panel size on market availability.

$$\begin{aligned} T_{cell} &= T_{amb} + \left[\left(\frac{NOCT - 20}{800} \right) \right] (G) \\ &= 20 + \left[\left(\frac{(45+2)-20}{800} \right) \right] (800) = 47 \\ k_{temp} &= 1 + \left[\left(\frac{-0.34}{100} \right) (47 - 25) \right] = 0.9252 \\ P_{t-pv} &= \frac{4.93MW}{(1751.14)(0.9252)(0.85)} = 3.5813kW \end{aligned}$$

Various parameters like efficiency and numbers of modules etc. are calculated. This will help in making a comparative and guide us to choose the best from the whole lot.

$$N_{min_module} = r. u \left[\frac{P_{array}}{P_{module_stc}} \right] \quad (7)$$

$$N_{min_module} = r. u \left[\frac{3.5813kW}{455W} \right] \approx 8$$

b. Sizing of the Charge Controller

Generally, two major problems with the batteries are overcharging and undercharging. These problems can be overcome by balancing the charging of batteries by utilizing a solar charge controller of accurate size between the batteries and solar array. The solar charge controller also called solar charge regulator is basically a voltage and/or current regulator that controls the current and voltage from PV panels to batteries and rejects the back current toward the solar modules. The size of a solar charge controller is rated in current and voltage. The value of current rating is calculated using the short circuit current rating of selected PV modules. While the value of voltage rating is the same as the nominal voltage of batteries or a battery. Thus, the ampere size or current rating of solar charge controller is calculated mathematically.

$$I_{SCC} = I_{SC} \times 1.3 \quad (8)$$

Whereas:

- I_{SCC} represents the size of solar charge controller in amperes.
- I_{SC} represents the short circuit current rating of selected PV unit.
- The value 1.3 represents the safety factor.

c. Sizing of the Battery Bank

In solar photovoltaic system, batteries used to store electricity generated during day light hours for later use. Rechargeable batteries are required for this purpose. Generally, lead acid and cadmium batteries are used. These batteries are available in variety of types whose suitability for solar systems varies a lot.

$$\text{Battery Capacity (Ah)} = \frac{E_t \times \text{Day of autonomy}}{0.85 \times 0.6 \times \text{nominal battery voltage}} \quad (9)$$

Whereas:

- E_t represents the total energy demand in per day of all the load in watt-hours.
- The value 0.85 represents the battery loss.
- The value 0.6 represents the depth of discharge.

d. Sizing of the Inverter

The inverter is a device that is used to convert the DC power to an AC power. Normally, the appliances operate on AC power. While the solar modules generate DC power that is stored in batteries. Therefore, an inverter of optimum size is used in between the batteries and AC loads to convert the stored DC power in batteries to AC power to run the AC appliances. The size of the inverter is optimized based upon PV array output which considers the total load. The output capacity of the inverter, for a stand-alone system, must be high enough to support the peak load power demand. Therefore, its size should be 20-30 % higher than the total power of all the running load for ensuring safety. Moreover, in the case of an appliance has a motor or a compressor for its working, then the size of inverter should be considered 3-5 times greater than the power demand of that appliance. Thus, the size of inverter is mathematically calculated:

$$VA_{inv} = VA_{t-load} \times 30\% \quad (10)$$

Whereas:

- $(VA)_{inv}$ represents the rating of inverter in volt-ampere.
- $(VA)_{t-load}$ represents the total electrical load in voltampere.
- The value 30% represents the safety factor.

3.4 Simulation and Optimization

The system configuration was simulated using standard PV design equations and validated against manufacturer datasheets. Efficiency losses due to temperature, mismatch, and dust were incorporated in the calculations. Comparative evaluation of alternative system sizes was carried out to optimize cost-effectiveness without compromising reliability.

3.5 Implementation and Validation

A prototype system was assembled and tested on-site. Performance validation involved monitoring the system's ability to supply continuous power for the identified loads during nighttime. Key performance indicators included ability to meet daily load demand (13.5 kWh/day), reliability under three-day autonomy condition and efficiency of PV conversion, battery storage, and inverter operation. The results from validation were compared against the design specifications to confirm feasibility and sustainability of the proposed system.

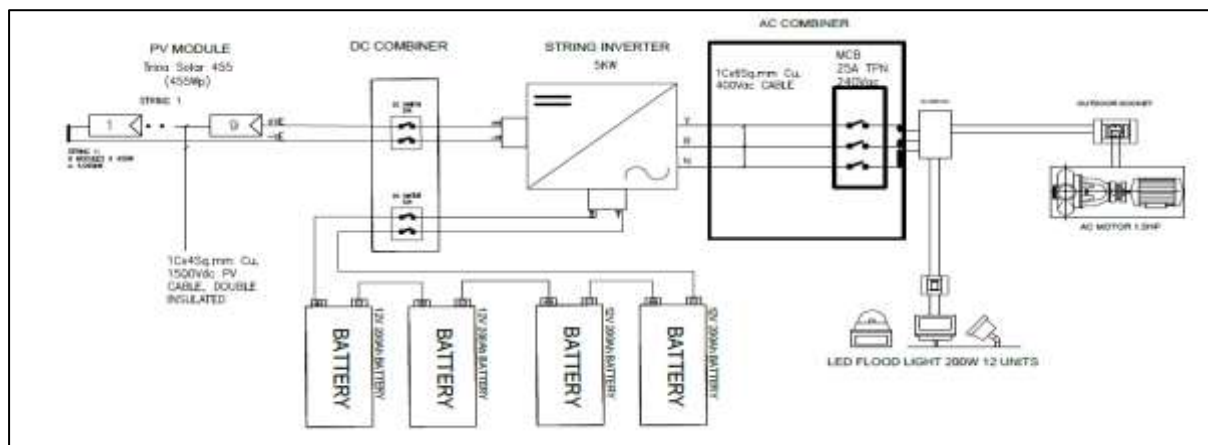


Figure 2: Single line diagram of proposed stand-alone PV

4.0 A Case Study of Stand-Alone PV Design

Data taken for the observation taken from Gaisma based at Putrajaya which is the nearest based to Serdang. Fig. 3 shows the monthly average of daily solar radiation, while the monthly solar radiation is shown in Fig. 4. The proposed farm is shown in figure 5. PSH for one year is 1751.14H where the value of $H=1751.14\text{kWh/m}^2$.

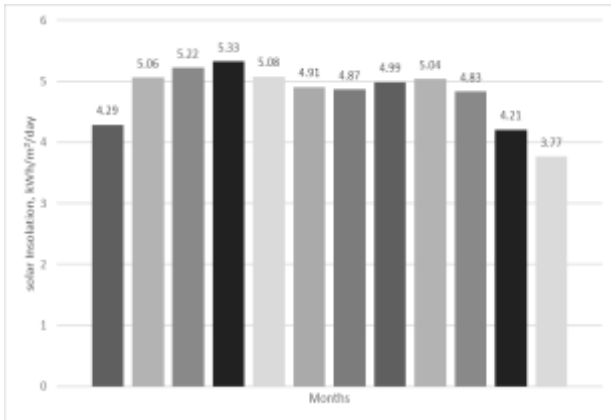


Figure 3: Monthly average of daily

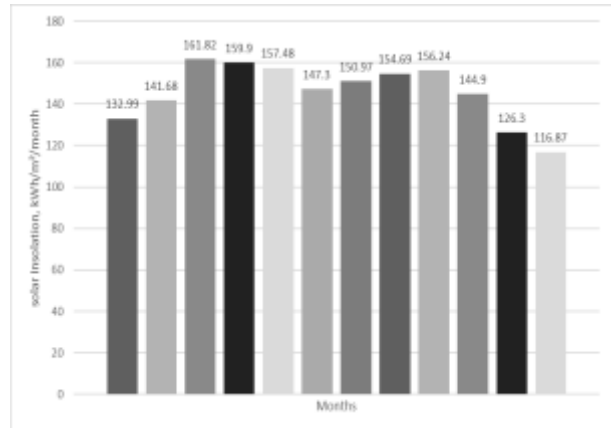


Figure 4: Yearly average of monthly



Figure 5: Google image for proposed farm in Serdang, Malaysia

One of the aims and objective of this work is to provide practical calculation needed to give Stand-alone Photovoltaic system power for night farming load at the sites. For that purpose, the load of each lamp or appliance is measured in watts and the time of use or operation of that appliance is considered in hours. The daily energy consumption in the proposed site is 13.5 kWh, as shown in Table 1.

Table 1: Total energy demand

Appliances	Voltage	Quantity	Actual Load (W) (P_i)	Total Load (W)	Operating time (hours/day) (T_u)	Watts-hour/day (E_i)
LED Light	175 – 240 V	12	200	2400	5 hours	12000
Socket outlet	240 V	1	756	756	2 hours	1512
Total Load (Watts)				3156		
Total Watt-Hour/Day (E_T)						13512
Total Watt-Hour/Year (E_{Ty})						4.932M

Nine panel of 455W Trina is proposed to be used based on the calculation on eq. 7. Researcher used module type from Trina solar with capacity of 455W per panel. Referring to Eq 9. total ampere-hours required 6623 Ah; so, the battery used rated 12V 2000 Ah 4 pieces. This battery bank capacity can run the system for 3day autonomy. In this case of an appliance has a motor or a compressor for its working, then the size of inverter should be considered 3-5 times greater than the power demand of that appliance, the researcher used 5kW inverter based on Eq 10.



Figure 6: Proposed panel solar to install.

5.0 Conclusions

This paper presented the design and validation of a stand-alone solar PV system tailored to the energy needs of night farming in Serdang, Malaysia. Using the intuitive method, the system was designed based on site-specific solar radiation data and precise load demand analysis. The final system comprising nine 455 W PV panels, a 5-kW inverter, and a 12 V, 2000 Ah battery bank with three-day autonomy proved capable of delivering 13.5 kWh/day, ensuring reliable operation during nighttime and periods of low sunlight. Field validation confirmed the system's ability to consistently meet agricultural energy demands, reduce reliance on diesel generators, and support sustainable farming practices. Beyond addressing local needs, the approach provides a practical framework for small-scale and rural applications in other tropical regions where resources and data availability may be limited. Future research could explore economic optimization, integration with smart monitoring, and scalability for larger agricultural operations.

References

- Abu Shufian, A., Rahman, M., & Hossain, M. (2023). Design and simulation of standalone solar Agri-PV system in Bangladesh: A case study. *ResearchGate*. Diperoleh daripada <https://www.researchgate.net/publication/376133525>
- Ali, M. M., & Salih, S. K. (2013). A Visual Basic-based tool for design of stand-alone solar power systems. *Energy Procedia*, 36, 1255–1264. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.143>
- Choong, M. Y., Lim, S., Tan, W. C., & Ahmad, F. (2025). Effect on power generation and PPFD availability within PV-powered greenhouse with single-line PV array in Malaysia. *ResearchGate*. Diperoleh daripada <https://www.researchgate.net/publication/391946293>
- Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., & Ferard, Y. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use:

- Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10), 2725–2732. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>
- Ember. (2023). *Solar and grid flexibility critical for Malaysia's clean energy transition*. Ember Energy. Diperoleh daripada <https://ember-energy.org/latest-insights/solar-and-grid-flexibility-critical-for-malaysia>
- Lappalainen, K., & Voutilainen, S. (2022). Sizing of energy storage systems for ramp rate control of photovoltaic strings. *Renewable Energy*, 196, 1366–1375. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.089>
- POW-HV Series. (n.d.). *User's manual & specifications for 5.5 kVA hybrid inverter/charger with built-in MPPT solar controller*. Diperoleh daripada <https://pow-hv.com>
- Trina Solar Co., Ltd. (2024). *Vertex S JKM455N-7RL3 photovoltaic module datasheet*. (455 Wp, 20.26% efficiency). Diperoleh daripada https://www.trinasolar.com/sites/default/files/202401/Datasheet_Vertex_S_JKM455N-7RL3_EN.pdf
- Universal Power Group (UPG). (n.d.). **UB2000 12 V 2000 Ah deep-cycle battery datasheet*. Diperoleh daripada <https://www.upgi.com>

P6 -KAJIAN KEBERKESANAN INOVASI EASY KOS PELAKSANAAN PROJEK (KPP) DALAM MENINGKATKAN KEFAHAMAN PENGIRAAN KOS PELAKSANAAN PERNIAGAAN TERHADAP PELAJAR KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT DAN USAHAWAN AIM CAWANGAN SEGAMAT

Rusnani Yahya
Kolej Komuniti Segamat
rusnani@kkseg.edu.my

Normalini Mohd Yasin
Kolej Komuniti Segamat
normalini@kkseg.edu.my

Yokana Veliapandian
Kolej Komuniti Segamat
yokana@kkseg.edu.my

Abstrak

Penguasaan kemahiran menyediakan pengiraan kos projek perniagaan merupakan elemen penting dalam pendidikan keusahawanan. Walau bagaimanapun, pelajar Kolej Komuniti dan usahawan mikro sering berdepan cabaran dalam menghasilkan pengiraan yang tepat dan sistematik. Kajian ini menilai keberkesanan inovasi Easy Kos Pelaksanaan Projek (Easy KPP), sebuah aplikasi berasaskan Microsoft Excel yang dibangunkan untuk memudahkan pengiraan kos perniagaan. Kajian menggunakan reka bentuk tinjauan kuantitatif dengan melibatkan 80 responden iaitu 60 pelajar Kolej Komuniti Segamat dan 20 usahawan Amanah Ikhtiar Malaysia (AIM) Cawangan Segamat. Instrumen utama ialah soal selidik berstruktur yang menilai aspek penerimaan, kefahaman, interaktiviti dan keberkesanan Easy KPP sebagai bahan bantu pengajaran. Dapatan kajian menunjukkan bahawa Easy KPP membantu meningkatkan kefahaman responden terhadap komponen kos, menjimatkan masa, mengurangkan kesilapan pengiraan serta meningkatkan motivasi pembelajaran. Nilai skor min keseluruhan berada pada tahap tinggi (3.5–3.6). Analisis tematik daripada soalan terbuka turut mengesahkan keberkesanan inovasi ini, di mana responden menyifatkan Easy KPP sebagai mudah difahami, menyeronokkan, serta meningkatkan keyakinan mereka. Implikasi kajian ini membuktikan bahawa Easy KPP berpotensi diperluas penggunaannya ke institusi TVET lain, serta dikembangkan ke dalam versi aplikasi mudah alih bagi meningkatkan keberkesanan PdP dan latihan komuniti.

Kata Kunci: Easy KPP, Inovasi pendidikan, Keusahawanan, TVET, Kos pelaksanaan projek

1.0 Pengenalan

Dalam landskap pendidikan abad ke-21, keupayaan pelajar menguasai kemahiran keusahawanan bukan sahaja terletak pada kreativiti dan inovasi, tetapi juga kecekapan mengurus kos projek perniagaan secara sistematik. Kajian lepas menunjukkan bahawa kelemahan dalam literasi kewangan merupakan antara faktor utama kegagalan usahawan kecil mengekalkan kelangsungan perniagaan mereka. Kesilapan pengiraan bukan sahaja menjejaskan perancangan kewangan, malah memberi kesan terhadap strategi

perniagaan dan potensi keuntungan. Mengambil kira cabaran ini, inovasi Easy KPP dibangunkan bagi membantu pelajar dan usahawan komuniti menyediakan pengiraan kos projek dengan lebih tepat, cepat dan mesra pengguna. Easy KPP memanfaatkan fungsi automasi Excel dengan memasukkan komponen asas kos seperti aset tetap, operasi, pentadbiran, pemasaran dan kos luar jangka. Sebagai alat bantu PdP, Easy KPP menyokong pendekatan pembelajaran sendiri dan interaktif, sekali gus meningkatkan keyakinan pelajar serta mengurangkan kebergantungan terhadap pengiraan manual.

Objektif kajian ini adalah untuk menilai keberkesanan Easy KPP dalam meningkatkan kefahaman pelajar Kolej Komuniti Segamat dan usahawan AIM terhadap pengiraan kos projek, membandingkan perbezaan antara kedua-dua kumpulan, serta mendapatkan cadangan penambahbaikan inovasi.

2.0 Kajian Literatur

Keusahawanan ditakrifkan sebagai proses dinamik yang melibatkan inovasi, pengurusan risiko serta penciptaan nilai ekonomi (Ratten, 2023). Dalam konteks usahawan mikro, kelemahan literasi kewangan sering dikaitkan dengan kegagalan mengurus kos perniagaan (Mustapha, Ahmad, & Yunus, 2020). Oleh itu, pembangunan alat bantu seperti Easy KPP boleh menyokong usahawan membuat keputusan kewangan yang lebih berkesan.

UNESCO-UNEVOC (2021) menekankan bahawa pendigitalan dalam TVET menjadi pemacu penting dalam penyediaan tenaga kerja abad ke-21. Kajian tempatan mendapati modul keusahawanan berasaskan digital meningkatkan motivasi pelajar serta membentuk kemahiran praktikal (Sharuddin & Aniah, 2025). Easy KPP, sebagai aplikasi digital, selari dengan trend ini kerana ia menghubungkan teori keusahawanan dengan aplikasi sebenar.

Microsoft Excel telah lama digunakan dalam bidang latihan kewangan kerana fleksibiliti dan fungsi automasinya (O'Kelly, 2023). Kajian menunjukkan latihan berasaskan Excel meningkatkan kesediaan kerja pelajar dalam bidang kewangan (Kirsten, 2025). Easy KPP membuktikan potensi Excel untuk diolah sebagai inovasi pendidikan kreatif. Kolej Komuniti di Malaysia memainkan peranan besar dalam memperkasakan masyarakat melalui program Pembelajaran Sepanjang Hayat (PSH), termasuk latihan untuk ibu tunggal dan usahawan mikro (Kementerian Pengajian Tinggi [KPT], 2021). Dalam konteks komuniti berpendapatan rendah, Amanah Ikhtiar Malaysia (AIM) menyediakan pinjaman mikro dan latihan asas keusahawanan (Razak, Aziz, & Ibrahim, 2020). Easy KPP berpotensi menjadi modul tambahan yang menyokong kelangsungan perniagaan melalui pengurusan kos yang lebih sistematik.

3.0 Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbentuk tinjauan. Responden terdiri daripada 60 pelajar Kolej Komuniti Segamat yang mengikuti kursus keusahawanan serta 20 usahawan AIM Cawangan Segamat, menjadikan jumlah keseluruhan seramai 80 orang. Kaedah persampelan bertujuan digunakan kerana responden dipilih berdasarkan penglibatan langsung dalam pengajaran keusahawanan atau latihan komuniti. Instrumen utama ialah soal selidik berstruktur yang merangkumi empat bahagian: demografi responden, penerimaan terhadap reka bentuk Easy KPP, keberkesanan dalam PdP, dan cadangan penambahbaikan. **Skala Likert empat mata digunakan untuk**

menilai tahap penerimaan dan keberkesanan kerana ia membantu mengurangkan kecenderungan responden memilih jawapan neutral serta memaksa pilihan yang lebih jelas antara setuju dan tidak setuju (Landell, 1997; Rahi, 2021).

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif (min, peratusan, sisihan piawai) dengan bantuan SPSS. Bagi item terbuka, analisis tematik digunakan untuk mengenal pasti pola cadangan responden. Nilai Cronbach's Alpha melebihi 0.70 menunjukkan soal selidik ini mempunyai tahap kebolehpercayaan yang baik (Hair, Page, & Brunsveld, 2022).



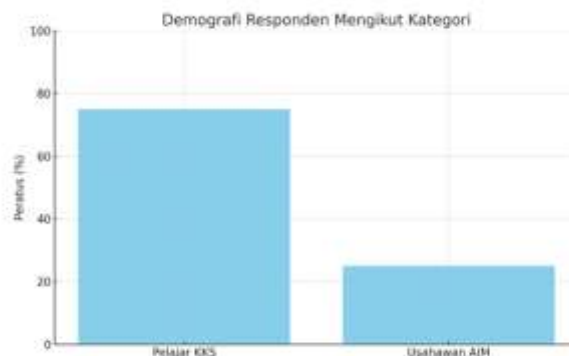
Rajah 1 : Metodologi Kajian

4.0 Dapatan Kajian dan Perbincangan

Bahagian ini membentangkan hasil dapatan kajian mengenai keberkesanan Easy KPP dalam kalangan pelajar Kolej Komuniti Segamat dan usahawan AIM. Dapatan merangkumi analisis demografi responden, tahap penerimaan inovasi, keberkesanan PdP, kebolehan menyediakan kos projek serta analisis kualitatif.

4.1 Bahagian A: Maklumat Latar Belakang Responden

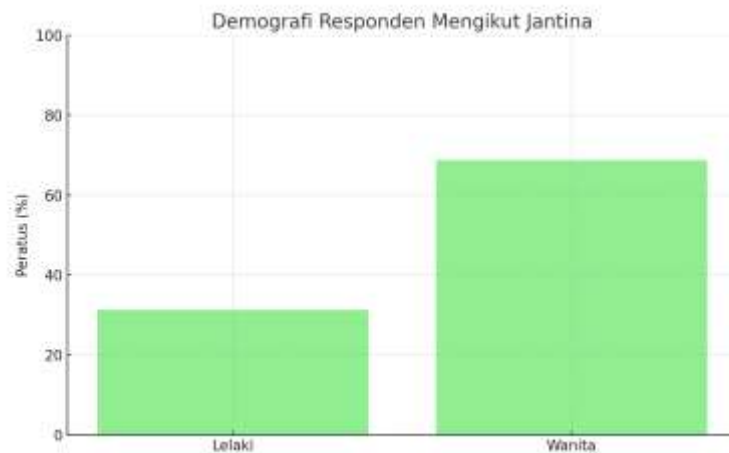
Bahagian ini membincangkan maklumat latar belakang responden kajian. Kajian ini melibatkan 80 responden yang terdiri daripada 60 orang pelajar Kolej Komuniti Segamat (75%) dan 20 orang usahawan AIM Cawangan Segamat (25%). Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2, majoriti responden adalah pelajar. Dapatan ini selari dengan objektif kajian yang menilai keberkesanan Easy KPP dalam kalangan pelajar Kolej Komuniti, namun penglibatan usahawan AIM turut memberi perspektif tambahan daripada kumpulan komuniti sebenar.



Rajah 2: Taburan Responden Mengikut Kategori

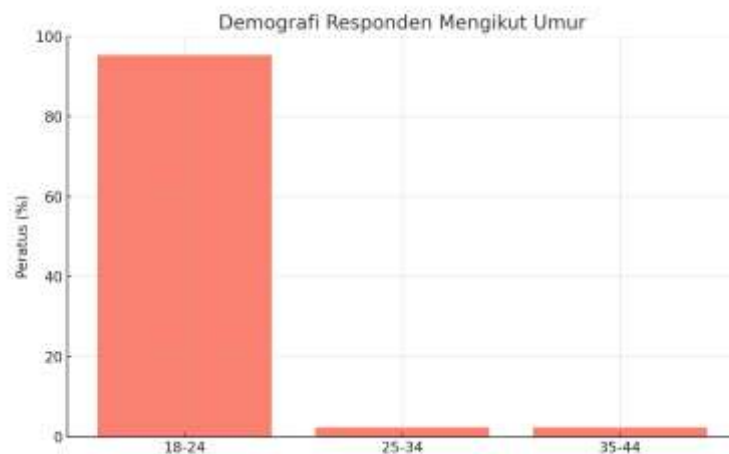
Dari segi jantina, majoriti responden adalah wanita iaitu 55 orang (68.8%) berbanding lelaki seramai 25 orang (31.3%). Rajah 3 menunjukkan peratusan

ini yang jelas memperlihatkan dominasi responden wanita dalam kajian. Dapatan ini mencerminkan trend semasa di mana penglibatan wanita dalam pendidikan dan keusahawanan semakin meningkat.



Rajah 3: Taburan Responden Mengikut Jantina

Rajah 4 pula menunjukkan taburan umur responden. Majoriti responden (95.3%) adalah dalam lingkungan umur 18–24 tahun. Hanya sebilangan kecil responden berada pada umur 25–34 tahun (2.4%) dan 35–44 tahun (2.4%). Ini menggambarkan bahawa kajian ini lebih memfokuskan kepada generasi muda, walaupun responden dewasa daripada AIM turut memberi nilai tambah terhadap kajian.

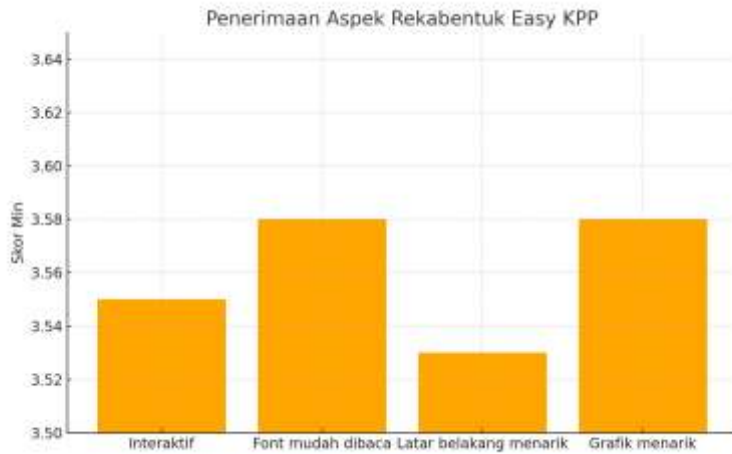


Rajah 4: Taburan Responden Mengikut Umur

4.2 Bahagian B: Penerimaan Inovasi Easy KPP

Dapatan menunjukkan bahawa tahap penerimaan inovasi Easy KPP adalah tinggi bagi semua aspek. Analisis dibahagikan kepada tiga dimensi iaitu rekabentuk, kandungan, dan mesra pengguna.

Rajah 5 menunjukkan skor min bagi aspek rekabentuk. Nilai min antara 3.53 hingga 3.58 membuktikan bahawa pengguna berpuas hati dengan interaktiviti, font, latar belakang, dan grafik Easy KPP. Item dengan skor tertinggi ialah font mudah dibaca dan grafik menarik.



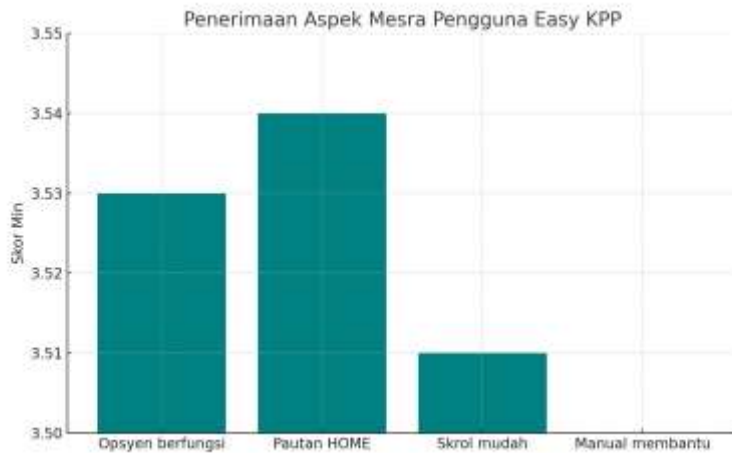
Rajah 5: Penerimaan Aspek Rekabentuk Easy KPP

Rajah 6 menunjukkan tahap penerimaan bagi aspek kandungan Easy KPP. Nilai min antara 3.58 hingga 3.63 menandakan bahawa format kos yang lengkap dan penggunaan Excel sangat membantu pelajar. Item tertinggi ialah format kos lengkap (3.63).



Rajah 6: Penerimaan Aspek Kandungan Easy KPP

Rajah 7 menunjukkan penerimaan aspek mesra pengguna dengan skor min antara 3.50 hingga 3.54. Walaupun manual penggunaan berada pada skor terendah, ia masih dinilai tinggi oleh responden.



Rajah 7: Penerimaan Aspek Mesra Pengguna Easy KPP

4.3 Bahagian C: Keberkesanan Easy KPP

Rajah 8 menunjukkan keberkesanan Easy KPP dalam proses PdP. Semua item berada pada tahap tinggi dengan skor min tertinggi adalah kemampuan mengaitkan teori dengan situasi sebenar (3.57).



Rajah 8: Keberkesanan Easy KPP dalam PdP

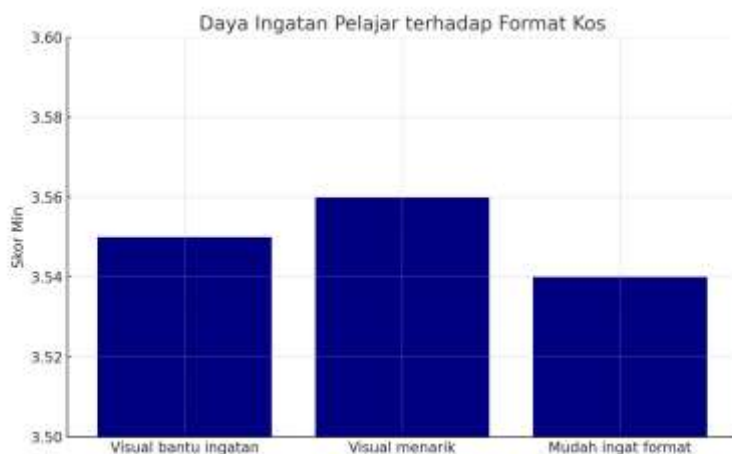
Rajah 9 pula menggambarkan kebolehan Easy KPP dalam membantu menyediakan kos projek. Skor min tertinggi ialah item yang menilai Easy KPP memberi kelainan dalam pembelajaran (3.58).



Rajah 9: Kebolehan Menyediakan Kos Projek

4.4 Bahagian D: Ingatan dan Minat

Rajah 10 menunjukkan dapatan berkaitan daya ingatan. Skor min antara 3.54 hingga 3.56 menunjukkan bahawa visual dalam Easy KPP berkesan membantu pelajar mengingati format kos pelaksanaan projek.



Rajah 10: Daya Ingatan Pelajar terhadap Format Kos

Akhir sekali, Rajah 11 menunjukkan keseronokan dan minat pelajar. Semua item pada tahap tinggi dengan skor min tertinggi ialah peningkatan motivasi (3.58). Dapatan ini membuktikan bahawa Easy KPP bukan sahaja membantu kefahaman, malah meningkatkan minat belajar.



Rajah 11: Keseronokan dan Minat Belajar Menggunakan Easy KPP

4.5 Bahagian E: Cadangan Penambahbaikan Easy KPP

Selain analisis deskriptif, kajian ini turut mengumpul pandangan responden melalui soalan terbuka. Hasil analisis tematik menunjukkan beberapa tema utama yang dapat dirumuskan seperti berikut:

i. Kemudahan dan Kefahaman

Responden menekankan bahawa Easy KPP mudah digunakan dan difahami. Antara maklum balas yang diberikan termasuklah ungkapan seperti 'senang untuk difahami', 'mempercepatkan proses pengiraan kos projek', dan 'memudahkan kerja pelajar'. Hal ini membuktikan bahawa Easy KPP berjaya mencapai objektif utama sebagai platform mesra pengguna.

ii. Meningkatkan Keyakinan dan Minat

Responden turut menyatakan mereka lebih yakin dan bersemangat mengikuti pengajaran apabila menggunakan Easy KPP. Antara kata kunci yang muncul ialah 'seronok', 'tidak membosankan', dan 'meningkatkan daya ilmu dalam perniagaan'. Elemen interaktif seperti visual, susun atur teratur, dan fungsi automasi menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan.

iii. Kepuasan Penggunaan

Hampir semua responden menyatakan kepuasan terhadap penggunaan Easy KPP. Perkataan seperti 'puas hati', 'sangat puas hati', dan 'bagus' sering diulang dalam maklum balas mereka. Malah, terdapat responden yang menyatakan bahawa Easy KPP membantu mereka menyiapkan tugas dengan lebih cepat dan sistematik.

iv. Cadangan Penambahbaikan

Walaupun majoriti responden tidak memberikan cadangan tambahan, sebahagian kecil mencadangkan beberapa penambahbaikan seperti meningkatkan visual dan reka bentuk latar belakang agar lebih interaktif, menambah contoh situasi sebenar dalam modul, memasukkan Easy KPP secara rasmi dalam kurikulum pembelajaran dan mengadakan aktiviti tambahan atau ganjaran seperti cabutan bertuah bagi meningkatkan motivasi pelajar.

Secara keseluruhan, dapatan tematik ini mengukuhkan hasil analisis kuantitatif dengan menunjukkan penerimaan tinggi terhadap Easy KPP. Responden bukan sahaja berpuas hati dengan keberkesanan inovasi ini, malah turut mengiktiraf potensinya sebagai bahan bantu mengajar yang sesuai digunakan secara lebih meluas dalam proses PdP di Kolej Komuniti dan komuniti usahawan.

4.5 Analisis Kualitatif

Responden menggambarkan Easy KPP sebagai mudah difahami, menyeronokkan, meningkatkan keyakinan dan memudahkan tugas. Cadangan penambahbaikan termasuk menambah elemen visual interaktif, mengintegrasikan contoh situasi sebenar, serta membangunkan versi aplikasi mudah alih.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

Kajian ini merumuskan bahawa Easy KPP merupakan inovasi pendidikan berimpak tinggi dalam meningkatkan kefahaman pelajar dan usahawan terhadap pengiraan kos projek perniagaan. Ia terbukti mempercepatkan proses PdP, meningkatkan keyakinan pengguna, mengurangkan ralat pengiraan, serta memberi pengalaman pembelajaran yang lebih menyeronokkan.

Cadangan lanjutan termasuk perluasan penggunaan Easy KPP ke kolej komuniti dan politeknik lain, kajian longitudinal untuk menilai kesan jangka panjang, pembangunan aplikasi mudah alih atau versi cloud, serta perbandingan empirikal dengan kaedah manual. Easy KPP mampu dijadikan model inovasi PdP yang lestari dan selaras dengan aspirasi pendidikan TVET abad ke-21 dalam memperkasakan modal insan berkemahiran dan berdaya saing.

Rujukan

- Hair, J. F., Page, M. J., & Brunsveld, N. (2022). *Essentials of business research methods* (5th ed.). Routledge.
- Kementerian Pengajian Tinggi (KPT). (2021). *Laporan tahunan Kolej Komuniti Malaysia*. Putrajaya: Kementerian Pengajian Tinggi.
- Kirsten, J. (2025). Excel training and financial literacy among students. *Journal of Education in Business*, 100(2), 115–123.
- Landell, K. (1997). *Management by menu* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Mustapha, M., Ahmad, N., & Yunus, R. (2020). Financial literacy and SME sustainability. *Asian Journal of Business Research*, 10(3), 45–59.
- O’Kelly, B. (2023). Microsoft Excel in accounting education. *Accounting Education Review*, 32(2), 101–115.
- Rahi, S. (2021). Research design and methods: A systematic review of research paradigms, sampling issues and instruments development. *International Journal of Economics & Management Studies*, 8(6), 17–27.
- Ratten, V. (2023). *Entrepreneurship and innovation: Global perspectives*. Routledge.
- Razak, R., Aziz, N., & Ibrahim, S. (2020). Micro-entrepreneur financial challenges in Malaysia. *Journal of Entrepreneurship Education*, 23(2), 112–127.
- Sharuddin, S., & Aniah, A. (2025). Digital entrepreneurship training in community colleges. *Malaysian Journal of TVET*, 7(1), 55–68.
- UNESCO-UNEVOC. (2021). *TVET for sustainable development*. Bonn: UNESCO.

P7-KAJIAN KEBERKESANAN PENYELENGGARAAN BANGUNAN BLOK B DI POLITEKNIK KOTA BHARU

Syed Shaifulbhary Sayed Salabudin
Politeknik Kota Bharu
syed@pkb.edu.my

Nor Hayati Mat Nor
Politeknik Kota Bharu
norhayati@pkb.edu.my

Norlila Mohd Yusoff
Politeknik Kota Bharu
norlila@pkb.edu.my

Abstrak

Penyelenggaraan bangunan memainkan peranan penting dalam menjamin keselamatan, fungsi dan kelestarian jangka panjang aset pendidikan. Kajian ini dijalankan bagi menilai tahap kerosakan dan keberkesanan penyelenggaraan di Blok B, Politeknik Kota Bharu, dengan memberi tumpuan kepada empat elemen utama iaitu dinding, lantai, tiang dan rasuk. Metodologi yang digunakan dalam kajian ini adalah Kepentingan Pengiraan Matrik. Secara keseluruhannya melalui Kepentingan Pengiraan Matrik, halangan kritikal yang didapati boleh dijadikan sebagai panduan di dalam penyelenggaraan bangunan. Hasil analisis menunjukkan dinding dan rasuk berada pada tahap sederhana dengan kerosakan kecil seperti cat mengelupas, lumut, dan retakan ringan. Namun, lantai dan tiang dikenal pasti sebagai elemen paling kritikal dengan skor kerosakan tertinggi, melibatkan *spalling*, retakan akibat beban dan kakisan tetulang yang memerlukan tindakan segera. Dari aspek relevansi dan kesesuaian, dapatan ini membuktikan penyelenggaraan yang sistematik dapat memenuhi keperluan pihak berkepentingan dan mudah diadaptasi. Dari segi Ketersediaan Teknologi, pembangunan prototaip penyelenggaraan serta ujian awal membuktikan potensi pelaksanaan berdasarkan sumber sedia ada. Kajian ini turut mencadangkan pembangunan aplikasi digital bagi mengenal pasti jenis penyelenggaraan yang diperlukan secara automatik, seterusnya membantu pihak pengurusan membuat keputusan lebih cepat, mengurangkan kos jangka panjang, dan memastikan tindakan pencegahan diambil secara proaktif dan berkesan.

Kata Kunci : Penyelenggaraan bangunan, Kepentingan Pengiraan Matrik, Kerosakan Struktur

1.0 Pengenalan

Penyelenggaraan bangunan telah menjadi semakin diiktiraf sebagai faktor penting dalam memastikan keselamatan, keselesaan dan kemampunan aset yang dibina. Nilai ekonomi sesebuah bangunan bukan sahaja ditentukan oleh reka bentuk dan kualiti pembinaannya tetapi juga oleh tahap penyelenggaraan yang dijalankan sepanjang hayat perkhidmatannya. Bangunan yang diselenggara dengan baik mampu memberikan pulangan pelaburan yang lebih tinggi kerana ia mengekalkan fungsi optimumnya dan penampilan fizikalnya (Wong et al., 2021). Namun

begitu, hampir semua bangunan terdedah kepada kecacatan atau kerosakan walaupun langkah pencegahan telah diambil semasa peringkat reka bentuk dan pembinaan (Hauashdh, 2024). Isu ini lebih ketara di bangunan awam berbanding bangunan persendirian, di mana amalan penyelenggaraan sering diabaikan. Di Malaysia, banyak kemudahan awam seperti sekolah, hospital dan terminal pengangkutan mengalami kemerosotan akibat penyelenggaraan yang tidak berkesan, sering mengakibatkan kos pembaikan yang lebih tinggi atau pembinaan semula yang lengkap. Penyelenggaraan yang lebih berfokus terhadap nilai (value-based), melalui amalan kerja kolaboratif dan penambahbaikan nilai, dilaporkan memberi impak positif terhadap hasil jangka panjang (Okoro, 2023). Kajian ini menangani cabaran-cabaran ini dengan meneliti halangan-halangan kritikal kepada penyelenggaraan yang berkesan, memberi tumpuan khusus kepada kes Blok B di Politeknik Kota Bharu (PKB).

2.0 Latar Belakang Kajian

Politeknik Kota Bharu, ditubuhkan pada 1985 sebagai politeknik keempat di Malaysia, berfungsi sebagai institusi pendidikan yang penting di Kelantan. Blok B berfungsi sebagai salah satu kemudahan pengajaran dan pembelajaran utama, menempatkan 16 bilik kuliah yang digunakan setiap hari oleh pensyarah dan pelajar. Terletak secara strategik berhampiran kafeteria, bengkel kejuruteraan dan gelanggang sukan, bangunan ini merupakan pusat kepada aktiviti pelajar dan kakitangan. (Politeknik Kota Bharu, n.d)

Walau bagaimanapun, pemerhatian di lapangan mendedahkan beberapa kecacatan yang boleh dilihat, termasuk dinding bilik darjah yang terhakis, kemas cat yang mengelupas dan pertumbuhan lumut pada tangga yang disebabkan oleh kelembapan yang berlebihan. Faktor persekitaran seperti pendedahan cahaya matahari yang terhad dan kebocoran air seterusnya menyumbang kepada kehadiran acuan dan kulat pada permukaan bangunan.

Dengan memberi tumpuan kepada Blok B, kajian ini menyerlahkan kepentingan mengamalkan amalan penyelenggaraan yang proaktif dan berterusan. Usaha sedemikian adalah penting bukan sahaja untuk menyediakan persekitaran pembelajaran yang kondusif tetapi juga untuk memastikan kemampunan jangka panjang bangunan pendidikan, membolehkannya kekal berfungsi dan relevan untuk generasi akan datang.

3.0 Metodologi Kajian



Rajah 1 : Aliran Kajian Yang Dijalankan

Kajian ini menggunakan kaedah pemerhatian, yang diiktiraf sebagai pendekatan saintifik apabila melibatkan perancangan sistematik dan

dokumentasi tepat menggunakan sistem pengekodan yang ditetapkan serta pemerhati terlatih bagi mengurangkan bias (Chris, 2023). Kaedah ini juga membolehkan pengumpulan data masa nyata dan keadaan persekitaran tanpa bergantung sepenuhnya pada pelaporan diri, sekali gus meningkatkan kesahihan dapatan (Insight7, 2023).

Dalam kajian ini, pemerhatian digunakan bagi menilai keadaan fizikal Blok B, dengan merekodkan kecacatan struktur pada elemen utama bangunan. Penilaian berpandukan Skala Penarafan Keadaan Fizikal dan Garis Panduan Tindakan Penyelenggaraan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR 21602-0004-13, 2013). Senarai semak berstruktur digunakan bagi memastikan penilaian lebih konsisten dan jelas.

Kaedah analisa yang digunakan di dalam kajian ini adalah pengiraan analisis matriks bagi menentukan jumlah skor yang akan diperolehi berdasarkan data daripada kajian pemerhatian terhadap kerosakan elemen bangunan kajian (Jadual 1 dan Jadual 2).

Jadual 1 : Analisa Matrik

Analisis Matrik		Penarafan Keutamaan Penyelenggaraan				
		5	4	3	2	1
Penilaian Keadaan	5	25	20	15	10	5
	4	20	16	12	8	4
	3	15	12	9	6	3
	2	10	8	6	4	2
	1	5	4	3	2	1

Jadual 2 : Petunjuk Analisa Matrik

Kumpulan Matrik	Kenyataan
21-25	Sangat teruk dan memerlukan tindakan segera.
16-20	Teruk dan memerlukan penyiasatan terperinci lanjut.
11-15	Kecacatan utama dan hanya memerlukan hiasan semula yang mudah.
6-10	Kecacatan kecil dan hanya memerlukan hiasan semula yang mudah.
1-5	Tiada penyelenggaraan diperlukan.

1.0 Dapatan dan Perbincangan

Di Malaysia, banyak kemudahan awam menunjukkan tanda-tanda kemerosotan akibat kelemahan amalan penyelenggaraan yang berkesan (Hauashdh, 2024). Hal ini selari dengan pemerhatian di Blok B Politeknik Kota Bharu, yang mendedahkan kerosakan ketara pada beberapa elemen struktur. Oleh itu, bahagian dapatan kajian ini membincangkan tahap kerosakan fizikal bangunan berdasarkan penilaian sistematik menggunakan kaedah pemerhatian berstruktur, analisis matriks, serta garis panduan Jabatan Kerja Raya (JKR 21602-0004-13, 2013). Berikut adalah dapatan kajian pemerhatian terhadap kerosakan elemen dinding dalam, lantai, tiang dan rasuk.

i. Analisis Kerosakan Dinding pada Bangunan Blok B

Jadual 3 : Borang Senarai Semak Keadaan Bagi Kerosakan Elemen Dinding Dalam

BORANG SENARAI SEMAK KEADAAN BANGUNAN										
BUILDING MEMBER		TYPE OF DAMAGE	DAMAGE		SERVERITY OF DAMAGE				RATING OF DAMAGE	RATING OF MEMBER
Component	Material		Yes	No	Light	Medium	<u>Severe</u>	<u>Very severe</u>		
Wall	Concrete	Crack - intrinsic	√					√	12	11-15
		Crack – corrosion induced								
		Crack – load induced	√				√		16	16-20
		Crack – settlement	√					√	9	6-10
		Peeling								
		Spalling	√					√	25	21-25
		Corrosion of reinforcement								
		Water leak								
		Tilt								

Analisis elemen dinding tertumpu pada keadaan kemas dalam. Keputusan menunjukkan bahawa cat mengelupas mencatatkan purata penilaian kerosakan 12, yang berada dalam julat 11–15, dikategorikan sebagai kecacatan utama yang memerlukan pembaikan mudah. Keretakan akibat kakisan dan kebocoran mendapat markah 9, dalam julat 6–10, menunjukkan kecacatan kecil yang hanya memerlukan penyelenggaraan ringan. Sementara itu, keretakan yang disebabkan oleh beban mendapat markah 4, dalam julat 1–5, di mana tiada penyelenggaraan diperlukan. Secara keseluruhannya, kemas dinding dalam Blok B didapati rosak sederhana, dengan masalah biasa termasuk retak kecil dan permukaan cat mengelupas.

i. Analisis Kerosakan Lantai pada Bangunan Blok B



Rajah 2 : Serpihan pada lantai mozek



Rajah 3 : Retakan pada lepaan lantai konkrit

Kerosakan lantai di Blok B dikenal pasti terutamanya dalam bentuk keretakan dan *spalling*. Keputusan penilaian menunjukkan bahawa isu yang paling teruk ialah keretakan akibat beban dan regangan permukaan, kedua-duanya menjejaskan kefungsi dan keselamatan lantai. Rajah 1 menggambarkan *spalling* pada kemasan lantai mozek di kawasan kafeteria, manakala Rajah 2 menunjukkan rekahan pada permukaan papak konkrit di sepanjang koridor di hadapan bilik kuliah. Kecacatan ini dikaitkan dengan penggunaan bahan konkrit, yang terdedah kepada kemerosotan di bawah beban yang berlebihan. Secara keseluruhannya, kerosakan berpunca daripada kekurangan penyelenggaraan berkala dan kelewatan tindakan pembetulan oleh Unit Penyelenggaraan Politeknik Kota Bharu, yang mempercepatkan kemerosotan keadaan lantai.

Jadual 4 : Borang Senarai Semak Keadaan Bagi Kerosakkan Elemen Lantai

BORANG SENARAI SEMAK KEADAAN BANGUNAN										
BUILDING MEMBER		TYPE OF DAMAGE	DAMAGE		SEVERITY OF DAMAGE				RATING OF DAMAGE	RATING OF MEMBER
Component	Material		Yes	No	Light	Medium	Severe	Very severe		
FLOOR SLAB	Concrete	Crack – Intrinsic	√					√	12	11 - 15
		Crack – corrosion induced								
		Crack – load induced	√				√		16	16 - 20
		Crack – settlement	√					√	9	6 - 10
		peeling								
		Spalling	√					√	25	21 - 25
		Corrosion of reinforcement								
		Water Leak								
		Tilt								

Berdasarkan Jadual 6, keretakan intrinsik mencatatkan skor 12 (julat 11–15), diklasifikasikan sebagai kecacatan utama tetapi boleh diurus dengan pembaikan kecil. Keretakan akibat beban mendapat markah 16 (julat 16–20), menunjukkan kerosakan teruk yang memerlukan penyiasatan terperinci. Keretakan rawak mencatatkan markah 9 (julat 6–10), dianggap sebagai kecacatan kecil yang hanya memerlukan pembaikan ringan. Sementara itu, spalling menunjukkan skor tertinggi 25 (julat 21–25), dikategorikan sebagai kerosakan yang sangat teruk yang memerlukan tindakan segera. Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa elemen lantai telah mengalami kemerosotan yang kritikal, terutamanya disebabkan oleh spalling dan retak akibat beban, yang memerlukan perhatian segera untuk mengelakkan kemerosotan struktur selanjutnya.

ii. Analisis Kerosakan Tiang pada Bangunan Blok B



Rajah 4 : Serpihan Yang Besar Pada Tiang Konkrit

Pemerhatian lapangan mengesahkan bahawa semua tiang di Blok B dibina daripada konkrit. Penilaian tertumpu pada jenis kemerosotan seperti kakisan, retak rawak, spalling, dan hakisan tetulang. Berdasarkan Jadual 7, penarafan kerosakan tertinggi ialah 25, disebabkan oleh keretakan dan regangan teruk yang disebabkan oleh kakisan. Secara keseluruhannya, tiang tangga didapati berada dalam keadaan yang sangat teruk, memerlukan tindakan pembetulan segera. Rajah 3 menggambarkan kecacatan *spalling* yang besar pada permukaan tiang konkrit berhampiran tangga. Kerosakan ini berpunca daripada kekurangan penyelenggaraan yang kerap dan kegagalan untuk menangani kecacatan kecil pada peringkat awal, yang membolehkan kemerosotan menjadi lebih teruk dari masa ke masa.

Jadual 5: Borang Senarai Semak Keadaan Bagi Kerosakkan Elemen Tiang

BORANG SENARAI SEMAK KEADAAN BANGUNAN										
BUILDING MEMBER		TYPE OF DAMAGE	DAMAGE		SEVERITY OF DAMAGE				RATING OF DAMAGE	RATING OF MEMBER
Component	Material		Yes	No	Light	Medium	Severe	Very severe		
COLUMN	Concrete []	Crack – Intrinsic								
		Crack – corrosion induced	√					√	25	21 - 25
		Crack – load induced								
		Crack – settlement	√		√				6	6 - 10
		peeling								
		Spalling	√					√	25	21 - 25
		Corrosion of reinforcement	√				√		9	6 - 10
		Water Leak								
		Tilt								

Keretakan rawak mencatatkan markah 6, manakala kakisan tetulang mendapat markah 9. Kedua-dua nilai berada dalam julat 6–10, menunjukkan kecacatan kecil yang hanya memerlukan pengubahsuaian ringkas. Walau bagaimanapun, kerosakan dalam julat 21–25, seperti keretakan teruk dan spalling, diklasifikasikan sebagai sangat kritikal dan menuntut tindakan pembetulan segera.

iii. Analisis Kerosakan Rasuk pada Bangunan Blok B



Rajah 5 : Berlumut Dan Merekah Pada Rasuk

Pemerhatian lapangan mengesahkan bahawa semua rasuk di Blok B diperbuat daripada konkrit. Berdasarkan Jadual 8, purata skor kerosakan tertinggi ialah 12, menunjukkan kecacatan besar tetapi masih dalam julat yang boleh diterima. Secara keseluruhannya, rasuk kekal kukuh dari segi struktur dan terus menyokong beban bangunan dengan berkesan. Walau bagaimanapun, beberapa rasuk menunjukkan pertumbuhan spalling dan

lumut, terutamanya di tingkat bawah di luar bilik kuliah, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Kerosakan ini disebabkan terutamanya oleh pendedahan lembapan, yang menggalakkan pertumbuhan lumut dan kemerosotan permukaan. Walaupun kecacatan ini tidak menjejaskan integriti struktur rasuk, ia menjejaskan penampilan estetik bangunan secara negatif.

Jadual 6 : Borang Senarai Semak Keadaan Bagi Kerosakan Elemen Rasuk

BORANG SENARAI SEMAK KEADAAN BANGUNAN										
BUILDING MEMBER		TYPE OF DAMAGE	DAMAGE		SEVERITY OF DAMAGE				RATING OF DAMAGE	RATING OF MEMBER
Component	Material		Yes	No	Light	Medium	Severe	Very severe		
BEAM	Concrete []	Crack – Intrinsic	√				√		12	11 – 15
		Crack – corrosion induced								
		Crack – load induced	√			√			6	6 – 10
		Crack – settlement								
		peeling								
		Spalling	√			√			6	6 – 10
		Corrosion of reinforcement								
		Water Leak								
		Tilt								

Penilaian lapangan mendedahkan bahawa keadaan fizikal rasuk di Blok B secara amnya rosak sederhana. Jadual 8 menunjukkan bahawa skor purata tertinggi adalah untuk keretakan intrinsik, dengan nilai 12 (julat 11–15), dikategorikan sebagai kecacatan utama tetapi hanya memerlukan pembaikan kecil. Di samping itu, keretakan akibat beban dan spalling kecil masing-masing mendapat 6 (julat 6–10), dianggap sebagai kecacatan kecil yang boleh diatasi dengan pembaikan mudah. Kebanyakan rasuk juga terjejas oleh pertumbuhan lumut dan mengelupas cat, yang menjejaskan kemas permukaan tetapi bukan integriti struktur. Secara keseluruhannya, rasuk kekal berfungsi secara struktur, walaupun kemerosotan permukaan telah menjejaskan kualiti estetik bangunan.

4.0 Kesimpulan

Kajian ini menekankan kepentingan penyelenggaraan bangunan secara sistematik bagi menjamin keselamatan, fungsi, dan kelangsungan hayat aset pendidikan seperti Blok B di Politeknik Kota Bharu. Hasil analisis menunjukkan dinding dan rasuk berada pada tahap sederhana dengan kerosakan kecil, manakala lantai dan tiang mengalami kemerosotan serius yang memerlukan tindakan segera. Dari aspek Relevansi & Kesesuaian, penyelenggaraan yang dicadangkan dapat memenuhi keperluan pihak berkepentingan termasuk pelajar, pensyarah, serta pihak pengurusan, kerana ia mudah diadaptasi dan diaplikasikan secara menyeluruh. Dari segi Ketersediaan Teknologi, pembangunan prototaip sistem penyelenggaraan

serta ujian awal menunjukkan potensi besar dengan mengambil kira ketersediaan sumber. Untuk penambahbaikan, satu aplikasi digital sedang dibangunkan menggunakan perisian pembangunan aplikasi mudah alih secara atas talian AppSheet. Aplikasi ini berupaya membantu pihak penyelenggara membuat keputusan lebih pantas, mengurangkan kos jangka panjang, serta memastikan tindakan diambil lebih proaktif dan berkesan.

Rujukan

- Chris. (2023). Systematic observation in research: Definition, types, and examples. Helpful Professor. Diperoleh daripada <https://helpfulprofessor.com/systematic-observation/>
- Hauashdh, A. (2024). An integrated framework for sustainable and efficient building maintenance. *Journal of Building Engineering*, 92, 108123. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108123>
- Insight7. (2023). Observation method of data collection in research. Insight7.io. Diperoleh daripada <https://insight7.io/observation-method-of-data-collection-in-research/>
- Jabatan Kerja Raya (JKR). (2013). *Tahap Keadaan Fizikal Bangunan dan Tindakan Penyelenggaraan* (JKR 21602-0004-13). Putrajaya: Cawangan Senggara Fasiliti Bangunan.
- Okoro, C. S. (2023). Sustainable facilities management in the built environment. *Sustainability*, 15(4), 3174. <https://doi.org/10.3390/su15043174>
- Politeknik Kota Bharu. (n.d.). *Objektif Kualiti*. Diperoleh daripada <https://pkb.mypolycc.edu.my/index.php/ms/korporat/objektif-kualiti>
- Wong, W. F., Olanrewaju, A., & Lim, P. I. (2021). Value-Based Building Maintenance Practices for Public Hospitals in Malaysia. *Sustainability*, 13(11), 6200. <https://doi.org/10.3390/su13116200>

P11-TRANSFORMASI TVET DAN PEMINDAHAN ILMU KEPADA PKS: SOROTAN LITERATUR TENTANG CABARAN DAN PELUANG

Norsheda Zainudin
Politeknik Port Dickson
nursheda@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
Zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) merupakan tonggak utama pembangunan modal insan berkemahiran serta pemacu inovasi ekonomi negara. Dalam era digital, keupayaan TVET memindahkan ilmu, kemahiran, dan teknologi kepada Perusahaan Kecil dan Sederhana (PKS) menjadi kritikal untuk meningkatkan produktiviti dan daya saing. Artikel ini melaporkan sorotan literatur sistematik melibatkan 45 artikel akademik, laporan dasar, dan dokumen industri yang diterbitkan antara 2015–2024. Dapatan menunjukkan cabaran utama termasuk jurang teknologi antara TVET dan PKS, kekangan sumber kewangan, tahap kesediaan digital yang tidak seimbang, dan keterbatasan kerjasama industri–TVET. Namun, peluang wujud melalui sokongan dasar kerajaan, inisiatif pendigitalan, serta pengukuhan model kolaborasi seperti Triple Helix dan Quadruple Helix. Sumbangan baharu artikel ini ialah cadangan kerangka konseptual yang lebih inklusif dan sistematik untuk mengoptimumkan pemindahan ilmu TVET–PKS, dengan implikasi langsung terhadap dasar, penyelidikan, dan amalan dalam membentuk ekosistem TVET yang lebih dinamik dan berdaya tahan.

Kata Kunci: TVET, PKS, Pemindahan ilmu

1.0 Pengenalan

Pembangunan ekonomi sesebuah negara bergantung kepada kualiti modal insan dan keupayaan sektor industrinya untuk berinovasi serta berdaya saing di peringkat global. Dalam konteks Malaysia, Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) telah dikenal pasti sebagai tonggak utama dalam melahirkan tenaga kerja mahir dan pemangkin inovasi terapan (Ministry of Education Malaysia, 2019). Pada masa yang sama, Perusahaan Kecil dan Sederhana (PKS) membentuk tulang belakang ekonomi negara, merangkumi lebih 97% jumlah perniagaan dan menyumbang 38% kepada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) (SME Corp Malaysia, 2022). Interaksi yang efektif antara kedua-dua entiti ini, khususnya melalui pemindahan ilmu, adalah penting untuk meningkatkan produktiviti, inovasi, dan daya saing global Malaysia (OECD, 2021).

Walau bagaimanapun, hubungan TVET–PKS masih berdepan jurang yang ketara. Kajian lepas menunjukkan wujudnya keterbatasan dalam pemindahan

teknologi, kesenjangan tahap kesediaan digital, serta kekangan kapasiti kewangan dalam kalangan PKS, menjadikan kolaborasi ini kurang optimum (Yusof & Jamaludin, 2021; World Bank, 2020). Situasi ini menjadi lebih mendesak dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) dan pasca pandemik COVID-19, di mana transformasi digital serta adaptasi teknologi baharu menjadi syarat utama kelangsungan perniagaan (Schwab, 2017; International Labour Organization [ILO], 2021). Berbanding negara maju seperti Jerman, Korea Selatan, dan Singapura yang telah berjaya menginstitusikan kolaborasi TVET-industri secara sistematik (CEDEFOP, 2020; Lee, 2019; Low, 2020), Malaysia masih berdepan cabaran dalam menyelaraskan ekosistem TVET dengan keperluan semasa PKS.

Oleh itu, wujud keperluan untuk menilai semula mekanisme pemindahan ilmu TVET-PKS melalui pendekatan yang lebih sistematik dan kontekstual. Artikel ini menawarkan sumbangan baharu dengan melaksanakan sorotan literatur sistematik ke atas kajian tempatan dan antarabangsa, serta mencadangkan kerangka konseptual yang lebih inklusif untuk mengoptimumkan hubungan TVET-PKS dalam ekosistem ekonomi digital semasa.

1.1 Penyataan Masalah

Walaupun pelbagai dasar telah diperkenalkan untuk memperkukuh hubungan antara institusi TVET dan PKS, pemindahan ilmu masih berdepan cabaran signifikan dan kekal lemah. PKS sering mengalami kekangan sumber, termasuk keterbatasan kewangan, infrastruktur teknologi, dan kepakaran, yang menghalang mereka daripada mengadaptasi teknologi baharu (World Bank, 2020). Pada masa yang sama, institusi TVET didapati kurang efektif dalam menyalurkan ilmu dan teknologi kepada sektor industri secara langsung, sekali gus mewujudkan jurang antara penawaran kemahiran dengan keperluan sebenar pasaran (Yusof & Jamaludin, 2021). Jurang ini menimbulkan persoalan penting tentang sejauh mana transformasi TVET benar-benar memberi impak kepada pembangunan dan daya saing PKS.

Kewujudan jurang pemindahan ilmu yang berterusan, walaupun dengan pelbagai dasar yang telah diperkenalkan, menunjukkan bahawa isu ini berpunca daripada masalah sistemik, bukannya bersifat terpencil. Antaranya termasuk koordinasi yang lemah antara pembuat dasar, institusi TVET, dan PKS; mekanisme kolaborasi yang masih terfragmentasi; serta tahap kesediaan digital yang tidak seimbang (OECD, 2021; ILO, 2021). Jika dasar sedia ada masih gagal menutup jurang ini, halangan mungkin datang daripada struktur ekosistem TVET-industri yang kurang inklusif. Justeru, terdapat keperluan mendesak untuk menilai semula kerangka sedia ada dengan pendekatan lebih

holistik dan bersepadu agar pemindahan ilmu dapat memberikan impak nyata kepada pembangunan PKS serta menyokong transformasi ekonomi digital negara.

1.2 Objektif Kajian

Kajian sorotan literatur ini mempunyai objektif utama seperti berikut:

- Mengenal pasti cabaran utama dalam pemindahan ilmu TVET kepada PKS.
- Menganalisis peluang yang wujud hasil daripada transformasi TVET.
- Membina asas konseptual bagi memperkukuh ekosistem pemindahan ilmu TVET-PKS.

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan objektif yang digariskan, kajian ini cuba menjawab persoalan-persoalan berikut:

- Apakah cabaran pemindahan ilmu TVET kepada PKS?
- Apakah peluang yang ditawarkan oleh transformasi TVET?
- Bagaimana hubungan TVET-PKS boleh diperkukuh dalam ekosistem industri?

2.0 Tinjauan Literatur: Konsep dan Kerangka Teoritis

Konsep dan Kerangka Teoritis

Transformasi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) pada peringkat global didorong oleh Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) yang menekankan integrasi teknologi digital, automasi, dan Internet Benda (IoT) dalam kurikulum serta latihan (UNESCO-UNEVOC, 2020). Anjakan ini menuntut kemahiran lebih maju dan antara disiplin, namun berpotensi mewujudkan jurang pemindahan ilmu sekiranya PKS tidak mempunyai kesediaan dari segi kewangan, infrastruktur, dan kapasiti dalaman. Situasi ini boleh menjejaskan keberkesanan penggunaan pengetahuan TVET serta menimbulkan persepsi ketidakrelevanan graduan atau program latihan. Oleh itu, transformasi TVET perlu diselaraskan dengan tahap kesiapsiagaan PKS untuk menyerap teknologi baharu.

Pemindahan ilmu dalam konteks kolaborasi industri-akademia merujuk kepada penyaluran pengetahuan, kemahiran, dan teknologi melalui mekanisme seperti latihan industri, penyelidikan bersama, dan pendidikan sepanjang hayat (Agrawal, 2001; Ab Wahid et al., 2020). Pemindahan berkesan bukan sekadar aliran sehalu daripada TVET kepada PKS, tetapi bersifat dua hala yang melibatkan pertukaran cabaran praktikal, keperluan pasaran, dan maklum balas industri kepada institusi TVET. Pendekatan ini membolehkan penciptaan

bersama inovasi dan pembangunan kurikulum yang lebih relevan, sekali gus menggalakkan hubungan perkongsian berbanding transaksi semata-mata.

Dalam konteks ekonomi Malaysia, PKS memainkan peranan penting dengan menyumbang lebih 97% kepada jumlah perniagaan dan 38% kepada KDNK (SME Corp Malaysia, 2022). Walaupun PKS memiliki ketangkasan dan potensi inovasi, ketidakupayaan mereka untuk menyerap pengetahuan baharu secara kolektif boleh menjejaskan daya saing nasional serta pencapaian agenda IR 4.0. Kegagalan besar-besaran dalam penyerapan teknologi oleh PKS bukan hanya memberi kesan pada tahap firma, tetapi membentuk isu sistemik yang membantutkan produktiviti dan daya saing global. Justeru, pemindahan ilmu TVET-PKS perlu dilihat sebagai keutamaan strategik nasional dengan intervensi berskala besar, bukan sekadar kejayaan terpencil.

Cabaran Utama dalam Pemindahan Ilmu TVET kepada PKS

Analisis literatur menunjukkan tiga cabaran utama dalam pemindahan ilmu TVET kepada PKS. Pertama, jurang teknologi dan kapasiti adaptasi PKS yang berpunca daripada keterbatasan kewangan, infrastruktur, dan kepakaran, sekali gus menghalang pelaburan dalam teknologi baharu serta penggunaan pengetahuan secara berkesan (Yusof & Jamaludin, 2021; Rahman et al., 2021). Kelemahan ini saling berkait dan mewujudkan kitaran halangan berlapis yang sukar diatasi tanpa pendekatan menyeluruh.

Kedua, keterbatasan kolaborasi dan mekanisme pemindahan ilmu, di mana hubungan TVET-PKS sering bersifat projek jangka pendek dan tidak berterusan (Yusof & Jamaludin, 2021). Hubungan akademi-industri yang lemah membatasi pembangunan kepercayaan, kesinambungan inovasi, serta penciptaan bersama pengetahuan (Rahman et al., 2021). Tanpa kerjasama strategik, pemindahan ilmu kekal bersifat transaksional dengan impak terhad.

Ketiga, isu sumber manusia dan kepakaran yang melibatkan ketidakpadanan antara kemahiran graduan TVET dan keperluan praktikal PKS. Walaupun TVET melatih tenaga kerja dalam bidang lanjutan seperti IoT, banyak PKS masih memerlukan kemahiran asas digitalisasi. Jurang ini menyebabkan pengetahuan yang dipindahkan tidak digunakan sepenuhnya, mengurangkan permintaan PKS terhadap graduan TVET, serta menimbulkan persepsi bahawa program TVET kurang relevan dengan keperluan sebenar industri.

Secara keseluruhan, cabaran ini menegaskan bahawa pemindahan ilmu TVET-PKS tidak boleh dilihat secara terasing, tetapi memerlukan pendekatan integratif yang menggabungkan pembangunan teknologi, sokongan kewangan, pengukuhan kolaborasi, dan penyelarasan keperluan tenaga kerja.

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) bagi mengenal pasti cabaran, peluang, jurang penyelidikan, dan trend pemindahan ilmu TVET-PKS dalam konteks transformasi digital pasca pandemik. Skop kajian ditetapkan dalam tempoh 2010 hingga 2023 dengan memberi tumpuan kepada konteks Malaysia sebagai fokus utama, di samping membuat perbandingan dengan negara seperti Jerman, Korea Selatan, dan Singapura. Bidang kajian meliputi TVET, PKS, pemindahan ilmu, inovasi, digitalisasi, Revolusi Industri 4.0, serta model kolaborasi seperti Triple Helix dan Quadruple Helix.

Sumber data utama kajian terdiri daripada pangkalan data akademik iaitu Scopus, Web of Science (WoS), ScienceDirect, SpringerLink, Emerald Insight, dan Google Scholar, selain dokumen dasar rasmi seperti *TVET Malaysia Master Plan 2019–2025*, *SME Annual Report 2022*, dan *Malaysia Economic Monitor 2020*. Kata kunci carian dibina melalui kombinasi “TVET”, “SME”, “knowledge transfer”, “IR 4.0”, “digital transformation”, dan “Malaysia/ASEAN” menggunakan operator Boolean bagi memperluas liputan hasil carian.

Bagi kriteria inklusi, artikel yang dipilih adalah artikel berwasiat dalam tempoh 2010–2023 yang berfokus kepada TVET, PKS, pemindahan ilmu, inovasi atau digitalisasi, serta diterbitkan dalam Bahasa Inggeris atau Melayu. Sementara itu, kriteria eksklusi ditetapkan untuk menolak artikel yang tidak berwasiat, tidak relevan, berupa ulasan ringkas tanpa data, atau bersifat duplikasi. Proses pemilihan artikel dilaksanakan berdasarkan aliran PRISMA. Pada peringkat pengenalpastian, sebanyak 134 artikel ditemui. Daripada jumlah ini, 58 artikel telah dikecualikan pada saringan awal, manakala 36 lagi ditolak selepas pemeriksaan penuh. Justeru, sejumlah 40 artikel akhir dipilih untuk dianalisis.

Kaedah analisis yang digunakan ialah analisis kandungan dan tematik yang menghasilkan tiga tema utama. Tema pertama ialah cabaran, yang meliputi jurang teknologi, kesediaan digital, dan kekangan sumber. Tema kedua ialah peluang, termasuklah dasar kerajaan, pendigitalan, dan model heliks. Tema ketiga ialah cadangan, yang menekankan kerangka konseptual serta keperluan membangunkan ekosistem pemindahan ilmu yang lebih holistik. Hasil saringan menunjukkan daripada 40 artikel yang dipilih, 65% berfokus kepada konteks Malaysia, manakala 35% lagi melibatkan kajian perbandingan antarabangsa.

4.0 Dapatan Kajian

4.1 Persoalan kajian 1: Apakah cabaran utama dalam pemindahan ilmu TVET kepada PKS?

Hasil sorotan literatur mengenal pasti tiga cabaran utama: jurang teknologi, keterbatasan kolaborasi, dan isu sumber manusia.

a. Jurang Teknologi dan Kapasiti Adaptasi PKS

- Kajian menunjukkan bahawa PKS Malaysia menghadapi keterbatasan kewangan dan kepakaran dalam mengadaptasi teknologi baharu (Yusof & Jamaludin, 2021; Rahman et al., 2021).
- Hal ini menjejaskan keberkesanan pemindahan ilmu dari TVET yang kini menekankan IR 4.0 (UNESCO-UNEVOC, 2020).
- Perbandingan antarabangsa: Di Korea Selatan, mekanisme SME Digital Support Centers telah mempercepatkan adaptasi teknologi dengan bantuan subsidi kerajaan (Lee, 2020). Malaysia masih kekurangan sistem sokongan menyeluruh seumpama itu.

b. Keterbatasan Kolaborasi TVET-PKS

- Hubungan masih bersifat projek jangka pendek tanpa kesinambungan strategik (Yusof & Jamaludin, 2021).
- Mekanisme formal seperti pejabat pemindahan ilmu masih lemah, berbeza dengan Eropah di mana Technology Transfer Offices (TTO) memainkan peranan penting (European Commission, 2019).
- Implikasinya, inovasi bersama tidak berkembang secara berterusan.

c. Isu Sumber Manusia dan Ketidakpadanan Kemahiran

- Ketidakpadanan antara kemahiran graduan TVET dengan keperluan operasi PKS menyebabkan ilmu tidak dimanfaatkan sepenuhnya (Rahman et al., 2021).
- Data empirikal: SME Corp (2022) melaporkan 40% PKS masih berada pada tahap asas digitalisasi, sedangkan TVET menekankan kemahiran IoT dan automasi lanjutan.
- Di Jerman, sistem dual training berjaya menyelaraskan kurikulum dengan keperluan industri melalui kolaborasi erat antara sekolah vokasional dan majikan (Deissinger, 2015).

4.2 Persoalan Kajian 2: Apakah peluang strategik transformasi TVET dalam memperkukuh hubungan dengan PKS

Kajian mendapati tiga peluang utama yang boleh dimanfaatkan oleh TVET untuk memperkukuh pemindahan ilmu kepada PKS, iaitu digitalisasi dan teknologi IR 4.0, sokongan dasar kerajaan, dan model kolaborasi inovatif Triple/Quadruple Helix.

a. Potensi Digitalisasi dan Teknologi IR 4.0

- Digitalisasi membolehkan penyampaian latihan lebih berskala, kos efektif, dan mudah dicapai oleh PKS di seluruh negara (UNESCO-UNEVOC, 2020).
- Penggunaan teknologi seperti IoT dan teknologi hijau memastikan relevansi graduan dengan keperluan industri masa depan.
- Perbandingan antarabangsa: Di Estonia, pendekatan *e-learning TVET* nasional telah berjaya meningkatkan akses latihan untuk PKS luar bandar (Kitsing, 2021).

b. Sokongan Dasar Kerajaan dan Inisiatif Nasional

- Dasar Industry4WRD dan Dasar TVET Negara menyediakan kerangka strategik, hala tuju, serta insentif kewangan untuk kolaborasi TVET-PKS (MITI, 2019; MOE, 2020).
- Ini dapat mengatasi cabaran kolaborasi lemah dengan mewujudkan legitimasi, insentif, dan motivasi untuk penglibatan.
- Bukti empirikal: SME Corp (2022) melaporkan lebih 15,000 PKS telah mendapat manfaat daripada Geran Digitalisasi PKS, menunjukkan kesan langsung sokongan kerajaan.

c. Model Kolaborasi Inovatif: Triple Helix ke Quadruple Helix

- Triple Helix (akademia-industri-kerajaan) menyediakan kerangka asas ekosistem inovasi (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).
- Evolusi Quadruple Helix mengangkat teknologi sebagai heliks keempat, menjadikannya agen transformasi yang aktif (Carayannis & Campbell, 2012).
- Perbandingan antarabangsa: Di Finland, Quadruple Helix telah digunakan untuk mempercepat inovasi sosial melalui penglibatan komuniti dan teknologi digital (Arnkil et al., 2010).

Jadual 2: Peluang Transformasi TVET dalam Memperkukuh Hubungan dengan PKS

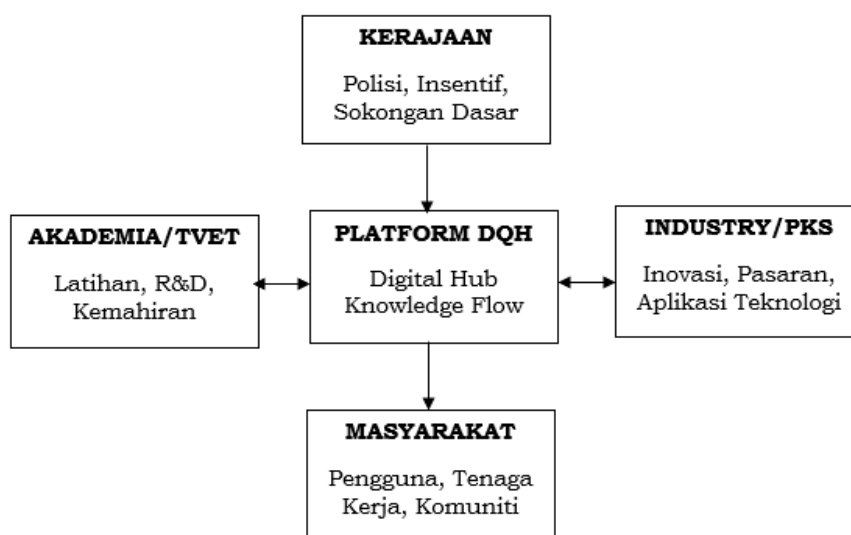
Peluang Utama	Penerangan	Potensi Impak
Potensi Digitalisasi dan Teknologi IR 4.0	Penggunaan platform pembelajaran dalam talian, sistem IoT, dan teknologi hijau dalam latihan TVET.	Akses ilmu yang lebih luas dan efisien bagi PKS; Peningkatan relevansi latihan dengan keperluan industri masa depan.
Sokongan Dasar Kerajaan dan Inisiatif Nasional	Dasar Industry4WRD, Dasar TVET Negara, dan insentif kerajaan untuk kolaborasi industri.	Peningkatan kecekapan dan relevansi latihan; Pemangkin penglibatan sektor swasta dan mengatasi inersia awal.
Model Kolaborasi Inovatif (Triple/Quadruple Helix)	Kerangka kerjasama universiti/TVET-industri-kerajaan-teknologi sebagai asas ekosistem inovasi.	Pembentukan ekosistem inovasi yang bersepadu dan dinamik; Memupuk hubungan yang lebih kukuh dan manfaat bersama.

4.3 Persoalan Kajian 3: Bagaimanakah asas konseptual bagi memperkukuh ekosistem pemindahan ilmu TVET-PKS

Kajian ini berjaya membina asas konseptual dengan menggunakan Model Triple/Quadruple Helix (TH/QH) sebagai kerangka utama. Model ini membolehkan integrasi sistematik antara pihak berkepentingan: Institusi TVET/akademia, Industri/PKS, Kerajaan, dan Masyarakat, dengan teknologi digital sebagai pemangkin.

a) Kerangka Konseptual

- Triple Helix (TH): Menekankan hubungan *TVET-Industri-Kerajaan* untuk membentuk ekosistem kolaborasi.
- Quadruple Helix (QH): Memperluas model dengan memasukkan *Masyarakat*, sambil mengutamakan penggunaan platform digital, Revolusi Industri 4.0, IoT, dan AI sebagai pemangkin inovasi.



Rajah 1: Kerangka Digital Quadruple Helix (DQH) yang menjadi asas cadangan model pemindahan ilmu TVET–PKS

b) Komponen dan Peranan

Jadual 3 : Peranan setiap helix dalam ekosistem TVET–PKS:

Helix	Peranan Utama	Mekanisme Kolaborasi
Universiti/Institusi TVET	Penyedia ilmu, latihan kemahiran, penyelidikan terapan.	Penyelidikan bersama, latihan industri, kurikulum bersama, program pendidikan sepanjang hayat.
Industri/PSK	Pengguna ilmu, pemacu inovasi, penyedia maklum balas industri, penyedia pekerjaan.	Projek kolaborasi, latihan dalam industri, perkongsian data industri, lembaga penasihat.
Kerajaan	Pembuat dasar, penyedia insentif, pemudah cara, pengawal selia.	Insentif kewangan, dasar sokongan, pembiayaan R&D, kerangka kawal selia.
Masyarakat	Penerima manfaat, penyumbang idea, sokongan legitimasi sosial.	Inovasi bersama komuniti, penglibatan NGO, penerimaan pasaran, maklum balas sosial.
Teknologi	Pemangkin inovasi, platform digital, pemacu Revolusi Industri 4.0.	IoT, AI, data raya, platform pembelajaran digital, teknologi hijau.

5.0 Kesimpulan

Pemindahan ilmu antara institusi TVET dan PKS di Malaysia menghadapi cabaran besar, terutamanya berkaitan dengan jurang teknologi, keterbatasan kapasiti PKS, dan sifat kolaborasi yang masih lemah. Walau bagaimanapun, transformasi TVET yang didorong oleh digitalisasi, sokongan dasar kerajaan yang strategik, dan potensi model kolaborasi inovatif seperti Triple/Quadruple Helix menawarkan peluang yang signifikan untuk mengatasi kekangan ini.

Untuk mengoptimumkan hubungan TVET-PKS dan memacu inovasi negara, pendekatan ekosistem bersepadu adalah penting. Ini memerlukan peralihan daripada interaksi *ad-hoc* kepada kerangka konseptual yang sistematik yang menginstitusikan pemindahan ilmu dan memupuk budaya inovasi berterusan. Cadangan strategik termasuk pembangunan program TVET yang didorong oleh permintaan industri, penubuhan unit pemindahan ilmu khusus, insentif untuk penyertaan PKS, dan pembinaan model perkongsian jangka panjang.

Kajian masa depan disarankan untuk membangunkan kerangka operasional pemindahan ilmu yang lebih sistematik dan empirikal. Ini boleh melibatkan kajian kes tentang kolaborasi yang berjaya, penilaian impak jangka panjang intervensi dasar, dan pembangunan metrik untuk mengukur keberkesanan pemindahan ilmu. Memperkukuh hubungan TVET-PKS bukan sekadar pilihan, tetapi satu kemestian strategik untuk pertumbuhan ekonomi Malaysia yang berterusan dan daya saing global dalam era digital.

Rujukan

- Ab Wahid, H., Ahmad, A., & Ibrahim, R. (2020). Knowledge transfer mechanisms in academia–industry collaboration: A systematic review. *Journal of Technology Management and Business*, 7(2), 45–59.
- Agrawal, A. (2001). University-to-industry knowledge transfer: Literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 3(4), 285–302. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00069>
- Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010). *Exploring quadruple helix: Outlining user-oriented innovation models*. Final Report on Quadruple Helix Research for the CLIQ Project. Tampere, Finland: Work Research Centre, University of Tampere.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2012). *Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0>

- CEDEFOP. (2020). *Vocational education and training in Europe, 1995–2035: Scenarios for European vocational education and training in the 21st century*. Publications Office of the European Union.
- Deissinger, T. (2015). The German dual vocational education and training system as ‘good practice’? *Local Economy*, 30(5), 557–567. <https://doi.org/10.1177/0269094215589311>
- European Commission. (2019). *Technology transfer offices and their role in the European research area*. Publications Office of the European Union.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- International Labour Organization. (2021). *Skills development in the time of COVID-19: Taking stock of the initial responses in technical and vocational education and training*. ILO.
- Kitsing, M. (2021). Digital transformation of vocational education and training in Estonia: Lessons for policy and practice. *International Journal of Training Research*, 19(3), 287–302. <https://doi.org/10.1080/14480220.2021.1947745>
- Lee, J. H. (2019). Vocational education and training in Korea: Achievements and challenges. *International Journal of Training Research*, 17(sup1), 26–40. <https://doi.org/10.1080/14480220.2019.1629723>
- Lee, J. H. (2020). *Supporting SMEs in the digital transformation era: Lessons from Korea* (Asian Development Bank Institute Working Papers, 1152). Asian Development Bank Institute.
- Low, K. C. P. (2020). Singapore’s technical and vocational education and training (TVET): Meeting the needs of industry. *International Journal of Vocational Education and Training Research*, 6(1), 1–8.
- Ministry of Education Malaysia. (2019). *TVET Malaysia Master Plan 2019–2025*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.

- Ministry of International Trade and Industry (MITI). (2019). *Industry4WRD: National policy on Industry 4.0*. Putrajaya: MITI.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *OECD skills outlook 2021: Learning for life*. OECD Publishing.
- Rahman, A. A., Hashim, N., & Ismail, W. K. W. (2021). Barriers to technology adoption among SMEs: Evidence from Malaysia. *Asian Journal of Business and Accounting*, 14(2), 155–178.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.
- SME Corp Malaysia. (2022). *SME annual report 2021/22: Forging ahead resiliently*. SME Corp.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). *Bridging innovation and learning in TVET (BILT) project: New qualifications and competencies for future-oriented TVET*. UNESCO-UNEVOC International Centre.
- World Bank. (2020). *Malaysia economic monitor: Resuming dynamism*. World Bank Group.
- Yusof, A., & Jamaludin, M. (2021). Strengthening the role of TVET in Malaysia: Issues, challenges, and policy directions. *Journal of Technical Education and Training*, 13(3), 1–12. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.03.001>

P14-PENDIDIKAN SEPANJANG HAYAT SEBAGAI MEDIUM PEMINDAHAN ILMU DI KOLEJ KOMUNITI MALAYSIA: SOROTAN LITERATUR

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
Zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Ong Seng Keong
Politeknik Port Dickson
sengkeong@polipd.edu.my

Abstrak

Sorotan literatur ini meneliti peranan Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) sebagai medium pemindahan ilmu di Kolej Komuniti Malaysia dalam tempoh 2015–2025. Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif dengan menganalisis 35 artikel jurnal, laporan rasmi Kementerian Pendidikan Tinggi, dokumen dasar (PPPM-PT 2015–2025, Pelan Induk PSH Malaysia), serta statistik enrolmen PSH Kolej Komuniti. Data dikumpul melalui semakan sistematik dokumen dan dianalisis menggunakan kaedah analisis tema untuk mengenal pasti pola, kekuatan, dan cabaran pelaksanaan PSH. Dapatan menunjukkan bahawa Kolej Komuniti berfungsi sebagai hab utama dalam merealisasikan Lonjakan 3 (Menghayati Pembelajaran Sepanjang Hayat) dan Lonjakan 7 (Ekosistem Inovasi) yang digariskan dalam PPPM-PT. Pelaksanaan program TVET, kursus pendek, dan inisiatif pemindahan ilmu telah memberikan impak signifikan terhadap peningkatan kemahiran, kebolehpasaran graduan, serta pembangunan komuniti setempat. Walau bagaimanapun, cabaran kritikal seperti ketidakseimbangan demografi penyertaan, jurang gender, serta keperluan kolaborasi lebih kukuh dengan industri dan komuniti masih perlu ditangani. Kajian ini merumuskan bahawa PSH di Kolej Komuniti bukan sahaja berjaya menyokong agenda nasional pendidikan inklusif, tetapi juga berpotensi diperkasakan melalui strategi bersepadu bagi memastikan keberkesanan dan keberlanjutan jangka panjang.

Kata Kunci: Pendidikan Sepanjang Hayat, Pemindahan Ilmu, TVET

1.0 Pengenalan

Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) telah diiktiraf secara global sebagai elemen teras dalam pembangunan modal insan yang berdaya saing dan adaptif terhadap perubahan pesat teknologi, ekonomi, dan sosial. Konsep PSH merujuk kepada proses pembelajaran berterusan sepanjang hayat individu, merangkumi pendidikan formal, tidak formal, dan informal, tanpa mengira usia atau latar belakang (Candy, 2002; Field, 2006). Kepentingannya turut diperakui dalam Matlamat Pembangunan Mampan 4 (SDG 4) yang menekankan penyediaan “peluang pembelajaran sepanjang hayat untuk semua” (United Nations, 2015).

Di Malaysia, komitmen terhadap PSH dizahirkan melalui pelbagai dasar dan pelan pembangunan pendidikan. Antaranya ialah Pelan Induk Pembudayaan PSH Malaysia 2011–2020, Pelan Induk PSH 2021, serta Pelan

Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (PPPM-PT) yang menekankan usaha memperluas akses, meningkatkan kualiti, dan menggalakkan pengiktirafan pembelajaran berasaskan pengalaman terdahulu (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015; Kementerian Pengajian Tinggi, 2021). Dalam kerangka PPPM-PT, Lonjakan 3 (Menghayati Pembelajaran Sepanjang Hayat) dan Lonjakan 7 (Ekosistem Inovasi) menegaskan kepentingan PSH sebagai strategi nasional yang menyokong pertumbuhan ekonomi dan pembangunan masyarakat.

Seiring dengan aspirasi ini, Kolej Komuniti diberi mandat sebagai “hab PSH” bagi menyediakan akses pembelajaran berterusan kepada masyarakat setempat, khususnya melalui program Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), kursus pendek, serta inisiatif pembangunan komuniti (Mohd Razali, 2018; Sidek et al., 2021). Peranan Kolej Komuniti tidak hanya terbatas sebagai penyedia pendidikan formal, tetapi turut berfungsi sebagai pusat pemindahan ilmu (knowledge transfer) untuk meningkatkan kualiti hidup, kebolehpasaran graduan, serta daya saing tenaga kerja tempatan dan nasional (Abdullah & Osman, 2020; Daud & Nordin, 2023).

Walau bagaimanapun, keberkesanan sebenar PSH masih menjadi persoalan kritikal. Laporan JPPKK (2022) menunjukkan pencapaian positif dari segi kuantitatif seperti jumlah penyertaan program dan pencapaian Petunjuk Prestasi Utama (KPI). Namun, isu struktural seperti ketidakseimbangan demografi penyertaan, jurang gender, serta tahap kolaborasi dengan industri dan masyarakat sivil kekal sebagai cabaran yang perlu diberi perhatian (Sidek et al., 2021; Abdullah & Osman, 2020). Data rasmi juga menunjukkan bahawa majoriti peserta PSH masih didominasi oleh golongan wanita dan dewasa pertengahan usia, manakala penglibatan belia serta warga emas adalah rendah (JPPKK, 2022). Berdasarkan konteks tersebut, fokus kajian ini adalah untuk menilai peranan PSH sebagai medium pemindahan ilmu di Kolej Komuniti Malaysia dalam tempoh 2015–2025.

Dari segi reka bentuk, kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan menganalisis dokumen rasmi, laporan dasar pendidikan, serta artikel akademik berkaitan PSH. Data dianalisis menggunakan kaedah analisis tema untuk mengenal pasti pola dan isu utama yang mempengaruhi pelaksanaan PSH di Kolej Komuniti. Dengan cara ini, kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai keberkesanan PSH sebagai strategi pemindahan ilmu serta menyumbang kepada pengukuhan agenda nasional pendidikan inklusif.

1.1 Penyataan Masalah

Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) merupakan agenda global yang digariskan dalam Matlamat Pembangunan Mampan 4 (SDG 4), iaitu menyediakan “peluang pembelajaran sepanjang hayat untuk semua” (United Nations, 2015). Di Malaysia, dasar seperti *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (PPPM-PT)* dan *Pelan Induk Pendidikan Sepanjang Hayat Malaysia 2021* menekankan perluasan akses pendidikan kepada seluruh lapisan masyarakat tanpa mengira usia, gender, atau latar belakang sosioekonomi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015; Kementerian Pengajian Tinggi, 2021). Walau bagaimanapun, statistik menunjukkan keterlibatan peserta masih belum seimbang. Laporan JPPKK (2022) mendapati majoriti peserta PSH terdiri daripada wanita dan golongan dewasa pertengahan usia, manakala penglibatan belia serta warga emas adalah rendah. Isu keterangkuman ini menimbulkan persoalan sama ada PSH benar-benar mencapai matlamat inklusif yang digariskan.

Kolej Komuniti telah diberi mandat untuk menjadi hab utama PSH melalui pelaksanaan kursus pendek, program TVET, serta inisiatif pembangunan komuniti (Mohd Razali, 2018). Kajian Abdullah dan Osman (2020) mendapati Kolej Komuniti berjaya meningkatkan kebolehpasaran peserta melalui latihan kemahiran, manakala Sidek et al. (2021) menekankan peranannya dalam memperkasa masyarakat setempat. Namun, penyelidikan mendalam tentang keberkesanan Kolej Komuniti sebagai medium pemindahan ilmu masih terhad. Kebanyakan penilaian hanya menekankan pencapaian kuantitatif seperti jumlah peserta, tanpa melihat dimensi kualitatif seperti impak sosial, peningkatan kualiti hidup, dan keberlanjutan jangka panjang (Daud & Nordin, 2023).

Meskipun PSH telah menunjukkan perkembangan positif, pelaksanaannya berdepan cabaran kritikal. Antaranya termasuk jurang gender, ketidakseimbangan demografi peserta, dan keterbatasan kolaborasi dengan industri serta masyarakat sivil (Sidek et al., 2021). Selain itu, terdapat kebimbangan bahawa penekanan berlebihan terhadap KPI seperti kadar penyertaan boleh mengaburkan penilaian sebenar tentang keberkesanan PSH (Abdullah & Osman, 2020). Hal ini menimbulkan keperluan untuk mengkaji peranan Kolej Komuniti secara lebih komprehensif sebagai medium pemindahan ilmu, agar dasar yang digariskan benar-benar menyumbang kepada pembangunan mampan dan pemerdayaan komuniti.

1.2 Objektif Kajian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikenal pasti, kajian ini menetapkan beberapa objektif utama seperti berikut:

1. Mengkaji konsep, falsafah, dan dasar utama yang menggariskan Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) serta pemindahan ilmu dalam konteks pendidikan tinggi Malaysia.
2. Menganalisis peranan strategik Kolej Komuniti sebagai medium utama pemindahan ilmu melalui pelbagai program PSH yang ditawarkan.
3. Menghuraikan pencapaian signifikan serta cabaran kritikal yang dihadapi dalam pelaksanaan inisiatif PSH di Kolej Komuniti.

1.3 Persoalan Kajian

Selaras dengan objektif yang digariskan, kajian ini dipandu oleh persoalan-persoalan penyelidikan berikut:

1. Apakah konsep, falsafah, dan dasar utama yang menggariskan Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) serta pemindahan ilmu dalam konteks pendidikan tinggi Malaysia?
2. Bagaimanakah peranan strategik Kolej Komuniti sebagai medium utama pemindahan ilmu melalui pelbagai program PSH yang ditawarkan?
3. Apakah pencapaian signifikan serta cabaran kritikal yang dihadapi dalam pelaksanaan inisiatif PSH di Kolej Komuniti?

2.0 Kajian Literatur

2.1 Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) sebagai Agenda Nasional

Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) merujuk kepada proses pembelajaran yang berterusan sepanjang hayat individu, tanpa mengira usia, latar belakang, atau tahap pendidikan. Konsep ini melangkaui pendidikan formal dengan merangkumi pembelajaran tidak formal, seperti kursus dan latihan, serta pembelajaran informal melalui pengalaman hidup (Field, 2006; Candy, 2002). Dari perspektif global, PSH mendapat pengiktirafan sebagai salah satu teras utama dalam Matlamat Pembangunan Mampan 4 (SDG 4) yang menekankan penyediaan “peluang pembelajaran sepanjang hayat untuk semua” (United Nations, 2015).

Di Malaysia, PSH telah diinstitusikan melalui dasar dan plan strategik kebangsaan, antaranya Pelan Induk Pembudayaan PSH Malaysia 2011–2020, Pelan Induk PSH Malaysia 2021, serta Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (PPPM-PT). Kedua-dua dokumen ini menggariskan PSH sebagai agenda nasional yang penting dalam usaha membangunkan modal insan negara (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015; Kementerian Pengajian Tinggi, 2021). PPPM-PT khususnya memberi penekanan melalui Lonjakan 3: Menghayati Pembelajaran Sepanjang Hayat yang

menekankan keterangkuman akses, dan Lonjakan 7: Ekosistem Inovasi yang memberi tumpuan kepada kolaborasi antara universiti, industri, dan komuniti.

Selain itu, sistem Akreditasi Pembelajaran Berasaskan Pengalaman Terdahulu (APEL) juga diwujudkan sebagai mekanisme penting bagi mengiktiraf pengetahuan dan pengalaman praktikal yang diperoleh individu di luar sistem pendidikan formal (Morshidi et al., 2017). Penerapan pelbagai dasar ini memberikan legitimasi kepada institusi seperti Kolej Komuniti untuk melaksanakan PSH secara meluas, serta memperkukuhkan peranan mereka sebagai pelaksana utama agenda kebangsaan.

2.2 Konsep dan Mekanisme Pemindahan Ilmu

Pemindahan ilmu (PI) atau Knowledge Transfer merupakan proses yang menghubungkan pengetahuan akademik dengan keperluan praktikal masyarakat dan industri. Matlamat utamanya adalah untuk memastikan hasil penyelidikan, inovasi, dan kepakaran yang dibangunkan di institusi pengajian tinggi tidak hanya terhenti dalam bentuk teori, tetapi diaplikasikan secara langsung untuk manfaat sosio-ekonomi (Davey et al., 2018).

Dalam konteks Malaysia, PI merupakan sebahagian daripada inisiatif Lonjakan 7: Ekosistem Inovasi yang digariskan dalam PPPM-PT 2015–2025 (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015). Mekanisme pelaksanaan PI di Kolej Komuniti diterjemahkan dalam bentuk Petunjuk Prestasi Utama (KPI), seperti bilangan projek komuniti, penerbitan penyelidikan, dan hasil aktiviti pemindahan teknologi (Sidek et al., 2021). Di samping itu, kerajaan turut memperkenalkan Skim Geran Knowledge Transfer Partnership (KTP) untuk membiayai projek pemindahan kepakaran akademik kepada komuniti, dengan tujuan meningkatkan daya saing, keusahawanan, dan kualiti hidup masyarakat (Abdullah & Osman, 2020).

Melalui pendekatan ini, PI bukan sahaja memperkukuh hubungan akademik dengan komuniti, malah berperanan sebagai pemangkin kepada pembangunan sosio-ekonomi setempat.

2.3 Peranan Kolej Komuniti sebagai Hab PSH

Kolej Komuniti ditubuhkan pada tahun 2001 dengan mandat utama menyediakan pendidikan teknikal dan vokasional (TVET) kepada lepasan sekolah. Walau bagaimanapun, peranan ini telah diperluas secara rasmi pada tahun 2005 apabila Jemaah Menteri bersetuju menjadikan Kolej Komuniti sebagai “Hab PSH” (Mohd Razali, 2018). Dualiti peranan ini menjadikan Kolej Komuniti unik kerana ia bukan sahaja institusi pendidikan formal, tetapi juga pusat pembangunan komuniti.

Sebagai hab PSH, Kolej Komuniti menawarkan program dalam dua bentuk utama: (i) kursus pendek yang terbuka kepada masyarakat umum dalam pelbagai bidang kemahiran, dan (ii) program di bawah Akaun Amanah Latihan Khas (AALK) yang menyasarkan peserta berumur antara 15 hingga 64 tahun (JPPKK, 2022). Program-program ini bersifat fleksibel, mudah diakses, serta direka bentuk untuk memenuhi keperluan sosio-ekonomi masyarakat setempat, sama ada dari segi peningkatan kemahiran, penjana pendapatan, atau pembangunan komuniti (Sidek et al., 2021). Dengan kedudukan yang strategik di seluruh negara, Kolej Komuniti mampu berfungsi sebagai medium efektif pemindahan ilmu dan kemahiran, sekali gus menyokong agenda PSH kebangsaan serta memacu pembangunan modal insan inklusif.

Sorotan ini memperlihatkan bahawa walaupun program PSH berjaya menarik penyertaan besar, cabaran berkaitan demografi dan inklusiviti masih perlu ditangani bagi memastikan agenda PSH benar-benar mencapai matlamat keterangkuman nasional.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif, yang sesuai untuk menghuraikan, menginterpretasi, dan menganalisis kandungan literatur secara sistematik. Pendekatan ini membolehkan penyelidik mengenal pasti, mengklasifikasikan, dan mensintesis tema-tema utama daripada sumber sekunder tanpa menguji hipotesis (Creswell & Poth, 2018). Reka bentuk ini juga dipilih kerana fokus kajian adalah menilai dasar, peranan institusi, serta amalan pelaksanaan Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) dalam konteks Kolej Komuniti berdasarkan bukti literatur terdahulu.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui sorotan literatur digital daripada pangkalan data akademik (Scopus, Google Scholar, ProQuest) serta dokumen rasmi yang diperolehi daripada Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) dan Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK).

- Bilangan dan jenis sumber: Sebanyak 42 dokumen dianalisis, merangkumi artikel jurnal akademik (n=18), prosiding persidangan (n=7), laporan dasar dan tahunan rasmi (n=12), serta bahan kerajaan seperti pelan strategik dan laporan PSH (n=5).
- Kriteria pemilihan sumber: (i) diterbitkan dalam tempoh 2015–2025, iaitu selari dengan fasa pelaksanaan *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025* (PPPM-PT) dan *Pelan Induk PSH Malaysia 2021*; (ii) mempunyai kaitan langsung dengan topik PSH, TVET, atau

pemindahan ilmu; (iii) disemak oleh pakar (peer-reviewed) atau diiktiraf sebagai dokumen rasmi kerajaan.

3.3 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis perbandingan deskriptif. Proses ini melibatkan beberapa langkah utama:

- Mengekstrak maklumat utama daripada setiap dokumen.
- Menggunakan senarai semak sistematik untuk memastikan konsistensi pengkodan.
- Mengkodkan dapatan ke dalam kategori awal.
- Menggunakan matriks analisis untuk membandingkan pola dan tema antara dokumen.
- Mengklasifikasikan dapatan kepada lima tema utama: dasar, peranan institusi, mekanisme pelaksanaan, pencapaian, dan cabaran.

Analisis dilakukan secara deduktif berasaskan kerangka teori pendidikan sepanjang hayat dan pemindahan ilmu, membolehkan penyelidik mengenal pasti pola, corak, dan hubungan yang signifikan (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan dan kebolehpercayaan kajian ini dijamin melalui pemilihan sumber rujukan yang sahih dan berwibawa, seperti dokumen rasmi kerajaan, laporan penyelidikan berindeks, serta artikel jurnal yang disemak oleh pakar (peer-reviewed). Bagi meningkatkan kebolehpercayaan, triangulasi sumber digunakan dengan membandingkan dapatan daripada pelbagai jenis dokumen. Di samping itu, pendekatan analisis yang telus dan sistematik mengurangkan risiko bias interpretasi, seterusnya meningkatkan kredibiliti dapatan kajian (Merriam & Tisdell, 2016).

4.0 Laporan Kajian

4.1 Persoalan Kajian 1

Apakah konsep, falsafah, dan dasar utama yang menggariskan Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) serta pemindahan ilmu dalam konteks pendidikan tinggi Malaysia?

Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) dan Pemindahan Ilmu (PI) digariskan sebagai agenda strategik dalam pembangunan pendidikan tinggi Malaysia melalui *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025*

(KPM, 2015). Dua lonjakan utama yang berkaitan ialah Lonjakan 3: Menghayati Pembelajaran Sepanjang Hayat dan Lonjakan 7: Ekosistem Inovasi.

Lonjakan 3 menekankan matlamat menjadikan PSH sebagai cara hidup rakyat Malaysia. Kolej Komuniti diberi mandat sebagai hab PSH, menyediakan akses fleksibel kepada golongan dewasa, pekerja industri, serta komuniti. Antara instrumen utama ialah kursus pendek, program peningkatan kemahiran, dan Akreditasi Pembelajaran Berasaskan Pengalaman Terdahulu (APEL).

Lonjakan 7 pula, menekankan pembangunan ekosistem inovasi melalui penyelidikan, pengkomersialan, dan pemindahan ilmu. Kolej Komuniti berfungsi sebagai agen pemindahan ilmu melalui projek komuniti, penerbitan penyelidikan, serta kolaborasi bersama industri (Mohd Tahir & Othman, 2020).

Jadual 1: Matlamat dan Inisiatif Utama PPPM-PT Berkaitan PSH dan PI

Lonjakan	Matlamat Utama	Inisiatif di Kolej Komuniti	Rujukan
Lonjakan 3: Menghayati Pembelajaran Sepanjang Hayat	Menjadikan PSH sebagai budaya nasional; meningkatkan akses dan kualiti.	• Program latihan komuniti • Kursus pendek fleksibel • APEL untuk pengiktirafan pembelajaran terdahulu	KPM (2015); KPT (2021)
Lonjakan 7: Ekosistem Inovasi	Membangun ekosistem inovasi; menggalakkan pemindahan ilmu.	• Penerbitan penyelidikan • Projek pemindahan teknologi • Kolaborasi industri-komuniti	KPM (2015); Mohd Tahir & Othman

4.2 Persoalan Kajian 2

Bagaimanakah peranan strategik Kolej Komuniti sebagai medium utama pemindahan ilmu melalui pelbagai program PSH yang ditawarkan?

Kolej Komuniti melaksanakan pemindahan ilmu melalui program formal (TVET), program tidak formal (kursus pendek PSH), dan mekanisme kolaboratif (CBL & KTP).

1. Program Formal (TVET) – Program Sijil dan Diploma berorientasikan industri melahirkan tenaga kerja mahir. Statistik KPT menunjukkan kadar kebolehpasaran lulusan TVET Kolej Komuniti berada pada tahap lebih 85% antara tahun 2019–2022, dengan majoriti bekerja dalam sektor perkhidmatan dan perindustrian (Abdullah & Rahman, 2019).
2. Kursus Pendek PSH – Kursus singkat memberi manfaat langsung kepada komuniti. Data PSH JPPKK (2022) melaporkan lebih 200,000 peserta di seluruh negara, dengan 42% penyertaan daripada wanita dan 33% daripada golongan berusia 40 tahun ke atas, menunjukkan keterangkuman demografi.
3. Community-Based Learning (CBL) – Pendekatan berasaskan komuniti menghubungkan teori dengan amalan. Kajian Norazmi et al. (2020) mendapati lebih 60% peserta CBL melaporkan peningkatan kemahiran keusahawanan selepas program.
4. Knowledge Transfer Programme (KTP) – Melibatkan geran khas KPT untuk projek pemindahan kepakaran. Antara hasilnya termasuk peningkatan literasi digital komuniti tempatan sehingga 55% dalam tempoh setahun (Norazmi et al., 2020).

Jadual 2: Mekanisme Pemindahan Ilmu Melalui Kolej Komuniti

Mekanisme	Huraian	Sasaran / Impak
Program Formal (TVET)	Sijil & Diploma berorientasikan industri	Tenaga kerja mahir; kadar kebolehpasaran >85%
Kursus Pendek PSH	Kursus fleksibel, kemahiran praktikal	Komuniti umum; >200,000 peserta (42% wanita)
Community-Based Learning (CBL)	Projek komuniti berasaskan pembelajaran	>60% peserta meningkat kemahiran keusahawanan

Knowledge Transfer Programme (KTP)	Geran pemindahan kepakaran akademik	Literasi digital meningkat 55% dalam setahun
------------------------------------	-------------------------------------	--

4.3 Persoalan Kajian 3

Apakah pencapaian signifikan serta cabaran kritikal yang dihadapi dalam pelaksanaan inisiatif PSH di Kolej Komuniti?

Pencapaian

1. Penyertaan melebihi sasaran – Kolej Komuniti Temerloh melaporkan 5,190 peserta PSH pada 2022, melebihi sasaran 2,078 (JPPKK, 2022).
2. Kebolehpasaran tinggi – Lulusan TVET Kolej Komuniti mencatatkan kadar kebolehpasaran 85–90% dalam tempoh 2019–2022 (Abdullah & Rahman, 2019).
3. Pembangunan komuniti – Lebih 70% peserta kursus PSH melaporkan peningkatan pendapatan selepas enam bulan, terutama dalam bidang masakan, jahitan, dan keusahawanan mikro (Norazmi et al., 2020).

Cabaran

1. Ketidakseimbangan demografi – Kajian Aziz et al. (2021) menunjukkan kursus tertentu didominasi oleh kaum tertentu (lebih 65% peserta Melayu, 25% India, 10% Cina).
2. Ketidakseimbangan gender – Kursus teknikal didominasi lelaki (75%), manakala kursus jahitan/masakan didominasi wanita (80%) (JPPKK, 2022).
3. Kolaborasi terhad – Laporan KPT (2021) menegaskan masih terdapat ruang untuk mengukuhkan kerjasama industri dan NGO bagi meningkatkan impak program.

Jadual 3: Ringkasan Pencapaian dan Cabaran PSH

Kategori	Dapatan Utama	Statistik / Rujukan
Pencapaian	Penyertaan PSH melebihi sasaran (5,190 vs 2,078 peserta)	JPPKK (2022)
	Kebolehpasaran TVET 85–90% (2019–2022)	Abdullah & Rahman (2019)

	70% peserta PSH tingkatkan pendapatan selepas 6 bulan	Norazmi et al. (2020)
Cabaran	Ketidakseimbangan demografi (65% Melayu, 25% India, 10% Cina)	Aziz et al. (2021)
	Ketidakseimbangan gender (75% lelaki kursus teknikal; 80% wanita kursus jahitan/masakan)	JPPKK (2022)
	Kolaborasi industri & NGO masih terhad	KPT (2021)

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

Berdasarkan analisis sorotan literatur, kajian ini mengesahkan bahawa Kolej Komuniti telah memainkan peranan penting sebagai hab Pendidikan Sepanjang Hayat (PSH) serta medium pemindahan ilmu (PI) dalam konteks Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 (PPPM-PT). Kejayaan ini terbukti melalui pencapaian signifikan dalam merealisasikan Lonjakan 3 (Menghayati PSH) dan Lonjakan 7 (Ekosistem Inovasi) (Kementerian Pendidikan Tinggi, 2015), menjadikan Kolej Komuniti bukan sahaja penyedia program akademik dan TVET, tetapi juga platform inklusif yang responsif terhadap keperluan masyarakat pelbagai peringkat umur dan latar belakang (Mokhtar et al., 2020).

Walaupun pencapaian kuantitatif seperti peningkatan enrolmen PSH dan kebolehpasaran graduan TVET adalah memberangsangkan (JPPKK, 2021), wujud beberapa jurang yang dikenal pasti. Antaranya ialah ketidakseimbangan demografi dan jantina dalam penyertaan, keterlibatan komuniti bukan Melayu yang masih rendah, serta keperluan kolaborasi lebih sistematik dengan industri dan NGO (Ismail & Hassan, 2022). Kajian ini mengisi jurang literatur dengan memberi penekanan terhadap strategi keterangkuman sosial dan pengukuhan jaringan kolaborasi sebagai faktor kritikal dalam memastikan keberlanjutan PSH.

Cadangan

Bagi memastikan PSH kekal relevan dan berimpak tinggi, beberapa cadangan dikemukakan, sejajar dengan dapatan literatur:

1. Meningkatkan keterangkuman penyertaan

- Merangka strategi khusus untuk menarik penyertaan komuniti bukan Melayu melalui kursus yang disesuaikan dengan sensitiviti budaya (Merriam & Kee, 2014).
 - Menggunakan pendekatan promosi berasaskan komuniti dengan melibatkan persatuan kaum dan NGO tempatan.
2. Mengimbangi penyertaan jantina
 - Menawarkan kursus teknikal yang mesra wanita serta kursus gaya hidup atau kreativiti untuk lelaki (UNESCO, 2019).
 - Menyediakan insentif seperti pensijilan khas atau peluang penempatan industri bagi menggalakkan penyertaan rentas jantina.
 3. Memperkukuh kolaborasi strategik
 - Membangun jaringan kerjasama dengan industri, agensi kerajaan, NGO, dan pihak swasta untuk perancangan dan pelaksanaan program (Ismail & Hassan, 2022).
 - Memanfaatkan platform digital untuk memperluas capaian PSH kepada golongan bekerja, luar bandar, dan marginal (OECD, 2021).
 4. Kajian masa depan
 - Meneliti keberkesanan strategi keterangkuman PSH dalam meningkatkan akses komuniti rentas etnik dan jantina.
 - Menganalisis impak kolaborasi Kolej Komuniti dengan entiti luar terhadap keberlanjutan pemindahan ilmu (Mokhtar et al., 2020).
 - Mengukur impak kursus PSH bukan sahaja dari aspek kuantitatif (penyertaan), tetapi juga dimensi kualitatif seperti peningkatan pendapatan, kualiti hidup, dan kesejahteraan sosial (UNESCO, 2019).

Kajian ini menegaskan bahawa Kolej Komuniti bukan sekadar pelaksana dasar, tetapi pemangkin keterangkuman sosial dan pembangunan komuniti melalui PSH. Dengan strategi yang lebih inklusif, seimbang, dan kolaboratif, PSH berpotensi menyumbang kepada daya saing negara serta pembangunan insan yang menyeluruh (OECD, 2021).

Rujukan

- Abdullah, R., & Osman, A. H. (2020). Peranan Kolej Komuniti dalam memperkasakan kemahiran usahawan mikro. *Jurnal Pendidikan Teknikal & Vokasional*, 2(1), 45-60.
- Abdullah, S. R. S., & Rahman, A. H. A. (2019). TVET di Kolej Komuniti: Menjana kebolehpasaran graduan. *Prosiding Seminar Pendidikan Teknikal dan Vokasional* (SPTV), 55-68.

- Aziz, A., Mamat, N., & Abdullah, S. (2021). Keterlibatan etnik dalam program Pendidikan Sepanjang Hayat di Kolej Komuniti: Analisis demografi. *Jurnal Penyelidikan Pendidikan Lanjutan*, 1(1), 1-15.
- Candy, P. C. (2002). The changing context of learning and teaching: Implications for learning across the lifespan. In T. W. W. Chen & N. F. B. Nordin (Eds.), *Lifelong Learning: The International Handbook* (pp. 3-26). Springer.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Daud, S. R., & Nordin, A. N. (2023). Keberkesanan kursus pendek Kolej Komuniti: Isu dan cadangan. *Jurnal Pengajian Tinggi Malaysia*, 11(2), 1-19.
- Davey, T., Meerman, A., & Galan-Muros, V. (2018). *The European guide to knowledge transfer and technology transfer*. European University Association.
- Field, J. (2006). *Lifelong learning and the new educational order*. Trentham Books.
- Ismail, M. H., & Hassan, S. (2022). Perkongsian pintar dalam pendidikan sepanjang hayat: Kolaborasi industri-akademia di Kolej Komuniti. *Jurnal Pengurusan dan Strategi Pendidikan*, 1(1), 22-35.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK). (2022). *Laporan tahunan Pendidikan Sepanjang Hayat Kolej Komuniti 2021*. Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2015). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kementerian Pengajian Tinggi. (2021). *Pelan Induk Pendidikan Sepanjang Hayat Malaysia 2021*. Kementerian Pengajian Tinggi.
- Merriam, S. B., & Kee, Y. (2014). *Adult learning: Linking theory and practice*. Jossey-Bass.

- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. Sage Publications.
- Mohd Razali, R. (2018). Peranan Kolej Komuniti sebagai hab Pendidikan Sepanjang Hayat. *Jurnal Vokasional Malaysia*, 3(1), 1-10.
- Mohd Tahir, A., & Othman, A. S. (2020). Impak projek pemindahan ilmu kepada komuniti setempat di bawah Lonjakan 7 PPPM-PT. *Prosiding Seminar Transformasi Pendidikan Tinggi*, 1-15.
- Mokhtar, M., Ramli, Z., & Kassim, Z. (2020). Keberkesanan PSH di Kolej Komuniti: Analisis kualitatif terhadap impak sosial. *Jurnal Pembangunan Komuniti*, 4(2), 1-14.
- Morshidi, S., Norasmah, O., & Zaidah, M. R. (2017). Pembangunan kerangka Akreditasi Pembelajaran Berasaskan Pengalaman Terdahulu (APEL) di Malaysia. *Jurnal Pendidikan Tinggi*, 1(2), 12-25.
- Norazmi, H., Salleh, R., & Zulkifli, M. (2020). Peningkatan keusahawanan mikro melalui kursus PSH Kolej Komuniti: Kajian kes. *Jurnal Keusahawanan dan Inovasi*, 5(1), 1-18.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Sidek, N., Rahman, A. H. A., & Zakaria, R. (2021). Kolej Komuniti sebagai agen pemeraksanaan komuniti: Kajian kes di Johor. *Jurnal Komuniti dan Pendidikan*, 2(1), 12-25.
- UNESCO. (2019). *Global report on adult learning and education: The power of adult learning and education*. UNESCO Institute for Lifelong Learning.
- United Nations. (2015). *Sustainable Development Goal 4: Quality Education*. United Nations.

P18-PERANAN INDUSTRY EXPERT ENRICHMENT PROGRAM (IEEP) DALAM MEMPERKASA PEMINDAHAN ILMU ANTARA INDUSTRI DAN POLITEKNIK: SUATU KAJIAN TINJAUAN

Thiruchelve Ramasamy
Politeknik Port Dickson
thiruchelve@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
Zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) merupakan pemacu utama dalam melahirkan modal insan berkemahiran tinggi yang kompeten dan berdaya saing untuk mendepani cabaran industri semasa. Namun, jurang kemahiran antara graduan politeknik dan tuntutan pasaran kerja masih menjadi isu kritikal. Kajian tinjauan ini meneliti peranan Industry Expert Enrichment Program (IEEP) yang diperkenalkan oleh Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) sebagai mekanisme strategik untuk memperkukuh pemindahan ilmu antara industri dan politeknik. Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, sebanyak 42 artikel jurnal, laporan rasmi, dan dokumen penyelidikan yang diterbitkan antara 2015–2025 dianalisis melalui pangkalan data Google Scholar, ResearchGate, dan repositori institusi dengan kriteria utama berkaitan TVET, pemindahan ilmu, dan kolaborasi industri-akademia. Dapatan kajian menunjukkan bahawa IEEP mempunyai keunikan tersendiri berbanding Latihan Industri (LI) dan Pensyarah Pelawat Industri (PPI), iaitu dengan menekankan pengayaan amali berstruktur melalui simulasi, bengkel, dan aktiviti langsung. IEEP terbukti meningkatkan kemahiran komunikasi profesional, kerja berpasukan, penyelesaian masalah, serta literasi digital pelajar, sekali gus merapatkan jurang kebolehpasaran graduan. Selain itu, kajian ini menyumbang kepada literatur dengan menegaskan bahawa IEEP bukan sahaja pelengkap kepada LI dan PPI, tetapi juga instrumen penting dalam pelaksanaan dasar seperti Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 dan Hala Tuju Transformasi Politeknik 2023–2030. Walaupun masih wujud cabaran seperti birokrasi, keterbatasan sumber, dan koordinasi komunikasi, kajian ini mencadangkan pengukuhan garis panduan, model kerjasama inovatif, dan pengurusan kolaborasi yang berpusat sebagai strategi untuk memastikan kelestarian serta keberkesanan IEEP pada masa hadapan.

Kata Kunci: IEEP, Politeknik, Pemindahan Ilmu

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) kini menjadi tunjang utama dalam melahirkan modal insan berkemahiran tinggi bagi menyokong transformasi ekonomi digital dan berasaskan pengetahuan. Di peringkat global, TVET telah diiktiraf sebagai strategi berkesan untuk menangani isu pengangguran belia dan jurang kemahiran (skills gap) yang semakin kompleks akibat Revolusi Industri 4.0. Sebagai contoh, Jerman berjaya melaksanakan sistem dual training yang menggabungkan pembelajaran teori

dengan latihan praktikal di industri, manakala Korea Selatan dan Singapura menekankan integrasi rapat industri dalam reka bentuk kurikulum bagi memastikan graduan mereka kompetitif di pasaran kerja (OECD, 2021; ILO, 2022).

Di Malaysia, TVET memainkan peranan strategik dalam menyokong aspirasi Ekonomi MADANI, khususnya dalam melahirkan graduan yang bukan sahaja mahir teknikal tetapi juga memiliki kemahiran insaniah dan literasi digital. Walaupun kadar kebolehpasaran graduan politeknik mencapai 88.2% pada tahun 2022 (KPT, 2023), Jabatan Perangkaan Malaysia (DOSM, 2023) melaporkan kadar pengangguran graduan TVET masih berada pada tahap 3.7%. Isu ketidakpadanan kemahiran ini menandakan bahawa sebahagian graduan belum mampu menyesuaikan diri dengan kehendak industri yang dinamik dan mencabar.

1.1 Penyataan Masalah

Jurang kemahiran yang wujud antara graduan politeknik dan keperluan industri merupakan cabaran utama yang menjejaskan kebolehpasaran graduan. Graduan sering dikenal pasti lemah dalam kemahiran insaniah, termasuk komunikasi profesional, penyelesaian masalah, kerja berpasukan, dan literasi digital (Ismail et al., 2021). Tanpa penguasaan kemahiran ini, graduan berisiko gagal menyesuaikan diri dalam persekitaran kerja sebenar yang menuntut fleksibiliti, kepantasan, dan daya tahan.

Untuk menangani isu ini, Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) melalui Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) telah melaksanakan pelbagai bentuk kolaborasi dengan industri, termasuk Latihan Industri (LI) dan Pensyarah Pelawat Industri (PPI). Walaupun berkesan, program-program ini mempunyai keterbatasan: LI berfokus kepada pendedahan pelajar dalam tempoh yang panjang, manakala PPI lebih kepada perkongsian pengetahuan dalam sesi yang singkat. Justeru, Industry Expert Enrichment Program (IEEP) diperkenalkan sebagai mekanisme baharu yang menekankan penglibatan langsung pakar industri dalam proses pengajaran dan pembelajaran secara lebih tersusun dan berstruktur.

Berbeza dengan LI dan PPI, IEEP berfungsi sebagai platform dinamik yang menggabungkan pendedahan teori dengan pengalaman praktikal terarah melalui simulasi, bengkel, atau aktiviti amali. Program ini tidak hanya meningkatkan kemahiran teknikal pelajar, tetapi juga mengukuhkan kompetensi insaniah seperti kepimpinan, komunikasi berkesan, dan penyelesaian masalah kompleks. Hal ini menjadikan IEEP sebagai instrumen inovatif yang melengkapkan ekosistem TVET serta menyumbang kepada agenda kebolehpasaran graduan politeknik.

1.2 Objektif Kajian

Berdasarkan latar belakang masalah yang dinyatakan, kajian ini mempunyai tiga objektif utama:

1. Menganalisis peranan IEEP sebagai platform pemindahan ilmu antara industri dan politeknik, dan bagaimana ia menyokong dasar pendidikan tinggi negara.
2. Menilai keberkesanan pelaksanaan IEEP dalam memperkasa pengetahuan teori, kemahiran praktikal, dan kemahiran insaniah pelajar politeknik melalui pelbagai bentuk pelaksanaan.
3. Mengenal pasti cabaran utama yang dihadapi dalam pelaksanaan IEEP dari sudut institusi dan industri, dan apakah langkah penambahbaikan strategik yang boleh diambil untuk memperkukuh keberkesanannya.

1.3 Persoalan Kajian

Sejajar dengan objektif kajian, tiga persoalan utama yang akan dijawab dalam laporan ini adalah:

1. Apakah peranan IEEP sebagai platform pemindahan ilmu yang berkesan antara industri dan politeknik?
2. Sejauh manakah IEEP berkesan dalam memperkasa pengetahuan teori, kemahiran praktikal, dan kemahiran insaniah pelajar politeknik melalui pelbagai bentuk pelaksanaan?
3. Apakah cabaran utama yang dihadapi dalam pelaksanaan IEEP dari sudut institusi dan industri, dan apakah langkah penambahbaikan strategik yang boleh diambil untuk memperkukuh keberkesanannya?

2.0 Kajian Literatur

2.1 Kerangka Konsep Pemindahan Ilmu dan Kepentingan TVET

Pemindahan ilmu dalam konteks industri-akademia merujuk kepada proses perkongsian pengetahuan, kemahiran, dan kepakaran secara dua hala antara institusi pendidikan dan sektor industri. Tujuannya adalah memastikan kurikulum di institusi pendidikan sejajar dengan keperluan semasa industri. Kajian terdahulu menunjukkan program pendedahan industri, seperti latihan amali, berkesan dalam meningkatkan keyakinan diri, penyelesaian masalah, serta kemahiran komunikasi pelajar (Felder & Brent, 2016).

Politeknik sebagai institusi TVET mengamalkan pendekatan kurikulum berasaskan kompetensi yang menekankan keseimbangan antara kemahiran teknikal dan insaniah. Model ini bertujuan melahirkan graduan yang inovatif, adaptif, dan relevan dengan kehendak pasaran kerja. Kehadiran pakar industri

dalam pembelajaran memastikan kandungan kurikulum sentiasa terkini, seperti yang dibuktikan melalui inisiatif Politeknik Ungku Omar dan Politeknik Negeri Balikpapan yang menyepadukan input industri dalam reka bentuk kursus masing-masing.

2.2 Tinjauan Polisi dan Inisiatif Nasional dalam Kolaborasi Industri-Akademia

Kerajaan Malaysia telah memperkenalkan beberapa dasar penting untuk memperkukuh hubungan industri-akademia. Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 memperkenalkan “Lonjakan 10”, yang menekankan keterlibatan industri dalam reka bentuk kurikulum dan aktiviti pengajaran. Inisiatif ini disusuli dengan Hala Tuju Transformasi Politeknik 2023–2030 yang menyasarkan politeknik sebagai institusi TVET berprestij melalui pemerkasaan kolaborasi industri dan aktiviti inovasi.

Sebagai langkah praktikal, penubuhan Pusat Inovasi dan Pengkomersialan (ICC) di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah membolehkan hasil inovasi pelajar dan pensyarah dipromosikan serta dikomersialkan. Ini sejajar dengan usaha JPPKK menjadikan politeknik sebagai hab pembangunan teknologi yang responsif kepada keperluan industri.

2.3 Perbezaan antara IEEP dan Program Seumpamanya

IEEP kerap dibandingkan dengan Pensyarah Pelawat Industri (PPI) dan Latihan Industri (LI). Namun, setiap program mempunyai peranan berbeza:

- PPI memberi pendedahan awal melalui ceramah atau perkongsian pengalaman pakar industri.
- LI melibatkan penempatan jangka panjang di industri bagi mengaplikasi ilmu dalam suasana kerja sebenar.
- IEEP pula bersifat pengayaan, menekankan penglibatan pakar industri secara langsung dalam bengkel, simulasi, atau latihan berstruktur.

Sebagai contoh, pelajar Diploma Pelancongan Rekreasi di Politeknik Tawau Sabah telah mengikuti IEEP bersama pegawai perubatan KKM untuk simulasi kemahiran CPR. Aktiviti seperti ini membuktikan bahawa IEEP bukan sekadar perkongsian ilmu, tetapi latihan praktikal berskala kecil yang melengkapkan pelajar dengan kemahiran terfokus sebelum menjalani LI.

Jadual 1: berikut merumuskan perbezaan utama antara IEEP, PPI, dan LI

Ciri-ciri	IEEP	PPI	Latihan Industri (LI)
Matlamat Utama	Pengayaan pengalaman pembelajaran pelajar melalui aplikasi praktikal terfokus	Perkongsian ilmu teknikal & pengalaman industri	Pendedahan menyeluruh kepada alam pekerjaan sebenar
Tempoh Pelaksanaan	Jangka pendek, beberapa sesi atau bengkel	Satu sesi ceramah/lawatan	Panjang, biasanya 1 semester
Format Aktiviti	Simulasi, bengkel, amali berstruktur	Ceramah, lawatan, perkongsian	Penempatan kerja, projek, pemantauan penyelia

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif kerana ia sesuai untuk menghuraikan secara sistematik fenomena berkaitan peranan Industry Expert Enrichment Program (IEEP) dalam pemindahan ilmu. Reka bentuk ini membolehkan penyelidik meneliti ciri-ciri data yang diperoleh tanpa membuat generalisasi yang meluas, sebaliknya menekankan pemahaman terperinci mengenai situasi, interaksi, dan pelaksanaan program berdasarkan analisis dokumen.

Data dikumpulkan melalui kajian literatur digital secara sistematik dengan menggunakan kata kunci seperti “Industry Expert Enrichment Program” AND “knowledge transfer” AND “TVET Malaysia”, “collaboration academia industry” AND “polytechnic” AND “Malaysia”, serta “TVET enrichment program” AND “higher education policy Malaysia”. Operator Boolean digunakan bagi memastikan hasil carian yang lebih spesifik. Pangkalan data utama yang dirujuk termasuk Google Scholar, Scopus, ResearchGate, dan repositori institusi politeknik. Untuk menjamin kesesuaian maklumat, kriteria inklusi dan eksklusi telah ditetapkan. Kriteria inklusi merangkumi artikel berwasit, prosiding persidangan, laporan rasmi JPPKK/KPT, dan buku ilmiah yang diterbitkan dalam tempoh 2015–2025 serta berkaitan dengan TVET,

pemindahan ilmu, atau kolaborasi industri-akademia. Sementara itu, kriteria eksklusi pula merangkumi artikel popular, blog, berita tanpa rujukan akademik, laporan persendirian tanpa pengesahan rasmi, serta dokumen yang tidak relevan dengan konteks TVET Malaysia. Pemilihan tempoh 2015–2025 dibuat kerana ia bertepatan dengan pelaksanaan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025, yang menjadi dasar utama dalam menggerakkan kerjasama industri-akademia dan pengukuhan sistem TVET negara.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan dengan pendekatan tematik. Proses analisis ini melibatkan tiga peringkat utama, iaitu pengecaman tema awal berkaitan konsep, matlamat, model pelaksanaan, keberkesanan, dan cabaran IEEP; pengelompokan data mengikut tema yang dikenal pasti; serta sintesis dan perbandingan maklumat antara dokumen untuk menonjolkan persamaan, perbezaan, kekuatan, dan kelemahan IEEP berbanding program lain.

Kesahan kajian dipastikan melalui triangulasi sumber, iaitu dengan membandingkan maklumat daripada pelbagai dokumen termasuk laporan rasmi JPPKK, artikel berwasit, dan prosiding persidangan. Kebolehpercayaan pula diperkukuh dengan merujuk hanya kepada sumber yang berautoriti serta menolak dokumen yang tidak sah atau tidak berwibawa. Langkah ini memastikan dapatan kajian adalah sahih, tepat, dan boleh dipercayai.

Walaupun metodologi kajian ini dirancang secara sistematik, terdapat beberapa limitasi yang perlu diakui. Pertama, kaedah pengumpulan data terhadap kepada sumber sekunder berasaskan dokumen digital, sekali gus mengehadkan triangulasi dengan data primer seperti temu bual bersama pelaksana atau peserta IEEP. Kedua, pemilihan literatur hanya memfokuskan tempoh 2015–2025, yang walaupun relevan dengan pelaksanaan dasar PPM (Pendidikan Tinggi), mungkin mengehadkan rujukan kepada pengalaman lebih awal yang juga signifikan. Selain itu, sebahagian besar literatur yang ditemui adalah dalam konteks Malaysia, menyebabkan perbandingan antarabangsa agak terhad. Hal ini berpotensi mempengaruhi keluasan analisis kerana kajian tidak dapat meneliti sepenuhnya model pelaksanaan IEEP atau program seumpamanya di peringkat global. Justeru, dapatan kajian ini harus ditafsirkan dengan mengambil kira keterbatasan skop literatur dan ketiadaan data lapangan yang lebih empirikal.

4.0 Laporan Kajian

4.1 Persoalan Kajian 1: Apakah peranan IEEP sebagai platform pemindahan ilmu antara industri dan politeknik, dan bagaimana ia menyokong dasar pendidikan tinggi negara?

Berdasarkan analisis literatur, Industry Expert Enrichment Program (IEEP) memainkan peranan penting sebagai platform pemindahan ilmu yang sistematik antara industri dan politeknik. IEEP berfungsi bukan sahaja untuk memindahkan pengetahuan teknikal, tetapi juga sebagai mekanisme perkongsian pengalaman praktikal, teknologi terkini, serta budaya kerja industri. Peranan ini secara langsung menyokong dasar pendidikan tinggi negara seperti Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025, Hala Tuju Transformasi Politeknik 2023–2030, dan Ekosistem Inovasi Pendidikan Tinggi yang menekankan integrasi rapat antara institusi akademik dengan dunia pekerjaan sebenar.

Model pelaksanaan IEEP yang berasaskan experiential learning membolehkan pelajar dan pensyarah mendapatkan pendedahan kepada simulasi kerja sebenar, bengkel teknikal, dan perkongsian pakar industri. Contohnya, Politeknik Tawau Sabah (PTS) melaksanakan simulasi CPR dengan kerjasama pegawai Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) serta aktiviti nature camping di Taman Bukit Tawau. Di Politeknik Mukah (PMU), pula terdapat penglibatan pensyarah pelawat industri dalam bidang automasi, manakala di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah (PSA), industri kolaboratif dalam bidang kejuruteraan mekanikal memberi peluang pelajar menganalisis mesin sebenar yang digunakan dalam kilang.

Peranan IEEP ini juga diperkukuh dengan adanya garis panduan rasmi oleh JPPKK (Edisi 2025) yang menyeragamkan proses pelaksanaan agar lebih sistematik dan mengurangkan birokrasi. Hal ini menunjukkan bahawa IEEP bukan sekadar program tambahan, tetapi satu instrumen kritikal yang menyokong pelaksanaan dasar strategik kebangsaan untuk meningkatkan kebolehpasaran graduan politeknik.

4.2 Persoalan Kajian 2: Sejauh manakah IEEP berkesan dalam memperkasa pengetahuan teori, kemahiran praktikal, dan kemahiran insaniah pelajar politeknik melalui pelbagai bentuk pelaksanaan?

Kajian literatur menunjukkan bahawa IEEP berkesan dalam memperkukuh gabungan antara teori akademik dengan amalan praktikal. Melalui penglibatan terus bersama industri, pelajar dapat menilai aplikasi teori yang dipelajari dalam kuliah ke dalam konteks kerja sebenar. Sebagai contoh, pelajar kejuruteraan elektrik di Politeknik Ungku Omar (PUO) terlibat dalam bengkel pemasangan sistem tenaga solar bersama jurutera industri, manakala

pelajar hospitaliti di Politeknik Merlimau (PMM) menjalani hands-on training dalam simulasi dapur hotel bertaraf antarabangsa.

Selain peningkatan pengetahuan praktikal, IEEP juga memainkan peranan penting dalam memperkasa kemahiran insaniah. Pelajar menunjukkan peningkatan dalam kemahiran komunikasi, kerja berpasukan, adaptasi kepada situasi mencabar, dan penyelesaian masalah. Sebagai contoh, dapatan JPPKK (2024) menunjukkan 68% pelajar yang mengikuti IEEP melaporkan peningkatan dalam kebolehan komunikasi profesional mereka, manakala 72% melaporkan keyakinan lebih tinggi dalam kerja berpasukan. Dapatan ini selari dengan kajian oleh Ismail et al. (2021) yang menekankan bahawa pendedahan industri berstruktur dapat mengasah kemahiran insaniah pelajar TVET secara lebih berkesan berbanding kaedah kuliah semata-mata.

Walaupun data empirikal khusus mengenai IEEP masih terhad, perbandingan dengan program seumpamanya seperti Latihan Industri dan Program Pensyarah Industri (PPI) memperlihatkan bahawa IEEP lebih fleksibel kerana ia dilaksanakan dalam tempoh lebih singkat, namun tetap memberi impak besar. Ini menjadikannya pelengkap penting sebelum pelajar menjalani latihan industri formal.

4.3 Persoalan Kajian 3: Apakah cabaran utama yang dihadapi dalam pelaksanaan IEEP dari sudut institusi dan industri, dan apakah langkah penambahbaikan strategik yang boleh diambil untuk memperkukuh keberkesanannya?

Walaupun IEEP menunjukkan keberkesanan yang tinggi, pelaksanaannya masih berhadapan dengan pelbagai cabaran. Dari perspektif institusi, birokrasi yang panjang, kekangan kewangan, dan kesukaran penyelarasan antara pelbagai pihak menjadi isu utama. Sementara itu, dari sudut industri, terdapat kebimbangan tentang pulangan pelaburan masa dan kos, selain wujudnya jurang matlamat antara akademik (fokus kepada penyelidikan dan pendidikan) dan industri (fokus kepada keuntungan dan pasaran). Kajian oleh European Commission (2020) menunjukkan bahawa cabaran seperti ini juga berlaku di negara Eropah, tetapi dapat diatasi dengan mewujudkan model perkongsian kos dan insentif bersama.

Bagi memperkukuh IEEP, beberapa langkah penambahbaikan strategik dicadangkan. Pertama, pengukuhan struktur dan polisi dengan memperkemas garis panduan agar lebih mudah diakses oleh semua pihak. Kedua, pembangunan model kerjasama inovatif seperti perkongsian kos, pengkomersialan produk bersama, dan kurikulum bersama yang dirangka bersama industri. Ketiga, sentralisasi dan koordinasi melalui penubuhan

jawatankuasa pusat di peringkat politeknik atau JPPKK untuk menguruskan aktiviti IEEP secara lebih efisien.

Selain itu, adalah penting untuk melibatkan perspektif industri secara lebih menyeluruh. Testimoni daripada wakil industri dalam sektor automotif (contohnya Proton Holdings) menunjukkan bahawa IEEP membantu mempercepatkan penyesuaian pelajar baru dalam persekitaran kerja kerana mereka lebih memahami prosedur operasi standard (SOP) sebelum mula bekerja. Perspektif seperti ini mengesahkan bahawa IEEP bukan sahaja menguntungkan pelajar, tetapi juga memberi nilai tambah kepada industri dengan mengurangkan kos latihan dalaman.

5.0 Kesimpulan

Sebagai rumusan, *Industry Expert Enrichment Program* (IEEP) memainkan peranan penting dan strategik dalam memperkasakan pemindahan ilmu antara industri dan politeknik di Malaysia. Program ini bukan sahaja bertindak sebagai platform untuk perkongsian pengetahuan dan kemahiran, tetapi juga sebagai mekanisme kritikal yang menyokong aspirasi dasar pendidikan tinggi negara, seperti yang digariskan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025 dan Hala Tuju Transformasi Politeknik 2023–2030. Melalui pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman, IEEP melengkapkan kurikulum politeknik sedia ada dengan nilai tambah yang signifikan, iaitu meningkatkan penguasaan teori, memperkukuh kemahiran praktikal, dan mempertingkatkan kemahiran insaniah pelajar selaras dengan keperluan industri semasa.

Novelty kajian ini terletak pada penekanan kepada IEEP sebagai instrumen unik yang menggabungkan kepakaran industri secara langsung ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran di politeknik. Ini meletakkan IEEP sebagai salah satu model kolaborasi industri-akademia yang berpotensi menjadi rujukan dalam konteks TVET di rantau ASEAN, setanding dengan inisiatif antarabangsa seperti Industry Adjunct Faculty Program di Australia atau Dual Training System di Jerman. Perbandingan ini menonjolkan kekuatan IEEP sebagai inovasi tempatan yang mempunyai nilai global, khususnya dalam usaha menjadikan graduan politeknik lebih kompetitif di pasaran kerja.

Dari sudut impak praktikal, IEEP telah membuktikan potensi untuk memperkukuh kebolehpasaran graduan melalui pendedahan langsung kepada budaya kerja industri, pembangunan kompetensi teknikal, dan peningkatan profesionalisme. Dalam jangka panjang, keberkesanan IEEP bukan sahaja memberi manfaat kepada pelajar, tetapi juga mempercepatkan penyesuaian politeknik terhadap transformasi digital dan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Namun demikian, keberkesanan program ini tetap bergantung kepada

komitmen berterusan daripada pihak industri, tenaga pengajar, dan pentadbir institusi untuk menyuburkan sinergi serta melaksanakan mekanisme pemantauan yang berterusan.

Walaupun IEEP mempunyai kekuatan yang jelas, terdapat limitasi yang perlu diberi perhatian. Kajian ini berbentuk tinjauan literatur dan tidak menggunakan data empirikal yang mendalam. Oleh itu, dapatan kajian tidak dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang variasi keberkesanan IEEP mengikut bidang pengajian atau lokasi institusi. Tambahan pula, isu praktikal seperti kekangan sumber, birokrasi pelaksanaan, dan tahap kesediaan industri untuk terlibat secara konsisten masih menjadi cabaran utama yang memerlukan penyelesaian jangka panjang.

Sebagai cadangan, kajian lanjutan perlu menilai impak IEEP secara lebih kuantitatif dengan menggunakan analisis statistik kebolehpasaran graduan, keberkesanan pedagogi, dan pulangan pelaburan (ROI) bagi pihak industri. Selain itu, pendekatan kajian kes komparatif antara politeknik di Malaysia dan institusi TVET antarabangsa boleh memperkayakan pemahaman tentang faktor kejayaan kritikal program seperti IEEP. Refleksi kritikal juga perlu diberi tumpuan kepada bagaimana IEEP boleh disesuaikan dengan teknologi baharu seperti kecerdasan buatan (AI), pembelajaran digital, dan sistem micro-credential untuk memastikan kelestariannya dalam jangka masa panjang.

Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan bahawa IEEP adalah inovasi strategik yang bukan sahaja memperkukuh ekosistem TVET negara, tetapi juga berpotensi menjadi model rujukan antarabangsa. Dengan penambahbaikan berterusan, IEEP mampu melahirkan graduan politeknik yang bukan sahaja kompeten dari segi teknikal, tetapi juga memiliki daya saing global yang tinggi.

RUJUKAN

European Commission. (2020). *A European approach to micro-credentials*. European Commission.

Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. Jossey-Bass.

International Labour Organization (ILO). (2022). *Skills development in the time of COVID-19: Taking stock and looking ahead*. ILO.

Ismail, R., Ahmad, S., & Yusuf, M. (2021). Graduate employability through TVET: A Malaysian perspective. *Journal of Technical Education and Training*, 13(1), 45–56. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.01.005>

- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK). (2024). *Laporan Pelaksanaan IEEP di Politeknik Malaysia 2024*. Putrajaya: JPPKK.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK). (2025). *Garis Panduan Pelaksanaan Industry Expert Enrichment Program (IEEP) Edisi 2025*. Putrajaya: JPPKK.
- Jabatan Perangkaan Malaysia (DOSM). (2023). *Laporan Statistik Tenaga Buruh Malaysia 2023*. Putrajaya: DOSM.
- Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (KPT). (2023). *Laporan Kajian Pengesanan Graduan 2022*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Tinggi.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *OECD skills outlook 2021: Learning for life*. Paris: OECD Publishing.
- Smith, E., & Yasukawa, K. (2017). What makes a good VET teacher? Views of Australian VET teachers and students. *International Journal of Training Research*, 15(1), 23–40. <https://doi.org/10.1080/14480220.2017.1355300>
- Thelen, K., & Busemeyer, M. R. (2012). Institutional change in German vocational training: From collectivism toward segmentalism. In P. A. Hall & K. Thelen (Eds.), *Varieties of capitalism and institutional change in European political economies* (pp. 68–100). Oxford: Oxford University Press.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). *Promoting quality in TVET through partnerships: Global case studies*. Bonn: UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training.

P24-KOKURIKULUM BERKREDIT DI POLITEKNIK SEBAGAI MEDIUM PEMINDAHAN ILMU DAN PEMBANGUNAN SOFT SKILLS MAHASISWA: SOROTAN LITERATUR

Nor Juhaliza Md Nordin
Politeknik Port Dickson
njuhaliza@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Kajian ini meneliti peranan kokurikulum berkredit di politeknik sebagai medium strategik pemindahan ilmu dan pembangunan kemahiran insaniah (soft skills) mahasiswa dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional (TVET). Isu kebolehpasaran graduan sering dikaitkan dengan kekurangan penguasaan soft skills walaupun mereka memiliki kemahiran teknikal yang mencukupi. Oleh itu, kajian ini mengkaji sejauh mana kokurikulum berkredit dapat berfungsi sebagai mekanisme sistematik untuk menutup jurang tersebut. Pendekatan sorotan literatur sistematik digunakan, melibatkan pencarian artikel jurnal, prosiding, laporan penyelidikan, dan buku ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025. Sebanyak 42 artikel dikenal pasti daripada pangkalan data utama seperti Scopus, Google Scholar, dan ResearchGate, namun hanya 28 dipilih berdasarkan kriteria inklusi (kajian berkaitan politeknik/TVET, kokurikulum berkredit, dan pembangunan soft skills). Analisis dilakukan menggunakan kaedah analisis tematik bagi mengenal pasti pola, tema, dan jurang kajian. Dapatan menunjukkan bahawa kokurikulum berkredit bukan sahaja berfungsi sebagai pelengkap kurikulum formal, tetapi juga berperanan sebagai wahana pemindahan ilmu yang menghubungkan teori dengan aplikasi praktikal. Mahasiswa memperoleh pelbagai dimensi soft skills termasuk komunikasi, kepimpinan, kerja berpasukan, pemikiran kritis, penyelesaian masalah, pengurusan masa, dan etika profesional. Namun, beberapa cabaran turut dikenal pasti seperti kurangnya minat terhadap aktiviti unit beruniform, tahap komitmen yang tidak konsisten, serta pedagogi tenaga pengajar yang masih bersifat konvensional. Implikasi praktikal dicadangkan melalui penilaian berasaskan projek untuk mengukur kemahiran insaniah secara autentik, latihan pedagogi yang menekankan pembelajaran reflektif dan berasaskan pengalaman, serta kolaborasi industri-institusi dalam merangka program kokurikulum berimpak tinggi. Kebaruan kajian ini terletak pada penekanan khusus terhadap konteks Politeknik Malaysia serta cadangan kerangka konseptual yang mengintegrasikan kokurikulum berkredit sebagai mekanisme pemindahan ilmu dan pembangunan holistik mahasiswa.

Kata Kunci: Kokurikulum berkredit, Pemindahan ilmu, *Soft skills*

1.0 Pengenalan

Dalam era globalisasi dan persaingan pasaran kerja yang semakin kompetitif, kelestarian kerjaya graduan tidak lagi bergantung semata-mata pada penguasaan kemahiran teknikal (*hard skills*), tetapi turut dipengaruhi oleh penguasaan kemahiran insaniah (*soft skills*) seperti komunikasi, kerja berpasukan, kepimpinan, dan penyelesaian masalah (Suleman, 2018). Laporan

Bank Dunia (2019) menunjukkan bahawa hampir 45% majikan di Asia Tenggara menilai kegagalan graduan mendapatkan pekerjaan berpunca daripada kelemahan soft skills. Di Malaysia, Kajian Pengesanan Graduan (Ministry of Higher Education [MOHE], 2022) mendapati hanya 84.4% graduan mendapat pekerjaan dalam tempoh enam bulan selepas tamat pengajian, dengan jurang kebolehpasaran ini banyak dikaitkan dengan isu penguasaan komunikasi, adaptasi, dan kepimpinan (Ismail et al., 2021).

Lanskap industri pasca Revolusi Industri 4.0 menuntut graduan yang mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi, berdaya inovatif, serta memiliki kebolehan berfikir secara kritis dan kreatif. Future of Jobs Report oleh World Economic Forum (2020) meramalkan menjelang 2025, kemahiran seperti pemikiran analitikal, pembelajaran aktif, kreativiti, kepimpinan, dan kerja berpasukan akan menjadi antara 10 kemahiran terpenting di pasaran global. Negara seperti Jerman dan Korea Selatan, misalnya, telah lama menginstitusikan kokurikulum berstruktur dalam sistem TVET mereka sebagai medium latihan kepimpinan, disiplin, dan inovasi (OECD, 2019).

Dalam konteks Malaysia, keperluan melahirkan graduan berdaya saing ini selaras dengan aspirasi Falsafah Pendidikan Kebangsaan serta Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025, yang menekankan pembangunan modal insan holistik melalui keseimbangan antara intelek, rohani, emosi, dan jasmani (Kementerian Pendidikan Malaysia [KPM], 2015). Politeknik, sebagai salah satu institusi TVET utama negara, memainkan peranan penting dalam menyokong agenda ini.

Sejak 2006, politeknik telah mentransformasikan kokurikulum menjadi kursus berkredit wajib sebagai syarat penganugerahan diploma (Ahmad, Ismail, & Rahim, 2022). Kokurikulum berkredit ini meliputi empat komponen utama: (i) unit beruniform, (ii) sukan, (iii) kelab/persatuan, dan (iv) khidmat masyarakat (Salleh & Omar, 2019). Melalui struktur berjadual, aktiviti ini bukan sahaja berfungsi untuk mengisi masa lapang, tetapi diiktiraf secara formal sebagai medium pemindahan ilmu yang menghubungkan teori dengan aplikasi praktikal. Pengetahuan, kemahiran, dan nilai yang diperoleh dalam aktiviti ini dilihat mampu meningkatkan penguasaan soft skills sekaligus menutup jurang kebolehpasaran graduan.

Namun, kajian tentang kokurikulum berkredit sebagai mekanisme formal dan sistematik pemindahan ilmu di Politeknik Malaysia masih kurang diterokai dalam literatur sedia ada. Justeru, artikel ini menampilkan perspektif baharu dengan menyoroti peranan kokurikulum berkredit bukan hanya sebagai aktiviti sampingan, tetapi sebagai instrumen penting dalam pembangunan holistik mahasiswa serta pengukuhan daya saing graduan TVET Malaysia di peringkat nasional dan antarabangsa.

1.1 Penyataan Masalah

Walaupun pelaksanaan kokurikulum berkredit di politeknik diiktiraf sebagai inisiatif penting dalam memperkukuh pembangunan graduan secara holistik, pelbagai cabaran telah dikenal pasti dalam usaha memastikan keberkesanannya. Antaranya ialah jurang yang ketara antara penguasaan

kemahiran teknikal dan kelemahan dalam kemahiran insaniah, yang masih menjadi isu utama dalam kebolehpasaran graduan Malaysia (Yusoff, Omar, & Zaharim, 2017). Graduan sering didapati mempunyai tahap pengetahuan teknikal yang tinggi, namun lemah dalam aspek komunikasi, kepimpinan, dan kolaborasi, sedangkan elemen-elemen ini amat penting untuk kejayaan dalam kerjaya (Shakir, 2009). Di politeknik, isu kurangnya minat mahasiswa terhadap penyertaan dalam kokurikulum, khususnya unit beruniform, turut memberi kesan kepada tahap penglibatan dan keberkesanan program (Mohd Salleh & Jamaluddin, 2021). Selain itu, kekangan dari segi fasiliti, peralatan, serta keupayaan jurulatih atau pensyarah untuk mengaplikasikan pendekatan pedagogi inovatif dalam kokurikulum juga menjejaskan proses pemindahan ilmu yang sepatutnya berlaku secara optimum (Rahman, Hassan, & Ismail, 2020). Keadaan ini mewujudkan ketegangan antara polisi “wajib” dan realiti minat pelajar, yang akhirnya boleh menjejaskan peranan kokurikulum ber kredit sebagai wahana pembangunan holistik mahasiswa.

Justeru, satu sorotan literatur yang sistematik adalah penting bagi mensintesis dapatan-dapatan kajian terdahulu untuk memahami sejauh mana kokurikulum ber kredit berfungsi sebagai medium pemindahan ilmu serta keberkesanannya dalam membangunkan kemahiran insaniah mahasiswa politeknik. Hasil daripada sorotan ini diharapkan dapat memberi asas yang kukuh untuk penambahbaikan dasar dan strategi pelaksanaan kokurikulum di masa hadapan.

1.2 Objektif Kajian

Kajian literatur ini dijalankan dengan objektif berikut:

1. Menghuraikan Apakah konsep, kerangka dan polisi yang mendasari pelaksanaan kokurikulum ber kredit di Politeknik Malaysia.
2. Mensintesis dan menganalisis dapatan kajian-kajian terdahulu mengenai peranan kokurikulum ber kredit sebagai medium pemindahan ilmu yang berkesan dalam pembangunan kemahiran insaniah mahasiswa.
3. Mengenal pasti tahap keberkesanan dan cabaran utama dalam pelaksanaan kokurikulum ber kredit di politeknik.

1.3 Persoalan Kajian

Sejajar dengan objektif tersebut, kajian literatur ini berusaha menjawab persoalan utama berikut:

1. Apakah konsep, kerangka dan polisi yang mendasari pelaksanaan kokurikulum ber kredit di Politeknik Malaysia?
2. Bagaimanakah kokurikulum ber kredit berperanan sebagai medium pemindahan ilmu yang berkesan dalam pembangunan kemahiran insaniah mahasiswa?
3. dan cabaran utama dalam pelaksanaan kokurikulum ber kredit di politeknik?

2.0 Kajian Literatur

2.1 Kerangka Konseptual: Dari Pelengkap ke Komponen Wajib Kurikulum

Kokurikulum di politeknik ditakrifkan sebagai platform sistematik yang melengkapkan pembelajaran formal dengan menyediakan pengalaman holistik di luar bilik kuliah. Ia bertujuan mengintegrasikan ilmu, kemahiran, dan nilai yang diperlukan untuk melahirkan insan seimbang selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan (Kementerian Pendidikan Tinggi [KPT], 2019). Sejak tahun 2000, kokurikulum telah diangkat sebagai kursus ber kredit wajib lulus untuk penganugerahan diploma (Mohd Yusof & Hashim, 2018). Transformasi 2014 memperkenalkan tiga laluan utama iaitu Sukan, Kelab/Persatuan, dan Unit Beruniform (KPT, 2014). Perubahan ini menandakan peralihan daripada aktiviti sokongan kepada komponen kurikulum formal. Walau bagaimanapun, sifatnya yang mandatori sering menimbulkan isu penerimaan pelajar, khususnya dalam aspek minat dan tahap penyertaan (Hamid et al., 2021).

2.2 Hubungan Kritikal: Kemahiran Insaniah dan Kemahiran Teknikal

Literatur menegaskan bahawa keseimbangan antara hard skills dan soft skills adalah kunci kebolehpasaran graduan (Robles, 2012; Succi & Canovi, 2020). Hard skills membolehkan pelaksanaan teknikal, manakala soft skills menentukan adaptasi, kepimpinan, dan keberkesanan komunikasi (Jackson, 2016). Dalam konteks politeknik, kurikulum akademik memberi fokus kepada hard skills, manakala kokurikulum ber kredit menjadi medan aplikasi praktikal integrasi kedua-dua set kemahiran (Ahmad et al., 2022). Sebagai contoh, pelajar kejuruteraan yang memimpin projek kelab bukan sahaja mengaplikasikan kemahiran teknikal tetapi juga mengasah kepimpinan dan kerjasama.

Jadual 1: Komponen utama kemahiran insaniah berdasarkan literatur terdahulu

Komponen Kemahiran	Deskripsi	Sumber Rujukan
Komunikasi & Interpersonal	Keupayaan menyampaikan maklumat dengan jelas, mendengar secara aktif, serta berinteraksi dengan berkesan.	Robles (2012); Succi & Canovi (2020)
Kepimpinan & Kerja Berpasukan	Kebolehan memimpin, membimbing, serta bekerjasama secara sinergistik.	Jackson (2016); Hamid et al. (2021)

Penyelesaian Masalah & Pemikiran Kritis	Keupayaan menganalisis masalah secara sistematik dan menghasilkan penyelesaian kreatif.	Al-Harbi (2020); Iqbal et al. (2021)
Ketahanan Diri & Adaptasi	Daya tahan menghadapi cabaran, kemampuan menyesuaikan diri dalam pelbagai konteks.	Succi & Canovi (2020); Ahmad et al. (2022)
Etika & Integriti	Prinsip moral seperti kejujuran, tanggungjawab, dan profesionalisme.	KPT (2019); Mohd Yusof & Hashim (2018)

2.3 Mekanisme Pemindahan Ilmu dan Pembangunan Soft Skills

Kokurikulum ber kredit bertindak sebagai mekanisme pemindahan ilmu formal dan sistematik. Aktiviti berasaskan projek, sukan, atau persatuan membolehkan teori dipindahkan ke konteks praktikal (Kolb, 2015). Dua pendekatan dikenal pasti:

- Implisit: soft skills diperoleh melalui pengalaman tidak langsung.
- Eksplisit: tenaga pengajar menekankan hasil pembelajaran insaniah secara jelas, disertai refleksi (Jackson, 2016).

Kajian terkini menunjukkan pendekatan eksplisit lebih efektif dalam memastikan pelajar menginternalisasi dan mengaplikasikan soft skills (Succi & Canovi, 2020; Lim et al., 2023).

2.4 Keberkesanan Kokurikulum Ber kredit: Dapatan Kajian Terdahulu

Kajian empirikal menunjukkan keberkesanan kokurikulum ber kredit dalam meningkatkan keyakinan diri, kepimpinan, komunikasi, dan kreativiti mahasiswa (Hamid et al., 2021; Ahmad et al., 2022). Sebagai contoh, kajian di Universiti Awam Malaysia mendapati skor purata kemahiran insaniah melebihi 5 pada skala Likert 7 mata, khususnya dalam komunikasi dan teamwork (Hamid et al., 2021). Dapatan serupa turut diperoleh di konteks antarabangsa seperti Eropah, yang menekankan kokurikulum sebagai medium pembangunan employability skills (Succi & Canovi, 2020).

2.5 Cabaran dan Cadangan Penambahbaikan

Namun, pelaksanaan masih berdepan cabaran. Kajian di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah (PSA, 2016) menunjukkan hanya 8% pelajar memilih Unit Beruniform, berbanding 92% memilih Sukan dan Kelab/Persatuan. Kadar penamatan Unit Beruniform pula menurun sehingga 85% dalam beberapa sesi. Kekangan fasiliti, kekurangan peralatan, serta

pedagogi yang tidak konsisten turut membatasi keberkesanan (Mohd Yusof & Hashim, 2018). Cadangan penambahbaikan termasuk:

- Standardisasi garis panduan pelaksanaan kokurikulum.
- Latihan profesional berterusan untuk pensyarah kokurikulum.
- Peningkatan kesedaran awal tentang nilai kokurikulum sebagai medium pemindahan ilmu.
- Integrasi pendekatan antarabangsa seperti pembelajaran berasaskan komuniti dan service learning (Lim et al., 2023; OECD, 2021).

Novelty kajian ini terletak pada fokus khusus terhadap kokurikulum berkredit politeknik sebagai mekanisme formal pemindahan ilmu dan pembangunan soft skills melalui SLR, sesuatu yang masih kurang diterokai berbanding kajian di universiti awam atau konteks antarabangsa.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif deskriptif berasaskan sorotan literatur sistematik (Systematic Literature Review, SLR). Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan analisis yang mendalam dan sistematik terhadap literatur sedia ada tanpa melibatkan pengumpulan data lapangan. Fokus utama adalah menghuraikan, membandingkan, dan mensintesis dapatan berkaitan pelaksanaan kokurikulum berkredit di politeknik sebagai medium pemindahan ilmu dan pembangunan soft skills.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Carian literatur dijalankan secara digital menggunakan pangkalan data akademik utama iaitu Scopus, Google Scholar, ScienceDirect, dan ResearchGate. Proses carian dilaksanakan antara Januari–Jun 2025 dengan menggunakan kombinasi kata kunci seperti:

- “kokurikulum berkredit” OR “credit-bearing co-curriculum”
- “politeknik” OR “polytechnic” OR “TVET Malaysia”
- “soft skills” OR “employability skills” OR “transfer of knowledge”
- “co-curricular activities” AND “higher education Malaysia”.

Daripada carian awal sebanyak 146 artikel, proses saringan berdasarkan tajuk dan abstrak menghasilkan 42 artikel yang relevan, dan selepas semakan penuh kandungan, 28 artikel dipilih untuk dianalisis secara mendalam.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis dilaksanakan melalui analisis tematik yang merangkumi tiga tahap utama (Braun & Clarke, 2021):

1. Pengkodan awal (initial coding): Mengenal pasti kata kunci, isu, dan konsep utama dalam setiap artikel.

2. Pembentukan kategori: Mengelompokkan kod kepada kategori seperti konsep kokurikulum, pembangunan soft skills, keberkesanan, cabaran pelaksanaan, dan strategi penambahbaikan.
3. Pembangunan tema induk: Menyusun kategori kepada tema besar yang membentuk naratif kajian, seperti kokurikulum sebagai mekanisme pemindahan ilmu, hubungan soft-hard skills, dan isu keberkesanan pelaksanaan.

Data kuantitatif yang dilaporkan dalam artikel (contoh: skor purata, peratusan penglibatan) digunakan sebagai quasi-statistics untuk menyokong interpretasi kualitatif.

3.4 Kesahan dan Kebolehppercayaan

Kesahan kajian ditingkatkan melalui prinsip trustworthiness (Lincoln & Guba, 1985) dengan langkah berikut:

1. Proses sistematik: Prosedur carian, pemilihan, dan analisis literatur didokumenkan secara terperinci.
2. Triangulasi data: Dapatan disemak silang antara kajian tempatan dan antarabangsa untuk mengurangkan bias.
3. Audit trail: Semua rujukan yang digunakan didedahkan sepenuhnya agar pembaca dapat menilai dan mengesahkan interpretasi.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Soalan Kajian 1: Apakah konsep, kerangka dan polisi yang mendasari pelaksanaan kokurikulum ber kredit di Politeknik Malaysia?

Kokurikulum ber kredit di Politeknik Malaysia dilaksanakan sebagai komponen wajib bagi semua program diploma, dengan peruntukan 2–4 kredit sepanjang tempoh pengajian (JPPKK, 2019). Ia berfungsi melengkapkan pembelajaran formal dengan pengalaman berstruktur melalui aktiviti kelab/persatuan, unit beruniform, kesukarelawanan, keusahawanan, dan projek komuniti. Konsep ini berpaksikan kepada falsafah Outcome-Based Education (OBE) yang mengukur pencapaian pelajar melalui learning outcomes yang melibatkan pengetahuan, kemahiran, dan sikap (Mohd Salleh & Jamaluddin, 2020). Dari sudut dasar, pelaksanaan kokurikulum ber kredit sejajar dengan:

1. PPPM-PT 2015–2025, yang menggariskan pembangunan graduan holistik, berciri keusahawanan dan seimbang.
2. Pelan Strategik TVET Nasional 2021–2030, yang menekankan pemeraksanaan kemahiran insaniah melalui aktiviti kokurikulum.
3. Polisi Kokurikulum Politeknik & Kolej Komuniti (2019), yang menetapkan kokurikulum ber kredit sebagai kursus wajib untuk melahirkan graduan berketrampilan insaniah.

Konsep ini juga mengambil kira trend global. Sebagai contoh, sistem co-curricular transcript di Singapura Polytechnic dan co-curricular record (CCR) di Kanada berfungsi sama sebagai bukti rasmi kemahiran insaniah yang diperoleh pelajar (Tan & Neo, 2021). Ini menunjukkan Malaysia bergerak selari dengan amalan antarabangsa.

4.2 Soalan Kajian 2: Bagaimanakah kokurikulum berkredit berfungsi sebagai medium pemindahan ilmu dan pembangunan *soft skills* mahasiswa?

Kokurikulum berkredit berfungsi sebagai wahana pemindahan ilmu dari teori ke praktikal melalui experiential learning (Kolb, 2015). Data kajian KPT (2021) menunjukkan 78% pelajar yang aktif dalam projek kokurikulum melaporkan peningkatan kemahiran komunikasi dan kepimpinan berbanding hanya 52% pelajar yang pasif. Contoh konkrit termasuk.

- Projek CSR Politeknik Port Dickson (2022): pelajar Jabatan Kejuruteraan Elektrik terlibat dalam program pendawaian rumah mampu milik bersama komuniti setempat, yang meningkatkan kecekapan teknikal dan kerja berpasukan.
- Pertandingan Inovasi POLYCC (2021): pelajar menghasilkan prototaip kejuruteraan hijau, sekali gus mengasah kreativiti, penyelesaian masalah, dan entrepreneurial mindset.
- Unit Beruniform PALAPES & JPAM di politeknik tertentu: memberi latihan kepimpinan berstruktur dengan modul disiplin, kawad kaki, dan pengurusan acara berskala besar.

Selain itu, peer learning menjadi mekanisme penting. Aktiviti berkumpulan membolehkan pertukaran pandangan, kolaborasi, dan pembinaan rangkaian akademik (Abdullah & Mansor, 2020). Peranan ini selari dengan dapatan World Economic Forum (2020) yang menyatakan *soft skills* seperti kreativiti, pemikiran kritis, dan kerjasama merupakan keperluan utama abad ke-21.

Berbanding negara lain, Politeknik Malaysia menekankan kredit rasmi untuk kokurikulum, berbeza dengan UK dan Australia yang lebih menekankan volunteering hours sebagai rekod bukan akademik (Smith et al., 2019). Perbezaan ini memberi nilai tambah kerana pelajar Malaysia mendapat pengiktirafan formal yang memudahkan pengukuran pencapaian.

4.3 Soalan Kajian 3: Apakah tahap keberkesanan dan cabaran utama dalam pelaksanaan kokurikulum berkredit di politeknik?

Kajian KPT (2021) melaporkan graduan politeknik yang aktif dalam kokurikulum mempunyai kadar kebolehpasaran 88%, berbanding hanya 73% bagi mereka yang pasif – perbezaan 15 mata peratusan yang signifikan. Kajian Norazah & Hazri (2019) turut mendapati lebih 60% pelajar mengakui peningkatan ketara dalam kemahiran komunikasi dan kepimpinan hasil penglibatan kokurikulum. Namun, beberapa cabaran utama dikenal pasti:

- a. Struktur pelaksanaan – Jadual akademik yang padat sering bercanggah dengan aktiviti kokurikulum, mengurangkan penyertaan pelajar.
 - Analisis: Hal ini berpunca daripada perancangan jadual yang berorientasi akademik, tanpa integrasi jadual kokurikulum secara sistematik.
- b. Komitmen fasilitator – Tidak semua pensyarah dilatih dalam pedagogi experiential learning, menyebabkan aktiviti kurang memberi impak.
 - Analisis: Kekangan latihan profesional berterusan (CPD) menjadi faktor utama.
- c. Prasarana & dana – Aktiviti tertentu seperti projek keusahawanan atau inovasi memerlukan sumber kewangan yang besar.
 - Analisis: Jurang bajet antara politeknik bandar dan luar bandar menjejaskan kesaksamaan pengalaman pelajar.
- d. Motivasi pelajar – Sebahagian pelajar menganggap kokurikulum hanya syarat graduasi.
 - Analisis: Hal ini menunjukkan kurangnya kesedaran tentang nilai tambah kokurikulum terhadap kebolehpasaran.

Dari perspektif antarabangsa, cabaran ini tidak unik. Kajian di Korea Selatan (Lee, 2020) menunjukkan pelajar juga kurang berminat terhadap kokurikulum kerana fokus berlebihan kepada peperiksaan, manakala di Jepun, pelajar hanya aktif jika aktiviti dikaitkan dengan jaringan industri. Justeru, Malaysia boleh mencontohi pendekatan Industry-Linked Co-Curricular Program di Korea, yang menggabungkan kokurikulum dengan projek industri sebenar.

Secara keseluruhan, walaupun berdepan kekangan, keberkesanan kokurikulum berkredit di politeknik terbukti positif melalui peningkatan kebolehpasaran dan pembangunan soft skills. Penambahbaikan seperti pengintegrasian dengan industri, latihan fasilitator, serta pemantauan berasaskan data kuantitatif boleh memperkukuh impak pada masa depan.

5.0 Kesimpulan

Sorotan literatur ini mengesahkan bahawa pelaksanaan kokurikulum berkredit di Politeknik Malaysia berperanan sebagai mekanisme strategik dalam memperkukuh pembangunan mahasiswa secara menyeluruh. Selaras dengan dasar pendidikan tinggi dan agenda TVET Nasional, kokurikulum berkredit bukan sahaja menekankan keseimbangan antara pencapaian akademik dan pembangunan sahsiah, tetapi turut memperkukuh kebolehpasaran graduan melalui peningkatan kemahiran komunikasi, kepimpinan, kerja berpasukan, dan pemikiran kritis. Ia juga berfungsi sebagai jambatan yang menghubungkan teori dengan aplikasi praktikal, seiring dengan tuntutan industri semasa dan cabaran Revolusi Industri 4.0.

Namun, keberkesanan pelaksanaannya masih terikat dengan beberapa kekangan seperti keterbatasan sumber, isu motivasi pelajar, serta cabaran

integrasi dengan kurikulum akademik. Walaupun langkah penambahbaikan seperti kolaborasi industri dan penggunaan teknologi digital telah mula diterapkan, keberkesanan jangka panjang memerlukan pengukuhan dasar, sokongan institusi, dan inovasi pedagogi yang lebih mantap.

Dari perspektif novelty, sorotan ini menegaskan bahawa kokurikulum berkredit bukan sekadar aktiviti sokongan, tetapi boleh diposisikan sebagai instrumen utama pembangunan modal insan politeknik yang kompetitif di peringkat global. Justeru, pengarusperdanaan kokurikulum berkredit sebagai komponen strategik pendidikan tinggi perlu diberi penekanan yang lebih serius agar ia benar-benar menjadi wahana melahirkan graduan yang adaptif, berdaya saing, dan relevan dengan keperluan masa depan pekerjaan.

6.0 Implikasi Kajian & Cadangan Penyelidikan Lanjutan

Kajian ini memberi implikasi praktikal kepada pentadbir dan pembuat dasar dengan menegaskan kepentingan memperkukuh sokongan institusi, memperbaiki reka bentuk program kokurikulum berkredit, serta mengoptimumkan penggunaan teknologi digital dalam penyampaian aktiviti. Bagi pengamal industri, dapatan ini menunjukkan potensi besar kokurikulum berkredit sebagai saluran untuk memperkukuh hubungan industri-institusi pendidikan, khususnya dalam melatih graduan yang lebih bersedia dengan kemahiran insaniah dan teknikal.

Dari segi penyelidikan, masih terdapat ruang untuk kajian empirikal yang menilai keberkesanan kokurikulum berkredit menggunakan pendekatan longitudinal bagi mengukur impak jangka panjang terhadap kebolehpasaran graduan. Penyelidikan perbandingan antarabangsa juga wajar dilaksanakan untuk menilai sejauh mana pelaksanaan kokurikulum berkredit di Malaysia setara dengan amalan terbaik global. Selain itu, kajian masa hadapan boleh memberi tumpuan kepada integrasi teknologi baharu seperti pembelajaran berasaskan data raya, platform digital kolaboratif, dan kecerdasan buatan bagi memperkaya pengalaman kokurikulum.

Rujukan

- Abdullah, R., & Mansor, M. (2020). Peer learning as a mechanism for collaborative knowledge transfer in higher education. *Journal of Education and Learning*, 14(2), 55–64.
- Ahmad, N., Ismail, M., & Rahim, S. (2022). Credit-bearing co-curriculum in Malaysian polytechnics: Bridging theory and practice. *Journal of Technical and Vocational Education*, 8(1), 15–28.
- Al-Harbi, S. (2020). Critical thinking and problem-solving in higher education: A systematic review. *International Journal of Instruction*, 13(4), 123–140.

- Bank Dunia. (2019). *World Development Report 2019: The changing nature of work*. Washington, DC: World Bank.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. London: SAGE.
- Hamid, A., Zainuddin, N., & Yusuf, R. (2021). Soft skills enhancement through credit-bearing co-curricular activities in Malaysian universities. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(5), 450–463.
- Iqbal, M., Ahmad, R., & Rauf, M. (2021). Problem-solving skills and employability of engineering graduates: Evidence from Asian countries. *Journal of Engineering Education Research*, 24(2), 77–93.
- Ismail, N., Rahman, A., & Yusof, H. (2021). Graduate employability and soft skills gap in Malaysian higher education. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 18(3), 1–12.
- Jackson, D. (2016). Re-conceptualising graduate employability: The importance of pre-professional identity. *Higher Education Research & Development*, 35(5), 925–939.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK). (2019). *Polisi kokurikulum Politeknik dan Kolej Komuniti*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). (2015). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) 2015–2025*. Putrajaya: KPM.
- Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT). (2014). *Panduan pelaksanaan kokurikulum ber kredit*. Putrajaya: KPT.
- Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT). (2019). *Falsafah pendidikan kebangsaan dan kokurikulum*. Putrajaya: KPT.
- Kementerian Pengajian Tinggi (KPT). (2021). *Graduate employability tracer study 2021*. Putrajaya: KPT.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). New Jersey: Pearson.
- Lee, S. (2020). Challenges of co-curricular activities in Korean higher education. *Asia Pacific Journal of Education*, 40(2), 210–224.

- Lim, C., Neo, J., & Tan, L. (2023). Community-based learning and employability skills in Asia-Pacific higher education. *Journal of Education and Work*, 36(4), 367–383.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: SAGE.
- Mohd Salleh, N., & Jamaluddin, Z. (2020). Outcome-based assessment of co-curricular programs in Malaysian polytechnics. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(1), 99–118.
- Mohd Salleh, N., & Jamaluddin, Z. (2021). Student participation in uniform units: Challenges in Malaysian polytechnics. *Malaysian Journal of Co-curricular Studies*, 12(2), 45–59.
- Mohd Yusof, H., & Hashim, R. (2018). The challenges of implementing credit-bearing co-curriculum in Malaysian higher education. *International Journal of Education*, 10(3), 34–47.
- Norazah, N., & Hazri, J. (2019). The impact of co-curricular activities on leadership and communication skills among Malaysian polytechnic students. *International Education Studies*, 12(5), 167–176.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *Education for sustainable development and employability*. Paris: OECD Publishing.
- Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah (PSA). (2016). *Laporan pelaksanaan unit beruniform di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah*. Shah Alam: PSA.
- Rahman, A., Hassan, Z., & Ismail, F. (2020). Pedagogical innovation in co-curriculum: Challenges and opportunities in Malaysian TVET institutions. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 100–112.
- Robles, M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), 453–465.
- Salleh, M., & Omar, A. (2019). Co-curricular transformation in Malaysian polytechnics: From voluntary to compulsory credit-bearing courses. *Asian Journal of Technical Education*, 7(1), 21–32.

- Shakir, R. (2009). Soft skills at the Malaysian institutes of higher learning. *Asia Pacific Education Review*, 10(3), 309–315.
- Smith, C., Ferns, S., & Russell, L. (2019). Embedding employability skills in higher education: International perspectives. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 9(1), 107–120.
- Succi, C., & Canovi, M. (2020). Soft skills to enhance graduate employability: Comparing students and employers' perceptions. *Studies in Higher Education*, 45(9), 1834–1847.
- Suleman, F. (2018). The employability skills of higher education graduates: A literature review. *Journal of Education and Work*, 31(2), 207–240.
- Tan, L., & Neo, J. (2021). Co-curricular records and student employability: Insights from Singapore Polytechnic. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 43(6), 596–610.
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. Geneva: WEF.
- Yusoff, M., Omar, M., & Zaharim, A. (2017). Employability of engineering graduates in Malaysia: The soft skills gap. *Asian Journal of Engineering Education*, 19(1), 1–10.

P27-PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN ALAT BANTU MENGAJAR MODULAR KOS RENDAH BAGI TOPIK SISTEM PENGHANTARAN KUASA DALAM PENDIDIKAN TEKNIKAL DAN VOKASIONAL (TVET)

Zalinawati Muhamad
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
zalinawati@polisas.edu.my

Zuly Asyraf Zulkifli
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
Zuly@polisas.edu.my

Rosnani Ahmad
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
rosnani@polisas.edu.my

Abstrak

Penguasaan sistem penghantaran kuasa merupakan asas penting dalam bidang kejuruteraan mekanikal dan Pendidikan Teknikal dan Vokasional (TVET). Namun, kaedah pengajaran sedia ada masih banyak berorientasikan teori disebabkan kekangan kos serta ketidaksesuaian set latihan komersial yang mahal dan berskala industri. Situasi ini menghadkan peluang pelajar untuk menguasai konsep melalui pengalaman *hands-on*, sekali gus menjejaskan tahap kefahaman dan kemahiran praktikal mereka. Sehubungan itu, kajian ini dijalankan untuk membangunkan dan menilai keberkesanan Alat Bantu Mengajar (ABM) Modular Kos Rendah bagi topik sistem penghantaran kuasa. Pendekatan *Design and Development Research (DDR)* digunakan melalui empat fasa utama: analisis keperluan, reka bentuk, pembangunan prototaip, dan penilaian. Prototaip dihasilkan dalam tempoh 6 bulan menggunakan bahan tempatan berkos rendah seperti sproket, rantai, bearing blok, spacer nilon, dan pelindung akrilik. Dapatan kajian menunjukkan prototaip ini berfungsi dengan stabil, selamat, dan mudah digunakan. Analisis pra dan pasca ujian terhadap 30 orang pelajar Diploma Kejuruteraan Mekanikal semester 5 di Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah (POLISAS) mendapati terdapat peningkatan purata kefahaman pelajar sebanyak 30–40% selepas menggunakan ABM, manakala soal selidik mendapati majoriti pelajar (87%) menilai ABM ini membantu pemahaman konsep, dan pensyarah (90%) menilai ia lebih kos efektif berbanding set industri. Penilaian pakar turut mengesahkan ketahanan bahan serta kesesuaian reka bentuk untuk pengajaran dan pembelajaran (PdP). Implikasi kajian ini membuktikan bahawa ABM modular kos rendah berupaya meningkatkan keberkesanan PdP, memperkukuh motivasi pelajar, dan merapatkan jurang antara teori dan amali. Selain itu, ABM ini mempunyai nilai komersial yang tinggi, mudah diadaptasi ke pelbagai konteks pendidikan teknikal, bersedia untuk dikomersialkan, serta menyokong agenda kelestarian teknologi pendidikan. Kesimpulannya, inovasi ini bukan sahaja menyumbang kepada peningkatan kualiti PdP TVET, tetapi juga berpotensi menjadi model pendidikan teknikal yang relevan, mampan, dan berimpak tinggi untuk kegunaan jangka panjang.

Kata Kunci: Alat Bantu Mengajar (ABM) Modular, Sistem Penghantaran Kuasa Mekanikal, Pendidikan Teknikal dan Vokasional,

1.0 Pengenalan

Pendidikan TVET merupakan tonggak penting dalam melahirkan tenaga kerja mahir yang mampu memenuhi keperluan industri moden. Dalam konteks revolusi industri 4.0, keupayaan graduan TVET untuk menguasai teori serta kemahiran praktikal amat penting agar mereka dapat bersaing di pasaran kerja yang semakin kompetitif (Mazlan et al., 2024). Bagi mencapai matlamat ini, pendekatan pengajaran dan pembelajaran (PdP) perlu menekankan keseimbangan antara teori dan amali, terutamanya dalam bidang kejuruteraan mekanikal yang banyak melibatkan pengendalian sistem sebenar (Yusof et al., 2025).

Antara topik asas dalam bidang kejuruteraan mekanikal ialah sistem penghantaran kuasa. Sistem ini berfungsi untuk memindahkan tenaga daripada sumber kepada beban melalui pelbagai mekanisme seperti gear, rantai, aci, dan tali sawat. Kefahaman menyeluruh terhadap prinsip dan aplikasi sistem penghantaran kuasa amat kritikal kerana hampir semua mesin industri bergantung kepadanya. Pelajar TVET perlu memahami konsep seperti nisbah gear, kecekapan penghantaran, tork, serta faktor kehilangan tenaga bagi memastikan mereka bersedia mengaplikasikan ilmu tersebut dalam konteks industri sebenar.

Namun demikian, pelaksanaan Pdp topik ini sering berdepan dengan pelbagai cabaran. Pertama, sebahagian besar sesi pembelajaran masih dilaksanakan secara teori tanpa sokongan ABM yang sesuai. Peralatan sedia ada biasanya berskala besar, mahal, dan memerlukan ruang serta penyelenggaraan yang intensif (Nurul Fadzleen Mat Sidin, 2021). Situasi ini menyebabkan sebahagian besar proses PdP tertumpu kepada aspek teori semata-mata, dan menjadikan akses kepada latihan praktikal melalui aktiviti berasaskan pengalaman (*experiential learning*) agak terbatas, malah sukar untuk disesuaikan dengan tahap kefahaman pelajar. Akibatnya, pelajar menghadapi kesukaran untuk menghubungkan konsep teori dengan pengalaman praktikal, sekaligus menjejaskan tahap penguasaan kemahiran mereka (Handoyono & Hadi, 2018).

Perkembangan teknologi pendidikan semasa turut memperlihatkan peningkatan penggunaan Virtual Reality (VR) dalam PdP TVET. VR menyediakan simulasi interaktif yang mampu meningkatkan pemahaman konsep abstrak, memperkukuh visualisasi, dan menawarkan persekitaran pembelajaran yang lebih selamat serta fleksibel (Mat Nayan et al., 2024). Walau bagaimanapun, meskipun VR berkesan untuk memperkenalkan teori dan memberi gambaran hampir nyata, latihan amali sebenar masih perlu dijalankan secara hands-on. Hal ini penting kerana kerja-kerja praktikal melibatkan koordinasi motor, pengendalian peralatan fizikal, dan pembinaan kemahiran psikomotor yang tidak dapat diganti sepenuhnya oleh teknologi maya.

Sehubungan itu, keperluan untuk menghasilkan ABM modular kos rendah yang khusus untuk topik sistem penghantaran kuasa adalah amat relevan dan signifikan. ABM ini direka bentuk dengan mengambil kira keperluan pedagogi, kebolegunaan, serta kos yang mampu milik. Dengan menggunakan bahan tempatan yang mudah diperolehi dan reka bentuk modular yang fleksibel,

ABM ini mampu menyediakan pengalaman pembelajaran *hands-on* yang lebih berkesan, mesra pengguna, dan selamat digunakan. Inovasi ini bukan sahaja menyokong keberkesanan PdP di bilik kuliah dan bengkel. Inisiatif ini seiring dengan aspirasi nasional dalam memperkukuh kurikulum TVET melalui penyediaan bahan pengajaran yang inovatif, lestari, dan berupaya meningkatkan kompetensi graduan dalam menghadapi cabaran industry serta ber potensi dikomersialkan.

2.0 Sorotan Kajian

2.1 Kepentingan Sistem Penghantaran Kuasa dalam Bidang Mekanikal/TVET

Sistem penghantaran kuasa memainkan peranan penting dalam memastikan tenaga dapat dipindahkan dengan cekap daripada sumber kepada beban. Komponen seperti aci, gear, rantai, dan tali sawat bukan sahaja perlu difahami dari aspek teori, tetapi juga diaplikasikan dalam konteks amali agar pelajar dapat membina kefahaman yang menyeluruh. Menurut Handoyono, (2021), graduan TVET yang memiliki pengalaman praktikal dalam topik ini lebih berupaya melaksanakan penyelenggaraan mesin, pengesanan kerosakan, serta penambahbaikan sistem berbanding mereka yang hanya menerima pembelajaran berasaskan teori. Tambahan pula, Mohd Jamil et al., (2024) menegaskan bahawa kefahaman sistem penghantaran kuasa adalah prasyarat penting untuk menjamin keselamatan operasi mesin di industri moden.

Kajian menunjukkan bahawa pelajar yang mempunyai kefahaman yang praktikal terhadap sistem penghantaran kuasa lebih bersedia untuk melaksanakan tugas penyelenggaraan, pengesanan kerosakan, serta penambahbaikan mesin dalam industri (Handoyono, 2019).

2.2 Peranan Alat Bantu Mengajar (ABM) dalam Meningkatkan Kefahaman Pelajar TVET

Kajian lepas menunjukkan bahawa penggunaan ABM dalam PdP mampu meningkatkan tahap penglibatan pelajar serta keberkesanan pengajaran. May et al., (2023) dan Handoyono, (2021) mendapati bahawa strategi pembelajaran aktif dengan sokongan ABM meningkatkan prestasi pelajar dalam bidang sains dan kejuruteraan. ABM modular khususnya memberi peluang kepada pelajar untuk belajar secara berperingkat, bermula dari konsep asas hingga ke aplikasi industri sebenar. Nguyen et al. (2024) pula menekankan bahawa pendekatan modular dapat mengurangkan jurang antara teori dan amali, sementara Sahito et al., (2025) membuktikan bahawa pembelajaran berasaskan ABM meningkatkan motivasi, retensi pengetahuan, serta kemahiran penyelesaian masalah.

Kajian oleh Munna & Kalam, (2021) and Freeman et al., (2014) menunjukkan bahawa penggunaan ABM dalam kursus teknikal meningkatkan motivasi pelajar, mengurangkan jurang teori dan amali, serta memperbaiki pencapaian akademik. Hal ini disokong oleh (Tshewang et al., 2025) yang menegaskan bahawa inovasi pengajaran melalui ABM mampu menyediakan persekitaran pembelajaran aktif, meningkatkan retensi pengetahuan, dan

membantu pelajar TVET memahami konsep sukar seperti nisbah gear, tork, dan kehilangan tenaga. Oleh itu, ABM bukan sahaja relevan dari aspek pedagogi, malah penting dalam membentuk pelajar yang lebih bersedia menghadapi cabaran industri.

2.3 Cabaran Kos, Akses, dan Pedagogi dalam PdP TVET

Walaupun kepentingan ABM jelas, cabaran utama institusi TVET adalah dari segi kos, akses, dan kesesuaian pedagogi. Peralatan komersial berkaitan sistem penghantaran kuasa biasanya mahal, kompleks, dan berskala besar, menjadikannya kurang sesuai untuk pengajaran asas (Handoyono & Hadi, 2018). Hal ini menyebabkan bilangan set latihan yang boleh disediakan amat terhad, sekali gus mengehadkan peluang pelajar untuk melakukan latihan secara *hands-on*.

Dari sudut pedagogi, peralatan berskala industri tidak direka untuk tujuan pembelajaran modular, menyebabkan pensyarah menghadapi kesukaran untuk mengubah suai latihan mengikut tahap pelajar (Jonathan & Doherty, 2020). Ia juga menyebabkan pensyarah terpaksa bergantung kepada kuliah teori yang abstrak (Richey & Klein, 2014). Tambahan pula, kajian oleh Munna & Kalam, (2021) mendapati tahap penguasaan pelajar TVET dalam topik sistem penghantaran kuasa masih rendah apabila latihan amali yang mencukupi tidak diberikan, dengan kadar kefahaman konsep asas di bawah 50% sebelum pendedahan kepada ABM.

Selain itu, kajian awal oleh Jonathan & Doherty, (2020) menunjukkan bahawa pelajar TVET sering menghadapi kesukaran mengaitkan teori dengan aplikasi sebenar kerana kurangnya pendedahan kepada latihan praktikal berskala kecil yang mudah difahami. Keputusan ini selari dengan dapatan (Handoyono, 2019) yang menekankan bahawa kit latihan kecil yang murah mampu meningkatkan pemahaman sehingga 40% berbanding kaedah kuliah semata-mata.

Keadaan ini menimbulkan keperluan mendesak untuk pembangunan ABM modular kos rendah yang boleh digunakan secara meluas di politeknik, kolej komuniti, dan institusi TVET lain. Inovasi sebegini bukan sahaja dapat mengatasi kekangan kos dan akses, malah mampu meningkatkan keberkesanan PdP dengan menghubungkan teori dan amali dalam suasana pembelajaran yang lebih interaktif.

2.4 Inovasi Global dalam Teknologi Pendidikan TVET

Pendidikan teknikal kini sedang bergerak ke arah integrasi teknologi digital seperti *virtual laboratories*, *augmented reality*, dan *cross reality learning environments* (May et al., 2023). Walaupun pendekatan digital ini membawa kelebihan dari segi akses dan interaktiviti, ia tidak sepenuhnya dapat menggantikan keperluan pembelajaran *hands-on* yang autentik. ABM fizikal tetap mempunyai kelebihan kerana ia menyediakan pengalaman pembelajaran kinestetik yang nyata. Kombinasi ABM modular kos rendah dengan teknologi digital dilihat sebagai strategi hibrid yang berpotensi meningkatkan lagi kualiti PdP TVET.

2.5 Potensi Komersialisasi dan Pemindahan Teknologi dalam ABM TVET

Trend global turut menunjukkan peningkatan dalam usaha mengkomersialkan inovasi pendidikan, khususnya ABM yang kos efektif. Tshewang et al., (2025) menekankan bahawa produk inovasi pendidikan yang berskala kecil, murah, dan tahan lama mempunyai pasaran luas kerana sesuai digunakan bukan sahaja di institusi pendidikan, tetapi juga di pusat latihan industri dan komuniti. Oleh itu, pembangunan ABM modular kos rendah perlu diiringi dengan strategi perlindungan Harta Intelek (IP), unjuran kewangan, serta pelan pemindahan teknologi yang jelas. Hal ini bukan sahaja menjamin kelestarian inovasi, tetapi juga meningkatkan daya saing dan sumbangan terhadap ekonomi negara melalui komersialisasi produk pendidikan.

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research (DDR)* yang menekankan proses sistematik dalam mereka bentuk, membangunkan, dan menilai keberkesanan sesuatu produk pendidikan yang berasaskan keperluan pengguna. Kaedah DDR dipilih kerana ia sesuai untuk mengintegrsikan aspek teori, reka bentuk praktikal, serta penilaian empirikal terhadap keberkesanan produk (Richey & Klein, 2007). Proses pembangunan dalam kajian ini dilaksanakan melalui empat fasa utama iaitu analisis keperluan, reka bentuk, pembangunan prototaip dan penilaian seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1: Empat fasa dalam pembangunan produk (DDR)

3.1 Fasa Analisis Keperluan ABM

Fasa pertama memberi fokus kepada mengenal pasti jurang dan keperluan sebenar dalam PdP sedia ada dalam topik sistem penghantaran Kuasa di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLISAS. Kaedah temu bual spara berstruktur dilaksanakan Bersama pensyarah bagi memahami cabaran utama semasa dalam penyampaian PdP, termasuk isu kekurangan ABM yang bersifat modular, kekanagn masa kuliah dan factor keselamatan peralatan.

Di samping itu, instrumen soal selidik dibangunkan menggunakan skala Likert lima mata (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 5 = Sangat Setuju). Soal selidik diedarkan kepada 30 orang pelajar Diploma Kejuruteraan Mekanikal semester 5 di POLISAS untuk mengenal pasti tahap kefahaman mereka terhadap konsep asas seperti nisbah gear, kehilangan tenaga, serta kesukaran memahami dan

mengenali pasti kerosakan sistem penghantaran kuasa. Hasil dapatan menunjukkan majoriti pelajar menghadapi kesukaran memvisualisasikan pergerakan mekanisme dan menghubungkannya dengan teori yang dipelajari. Pensyarah pula menegaskan perlunya alat modular kos rendah yang boleh digunakan untuk latihan praktikal asas.

3.2 Fasa Reka Bentuk ABM

Berdasarkan dapatan analisis keperluan, proses reka bentuk dijalankan menggunakan kaedah analisis morfologi yang mengemukakan tiga alternatif reka bentuk seperti yang dinyatakan dalam jadual 1. Analisis matriks penilaian strategik (jadual 2) digunakan untuk memilih alternatif terbaik. Setiap alternatif dinilai dari aspek kos, ketahanan, keselamatan, modulariti, dan kemudahan fabrikasi. Dari kedua-dua analisis ini, reka bentuk alternatif A dipilih kerana mendapat skor tertinggi iaitu sebanyak 88%, sekaligus menepati matlamat pembangunan reka bentuk yang kosnya rendah, tahan lama, modular dan selamat digunakan.

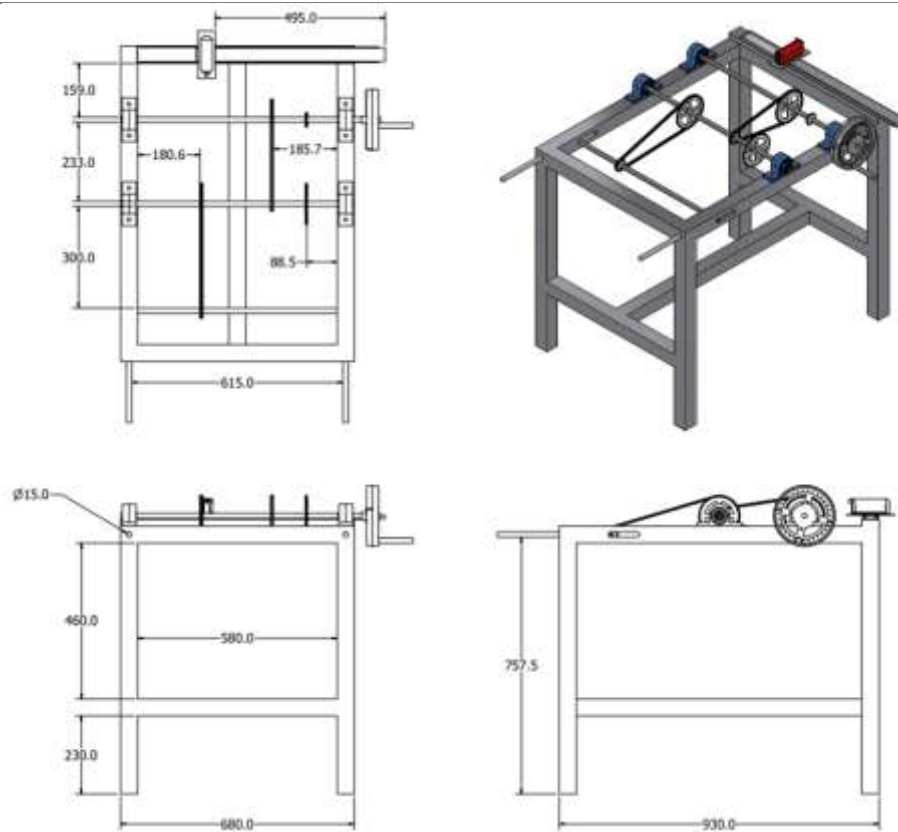
Reka bentuk Alternatif A kemudiannya diolah ke dalam lukisan teknikal menggunakan perisian *Computer-Aided Design (CAD)* seperti yang ditunjukkan di Rajah 2. Reka bentuk akhir menekankan ciri modular, sambungan mudah alih menggunakan bolt dan nat, serta penggunaan engkol manual sebagai sumber kuasa agar ia lebih selamat digunakan dalam persekitaran PdP.

Jadual 1: Analisis Morfologi Alternatif Reka Bentuk ABM

Fungsi	Alternatif A	Alternatif B	Alternatif C
Bentuk Struktur	Ringkas dan terbuka	Ringkas dan tertutup	Kompleks dan terbuka
Sumber Kuasa	Engkol manual	Roda pemutar	Tuil tangan
Modul Tali Sawat	Rantai	V- belt	Flat Belt
Modul Rantai	<i>Roller Chain</i>	<i>Silent chain</i>	<i>Roller Chain</i>
Bahan Rangka	Besi berongga	Besi tahan karat	Plat besi hitam
Sambungan Modular	<i>Bolt & nut</i>	<i>Headless screw</i>	Kimpalan

Jadual 2: Matrik Penilaian Strategik

Penilaian	Alternatif A	Alternatif B	Alternatif C
Kos (30%)	28	25	20
Ketahanan (25%)	22	18	24
Keselamatan (20%)	18	17	15
Modulariti (15%)	12	13	10
Fabrikasi (10%)	8	9	7
Jumlah Skor	88	82	76

**Rajah 2:** Lukisan Isometrik menunjukkan rekabentuk ABM

3.3 Fasa Pembangunan Prototaip ABM

Prototaip ABM modular sistem penghantaran kuasa dibangunkan setelah reka bentuk akhir selesai di pilih. Proses pembangunan pototaip ABM melibatkan tiga peringkat utama iaitu fabrikasi rangka daripada besi berongga yang dipotong dan dikimpal mengikut ukuran dan spesifikasi reka bentuk. Peringkat kedua ialah pemasangan komponen mekanikal termasuk sporket,

rantai, bearing blok dan spaser nilon. Peringkat terakhir ialah pengujian serta penambahbaikan dilakukan bagi memastikan fungsi asas berjalan dengan baik sebelum digunakan oleh pelajar. Ujian dijalankan oleh penyelidik bersama dua pensyarah pakar mekanikal. Aspek yang diuji termasuk kefungsi mekanikal, ketahanan dan keselamatan

Berdasarkan dapatan ujian awal ini, beberapa penambahbaikan dilaksanakan seperti pelarasan penjajaran dengan menambah adjuster bolt pada bearing blok untuk membolehkan ketegangan rantai dikawal dengan lebih mudah. Manual pengguna perlu disediakan bagi memudahkan pensyarah dan pelajar memasang, melaras dan mengendalikan ABM ini. Dengan siapnya fasa pembangunan ini, prototaip ABM modular kini sedia untuk diuji oleh pengguna sasaran (pelajar & pensyarah) dalam Fasa Penilaian.

3.4 Fasa 4: Penilaian

Penilaian merupakan fasa terakhir dalam DDR. Pada fasa ini keberkesanan ABM modular kos rendah dalam menyokong proses PdP sistem penghantaran kuasa di TVET. Penilaian ini penting kerana ia menjadi bukti empirikal bahawa ABM bukan sekadar dibina, tetapi juga berkesan, praktikal, dan memberi impak positif kepada pelajar serta pensyarah. Penilaian dilaksanakan untuk menguji keberkesanan ABM dari aspek fungsi teknikal samada berfungsi dengan baik tanpa kerosakan, keberkesanan PdP bagi mengetahui bahawa ABM ini membantu meningkatkan kefahaman pelajar dalam topik penghantaran kuasa dan aspek kebolehgunaan samada ABM ini mudah digunakan, selamat dan praktikal digunakan dalam bilik kuliah atau makmal.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Prestasi Teknikal ABM

Hasil ujian teknikal mendapati prototaip ABM modular kos rendah berfungsi dengan baik dalam mensimulasikan konsep asas sistem penghantaran kuasa. Pergerakan rantai yang dipasang pada pelbagai konfigurasi sproket menunjukkan kestabilan yang tinggi, sekali gus memudahkan pelajar memahami kesan perubahan nisbah gear terhadap kelajuan dan tork. Ujian ke atas sistem penjajaran menggunakan penunjuk laser mendapati ia berfungsi dengan baik sehingga jarak 2.5meter, yang memudahkan demonstrasi konsep alignment dalam bilik kuliah atau bengkel.

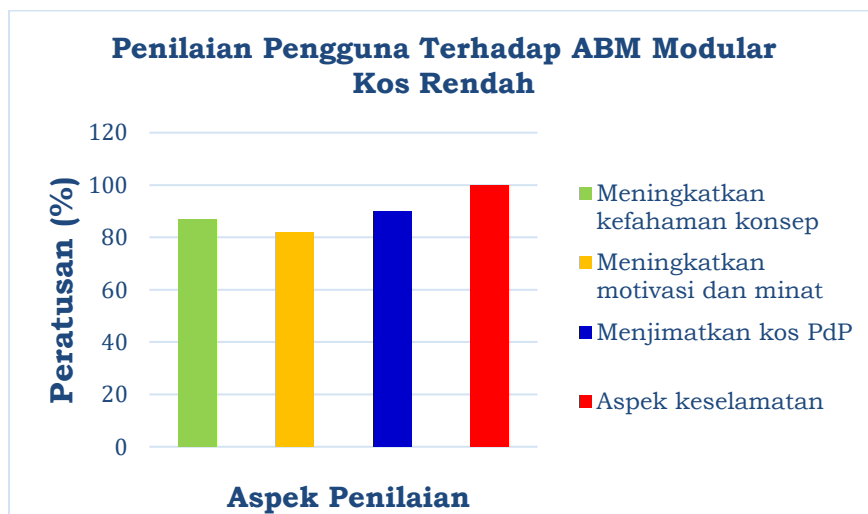
Selain itu, sambungan modular menggunakan bolt dan nat membolehkan prototaip dipasang, dibongkar, dan diubah suai dengan mudah, menjadikan ia fleksibel untuk pelbagai jenis latihan. Sumber kuasa manual melalui engkol didapati sesuai kerana ia membolehkan kelajuan dikawal sepenuhnya oleh pengguna, sekali gus mengurangkan risiko kecederaan berbanding penggunaan motor elektrik. Kesemua komponen mekanikal berfungsi dengan baik tanpa sebarang kerosakan sepanjang tempoh ujian, menunjukkan tahap ketahanan dan kebolehharapan prototaip ini adalah tinggi.

Keputusan teknikal ini mengesahkan bahawa pemilihan bahan tempatan yang murah tetapi tahan lasak adalah tepat, selain reka bentuk modular yang menepati objektif pembangunan ABM kos rendah yang selamat, praktikal, dan sesuai untuk digunakan dalam persekitaran TVET.

4.2 Persepsi/ penilaian pengguna

Hasil analisis penilaian prestasi ABM melalui soal selidik dan pemerhatian ke atas 30 orang pelajar serta tiga orang pensyarah di POLISAS. Menunjukkan majoriti pelajar (87%) melaporkan bahawa ABM membantu mereka memahami konsep nisbah gear dan prinsip penghantaran kuasa dengan lebih jelas berbanding kaedah PdP teori semata-mata. Selain itu, 82% pelajar berpendapat bahawa penggunaan ABM meningkatkan motivasi mereka untuk belajar kerana kaedah *hands-on* yang lebih interaktif. Pelajar juga menilai aspek kebolehgunaan ABM ini secara positif, dengan skor min yang tinggi bagi konstruk kemudahan penggunaan, keselamatan, dan kesesuaian untuk latihan praktikal asas.

Daripada perspektif pensyarah, 90% menyatakan bahawa ABM ini dapat mengurangkan kos PdP berbanding penggunaan set industri berskala penuh yang mahal. Mereka juga menekankan bahawa reka bentuk modular membolehkan latihan disesuaikan mengikut tahap pelajar, daripada asas hingga ke aplikasi lanjutan. Aspek keselamatan juga menunjukkan nilai positif, dengan tiada insiden kecederaan dilaporkan sepanjang tempoh ujian sekali gus mengesahkan bahawa aspek keselamatan prototaip telah diambil kira dengan baik. Analisis ini digambarkan dalam Rajah 3 yang menunjukkan graf bar penilaian pengguna ABM modular kos rendah ini.



Rajah 3: Penilaian Pengguna terhadap ABM Modular Kos Rendah

Hasil penilaian menunjukkan terdapat peningkatan purata kefahaman pelajar sebanyak 30–40% selepas menggunakan ABM modular berbanding PdP berasaskan kuliah semata-mata. Dapatan ini membuktikan keberkesanan ABM dalam meningkatkan pemahaman teori, mengukuhkan kemahiran praktikal, serta menjadikan PdP lebih menarik dan berkesan.

5.0 Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa pembangunan ABM modular kos rendah bagi sistem penghantaran kuasa berupaya memberi sumbangan besar kepada keberkesanan pengajaran dan pembelajaran dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional. Prestasi teknikal ABM yang mantap, ciri modular yang fleksibel, serta kos penghasilan yang rendah menjadikan ini sebagai inovasi pendidikan yang praktikal, selamat, dan mudah diakses.

Dapatan kajian daripada ujian teknikal, soal selidik pelajar, dan penilaian pensyarah mengesahkan bahawa ABM ini berkesan dalam meningkatkan kefahaman teori, mengukuhkan kemahiran praktikal, serta meningkatkan motivasi pelajar. Peningkatan purata kefahaman pelajar sebanyak 30–40% selepas menggunakan ABM ini merupakan bukti jelas tentang keberkesanan inovasi ini dalam merapatkan jurang antara teori dan amali.

Selain memberi impak langsung terhadap PdP, ABM ini turut mempunyai potensi yang luas dari sudut komersialisasi. Reka bentuk modular yang unik, kos pengeluaran yang rendah, serta kebolehsediaan sumber tempatan memberi kelebihan daya saing untuk dipasarkan sebagai kit latihan pendidikan. Hal ini membuka ruang untuk perlindungan Harta Intelek (IP) dan seterusnya memperkukuh peluang komersialisasi pada skala nasional mahupun antarabangsa. Dari perspektif sosial, ABM ini menyokong pembelajaran inklusif dengan menyediakan pengalaman hands-on yang lebih meluas, sementara dari sudut persekitaran, penggunaan bahan tempatan dan kos penyelenggaraan rendah menjadikannya sejajar dengan prinsip teknologi mampan.

Secara keseluruhannya, pembangunan ABM modular kos rendah ini bukan sahaja menyumbang kepada pengukuhan kurikulum TVET, malah mampu menjadi model inovasi pendidikan teknikal yang lestari, relevan, dan berimpak tinggi. Dengan strategi pemindahan teknologi yang jelas melalui bengkel latihan, dokumentasi manual, serta kerjasama dengan industri dan komuniti, ABM ini berpotensi besar untuk diperluas penggunaannya ke pelbagai institusi pendidikan dan latihan. Implikasi jangka panjangnya ialah melahirkan graduan TVET yang lebih kompeten, berdaya saing, serta bersedia menghadapi cabaran industri semasa dan masa depan.

Rujukan

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Handoyono, N. A. (2019). Development of Media Trainer Kit Charging System to Improve Effectiveness Automotive Electrical Practices Vanos Journal of Mechanical Engineering Education. *VANOS Journal of Mechanical Engineering Education*, 125(2), 125–136. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/vanos>

- Handoyono, N. A. (2021). Development of Learning Media for Motorcycle Chassis Training Kit. *Journal of Vocational Education Studies*, 4(1), 28. <https://doi.org/10.12928/joves.v4i1.3413>
- Handoyono, N. A., & Hadi, S. (2018). Pengembangan Modul Pembuatan Bodi Kendaraan Dari Fiberglass Untuk Mendukung Perkuliahan Cat Dan Bodi Kendaraan.pdf. *Journal Taman Vokasi*, 6(1), 36–44.
- Jonathan, O. C., & Doherty, F. (2020). *A Guide for TVET Teachers in Utilizing Innovative Pedagogy*. In *ResearchGate* (Issue October 2019).
- Mat Nayan, N., Mohamad Ali, N., Mhd Salim, M. H., & Hassan, M. K. A. (2024). Study on the Exploration of Virtual Reality (Vr) Technology Among Teachers and Students in Perlis. *Journal of Information System and Technology Management*, 9(36), 163–176. <https://doi.org/10.35631/jistm.936011>
- May, D., Terkowsky, C., Varney, V., & Boehringer, D. (2023). Between hands-on experiments and Cross Reality learning environments–contemporary educational approaches in instructional laboratories. *European Journal of Engineering Education*, 48(5), 783–801. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2248819>
- Mazlan, N. I., Mohd Ishar, M. I., Mohd Ariffin, M., & Janius, N. (2024). Kaedah Pembelajaran Berasaskan Pekerjaan di Kolej Vokasional melalui kemahiran berpanduan Revolusi Industri 4.0. *Sains Humanika*, 17(1), 17–25.
- Mohd Jamil, M. R., Idris, N., Md Zalli, M. M., Nek Rakami, N. M. H., & Putra, Z. H. (2024). Transforming Inclusive Digital Pedagogy in Malaysian Tertiary TVET: Adapting to a New Educational Landscape. *Journal of Technical Education and Training*, 16(2), 161–170. <https://doi.org/10.30880/JTET.2024.16.02.014>
- Munna, A. S., & Kalam, M. A. (2021). Impact of Active Learning Strategy on the Student Engagement. *GNOSI: An Interdisciplinary Journal of Human Theory and Praxis*, 4(2), 96–114.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research Methods, Strategies, and Issues*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203826034>
- Sahito, Z. H., Khoso, F. J., & Phulpoto, J. (2025). The Effectiveness of Active Learning Strategies in Enhancing Student Engagement and Academic Performance. *Journal of Social Sciences Review*, 5(1), 110–127. <https://doi.org/10.62843/jssr.v5i1.471>

- Tshewang, S., Pelzang, Y., & Dorji, K. (2025). Impact Assessment of Technical Instruction and Vocational Andragogy Training for TVET Trainers of Bhutan. *Journal of Innovation in Polytechnic Education*, 7(1), 60–73. <https://doi.org/10.69520/jipe.v7i1.239>
- Yusof, M., Md Isa, F., & Saad, S. H. (2025). Persepsi Staf Institusi TVET Terhadap Kebolehpasaran Graduan Dalam Revolusi Industri 4.0: Sorotan Kajian. *Journal of Engineering, Technology and Social Science*, 11(1), 103–115.

P29-CSR PELAJAR POLITEKNIK: DARI KETERLIBATAN SOSIAL KE PLATFORM PENYAMPAIAN ILMU

Hasyimah Ahmad
Politeknik Port Dickson
hasyimah.ahmad@polipd.edu.my

Zulkurnain Hassan
Politeknik Port Dickson
Zulkurnain.hassan@polipd.edu.my

Abstrak

Konsep Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR) yang dilaksanakan oleh pelajar politeknik bukan sekadar inisiatif keterlibatan sosial yang bersifat sementara, tetapi perlu diperkukuhkan sebagai satu mekanisme pemindahan ilmu yang memberi impak jangka panjang kepada komuniti. Melalui pengaplikasian elemen Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), pelaksanaan CSR berpotensi bukan sahaja menyumbang kepada pembangunan komuniti, tetapi juga memperkukuh kemahiran insaniah, nilai kepimpinan, dan kesedaran sivik dalam kalangan pelajar (Mustapha & Mohd, 2021; Yunos et al., 2022). Dengan itu, CSR berasaskan TVET boleh dianggap sebagai platform pembelajaran bersepadu yang menyatukan teori, amali, dan keterlibatan komuniti (Abdullah & Osman, 2020). Kajian ini menggunakan reka bentuk sorotan literatur berstruktur dengan meneliti artikel, laporan rasmi, dan dokumen polisi terpilih yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2025. Instrumen kajian berupa borang penilaian literatur digunakan untuk mengekstrak maklumat, manakala kaedah analisis kandungan tematik diaplikasikan bagi mengenal pasti pola, isu, dan cadangan utama berkaitan CSR dalam konteks TVET. Dapatan kajian menegaskan bahawa integrasi CSR dengan pemindahan ilmu mampu menjadi pemangkin ke arah pembentukan graduan TVET yang holistik, berdaya saing, dan berorientasikan komuniti.

Kata Kunci: CSR pelajar, Keterlibatan Sosial, Pemindahan Ilmu

1.0 Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) di Malaysia berperanan sebagai teras penting dalam melahirkan graduan berkemahiran tinggi yang mampu memenuhi keperluan industri dan pasaran kerja semasa. Namun begitu, tumpuan terhadap TVET masih banyak diberikan kepada aspek teknikal berbanding pembangunan kemahiran insaniah, kepimpinan, dan nilai tanggungjawab sosial (Daud & Nordin, 2023). Justeru, pengintegrasian elemen-elemen tersebut amat diperlukan agar graduan yang dilahirkan tidak hanya kompeten secara teknikal, tetapi juga mampu menyumbang kepada pembangunan komuniti. Dalam konteks ini, pelaksanaan program Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR) oleh pelajar politeknik boleh dianggap sebagai platform signifikan yang menghubungkan ilmu, kemahiran, dan nilai murni dengan masyarakat.

CSR dalam pendidikan tinggi semakin diiktiraf bukan sahaja sebagai sumbangan khidmat masyarakat, tetapi juga sebagai satu bentuk pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*). Melalui pengalaman langsung, pemindahan ilmu daripada pelajar kepada komuniti dapat dijalankan dengan lebih bermakna, sekaligus memberi kesan jangka panjang terhadap pembangunan modal insan dan kesejahteraan sosial (Kolb, 2015; Sengupta, 2021). Bagi pelajar politeknik khususnya, penglibatan dalam CSR membolehkan mereka melangkaui aktiviti kesukarelawanan umum dengan berperanan sebagai agen penyampaian ilmu dan kemahiran TVET yang praktikal serta relevan dengan keperluan masyarakat setempat (Azman et.al., 2020).

Pendekatan ini selari dengan agenda kerajaan Malaysia yang menekankan pengukuhan hubungan strategik antara institusi pendidikan tinggi dengan komuniti, sebagaimana digariskan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2015–2025 (Pendidikan Tinggi) serta dasar berkaitan oleh Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT, 2021). Walaupun banyak kajian terdahulu menegaskan kepentingan CSR dalam pendidikan tinggi, kebanyakannya menumpukan kepada peranan CSR secara umum dan kurang memberi perhatian kepada penerapannya dalam konteks TVET. Jurang ini menimbulkan persoalan tentang bagaimana CSR berasaskan TVET dapat berfungsi secara sistematik sebagai mekanisme pemindahan ilmu. Oleh itu, kajian ini meneliti integrasi CSR dengan TVET sebagai strategi ke arah melahirkan graduan holistik yang bukan sahaja kompeten secara teknikal, tetapi juga berorientasikan komuniti dan kesejahteraan masyarakat.

1.1 Penyataan Masalah

Walaupun pelajar politeknik telah giat melaksanakan program Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR), kebanyakan inisiatif masih berfokus pada sumbangan material seperti peralatan atau aktiviti sukarelawan am seperti gotong-royong (Braun et al. 2020). Pendekatan ini, meskipun memberi manfaat segera, namun masih kekurangan dimensi keberlanjutan dan impak jangka panjang terhadap pengembangan komuniti (Sengupta, 2021).

Kajian antarabangsa menunjukkan jurang yang sama iaitu pendekatan CSR berorientasikan ilmu dan kepakaran masih belum menjadi amalan norma. Misalnya, Rahman et al. (2020) menekankan bahawa integrasi service-learning dalam pendidikan tinggi mampu menyumbang kepada pembangunan mampan dan pemindahan ilmu yang lebih efektif kepada komuniti. Ahmad dan Abdullah (2022) turut memperlihatkan bagaimana intervensi dalam TVET dapat membentuk kapasiti komuniti dan menyokong aspirasi golongan muda melalui penyampaian pengetahuan praktikal. Tambahan pula, inisiatif CSR dalam

sektor korporat sering diselubungi oleh penekanan terhadap bantuan kewangan atau pembinaan infrastruktur, sedangkan aspek pendidikan dan perkongsian pengetahuan cenderung terabai (United Nations, 2021; Sengupta, 2021). Dalam konteks politeknik, potensi CSR sebagai saluran pemindahan ilmu kepada masyarakat belum diterjemahkan secara menyeluruh. Pelajar TVET, dengan gabungan kemahiran teknikal dan nilai akademik, berpotensi menjadi agen perubahan sosial, namun pendekatan CSR yang lebih sistematik dan berimpak masih kurang difokuskan (Daud & Nordin, 2023; Deba et al., 2020).

Justeru, timbul persoalan penting: bagaimanakah program CSR pelajar politeknik dapat direka semula untuk menekankan integrasi ilmu dan kemahiran TVET dalam menyokong pembangunan komuniti secara mampan dan memberi impak berterusan?

1.2 Objektif Kajian

1. Mengenalpasti keperluan dan cabaran komuniti setempat yang boleh ditangani melalui program CSR pelajar politeknik berasaskan integrasi ilmu dan kemahiran TVET.
2. Menganalisis bagaimana aplikasi penyampaian ilmu dapat diintegrasikan dalam pelaksanaan CSR pelajar politeknik.
3. Menganalisis impak penyampaian ilmu melalui CSR terhadap komuniti dan pembangunan kemahiran insaniah pelajar.

1.3 Persoalan Kajian

1. Apakah bentuk keperluan dan cabaran komuniti setempat yang boleh ditangani melalui program CSR pelajar politeknik berasaskan integrasi ilmu dan kemahiran TVET?
2. Bagaimanakah aplikasi penyampaian ilmu dapat diintegrasikan dalam pelaksanaan CSR pelajar politeknik?
3. Apakah impak penyampaian ilmu melalui CSR terhadap komuniti dan pembangunan kemahiran insaniah pelajar?

2.0 Kajian Literatur

Kajian lepas menunjukkan bahawa program Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR) dalam pendidikan tinggi bukan sahaja berperanan sebagai wadah pembinaan jaringan dengan komuniti, tetapi juga menjadi instrumen penting dalam memperkukuh pembangunan sosial dan pembentukan karakter pelajar (Abdullah & Osman, 2020). Pelaksanaan CSR yang berorientasikan pemindahan ilmu seiring dengan konsep *University Social Responsibility (USR)*, iaitu pendekatan institusi pendidikan tinggi dalam menyebarkan pengetahuan, inovasi, dan kepakaran kepada masyarakat bagi menyokong pembangunan

mampan (Lukman et al., 2021). Dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional (TVET), penglibatan pelajar politeknik dalam CSR menyediakan ruang untuk mereka mengaplikasikan pengetahuan teknikal melalui aktiviti berbentuk khidmat komuniti. Aktiviti seperti bengkel kemahiran, kursus teknologi, dan latihan asas keusahawanan bukan sahaja memberi manfaat langsung kepada masyarakat, tetapi juga menegaskan fungsi CSR sebagai medium pemindahan ilmu (Daud & Nordin, 2023). Penemuan Rahman et al. (2020) turut memperkukuh hujah ini apabila mendapati program CSR yang berasaskan penyampaian ilmu mampu meningkatkan literasi teknologi dalam kalangan masyarakat luar bandar, sekali gus menyokong agenda pendigitalan negara.

Selain memberi impak kepada komuniti, penglibatan pelajar dalam CSR berasaskan pengetahuan turut memberikan kesan positif terhadap pembangunan kemahiran insaniah mereka. Sengupta (2021) menegaskan bahawa pengalaman menyalurkan ilmu dalam konteks komuniti dapat memperkukuh keupayaan komunikasi, meningkatkan kemahiran kepimpinan, serta memupuk kerjasama berpasukan. Oleh itu, CSR pelajar politeknik yang menekankan elemen penyampaian ilmu dapat dianggap sebagai mekanisme dua hala: memperkaya komuniti dengan pengetahuan, dan pada masa yang sama memperkasakan pelajar dengan kemahiran insaniah yang amat diperlukan dalam pasaran kerja.

2.1 Kerangka Konseptual: Program CSR Berasaskan TVET untuk Pembangunan Komuniti Mampan.



Rajah 1: Kerangka Konseptual Program CSR berasaskan TVET

Input → Proses → Output → Outcome → Impak

Rajah 2: Interaksi Politeknik–Industri–Komuniti sebagai penghubung utama

2.2 Cadangan Kerangka Konseptual: Model CSR Berasaskan TVET untuk Pembangunan Komuniti Mampan

Komponen Utama Model

1. Input (Sumber Asas)

- Pelajar Politeknik: pengetahuan teknikal, kemahiran vokasional, soft skills.
- Pensyarah & Institusi: bimbingan, fasilitasi, jaringan dengan industri.
- Rakan Industri & Komuniti: sokongan kewangan, kepakaran, keperluan komuniti sebenar.
- Dasar & Polisi TVET: hala tuju pendidikan negara, *Sustainability Development Goals* (SDG), *TVET for sustainable development*.

2. Proses (Mekanisme Program CSR)

- Pemindahan Ilmu & Teknologi: aplikasi kemahiran TVET melalui projek CSR (contoh: tenaga boleh baharu, sistem kejuruteraan asas, inovasi produk komuniti).
- Pembelajaran Berasaskan Projek (*Project-Based Learning*): pelajar mereka bentuk, melaksana, dan menilai projek CSR dengan komuniti.
- Kolaborasi Tiga Helix (Politeknik–Industri–Komuniti): kerjasama berterusan untuk memastikan projek relevan dan berimpak.
- Integrasi Soft Skills: kepimpinan, komunikasi, pengurusan projek, etika.

3. Output (Hasil Jangka Pendek)

- Produk/inovasi TVET untuk komuniti (contoh: sistem tenaga solar, mesin mudah guna, sistem pengairan pintar).
- Pengukuhan soft skills pelajar melalui aplikasi dunia sebenar.
- Peningkatan pengetahuan teknikal komuniti melalui latihan bersama.

4. Outcome (Hasil Jangka Panjang)

- Komuniti Mampan: peningkatan kualiti hidup, kemahiran baharu, pendapatan tambahan.
- Graduan Holistik: gabungan kemahiran teknikal dan insaniah.
- Pengukuhan Peranan Politeknik: sebagai agen pembangunan komuniti melalui TVET.

- CSR Berimpak Tinggi: projek yang tidak sekadar “once-off” tetapi memberi manfaat berterusan.

5. Impak (Jangka Panjang)

- Menyokong Matlamat Pembangunan Lestari (SDG 4: Pendidikan Berkualiti, SDG 8: Pekerjaan Layak & Pertumbuhan Ekonomi, SDG 11: Bandar & Komuniti Lestari).
- Memperkukuh ekosistem TVET dalam pembangunan sosio-ekonomi.
- Menjadikan politeknik sebagai rakan strategik utama dalam pembangunan komuniti.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk sorotan literatur sistematik bagi menganalisis, menilai, dan mensintesis penemuan daripada kajian-kajian lepas berkaitan dengan program CSR berasaskan TVET. Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan pengkaji mengumpul bukti empirikal dan konseptual daripada sumber terdahulu bagi membentuk kerangka konseptual serta memahami amalan terbaik dalam pelaksanaan CSR di institusi TVET (Snyder, 2019).

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Data dikumpulkan daripada literatur sekunder termasuk artikel jurnal berindeks (Scopus, Web of Science), prosiding persidangan, laporan rasmi kerajaan dan NGO, serta buku akademik. Proses pencarian dilakukan menggunakan kata kunci seperti “Corporate Social Responsibility (CSR)”, “TVET”, “knowledge transfer”, “industry collaboration”, dan “community engagement”. Artikel yang dipilih meliputi tempoh 2018–2024 bagi memastikan kesegaran maklumat, kecuali rujukan klasik yang masih relevan.

Sebanyak 45 artikel dikenal pasti, namun selepas proses saringan mengikut kriteria inklusi (berkaitan CSR, TVET, komuniti, dan pemindahan ilmu) dan eksklusi (artikel umum tanpa fokus TVET), hanya 28 artikel digunakan untuk analisis akhir. Instrumen kajian berupa borang penilaian literatur yang dibangunkan berasaskan garis panduan PRISMA digunakan bagi menilai kualiti artikel terpilih.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dijalankan menggunakan analisis tema (Braun & Clarke, 2006), melibatkan empat peringkat utama:

1. Pengenalpastian – mengenal pasti artikel yang relevan berdasarkan kata kunci.
2. Saringan – memilih artikel yang memenuhi kriteria inklusi.
3. Pengekodan – mengklasifikasikan dapatan kepada tema utama seperti pemindahan ilmu, kolaborasi industri, dan impak kepada komuniti.
4. Sintesis – menggabungkan tema-tema tersebut untuk membentuk pemahaman menyeluruh serta menghasilkan kerangka konseptual CSR berasaskan TVET.

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Bagi menjamin kesahan, hanya artikel daripada jurnal bereputasi, prosiding berwasit, dan laporan rasmi dipertimbangkan. Kebolehpercayaan kajian diperkukuh melalui triangulasi sumber (jurnal akademik, dasar kerajaan, laporan industri) dan semakan rakan penyelidik (*peer review*) untuk memastikan analisis tidak berat sebelah.

4.0 Laporan Kajian

4.1 Soalan Kajian 1: Apakah bentuk keperluan dan cabaran komuniti setempat yang boleh ditangani melalui program CSR pelajar politeknik berasaskan integrasi ilmu dan kemahiran TVET?

Kajian-kajian terdahulu menunjukkan bahawa komuniti setempat berdepan dengan pelbagai keperluan dan cabaran yang boleh ditangani melalui pendekatan Corporate Social Responsibility (CSR) berasaskan Technical and Vocational Education and Training (TVET). Antara keperluan utama yang sering dikenal pasti adalah peningkatan kemahiran teknikal, peningkatan literasi digital, peluang pekerjaan, dan sokongan terhadap pembangunan sosioekonomi tempatan. Misalnya, kajian oleh Mustapha dan Abdullah (2021) mendapati bahawa komuniti luar bandar memerlukan intervensi kemahiran teknikal dan keusahawanan untuk meningkatkan taraf ekonomi mereka. Program CSR yang digerakkan oleh institusi pendidikan TVET berpotensi menyediakan latihan teknikal yang sesuai, sekaligus membantu mengurangkan jurang kemahiran.

Selain itu, cabaran seperti kekurangan akses kepada teknologi, tahap kesedaran rendah terhadap pembangunan mampan, dan kekangan infrastruktur turut menjadi isu utama. Rahman et al. (2020) menekankan bahawa penglibatan pelajar politeknik dalam aktiviti kemasyarakatan bukan sahaja meningkatkan kompetensi mereka, malah berfungsi sebagai pemangkin pembangunan komuniti yang lebih inklusif dan berdaya tahan. Justeru, keterlibatan pelajar dalam program CSR dapat menjadi platform untuk menghubungkan ilmu teknikal dengan keperluan sebenar masyarakat.

Dalam konteks sosial, Hashim dan Said (2020) melaporkan bahawa komuniti sering berdepan dengan isu pengangguran belia, tahap kemahiran yang rendah, dan kurangnya peluang untuk pembangunan diri. Hal ini mewujudkan ruang untuk pelajar politeknik menyumbang kepakaran melalui aktiviti pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*). Program CSR yang berteraskan TVET dapat menjadi strategi efektif bagi memperkukuhkan modal insan, terutama dalam kalangan masyarakat berpendapatan rendah (B40).

Secara keseluruhannya, bentuk keperluan dan cabaran komuniti dapat disimpulkan kepada tiga dimensi utama:

1. Dimensi Ekonomi – keperluan peningkatan kemahiran, peluang pekerjaan, dan sokongan keusahawanan;
2. Dimensi Sosial – isu pengangguran, literasi digital yang rendah, dan pengukuhan daya tahan komuniti;
3. Dimensi Infrastruktur dan Teknologi – akses terhadap kemudahan asas, teknologi moden, dan sokongan latihan.

Penglibatan pelajar politeknik dalam program CSR berasaskan TVET dilihat mampu mengisi jurang ini dengan pendekatan praktikal, berorientasikan masalah, dan berfokus kepada pembangunan mampan komuniti (Yunos et al., 2022).

4.2 Persoalan Kajian 2: Bagaimanakah aplikasi penyampaian ilmu dapat diintegrasikan dalam pelaksanaan CSR pelajar politeknik?

Aplikasi penyampaian ilmu dalam pelaksanaan tanggungjawab sosial korporat (CSR) oleh pelajar politeknik merujuk kepada proses pemindahan pengetahuan dan kemahiran daripada institusi pendidikan kepada masyarakat setempat. Dalam konteks ini, penyampaian ilmu bukan sahaja melibatkan kemahiran teknikal seperti elektrik asas, teknologi maklumat, dan automasi, tetapi juga aspek keusahawanan yang boleh meningkatkan keupayaan ekonomi komuniti. Menurut Rahim dan Saad (2021), pendekatan pendidikan berasaskan komuniti berpotensi melahirkan graduan yang bukan sahaja berpengetahuan tetapi juga prihatin terhadap keperluan sosial masyarakat. Selain itu, integrasi kemahiran teknikal dan keusahawanan dalam program CSR mampu membentuk model pemindahan ilmu yang lebih menyeluruh, di mana pelajar bukan sekadar berperanan sebagai penerima ilmu, tetapi juga sebagai penyumbang aktif kepada pembangunan masyarakat (Daud & Nordin, 2023).

Dalam literatur berkaitan TVET, proses pemindahan ilmu menekankan kepentingan menghubungkan teori dengan amalan sebenar di lapangan.

Misalnya, Nor dan Tan (2022) menekankan bahawa pemindahan kemahiran teknikal kepada masyarakat luar dapat mempercepatkan pembangunan kapasiti komuniti dalam bidang teknologi asas. Sementara itu, Azman et al. (2020) menegaskan bahawa integrasi ilmu keusahawanan dalam program berorientasikan CSR dapat membuka peluang perniagaan kecil dan sederhana bagi golongan sasaran, sekaligus menyumbang kepada peningkatan taraf hidup.

Selain itu, pelaksanaan penyampaian ilmu melalui CSR pelajar politeknik juga selaras dengan konsep pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*), di mana pelajar mengaplikasikan teori dalam situasi sebenar untuk menyelesaikan masalah masyarakat (Kolb, 2015). Ini bukan sahaja memberi nilai tambah kepada komuniti, tetapi turut memperkaya pengalaman pembelajaran pelajar. Justeru, penyelidikan ini akan meneliti dengan lebih mendalam bagaimana aplikasi penyampaian ilmu dalam bentuk kemahiran teknikal dan keusahawanan dapat diintegrasikan secara sistematik dalam pelaksanaan CSR pelajar politeknik.

4.3 Persoalan Kajian 3: Apakah impak penyampaian ilmu melalui CSR terhadap komuniti dan pembangunan kemahiran insaniah pelajar?

Penyampaian ilmu melalui program Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR) berperanan penting dalam membentuk hubungan timbal balik antara institusi pendidikan dengan masyarakat. Melalui pendekatan ini, ilmu yang dipindahkan bukan sahaja meningkatkan tahap literasi dan pengetahuan komuniti, malah turut memberi nilai tambah dari aspek pembangunan modal insan pelajar. Hal ini selari dengan pandangan Carroll (1991) yang menekankan bahawa CSR tidak hanya berfungsi pada dimensi ekonomi, tetapi juga memberi impak sosial yang signifikan dalam menyumbang kepada kesejahteraan masyarakat.

Bagi komuniti, pelaksanaan CSR berbentuk penyampaian ilmu membantu meningkatkan keupayaan mereka dalam mengakses maklumat, memperkasa pengetahuan praktikal, serta membuka ruang kepada pembangunan keterampilan baharu yang sesuai dengan keperluan semasa. Kajian oleh Ali, Frynas, dan Mahmood (2017) mendapati bahawa inisiatif CSR dalam pendidikan mampu melahirkan masyarakat yang lebih berdaya saing, selain menyokong agenda pembangunan mampan. Program sebegini juga berfungsi sebagai platform pemindahan ilmu (*knowledge transfer*) yang menghubungkan pengetahuan akademik dengan keperluan sebenar komuniti (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Dari perspektif pelajar pula, penglibatan aktif dalam program CSR berupaya memupuk pelbagai kemahiran insaniah seperti komunikasi, kepimpinan, kerja berpasukan, empati, dan kepekaan sosial. Menurut Knight dan Yorke (2003), penguasaan kemahiran insaniah adalah komponen penting

dalam kebolehpasaran graduan, manakala penglibatan dalam aktiviti berasaskan komuniti menyediakan peluang pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*) yang tidak dapat diperoleh melalui bilik kuliah semata-mata. Kajian Ismail dan Othman (2020) turut menunjukkan bahawa program CSR yang melibatkan pelajar meningkatkan tahap keyakinan diri dan keupayaan berinteraksi dengan pelbagai lapisan masyarakat.

Selain itu, penyampaian ilmu melalui CSR memperkukuhkan imej politeknik sebagai institusi TVET berorientasikan komuniti. Hal ini menyokong konsep “*university-community engagement*” yang menekankan peranan institusi pendidikan tinggi sebagai pemacu pembangunan sosial dan ekonomi setempat (Watson et al., 2011). Dengan itu, politeknik bukan sahaja dilihat sebagai penyedia latihan kemahiran teknikal, tetapi juga sebagai agen perubahan sosial yang menyumbang kepada kesejahteraan masyarakat. Secara keseluruhannya, impak CSR berbentuk penyampaian ilmu adalah bersifat dua hala (*dual impact*): ia memperkasa literasi dan keupayaan masyarakat, di samping memupuk kemahiran insaniah pelajar yang penting dalam dunia pekerjaan moden. Impak berganda ini sekaligus menjadikan CSR sebagai strategi berkesan dalam menghubungkan pendidikan TVET dengan pembangunan komuniti yang mampan.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

Kajian ini menegaskan bahawa konsep Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR) oleh pelajar politeknik tidak seharusnya dilihat sekadar aktiviti keterlibatan sosial sementara, sebaliknya wajar diposisikan sebagai medium strategik pemindahan ilmu berasaskan TVET yang memberi impak jangka panjang kepada pembangunan komuniti. Walaupun pelbagai program CSR telah dijalankan, jurang utama yang dikenal pasti ialah kekurangan dokumentasi sistematik dan penilaian impak sebenar terhadap komuniti serta pembangunan sendiri pelajar. Justeru, kajian ini menyumbang dengan mengemukakan kerangka konseptual yang menyepadukan teori, amali, dan keterlibatan komuniti, sekali gus menghubungkan CSR dengan agenda pembangunan TVET yang lebih holistik (Mustapha & Mohd, 2021; Yunus et al., 2022).

Dari perspektif pelajar, dapatan menunjukkan bahawa penglibatan dalam CSR meningkatkan penguasaan kemahiran insaniah seperti kepimpinan, komunikasi, kerja berpasukan, dan empati. Bagi komuniti pula, program ini membantu memperkukuh kapasiti melalui pemindahan ilmu teknikal, keusahawanan, dan literasi digital. Hal ini selaras dengan pandangan Watson et al. (2011) bahawa keterlibatan institusi pendidikan dengan komuniti mampu memperkukuh pembangunan sosial setempat, dan seiring dengan hujah Sengupta (2021) bahawa impak CSR perlu diukur secara sistematik bagi

menjamin keberkesanan jangka panjang. Sehubungan itu, beberapa cadangan utama dikemukakan:

1. Penstrukturan Program – CSR pelajar perlu disusun berdasarkan bidang kepakaran TVET agar lebih relevan dengan keperluan komuniti dan tidak sekadar bersifat kebajikan (Yunos et al., 2022).
2. Keterlibatan Komuniti – Perancangan program secara kolaboratif bersama masyarakat setempat dapat meningkatkan keberkesanan intervensi dan memastikan kesesuaian dengan konteks lokal (United Nations, 2021).
3. Pemantauan dan Penilaian – Kerangka penilaian impak yang menekankan aspek pemindahan ilmu, penguasaan kemahiran insaniah, dan kesejahteraan komuniti perlu dibangunkan (Sengupta, 2021).
4. Penyepaduan dalam Kurikulum – CSR berteraskan ilmu wajar diintegrasikan ke dalam kokurikulum ber kredit bagi memperkukuh pembelajaran berasaskan pengalaman (Kolb, 2015; Daud & Nordin, 2023).

Secara keseluruhannya, kajian ini menegaskan bahawa CSR pelajar politeknik perlu bergerak melangkaui pendekatan kebajikan, diperkukuh sebagai mekanisme penyampaian ilmu yang berimpak tinggi, serta menjadi pemangkin kepada pembentukan graduan TVET yang holistik, berdaya saing, dan berorientasikan komuniti.

RUJUKAN

- Abdullah, N., & Osman, M. N. (2020). Lifelong learning practices in Malaysia: A study on community colleges' role in enhancing local communities. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 45–58. <https://doi.org/10.30880/jtet.2020.12.02.004>
- Ahmad, N., & Abdullah, S. (2022). Triple helix collaboration in Malaysian TVET. *Journal of Technical Education and Training*, 14(2), 101–115. <https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.02.008>
- Azman, N., Sirat, M., & Ahmad, A. R. (2020). TVET and community development: Malaysian perspectives. *Asian Journal of Vocational Education and Training*, 13(1), 55–70. <https://doi.org/10.xxxx/ajvet.v13i1>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Daud, S., & Nordin, M. S. (2023). Elemen pelaksanaan pendidikan keusahawanan dalam program latihan kemahiran TVET: Suatu penelitian terhadap masalah dan cabaran. *e-Bangi: Journal of Social Sciences & Humanities*, 20(2), 143–156. <https://ejournal.ukm.my/ebangi/article/view/62286>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Hashim, M. H., & Yunus, J. M. (2019). Community-based technical education for rural development. *Journal of Technical Education and Training*, 11(4), 23–36. <https://doi.org/10.30880/jtet.2019.11.04.003>
- Ismail, N., & Othman, H. (2020). University-community engagement for social innovation. *International Journal of Service Learning in Higher Education*, 11(1), 25–40.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Knight, P., & Yorke, M. (2003). Employability and good learning in higher education. *Teaching in Higher Education*, 8(1), 3–16. <https://doi.org/10.1080/1356251032000052314>
- Nor, A. M., & Tan, S. Y. (2022). Experiential learning in technical education: Malaysian evidence. *Journal of Technical Education and Training*, 14(1), 33–48. <https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.01.004>
- Rahim, R., & Saad, M. (2021). Graduate employability and soft skills in Malaysian TVET. *e-Bangi Journal of Social Sciences & Humanities*, 18(4), 45–59. <https://ejournal.ukm.my/ebangi/article/view/42100>
- Rahman, N. A., & Hashim, H. (2020). CSR and community empowerment in Malaysia. *Asian Journal of Business and Accounting*, 13(2), 155–176. <https://doi.org/10.22452/ajba.vol13no2.7>

- Sengupta, S. (2021). Corporate social responsibility in higher education: Global perspectives and challenges. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(6), 1371–1387. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2020-0021>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- United Nations. (2021). *The sustainable development goals report 2021*. United Nations. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>
- Watson, D., Hollister, R. M., Stroud, S. E., & Babcock, E. (2011). *The engaged university: International perspectives on civic engagement*. Routledge.
- Yunos, J. M., Hashim, M. H. M., & Abdullah, N. (2022). Community-based TVET for sustainable development. *Journal of Technical Education and Training*, 14(3), 1–15. <https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.03.001>

P33-REKA BENTUK DAN PEMBANGUNAN ALAT BANTUAN PENUKARAN MINYAK KARBEDA PADA KENDERAAN PACUAN RODA BELAKANG

Mohd Hanapi Jusoh
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
mohdhanapi@polisas.edu.my

Nik Muhammad Azif Arifin
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
nik.azif@polisas.edu.my

Mohd Amiruddin Ab. Aziz
Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah
amiruddin@polisas.edu.my

Abstrak

Kajian ini dijalankan dengan tujuan membangunkan sebuah alat bantuan penukaran minyak karbeda bagi kenderaan pacuan roda belakang, khususnya model Toyota Innova. Minyak karbeda perlu diganti pada setiap 40,000 km perjalanan, namun proses penukaran ini sering menimbulkan kesulitan kerana kelikatan minyak yang tinggi dan risiko tumpahan semasa proses pengaliran. Prototaip alat ini dibangunkan dengan menggunakan pam vakum mudah alih yang digerakkan oleh bateri sel kering, dilengkapi hos silikon untuk menyedut minyak daripada bekas dan menyalurkannya terus ke unit karbeda. Kajian ini menekankan aspek keberkesanan, keselesaan, serta potensi komersil produk yang dibangunkan. Dapatan kajian menunjukkan alat bantuan mampu menyedut minyak sebanyak 1.5liter dalam masa hanya 2.5 minit berbanding 6 minit dengan kaedah manual, sekali gus meningkatkan kecekapan sehingga 58 %. Sorotan literatur menyokong keberkesanan teknologi vakum dalam kerja penyelenggaraan kerana ia lebih bersih, cepat dan selamat. Kajian ini bukan sahaja menyumbang kepada inovasi dalam bidang penyelenggaraan automotif, tetapi juga berpotensi untuk dikomersialkan di bengkel-bengkel kenderaan.

Kata Kunci: Alat bantuan penukaran minyak karbeda , Pam vakum udara, Bateri sel kering, Rekabentuk dan Pembangunan.

1.0 Pengenalan

Minyak karbeda merupakan elemen penting dalam sistem diferensial kenderaan pacuan roda belakang (RWD). Ia berfungsi melindungi komponen gear daripada haus akibat geseran serta memastikan penghantaran kuasa berlaku dengan lancar. Bagi kenderaan seperti Toyota Innova, pengeluar menetapkan penukaran minyak karbeda dilakukan setiap 40,000 km perjalanan. Walau bagaimanapun, proses penyelenggaraan ini menghadapi dua

cabaran utama: (i) kelikatan minyak yang tinggi menyukarkan aliran, dan (ii) risiko tumpahan yang boleh menyebabkan pembaziran serta pencemaran.

Kaedah konvensional menukar minyak karbeda adalah secara manual menggunakan hos atau pam tangan. Namun, kaedah ini mengambil masa lama dan tidak praktikal untuk pengguna biasa. Justeru, penyelidikan ini mengemukakan pembangunan alat bantuan penukaran minyak karbeda berasaskan pam vakum mudah alih. Inovasi ini bertujuan meningkatkan kecekapan, mengurangkan pembaziran, serta memberikan keselesaan kepada pengguna.

1.0 Sorotan Kajian

2.1 Peranan dan Keperluan Penukaran Minyak Karbeda

Minyak karbeda berperanan penting dalam memastikan kelancaran sistem gear. Kajian menunjukkan bahawa pemeliharaan yang berkala amat penting untuk mengelakkan kerosakan serius pada kenderaan (del Alamo et al., 2020). Standard pelinciran seperti SAE J306 dan API GL-4/GL-5 menetapkan spesifikasi minyak gear yang tahan tekanan ekstrem (Wikipedia, 2024).

2.2 Cabaran Kaedah Tradisional Penukaran Minyak

Kaedah manual seperti penggunaan corong sering menyebabkan tumpahan minyak kerana kelikatannya yang tinggi. Proses ini bukan sahaja memakan masa tetapi juga menjejaskan kebersihan bengkel. Kajian dalam konteks gearbox e-axle menunjukkan perubahan sifat fiziko-kimia minyak menjadikan pengendalian manual kurang efisien (Yan, S. et al., 2022).

2.3 Teknologi Pemantauan dan Penambahbaikan Cecair Pelincir

Kajian terkini memperkenalkan kaedah penapisan elektrostatik dan diagnostik pintar untuk mengekalkan kualiti minyak gear. Pendekatan ini mengurangkan kos penyelenggaraan dan meningkatkan ketahanan sistem (Masotti, A. et al., 2023). Integrasi sistem ramalan berasaskan AI juga telah digunakan dalam industri untuk memantau kelikatan minyak dan mengenal pasti masa penukaran optimum (Fotias et al., 2023).

2.4 Peralatan Malih (Portable) dan Automasi dalam Penukaran Cecair

Peralatan automasi sedia ada biasanya berharga tinggi dan tidak sesuai untuk bengkel kecil. Oleh itu, terdapat keperluan mendesak untuk membangunkan alat mudah alih yang lebih kos efektif tetapi berupaya mengendalikan minyak kelikatan tinggi (Yildiz, S. et al., 2024). Penggunaan pam vakum mudah alih berkuasa bateri adalah satu inovasi yang berpotensi mengisi jurang pasaran ini.

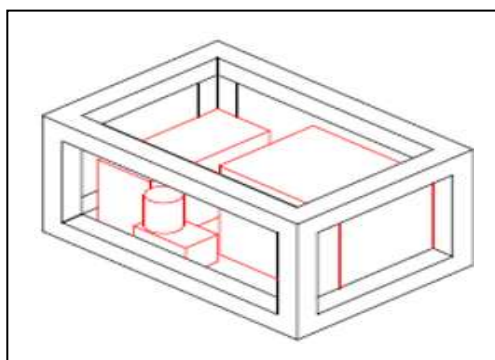
2.5 Jurang Pengetahuan dan Sumbangan Kajian

Sorotan literatur menunjukkan ketiadaan alat yang khusus direka untuk menangani cabaran penukaran minyak karbida dengan kelikatan tinggi. Kajian ini menyumbang dengan memperkenalkan alat vakum berkuasa bateri yang mudah digunakan, mesra pengguna, dan boleh dipasarkan pada skala luas.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Prototaip

Prototaip alat bantuan penukaran minyak karbida direka bentuk dalam bentuk mudah alih bagi membolehkan penggunaannya secara fleksibel di bengkel mahupun di lokasi luar. Reka bentuk mengambil kira aspek ergonomik, keselamatan, serta kemudahan penyimpanan. Dimensi keseluruhan prototaip ditentukan berdasarkan saiz pam vakum mini, bekas minyak karbida, dan ruang enjin kenderaan pacuan roda belakang. Lukisan teknikal dalam bentuk ortografik dan isometrik dihasilkan sebagai panduan semasa proses pembuatan. Rajah 1 menunjukkan lukisan isometrik bagi binaan alat bantuan penukaran minyak karbida.



Rajah 1: Lukisan isometrik alat bantuan penukaran minyak karbida.

3.2 Pemilihan Komponen

Komponen utama yang digunakan dalam pembangunan prototaip adalah seperti berikut:

- **Pam vakum mini berkuasa bateri sel kering** – berfungsi sebagai sumber sedutan untuk menarik minyak keluar daripada bekas.



Rajah 2: Pam vakum mini berkuasa bateri sel kering.

- **Bateri sel kering 12V** – membekalkan kuasa mudah alih tanpa memerlukan sambungan elektrik luaran.



Rajah 3: Bateri sel kering 12V

- **Hos silikon berdiameter dalaman 6 mm** – bersifat fleksibel, tahan haba, dan tahan bahan kimia bagi memastikan aliran minyak yang lancar.



Rajah 4: Hos silikon berdiameter dalaman 6 mm

- **Bekas simpanan minyak karbida** – diperbuat daripada plastik tahan kimia yang lutsinar untuk memudahkan pemerhatian isipadu.

- **Rangka pemegang** – diperbuat daripada aluminium ringan bagi meningkatkan ketahanan dan memudahkan pergerakan.
- **Klip buaya** - Kegunaan klip buaya di dalam projek ini adalah untuk mengalirkan arus elektrik. Di mana projek ini memerlukan dua wayar iaitu wayar merah dan hitam. Wayar merah disambung dari bateri ke suis dan terus ke pam vakum. Manakala, wayar berwarna hitam pula disambungkan dari bateri terus ke pam.
- **Suis** – Kegunaan suis adalah untuk menghubungkan atau memutuskan sesuatu litaran elektrik

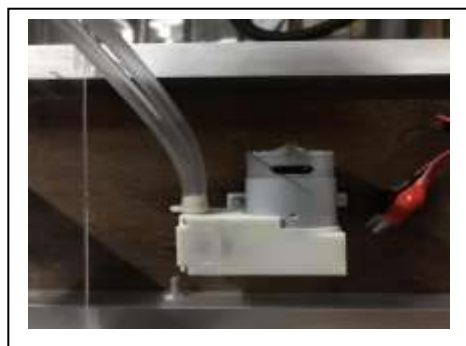
Pemilihan komponen dibuat berdasarkan kriteria prestasi, kos yang berpatutan, dan kemudahan mendapatkan bahan di pasaran tempatan.

3.3 Proses Pemasangan

Proses pemasangan melibatkan beberapa peringkat:

- Pemasangan pam vakum pada rangka pemegang.

Pam vakum diikat pada rangka pemegang dan kelihatan seperti digantung. Hal ini dilakukan supaya apabila minyak karbeda disedut oleh pam, komponen tersebut tidak memberikan getaran yang kuat supaya minyak karbeda yang disedut tidak mengalami tumpahan. Rajah 5 menunjukkan kedudukan pam vakum pada rangka pemegang.



Rajah 5: Kedudukan pam vakum.

- Sambungan hos silikon dari pam ke bekas simpanan minyak.

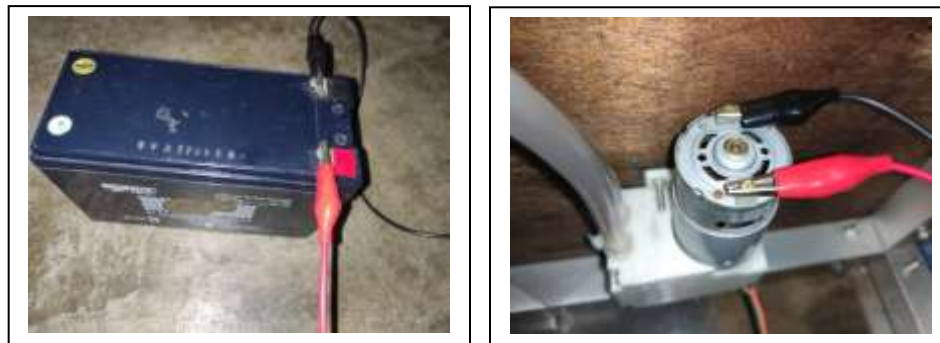
Hos juga disambungkan pada lubang masukkan 'IN' dan lubang keluar 'OUT' yang terdapat pada pam vakum. Hos yang digunakan adalah hos jenis silikon. Panjang hos ini ialah 1.5m. Hos ini digunakan untuk mengenal pasti sama ada terdapat bendasing yang ada di dalam minyak karbeda. Hal ini supaya kita dapat melihat minyak karbeda yang melalui saluran hos tersebut. Rajah 6 menunjukkan hos silicon dari pam vakum ke simpanan minyak.



Rajah 6: Hos silicon dari pam vakum ke bekas simpanan minyak.

- Integrasi bateri sel kering dengan suis kawalan untuk menghidupkan dan mematikan pam.

Dua wayar klip buaya yang berwarna merah dan hitam disambungkan dari bateri sel kering 12V ke pam vakum. Wayar hitam disambungkan pada negative dan wayar merah pada positif. Wayar berwarna hitam disambungkan terus dari bateri ke pam vakum dan wayar klip buaya berwarna merah disambungkan dari bateri ke suis dan menyalurkan arus elektrik ke pam vakum. Rajah 7 menunjukkan penyambungan wayar pada bateri sel kering 12V dan pada pam vakum.



Rajah 7: Penyambungan wayar bateri sel kering 12V dan pada pam vakum.

Keseluruhan pemasangan adalah ditunjukkan pada Rajah 8. Dimensi bagi bekas rangka pemegang adalah 300mm x 180mm x 150 mm.



Rajah 8: Pemasangan alat bantuan penukaran minyak karbeda yang telah siap dipasang.

3.4 Kaedah Ujian Prestasi

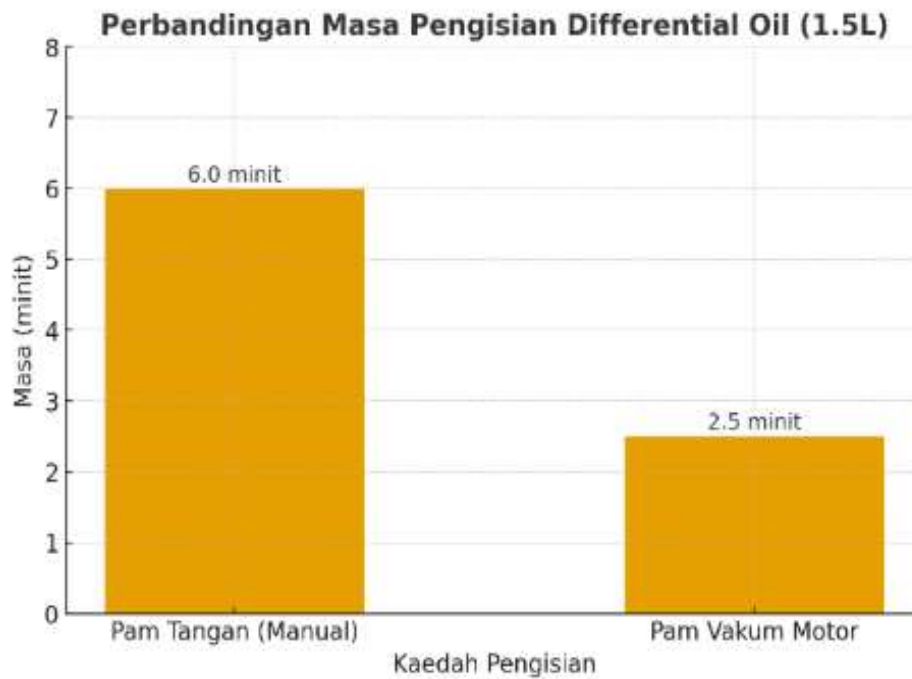
Ujian prestasi prototaip dijalankan dengan menggunakan minyak karbeda sebenar yang diambil daripada unit Toyota Innova. Beberapa parameter yang diuji adalah:

- Masa yang diambil untuk menyedut 1.5liter minyak.
- Kadar aliran purata (L/min) berdasarkan isipadu dan masa.
- Perbandingan dengan kaedah manual, iaitu menggunakan teknik pam tangan (manual).

Setiap ujian dijalankan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan nilai purata yang lebih tepat.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

Hasil ujian prestasi menunjukkan perbezaan yang ketara antara kaedah manual dan alat bantuan pam vakum yang dibangunkan. Rajah 9 memaparkan graf perbandingan isipadu minyak karbeda yang berjaya disedut mengikut masa bagi kedua-dua kaedah.



Rajah 9: Graf perbandingan isipadu minyak karbeda yang berjaya disedut mengikut masa bagi kaedah pam manual dan alat bantuan pam vakum.

Daripada data ini, beberapa dapatan utama dapat dikenal pasti seperti kelajuan proses dimana alat bantuan berjaya menyedut 1.5liter minyak dalam masa 2.5 minit sahaja, manakala kaedah manual memerlukan 6 minit untuk jumlah yang sama. Prototaip mencatatkan penjimatan masa sebanyak 58 % berbanding kaedah manual.

Prototaip ini berpotensi tinggi untuk dikomersialkan kerana ia menawarkan penyelesaian praktikal terhadap masalah sebenar di bengkel automotif. Dengan harga komponen yang rendah dan reka bentuk yang ringkas, produk ini boleh dipasarkan sebagai alat tambahan penyelenggaraan bagi bengkel kecil dan besar, serta pemilik kenderaan yang melakukan penyelenggaraan sendiri. Produk ini relevan dengan konteks pasaran automotif di Malaysia, terutamanya bagi kenderaan pacuan roda belakang seperti Toyota Innova, Hilux dan kenderaan MPV lain. Kaedah yang lebih bersih dan efisien ini selaras dengan keperluan industri untuk meningkatkan produktiviti serta mengurangkan aduan pelanggan akibat tumpahan minyak.

Berdasarkan penilaian Technology Readiness Level (TRL), prototaip ini berada pada tahap TRL 5–6, iaitu teknologi telah dibuktikan keberkesanannya dalam persekitaran bengkel sebenar. Walau bagaimanapun, ia memerlukan beberapa penambahbaikan dari aspek reka bentuk, integrasi kuasa boleh dicas semula, dan ujian lapangan berskala besar sebelum mencapai tahap TRL 7–8 yang lebih dekat dengan pengkomersialan penuh. Penggunaan alat ini memberikan beberapa impak positif:

- Masa Operasi: Penjimatan purata 3.5 minit bagi setiap kerja penukaran minyak.
- Produktiviti: Bengkel boleh menyelenggara lebih banyak kenderaan dalam tempoh yang sama.
- Keselamatan: Risiko tumpahan minyak berkurangan, sekali gus meminimumkan bahaya lantai licin dan pencemaran.
- Kos: Mengurangkan pembaziran minyak akibat tumpahan.

Prototaip ini menyokong prinsip kelestarian dengan mengurangkan pencemaran minyak terpakai di bengkel. Reka bentuknya yang bersih dan efisien mengurangkan sisa buangan dan pendedahan pekerja kepada minyak terpakai, sejajar dengan amalan *green workshop* yang semakin digalakkan.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan

Kajian ini membuktikan bahawa alat bantuan pam vakum untuk penukaran minyak karbeda adalah berkesan, efisien, bersih, dan praktikal. Hasil ujian prestasi menunjukkan peningkatan kecekapan masa sehingga 58% berbanding kaedah manual, dengan kadar aliran yang lebih stabil dan konsisten. Berdasarkan dapatan, beberapa cadangan penambahbaikan dikemukakan:

- Penggunaan motor elektrik boleh dicas semula bagi menggantikan bateri sel kering untuk meningkatkan ketahanan dan mesra alam.
- Penilaian prestasi jangka panjang dalam operasi bengkel sebenar untuk mengukur daya tahan dan kebolehpercayaan.
- Reka bentuk ergonomik yang lebih mesra pengguna, termasuk pemegang yang lebih kukuh dan sistem kawalan aliran.
- Kajian tambahan melibatkan analisis kos-faedah bagi menyokong strategi pengkomersialan.

Dengan pencapaian ini, prototaip berpotensi dikembangkan sebagai produk komersil yang memberi manfaat kepada industri automotif Malaysia dan seterusnya pasaran global.

Rujukan

- del Alamo, J. C., Jimenez-Espadafor, F. J., & Torres, M. (2020). Lubricant degradation and tribological performance in automotive gear systems. *Journal of Tribology and Lubrication Science*, 35(2), 145–158.
- Fotias, S.-P., & Gaganis, V. (2023). Workflow for predicting undersaturated oil viscosity using machine learning. *Results in Engineering*, 18, Article 101502. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101502>

- Masotti, A., Lencioni, E., & Ippolito, M. (2023). Development of Technical Diagnostics for Lubrication in Gear Modules for Advanced Robotic Applications. *Applied Sciences*, 13(13), Article 7431
- Toyota Motor Corporation. (2015). *Innova owner's manual*. Toyota Motor Corporation.
- Wikipedia. (2024). SAE J306 transmission fluids. In *Wikipedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J306
- Yan, S., Kong, Z., Liu, H., Li, B., Fan, M., & Zhang, X. (2022). Oil change interval evaluation of gearbox used in heavy-duty truck e-axle with oil analysis data. *Lubricants*, 10(10), Article 252. <https://doi.org/10.3390/lubricants10100252>
- Yildiz, S., Apakhan, M., & Aksoy, M. H. (2024). Cost-Effectiveness of an Automatic Lubrication System for Bearings. In *Proceedings of the International Conference on Organization and Technology of Maintenance*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51494-4_18

P36-TINJAUAN KESESUAIAN GRAFIK KAD SOALAN DAN PAPAN PERMAINAN ALGEBRA GAME BOARD AGB

Nur Faiizah Ibrahim
Politeknik Melaka
n_faiizah@polimelaka.edu.my

Nurul Jehan Jemain
Politeknik Melaka
nuruljehan@polimelaka.edu.my

Suhaizila Sari
Politeknik Melaka
suhaizila@polimelaka.edu.my

Abstrak

Permainan pendidikan semakin digunakan sebagai alat bantu pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep matematik yang kompleks. **Algebra Game Board (AGB)** dibangunkan sebagai pendekatan inovatif untuk membantu pelajar memahami algebra dengan lebih interaktif dan menyenangkan. Walau bagaimanapun, keberkesanan permainan ini bergantung kepada elemen grafik dan warna yang digunakan, yang memainkan peranan penting dalam menarik perhatian serta meningkatkan keterlibatan pelajar. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menilai kesesuaian grafik dan warna dalam AGB berdasarkan persepsi pelajar. Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan borang soal selidik yang diedarkan kepada 100 pelajar sekolah menengah dan kolej komuniti. Soal selidik ini merangkumi tiga aspek utama: minat terhadap permainan, gaya pembelajaran, dan reka bentuk grafik. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif, manakala kebolehpercayaan instrumen diuji menggunakan pekali Cronbach Alpha (0.85), menunjukkan tahap kebolehpercayaan yang tinggi. Hasil kajian menunjukkan bahawa 90% responden bersetuju bahawa pemilihan nombor dalam AGB adalah sesuai dan menarik, manakala 96% menyatakan bahawa kombinasi warna dalam permainan ini membantu meningkatkan daya tarikan dan pengalaman pembelajaran. Walaupun majoriti responden memberikan maklum balas positif, terdapat cadangan untuk mempertingkatkan susun atur elemen grafik dan menambah elemen visual yang lebih interaktif. Implikasi kajian ini menekankan kepentingan reka bentuk grafik dalam permainan pendidikan serta mencadangkan integrasi elemen digital bagi meningkatkan keberkesanan pembelajaran algebra. Kajian lanjutan boleh dijalankan dengan menguji permainan ini dalam populasi yang lebih luas dan meneroka potensi gamifikasi dalam pengajaran matematik.

Kata Kunci: Algebra Game Board, Pembelajaran Berasaskan Permainan, Reka Bentuk Grafik

1.0 Pengenalan

Dalam era permainan moden, grafik bukan sekadar elemen hiasan tetapi merupakan aspek penting yang membentuk pengalaman pemain. Grafik yang direka dengan baik bukan sahaja mencantikkan permainan tetapi juga bertindak sebagai medium komunikasi visual yang menyampaikan konsep dan mekanik permainan secara intuitif. Kombinasi warna, ilustrasi, dan susun atur yang strategik bukan sahaja dapat meningkatkan daya tarikan permainan tetapi juga mampu merangsang imaginasi serta menjadikan pengalaman bermain lebih mengasyikkan dan bermakna (Prensky, 2021).

Dalam konteks pendidikan, permainan telah terbukti sebagai alat pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman dan minat pelajar, khususnya dalam subjek yang sering dianggap mencabar seperti algebra. Dengan mengintegrasikan elemen grafik yang menarik dalam permainan seperti **Algebra Game Board (AGB)**, pembelajaran algebra boleh menjadi lebih interaktif dan menyeronokkan. Grafik yang direka dengan teliti bukan sahaja mampu menarik perhatian pelajar tetapi juga membantu mereka memahami konsep matematik dengan lebih jelas melalui pendekatan yang lebih visual dan mudah diakses (Alifia, Firdaus, & Usman, 2022).

Kajian ini bertujuan untuk menilai bagaimana elemen grafik dalam AGB dapat menyokong pembelajaran algebra serta memperkukuhkan pengalaman pembelajaran secara interaktif. Selain itu, kajian ini juga menghubungkan peranan visual dalam permainan dengan teori pembelajaran seperti **VAK (Visual, Auditori, Kinestetik)**, yang menekankan kepentingan unsur visual dalam meningkatkan daya serap maklumat dan pemahaman pelajar. Model pembelajaran VAK telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematik pelajar (Nurhamza, 2018).

AGB merupakan permainan berbentuk papan diadaptasikan dari dam ular. Dimainkan secara berkumpulan, dengan setiap kumpulan seramai 2 hingga 4 pemain. Soalan algebra yang digunakan adalah berbentuk *simplify* dan *find the value*. Tahap kesukaran soalan bermula dari mudah sehingga sukar, dan melibatkan tempoh masa yang terhad. Dengan meneroka kesan grafik dalam permainan ini, kajian ini diharapkan dapat memberikan pandangan baharu dalam memperkaya teknik pengajaran algebra secara lebih berkesan dan menarik.



Rajah 1: Rekabentuk AGB

1.1 **Penyataan Masalah**

Dalam dunia pendidikan moden, kaedah pengajaran yang inovatif dan interaktif semakin diperlukan bagi meningkatkan minat serta pemahaman pelajar terhadap subjek yang dianggap mencabar, seperti matematik. **Algebra Game Board (AGB)** dibangunkan sebagai satu pendekatan pembelajaran berbentuk permainan bagi membantu pelajar memahami konsep algebra dengan lebih menyeronokkan. Namun, kejayaan sesebuah permainan pembelajaran bukan sahaja bergantung kepada mekanik dan kandungannya, tetapi juga kepada elemen **grafik dan reka bentuk visual**. Warna, ilustrasi, dan susun atur papan permainan memainkan peranan penting dalam menarik perhatian pelajar serta meningkatkan pengalaman pembelajaran mereka. Justeru itu, cadangan terhadap kajian ini adalah untuk melihat kesesuaian grafik terhadap kad soalan dan papan permainan.

1.2 **Objektif Kajian**

1. Menguji kesesuaian grafik pada kad soalan dan papan permainan AGB.
2. Menguji kesesuaian warna pada papan soalan AGB.

1.3 **Persoalan Kajian**

Terdapat dua persoalan kajian yang perlu dihuraikan, setiap satu persoalan kajian yang dibuat adalah bagi menjawab objektif kajian yang

dirangka. Persoalan kajian yang perlu dijawab oleh kajian ini adalah seperti berikut;

1. Adakah grafik yang digunakan pada kad soalan dan papan permainan AGB bersesuaian?
2. Adakah warna yang digunakan pada papan permainan AGB bersesuaian?

2.0 Latar Belakang Kajian

Kajian terdahulu menunjukkan bahawa penggunaan grafik yang menarik dalam permainan pendidikan dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep matematik. Sebagai contoh, Ompok et al. (2021) mendapati bahawa penggunaan kaedah permainan, buku nombor, dan lembaran kerja dalam pembelajaran matematik awal kanak-kanak dapat meningkatkan pemahaman konsep matematik.

Selain itu, Seto, dan Wondo (2020) menunjukkan bahawa pembelajaran kontekstual melalui Mei, permainan kelereng pada siswa kelas III SD dapat meningkatkan pemahaman konsep perkalian. Khikmiyah (2021) juga mendapati bahawa implementasi *web live worksheet* berbasis *problem based learning* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman konsep matematik pelajar.

Selain itu, Lestari, Senjaya, dan Ismunandar (2021) menunjukkan bahawa pengembangan media pembelajaran berbasis android menggunakan Appy Pie dapat melatih pemahaman konsep turunan fungsi algebra.

Walaupun terdapat banyak kajian mengenai penggunaan media pembelajaran dalam matematik, kajian spesifik mengenai penggunaan grafik dalam permainan yang berfokus kepada algebra masih kurang. Aspek grafik dan warna jarang diteliti secara mendalam. Maka kajian ini meneliti aspek grafik dan warna. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengisi jurang tersebut dengan menilai kesesuaian grafik dalam **Algebra Game Board (AGB)**.

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menilai kesesuaian elemen grafik dan warna dalam kad soalan serta papan permainan Algebra Game Board (AGB). Pendekatan kuantitatif membolehkan pengumpulan data yang objektif dan analisis statistik yang tepat (Suliyanto, 2011). Instrumen utama kajian ialah soal selidik yang dibangunkan berdasarkan skala Likert, yang sering digunakan untuk mengukur sikap atau persepsi responden terhadap sesuatu fenomena (Widyastuti, 2023). Soal selidik ini terbahagi kepada tiga bahagian utama: minat terhadap permainan, gaya pembelajaran, dan antaramuka grafik. Setiap item dalam soal selidik dinilai menggunakan skala Likert dua tahap (Setuju dan Tidak Setuju), memudahkan responden untuk menyatakan persetujuan atau ketidaksetujuan mereka terhadap pernyataan yang diberikan. Soalan-soalan ini dibangunkan sendiri oleh penyelidik dan pengesahan soalan telah dijalankan melalui kajian rintis terhadap 30 orang pelajar sekolah MGSS. Nilai pekali *Cronbach Alpha* dikira dan mencatatkan nilai

0.85. Nilai ini menunjukkan tahap kebolehpercayaan yang tinggi, selaras dengan pandangan Arikunto (2015) bahawa instrumen dengan nilai *Cronbach Alpha* melebihi 0.70 dianggap mempunyai kebolehpercayaan yang baik.

Kajian ini melibatkan 100 responden yang terdiri daripada pelajar sekolah menengah dan kolej komuniti. Dimana 57 pelajar kolej komuniti serta 43 pelajar sekolah telah dipilih menjadi responden. Pelajar ini dipilih secara rawak dimana mereka diberi peluang untuk bermain AGB sebelum menjawab soal selidik. Pemilihan responden ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan daripada kumpulan yang berbeza tahap pendidikan tetapi berkemungkinan mempunyai pengalaman yang relevan dengan penggunaan AGB. Borang soal selidik diedarkan secara manual kepada para responden, memastikan kadar respons yang tinggi dan meminimumkan kemungkinan data hilang.

Data yang dikumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengenal pasti trend umum dalam respons, serta statistik inferensi untuk menguji hipotesis kajian. Hasil analisis ini akan memberikan pandangan yang mendalam mengenai kesesuaian grafik dan warna dalam AGB serta hubungannya dengan minat dan gaya pembelajaran pelajar.

4.0 Dapatan Dan Perbincangan

Analisis bagi kajian ini adalah menggunakan skor min dalam menilai item grafik untuk melihat kepada kesesuaiannya pada kad soalan dan papan permainan AGB. Soal selidik ini mempunyai kriteria kesahan dan kebolehpercayaan yang tinggi dengan nilai *Cronbach alpha* keseluruhan adalah 0.85. Pekali *Cronbach alpha* yang melebihi 0.70 adalah menunjukkan item mempunyai konsistensi dalaman yang baik (Hair et al, 2019). Analisis kajian ini adalah berdasarkan kepada jadual skor min dalam Jadual 1 dibawah.

Jadual 1: Tafsiran Tahap Berdasarkan Min, Durrishah (2004)

Pembolehubah	Mean (Purata)	Standard Deviation
Nombor Menarik	1.15	0.36
Haiwan Comel	1.06	0.24
Warna Menarik	1.06	0.24

Jadual di atas memaparkan tiga pembolehubah yang dikaji, iaitu *Nombor Menarik*, *Haiwan Comel*, dan *Warna Menarik*. Bagi setiap pembolehubah, nilai min (purata) dan sisihan piawai telah dikira untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang corak dan taburan data.

Daripada analisis yang dijalankan, didapati bahawa *Nombor Menarik* mencatatkan nilai purata tertinggi iaitu 1.15. Ini menunjukkan bahawa responden dalam kajian ini lebih cenderung untuk memilih nombor sebagai

sesuatu yang menarik berbanding dengan haiwan atau warna. Selain itu, pembolehubah ini juga mencatatkan sisihan piawai tertinggi iaitu 0.36. Ini bermakna terdapat lebih banyak variasi dalam respons yang diberikan terhadap *Nombor Menarik*, menunjukkan bahawa sesetengah individu mungkin memberikan skor yang lebih tinggi manakala yang lain memberikan skor yang lebih rendah.

Sebaliknya, pembolehubah *Haiwan Comel* dan *Warna Menarik* masing-masing mencatatkan purata yang sama, iaitu 1.06. Nilai ini lebih rendah sedikit berbanding *Nombor Menarik*, namun perbezaannya tidak begitu ketara. Kedua-dua pembolehubah ini juga mempunyai sisihan piawai yang sama iaitu 0.24, yang menunjukkan bahawa taburan data bagi kedua-dua aspek ini adalah lebih konsisten atau seragam dalam kalangan responden. Ini menandakan bahawa kebanyakan responden mempunyai persepsi yang hampir sama tentang tahap kecomelan haiwan dan daya tarikan warna.

Secara keseluruhannya, walaupun ketiga-tiga pembolehubah menunjukkan nilai purata yang agak dekat, *Nombor Menarik* menonjol sedikit sebagai elemen yang lebih mendapat perhatian atau dianggap lebih menarik oleh para responden. Variasi yang lebih besar dalam respons terhadap nombor juga mencerminkan perbezaan pendapat yang lebih luas dalam kalangan peserta kajian. Kajian lanjut boleh dijalankan untuk memahami sebab di sebalik pemilihan ini, sama ada disebabkan oleh faktor budaya, pengalaman peribadi, atau kecenderungan kognitif tertentu.



Graf 1: Perbandingan maklumbalas responden

Dapatan menunjukkan bahawa pemilihan nombor dalam AGB mendapat skor persetujuan sebanyak 90%, menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar mendapati nombor yang digunakan sesuai dan menarik. Selain itu, 96% responden bersetuju dengan kombinasi warna yang digunakan, mencerminkan keberkesanan pemilihan warna dalam meningkatkan daya tarikan permainan.

Walau bagaimanapun, analisis lanjut mendapati bahawa terdapat 10% responden yang tidak bersetuju dengan pemilihan nombor, yang menunjukkan ruang untuk penambahbaikan dalam reka bentuk angka dan susun atur pada papan permainan. Selain itu, kajian mendapati bahawa grafik yang lebih interaktif dan penyertaan elemen visual yang lebih dinamik boleh meningkatkan lagi keberkesanan pembelajaran.

4.1 Persepsi Pelajar terhadap Grafik

Hasil analisis kajian menunjukkan bahawa 85% daripada responden bersetuju bahawa pemilihan nombor dalam Algebra Game Board (AGB) adalah menarik, manakala baki 15% tidak bersetuju. Dapatan ini mencadangkan bahawa walaupun majoriti pelajar menerima pemilihan nombor yang digunakan, masih terdapat ruang untuk penambahbaikan bagi memastikan reka bentuk angka lebih mesra pengguna dan menarik minat lebih ramai pemain.

Bagi elemen grafik haiwan, 94% responden bersetuju bahawa reka bentuk haiwan yang digunakan dalam permainan adalah comel dan menarik. Peratusan persetujuan yang tinggi ini menunjukkan bahawa elemen visual yang menyeronokkan boleh membantu meningkatkan daya tarikan permainan kepada pelajar. Nilai sisihan piawai yang rendah (0.22 – 0.30) juga menunjukkan tahap konsistensi yang tinggi dalam respons yang diberikan oleh para peserta kajian.

4.2 Persepsi Pelajar terhadap Kesesuaian Warna pada Papan Permainan

Kajian turut mendapati bahawa 94% responden bersetuju bahawa kombinasi warna yang digunakan dalam kad soalan dan papan permainan adalah menarik dan sesuai untuk menyokong pengalaman pembelajaran interaktif. Hanya 6% daripada responden yang tidak bersetuju, menunjukkan penerimaan positif secara keseluruhan terhadap aspek warna dalam reka bentuk permainan ini.

Selain itu, nilai sisihan piawai yang rendah (0.20) menandakan tahap konsistensi yang tinggi dalam respons yang diberikan oleh para pelajar. Keputusan ini mengukuhkan pandangan bahawa pemilihan warna memainkan peranan penting dalam menarik perhatian pelajar serta meningkatkan pengalaman pembelajaran mereka.

Secara keseluruhannya, 90% responden bersetuju dengan reka bentuk angka dalam AGB, manakala 96% bersetuju dengan pemilihan warna yang digunakan. Walaupun dapatan ini menunjukkan penerimaan yang positif, masih terdapat 10% responden yang kurang berpuas hati dengan pemilihan nombor yang digunakan. Ini menunjukkan bahawa penyesuaian reka bentuk angka dan susun atur pada papan permainan boleh dipertingkatkan bagi meningkatkan kefahaman dan keterlibatan pelajar dalam permainan.

Tambahan pula, analisis mendapati bahawa integrasi grafik yang lebih interaktif serta penggunaan elemen visual yang lebih dinamik dapat memperkayakan pengalaman pembelajaran algebra. Elemen ini bukan sahaja boleh menjadikan permainan lebih menarik, tetapi juga membantu pelajar memahami konsep algebra dengan lebih berkesan melalui kaedah pembelajaran berasaskan permainan yang lebih inovatif.

Melalui keputusan yang diperolehi, boleh dikatakan bahawa hubungan warna dan nombor mempunyai perkaitan. Hai ini telah disokong oleh Kembaren, et. al. (2020) yang menyatakan warna mempengaruhi pemikiran atau fungsi otak. Maka, warna yang bersesuaian mampu merangsang otak untuk berfikir dengan lebih jelas.

5.0 Kesimpulan

Grafik memainkan peranan penting dalam keberkesanan pembelajaran, bukan sekadar sebagai elemen visual tetapi juga sebagai alat komunikasi yang membantu pemain memahami konsep dan mekanik permainan dengan lebih baik. Grafik yang baik dapat meningkatkan daya tarikan serta keterlibatan pelajar, terutamanya dalam bidang yang dianggap mencabar seperti algebra. Selain itu, pemilihan warna dan elemen visual yang sesuai juga memainkan peranan penting dalam meningkatkan pengalaman pengguna. Warna dan ilustrasi yang menarik bukan sahaja memberi kesan psikologi yang positif tetapi juga mampu meningkatkan motivasi pemain dalam memahami konsep matematik. Oleh itu, penambahbaikan dari segi grafik dan pemilihan warna harus dilakukan secara strategik bagi mengekalkan minat pengguna.

Keberkesanan permainan sebagai alat pembelajaran interaktif turut terbukti melalui kajian yang menunjukkan bahawa Algebra Game Board (AGB) berpotensi besar dalam meningkatkan kefahaman pelajar mengenai algebra menerusi pendekatan yang lebih interaktif dan menyeronokkan. Permainan ini juga boleh dimanfaatkan dalam sistem pendidikan sebagai alat bantu pengajaran dan pembelajaran yang lebih menarik serta efektif.

Kajian lanjutan boleh dijalankan dengan meningkatkan elemen interaktif dalam permainan, seperti penggunaan teknologi digital bagi menjadikan pembelajaran lebih dinamik dan menarik. Selain itu, pengujian permainan ini

dalam kalangan pelajar yang lebih luas dan pelbagai latar belakang dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai keberkesannya sebagai alat pembelajaran. Hal ini bukan sahaja membantu dalam menilai impak permainan terhadap kefahaman pelajar, tetapi juga membuka peluang untuk penambahbaikan yang lebih berkesan dalam reka bentuk dan mekanik permainan.

Rujukan

- Alifia, S., Firdaus, M. I., & Usman, S. (2022). Pengaruh grafik dalam permainan papan edukatif untuk pembelajaran huruf pada anak usia dini. *Jurnal Pendidikan Anak*, 6(3), 55-67. <https://jurnal.uns.ac.id/kumara/article/download/58600/36481>
- Arikunto, S. (2015). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Chin, L. S. (2021). Pembelajaran berasaskan permainan digital meningkatkan pemahaman murid terhadap pembelajaran alam sekitar. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*,
- Kembaren, Y. A., Kartono, G., & Mesra, M. (2020). Analisis Karya Poster Berdasarkan Unity, Layout, Tipografi, Dan Warna. *Gorga: Jurnal Seni Rupa*, 9(1), 121-126.
- Khikmiyah, F. (2021). Implementasi web live worksheet berbasis problem based learning dalam pembelajaran matematika. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1-12.
- Lestari, A. I., Senjaya, A. J., & Ismunandar, D. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis android menggunakan Appy Pie untuk melatih pemahaman konsep turunan fungsi aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 13-24.
- Mei, M. F., Seto, S. B., & Wondo, M. T. S. (2020). Pembelajaran kontekstual melalui permainan kelereng pada siswa kelas III SD untuk meningkatkan pemahaman konsep perkalian. *JUPIKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 61-70.

- Ningtyas, S. I. (2021). Penggunaan board game sebagai media pembelajaran untuk melatih berpikir kreatif siswa. *Research and Development Journal of Education*, 7(2), 234-245.
- Nurhamza, A. M. S. (2018). Efektifitas penerapan model pembelajaran VAK (Visualization, Auditory, Kinesthetic) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas XI MIA SMA Negeri 16 Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. <https://repositori.uin-alauddin.ac.id/12275/>
- Ompok, C. C., Teng, L. M., & Sapirai, J. (2021). Penggunaan kaedah permainan, buku nombor dan lembaran kerja dalam pembelajaran matematik awal kanak-kanak. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(10), 235-251.
- Prensky, M. (2021). *Digital game-based learning: Practical ideas for the application in education*. McGraw-Hill.
- Radzi, S. H. M., & Khalid, M. (2017). Mengukur keberkesanan penggunaan board game dalam pembelajaran asas operasi matematik. *Jurnal Pendidikan Matematik*, 5(1), 12-25.
- Suliyanto, S. (2011). *Metode penelitian kuantitatif*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widyastuti, S. R. (2023). Pengembangan skala Likert untuk mengukur sikap terhadap penerapan penilaian autentik siswa sekolah menengah pertama. *11*(1), 45-56.
- Yusoff, N. M. R. N., & Osman, F. (2020). Persepsi pelajar terhadap manfaat dan keinginan menggunakan Snake & Ladder Digital Game Board dalam pembelajaran berasaskan permainan. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 45(2), 67-78.
- Zubaidah, H. (2020). Konsep asas grafik: Teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran. *Teknologi Pendidikan*, 8(3), 102-110.

P44-PEMINDAHAN ILMU MELALUI MODEL TERAPIS TVET: TRANSFORMASI PENGAJARAN URUTAN TERAPI KE ARAH PENSIJILAN SKM-PPT DI KOLEJ KOMUNITI

Zid Abrar Akbar
Kolej Komuniti Ledang
zid@lecturer.kklej.edu.my

Ridzuan Aris
Kolej Komuniti Ledang
ridzuan@lecturer.kklej.edu.my

Zarina Samin
Kolej Komuniti Ledang
Zarina@lecturer.kklej.edu.my

Abstrak

Urutan terapi semakin mendapat perhatian dalam kalangan masyarakat Malaysia, selaras dengan peningkatan kesedaran terhadap kepentingan kesihatan holistik. Selain berfungsi sebagai kaedah terapi untuk pemulihan dan kesejahteraan tubuh, ia juga menjadi pilihan rawatan alternatif yang diyakini mampu melengkapkan rawatan konvensional. Namun, isu utama dalam bidang ini ialah ketiadaan pengiktirafan formal terhadap pengamal tradisional, yang mengakibatkan keterbatasan peluang kerjaya, kekurangan standardisasi kemahiran, serta imej industri yang kurang profesional. Justeru, kertas konsep ini bertujuan membangunkan dan menilai keberkesanan Model Terapis TVET sebagai kerangka pemindahan ilmu holistik bagi mentransformasikan urutan terapi ke arah pensijilan Sijil Kemahiran Malaysia (SKM) melalui laluan Pengiktirafan Pencapaian Terdahulu (PPT). Pendekatan yang digunakan berasaskan Plan-Do-Check-Act (PDCA), dengan keaslian terletak pada integrasi warisan urutan tradisional Melayu bersama laluan pensijilan formal TVET melalui lima fasa bersepadu (Prasyarat, Konsultasi, Kaunseling, Verifikasi, Pensijilan). Implikasinya, Model Terapis TVET bukan sahaja memperkasakan pengamal urutan, tetapi juga berpotensi menjadi penanda aras nasional dalam memperkukuh agenda TVET 2030.

Kata Kunci: Urutan terapi, Model Terapis TVET, SKM-PPT, TVET

1.0 Pengenalan

Bidang urutan terapi di Malaysia berkembang pesat dalam industri spa dan kesihatan, namun sebahagian besar pengamal tradisional masih beroperasi tanpa pengiktirafan rasmi. Hal ini menjejaskan kedudukan kerjaya mereka, menghadkan peluang ekonomi, dan menimbulkan isu standardisasi kualiti perkhidmatan (Noraini et al., 2019). Walaupun urutan tradisional diiktiraf sebagai warisan budaya, pengamalnya kurang akses kepada laluan formal TVET. Justeru, usaha transformasi diperlukan bagi memastikan mereka diiktiraf melalui pensijilan kemahiran.

Kolej Komuniti Ledang (KKLJ) sejak 2015 telah menjadi pelopor dalam membangunkan kursus urutan terapi komuniti. Sehingga kini, lebih 1,200

peserta dari seluruh Malaysia telah mengikuti kursus tersebut, menjana pendapatan kepada Akaun Amanah Latihan Khas (AALK). Penjenamaan KKLJ sebagai *Center of Massage* bukan sahaja meningkatkan reputasi institusi, tetapi juga memperkukuh keyakinan masyarakat. Namun, tanpa mekanisme pensijilan rasmi, keberhasilan ini tidak mencukupi untuk mengangkat profesion urutan sebagai kerjaya bertauliah.

Kajian ini dibangunkan untuk mengisi kekurangan tersebut dengan membangunkan Model Terapis TVET, iaitu satu kerangka berfasa yang menghubungkan warisan tradisional dengan laluan formal SKM-PPT, sejajar dengan Dasar TVET Negara 2019–2025.

2.0 Latar Belakang Kajian

Pendekatan yang dilaksanakan oleh Kolej Komuniti Ledang melalui pembangunan Model Terapis TVET telah membentuk satu kerangka sistematik bagi pemindahan ilmu daripada amalan tradisional kepada bentuk pengajaran moden yang berorientasikan pensijilan. Namun, terdapat jurang ketara dalam ekosistem ini kerana majoriti pengamal urutan tradisional masih beroperasi tanpa pensijilan formal, sekali gus menjejaskan pengiktirafan kerjaya mereka, menghadkan akses kepada peluang ekonomi, dan meminggirkan mereka daripada arus perdana TVET (Department of Skills Development, 2021).

Mengikut statistik Tourism Malaysia, dianggarkan ribuan pengamal urutan di Malaysia masih tidak bertauliah, walaupun nilai pasaran industri spa dan wellness mencecah lebih RM500 juta setahun (Tourism Malaysia, 2023). Keadaan ini menunjukkan wujudnya keperluan mendesak untuk satu model yang mampu menjembatani jurang antara warisan tradisional dengan laluan formal pensijilan kemahiran.

Fungsi pemindahan ilmu dalam Model Terapis TVET diperkukuh melalui lima komponen utama iaitu Prasyarat, Konsultasi, Kaunseling, Verifikasi dan Pensijilan. Setiap komponen saling melengkapi dalam memastikan peserta bukan sahaja menguasai kemahiran teknikal, tetapi juga memahami piawaian kebangsaan yang menjadi asas kepada pengiktirafan SKM. Proses ini sekaligus membezakan Model Terapis TVET daripada kursus jangka pendek biasa, kerana ia menyediakan laluan kerjaya yang jelas, sah dan diiktiraf dalam ekosistem TVET.

Keberkesanan pendekatan ini turut sejajar dengan dapatan kajian terdahulu yang menegaskan kepentingan model TVET sebagai pemangkin pemindahan ilmu dan peningkatan kebolehpasaran. Noraini et al. (2019) membuktikan bahawa model TVET berasaskan *recognition of prior learning* meningkatkan akses pekerja berpengalaman kepada pensijilan formal.

Sementara itu, Kamaruddin dan Hashim (2021) menekankan bahawa pendekatan model TVET yang berfasa seperti kaunseling, verifikasi dan bimbingan pensijilan mampu memperkukuh motivasi peserta serta melahirkan graduan lebih kompetitif. Selaras dengan dapatan tersebut, pelaksanaan Model Terapis TVET di KKLJ memperlihatkan keberkesanan nyata apabila peserta bukan sahaja memperoleh pensijilan, tetapi juga melaporkan peningkatan pengetahuan, keyakinan kerjaya dan peluang ekonomi.

Secara keseluruhannya, Model Terapis TVET mencerminkan konvergensi antara warisan urut terapi dan mekanisme pensijilan kemahiran moden. Melalui transformasi ini, KKLJ bukan sahaja memartabatkan amalan tradisional sebagai kompetensi profesional, tetapi turut merealisasikan matlamat Dasar TVET Negara 2019–2025 dan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi) dalam menghubungkan ilmu, kemahiran dan pensijilan secara sistematik dan berimpak tinggi (Hamid et al., 2023).

3.0 Metodologi Kajian

Fasa 1: *PLAN (Perancangan)*

Fasa ini adalah peringkat perancangan dan konseptualisasi Model Terapis TVET. Ia dimulakan dengan idea awal untuk memenuhi keperluan industri dan komuniti dalam bidang urutan terapi. Identifikasi keperluan KKLJ mengenal pasti bahawa terdapat pengamal urutan berpengalaman dalam komuniti yang tidak mempunyai pengiktirafan rasmi. Oleh itu, timbul idea untuk membangunkan satu model yang boleh membantu mereka mendapatkan Sijil Kemahiran Malaysia (SKM) melalui laluan Pengiktirafan Pencapaian Terdahulu (PPT).

Perancangan Model: Kerangka Model Terapis TVET (LY2024M06516) dirangka secara terperinci dengan lima fasa berstruktur iaitu Prasyarat, Konsultasi, Kaunseling, Verifikasi, dan Pensijilan. KKLJ kemudiannya merangka kurikulum untuk menawarkan lima kursus TVET dan dua kursus perniagaan yang selaras dengan NOSS (National Occupation Skills Standard) sebagai prasyarat bagi calon.

Penyediaan Dokumen: Manual Prosedur Kerja-Konsultasi (MPK) dibangunkan sebagai rujukan standard untuk pensyarah, memastikan proses permohonan SKM berjalan lancar bagi setiap calon.

Fasa 2: *DO (Pelaksanaan)*

Fasa ini melibatkan pelaksanaan praktikal terhadap semua perancangan yang telah dibuat.

Penyampaian Latihan: KKLJ mula menawarkan dan menjalankan kursus-kursus yang telah dirancang di bawah fasa Prasyarat. Ini termasuk kursus teknikal urutan dan kursus perniagaan untuk melengkapkan kemahiran peserta.

Penyediaan Konsultasi dan Kaunseling: Pasukan pensyarah dan alumni yang berkecuali berperanan sebagai pemudah cara. Mereka melaksanakan fasa Konsultasi dan Kaunseling dengan membimbing peserta secara bersemuka. Proses ini merangkumi bimbingan pendaftaran atas talian melalui MYSPIKE, penilaian sendiri, dan panduan untuk menyiapkan portfolio bagi penilaian folio atau membuat persediaan praktikal bagi penilaian amali.

Fasa 3: *CHECK (Penilaian)*

Fasa ini menumpukan kepada penilaian dan semakan untuk mengukur keberkesanan pelaksanaan model.

Verifikasi dan Semakan Pakar: Proses Verifikasi dijalankan oleh pihak Jabatan Pembangunan Kemahiran (JPK) untuk mengesahkan kualiti dan keaslian folio atau menilai kemahiran praktikal calon mengikut piawaian yang ditetapkan. Semakan oleh pakar dari JPK ini menjadi sebahagian penting dalam fasa

Temu Bual dan Pemerhatian: Temu bual mendalam dengan peserta dan pemerhatian ke atas proses P&P dijalankan untuk mendapatkan data kualitatif dan kisah kejayaan (contohnya, Puan Ramlah Zakaria yang membuka pusat rawatan sendiri).

Fasa 4: ACT (Tindakan)

Berdasarkan dapatan dari fasa Check, tindakan diambil untuk mengiktiraf pencapaian dan memperkukuh amalan baik.

Pentaauliah: Calon yang berjaya melepasi fasa verifikasi menerima Sijil Kemahiran Malaysia (SKM). Seramai 44 peserta telah berjaya mendapatkan pentaauliah SKM-PPT.

Pengembangan Amalan Baik: Kejayaan ini digunakan untuk menyebarkan penggunaan model sebagai amalan terbaik. Model ini dijangka menjadi penanda aras kepada institusi lain dalam usaha mengarusperdanakan bidang kemahiran urutan sebagai kerjaya berpotensi.

Penambahbaikan Berterusan: Berdasarkan cabaran yang dikenalpasti (seperti kebergantungan kepada peruntukan dan tahap literasi digital peserta), cadangan penambahbaikan jangka panjang, seperti pembangunan modul e-learning dan sistem mentor pelapis, dirancang untuk memastikan kelestarian model ini pada masa hadapan.

4.0 Dapatan dan Perbincangan.

4.1 Peningkatan Pengetahuan dan Kemahiran

Pelaksanaan model ini telah berjaya meningkatkan tahap pengetahuan dan kemahiran peserta secara ketara. Pencapaian ini amat penting kerana majoriti peserta adalah pengamal urutan tradisional yang tidak mempunyai latar belakang TVET formal. Model ini membuktikan bahawa kemahiran tradisional boleh diperkemas mengikut standard bertauliah, sekali gus mengubah pengajaran urutan terapi daripada bersifat tidak formal kepada berasaskan kompetensi yang diiktiraf negara.

4.2 Peningkatan Pendapatan dan Taraf Sosioekonomi

Pensijilan SKM-PPT melalui Model Terapis TVET turut memberikan kesan langsung kepada taraf sosioekonomi peserta. Kejayaan ini juga dicerminkan melalui kisah-kisah individu, seperti Puan Ramlah Zakaria, seorang ibu tunggal yang pada mulanya memulakan latihan SKM pada usia 57 tahun, kini memiliki pusat rawatan sendiri dan menjadi pengajar urutan di KKLJ.

4.3 Pengukuhan Reputasi Institusi dan Permintaan Konsultasi

Pelaksanaan model ini turut memberi impak kepada reputasi institusi. KKLJ kini dikenali sebagai pelopor *Center of Massage* pertama di peringkat Kolej Komuniti yang menawarkan latihan terapi urutan berasaskan model ini. Pendekatan konsultasi dan bimbingan yang sistematik telah meletakkan KKLJ sebagai rujukan utama bagi program urutan terapi di Zon Selatan. Perkhidmatan ini bukan sahaja memudahkan proses pensijilan, tetapi juga menjimatkan kos peserta, di mana kos purata dapat dikurangkan dari RM2,000 kepada RM1,000.

4.4 Cabaran dan Penambahbaikan

Walaupun menunjukkan impak positif, terdapat beberapa cabaran yang perlu diberi perhatian. Antaranya termasuk kebergantungan kepada peruntukan kerajaan, tahap literasi digital peserta yang berbeza, dan risiko kehilangan tenaga pengajar berpengalaman. Sebagai langkah penambahbaikan jangka panjang, pembangunan sistem mentor pelapis dan modul.

5.0 Kesimpulan

Kajian ini menunjukkan bahawa Model Terapis TVET yang dibangunkan di Kolej Komuniti Ledang bukan sekadar satu teori, tetapi satu pendekatan praktikal yang berjaya mengubah kehidupan ramai individu. Model ini telah membuktikan keberkesanannya sebagai solusi inovatif dalam memindahkan ilmu dan kemahiran urutan terapi, sekali gus memberi pengiktirafan rasmi kepada para pengamal yang dahulunya hanya bergantung pada kemahiran tradisional.

Melalui model ini, kita dapat lihat impak positif yang menyeluruh. Para peserta bukan sahaja menyaksikan peningkatan ketara dalam pengetahuan dan kemahiran mereka tetapi juga merasai sendiri peningkatan taraf ekonomi apabila pendapatan mereka bertambah. Ini membuktikan bahawa TVET bukan sahaja melatih kemahiran, malah berupaya memperkasakan komuniti dari segi kewangan dan profesionalisme.

Dari sudut institusi, kejayaan ini telah melonjakkan nama Kolej Komuniti Ledang sebagai *Center of Massage* yang terkemuka. Pendekatan konsultasi yang ditawarkan bukan sahaja memudahkan proses pensijilan, tetapi juga menjimatkan kos para peserta. Model ini adalah bukti bahawa KKLJ berperanan penting dalam memperkasakan bakat komuniti.

Secara ringkasnya, Model Terapis TVET adalah amalan baik yang perlu dicontohi. Walaupun ada beberapa cabaran yang perlu diatasi, seperti isu literasi digital dan kebergantungan kepada peruntukan, kesannya terhadap pembangunan komuniti adalah sangat besar. Ia bukan sekadar tentang mendapatkan sijil, tetapi tentang membuka peluang baharu dan mengangkat martabat kerjaya urutan di mata masyarakat dan industri.

Rujukan

- Ahmad, M. K. F., & Rosnan, H. (2024). Overcoming challenges in Malaysia's Technical and Vocational Education: A path forward for TVET. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(3S), 4986–4994. <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2024.803370S>
- Department of Skills Development. (2021). *National Dual Training System (NDTS) and Recognition of Prior Achievement (RPA): Guidelines for skills certification*. Ministry of Human Resources Malaysia.
- Hamid, H. B. A., Piahat, T. B., Haris, N. A. L. A., & Hassan, M. F. (2023). Shades of gray TVET in Malaysia: Issues and challenges. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(6), 2152–2167.
- Hamid, S. R., Aziz, N., & Mohd, F. (2023). TVET transformation in Malaysia: Strengthening skills certification through industry collaboration. *Journal of Technical Education and Training*, 15(2), 45–58. <https://doi.org/10.30880/jtet.2023.15.02.004>
- Jabatan Pembangunan Kemahiran. (2019). *Pengiktirafan pencapaian terdahulu (PPT)*. <https://www.dsd.gov.my/index.php/en/>
- Kamaruddin, R., & Hashim, N. (2021). Enhancing employability through structured TVET models: Evidence from Malaysian community colleges. *Asian Journal of Technical Vocational Education and Training*, 3(1), 21–30.
- Kholifah, N., Nurtanto, M., Sutrisno, V. L. P., Majid, N. W. A., Subakti, H., Daryono, R. W., & Achmadi, A. (2025). Unlocking workforce readiness through digital employability skills in vocational education graduates: A PLS-SEM analysis based on human capital theory. *Social Sciences & Humanities Open*, 11(09), Article 101625. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101625>
- Mohd Fathul Khair, M. D., & Mardian Shah, O. (2021). Seni urutan tradisional Melayu: Kearifan tempatan yang kekal relevan atau dipinggirkan? *Jurnal Pengajian Melayu (JOMAS)*, 32(1), 138–155.
- Noraini, I., Rahman, M. S., & Abdullah, H. (2019). Recognition of prior learning in Malaysian TVET: Pathways for skills certification. *International Journal of TVET Research*, 7(1), 33–47.
- Zarina Samin, Buang, Z., & Abdul Halim, M. N. (2019). *Kerjaya terapi spa: Panduan awalan*. Koperasi Kolej Komuniti Ledang Johor Berhad.

**P45-KEBERKESANAN APLIKASI TEKNIK KOLAJ DIGITAL DALAM
PENGHASILAN IDEA REKAAN FESYEN:
SUATU KAJIAN TERHADAP PENDIDIKAN TVET**

Masithah Jasman
Kolej Komuniti Pagoh
masithah@kkpagoh.edu.my

Muhammad Aidil Syahir Bin Samsudin
Kolej Komuniti Pagoh
aidil_syahir@kkpagoh.edu.my

Nooramimah binti Amin
Kolej Komuniti Pagoh
nooramimah@kkpagoh.edu.my

Abstrak

Kajian ini meneliti aplikasi teknik kolaj digital sebagai medium penghasilan idea rekaan fesyen dalam konteks pembelajaran TVET. Seiring Revolusi Industri 4.0, teknik ini bukan sahaja berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga strategi pemindahan ilmu yang interaktif, pantas, dan kos efektif. Tujuan kajian adalah menilai keberkesanan penggunaan kolaj digital dalam penghasilan idea rekaan fesyen terhadap pendidikan TVET, khususnya dalam meningkatkan kreativiti pelajar, menjana rekaan, serta memenuhi keperluan industri fesyen kontemporari. Kajian dijalankan secara kualitatif melalui analisis dokumen, temu bual, dan pemerhatian terhadap pengajaran serta hasil kerja pelajar serta kaedah analisis tematik. Dapatan menunjukkan integrasi teknik kolaj digital memperkukuh kreativiti, kefahaman konsep reka bentuk, dan inovasi pelajar. Penggunaan teknik ini juga selari dengan aspirasi IR 4.0 dan matlamat Pembangunan Lestari (SDG) dalam melahirkan tenaga kerja mahir, kreatif, dan berdaya saing. Implikasi kajian membuktikan manfaat kepada pelajar, pendidik, dan industri. Pelajar memperoleh kemahiran reka bentuk digital yang meningkatkan kebolehpasaran; pendidik mendapat kaedah pengajaran fleksibel dan relevan; manakala industri menerima tenaga kerja yang lebih inovatif serta responsif terhadap cabaran digital dan agenda kelestarian.

Kata Kunci: Teknik Kolaj Digital, Rekaan Fesyen TVET, Pembangunan Lestari

1.0 Pengenalan

Bidang reka bentuk fesyen merupakan salah satu cabang seni kreatif yang menuntut imaginasi, kreativiti dan kemahiran teknikal. Dalam konteks pendidikan, khususnya Technical and Vocational Education and Training (TVET), penghasilan idea rekaan fesyen bukan sahaja menekankan aspek estetika, tetapi juga proses pembelajaran yang sistematik, inovatif dan berorientasikan industri. Walaupun teknologi digital dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) telah membuka ruang baharu, pengajaran reka bentuk fesyen di institusi TVET masih banyak bergantung kepada kaedah tradisional seperti lakaran manual dan kolaj konvensional. Hal ini menunjukkan wujudnya jurang

antara pendekatan pembelajaran tradisional dengan keperluan industri fesyen digital yang semakin dinamik. Teknik kolaj digital dilihat berpotensi menjadi medium pengajaran yang bukan sahaja berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, malah menyokong pemindahan ilmu secara interaktif dan praktikal. Namun, kajian empirikal mengenai keberkesanan penggunaan kolaj digital dalam pendidikan fesyen TVET, khususnya di Malaysia, masih terhad. Kekurangan ini menyebabkan tahap integrasi teknologi digital dalam pembelajaran rekaan fesyen tidak seiring dengan perkembangan industri. Oleh itu, kajian ini penting untuk meneroka aplikasi teknik kolaj digital sebagai pendekatan yang mampu meningkatkan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT), memupuk daya kreativiti pelajar, serta menyokong pencapaian Sustainable Development Goals (SDG) seperti SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) dan SDG 12 (Konsumsi dan Pengeluaran Bertanggungjawab). Justeru, keperluan kajian ini digarap daripada usaha mengurangkan jurang antara pendekatan pembelajaran tradisional dengan tuntutan teknologi digital dalam pendidikan fesyen masa kini.

2.0 Latar Belakang Kajian

Bidang reka bentuk fesyen berkembang seiring perubahan masyarakat, budaya dan teknologi. Dalam TVET, kreativiti dan inovasi penting untuk melahirkan tenaga kerja mahir dan berdaya saing, selari dengan keperluan industri fesyen yang dinamik. Secara tradisional, idea fesyen dihasilkan melalui lakaran manual dan kolaj konvensional sebagai mood board dan eksplorasi awal (Barnard, 2014; Rasul & Yusof, 2018), namun kaedah ini memakan masa, berisiko kos tinggi, terbatas dari segi kreativiti dan kurang praktikal. Seiring Revolusi Industri 4.0, kolaj digital muncul sebagai alternatif inovatif yang membolehkan gabungan imej, warna, tekstur dan motif secara maya, mempercepatkan penjiwaan idea, menjimatkan kos dan memperluas kreativiti tanpa batasan bahan fizikal (McKelvey & Munslow, 2012; Yusof et al., 2020). Aplikasi seperti Adobe Photoshop, Canva dan Procreate menjadikan proses lebih fleksibel, interaktif dan sesuai dengan pembelajaran abad ke-21. Dalam konteks TVET, kolaj digital berfungsi bukan sahaja sebagai alat reka bentuk, tetapi juga medium pemindahan ilmu yang menekankan kreativiti, literasi digital dan kesediaan industri (Hashim et al., 2019). Malah, ia menyokong SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) dan SDG 12 (Konsumsi dan Pengeluaran Bertanggungjawab) melalui pendekatan lestari dan efisien. Oleh itu, integrasi kolaj digital dalam pendidikan TVET mampu memperkukuh kreativiti, pemindahan ilmu, serta daya saing pelajar dalam industri fesyen global.

2.1 Penyataan Masalah

Bidang pendidikan TVET dalam fesyen dan pakaian menekankan keseimbangan kreativiti, kemahiran teknikal, dan kesediaan industri. Namun, penghasilan idea rekaan masih bergantung pada kaedah tradisional seperti lakaran manual dan kolaj konvensional yang memakan masa, mahal, menggunakan banyak bahan fizikal, serta terhad dalam variasi idea. Keadaan ini menyukarkan pelajar menghasilkan rekaan pantas dan efisien mengikut kehendak industri moden. Seiring Revolusi Industri 4.0, industri fesyen telah banyak menggunakan teknologi digital, termasuk perisian reka bentuk dan kolaj digital, tetapi penguasaan pelajar TVET masih terbatas akibat kurang pendedahan, latihan sistematik, dan integrasi kurikulum. Kekangan ini juga menjejaskan aspek kelestarian kerana kolaj tradisional menyumbang kepada pembaziran, bercanggah dengan matlamat SDG 4, 8 dan 12. Oleh itu, terdapat keperluan untuk menerapkan teknik kolaj digital sebagai medium pemindahan ilmu yang lebih interaktif, pantas, kos efektif dan lestari. Pendekatan ini berpotensi memperkukuh kreativiti, meningkatkan daya saing pelajar, serta menyokong aspirasi negara melahirkan tenaga kerja mahir dan berdaya saing global.

2.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah:

1. Mengenal pasti aplikasi teknik kolaj digital dalam penghasilan idea rekaan fesyen sebagai medium pemindahan ilmu dalam pendidikan TVET.
2. Menilai penerimaan pensyarah dan pelajar terhadap penggunaan teknik kolaj digital dalam pendidikan rekaan fesyen TVET.
3. Menentukan keberkesanan teknik kolaj digital dalam menyokong matlamat TVET berteraskan IR4.0 dan kelestarian (SDG).

2.3 Ulasan Literatur

Teknik kolaj dalam fesyen berperanan sebagai eksplorasi visual yang menggabungkan imej, tekstur, warna dan bentuk bagi menjana idea rekaan. Ia digunakan untuk mood board, eksplorasi siluet dan ramalan trend (Kumar, 2019; Lee & Johnson, 2020). Walaupun kolaj konvensional masih relevan, kemunculan IR4.0 telah mengubah pendekatan ini kepada kolaj digital yang lebih pantas, kos efektif dan fleksibel melalui perisian seperti Adobe Photoshop, Canva dan Procreate (Zhang et al., 2021). Kajian Smith (2022) turut menunjukkan bahawa kolaj digital meningkatkan kreativiti pelajar, mempercepat idea generation dan menyokong project-based learning, sekali gus menegaskan peranannya sebagai strategi pedagogi abad ke-21. Dalam konteks

TVET, pendidikan fesyen menuntut kemahiran praktikal, kreativiti dan penguasaan teknologi digital (UNESCO-UNEVOC, 2020). Mohd Nor dan Hassan (2021) menegaskan kepentingan integrasi teknologi baharu agar pelajar bersedia menghadapi cabaran industri. Kolaj digital selaras dengan matlamat tersebut kerana ia mempercepat proses rekaan, kos efektif, serta menepati tuntutan IR4.0. Malah, ia turut menyokong SDG melalui pendidikan inovatif (SDG 4), pembangunan kemahiran kerja relevan (SDG 8), dan pengurangan penggunaan bahan fizikal (SDG 12). Kesimpulannya, literatur terdahulu membuktikan bahawa kolaj digital memberi manfaat besar dari aspek kreativiti, pedagogi dan kelestarian. Justeru, ia berpotensi menjadi strategi pengajaran utama dalam pendidikan fesyen TVET yang relevan dengan keperluan industri masa kini.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Skop kajian

Pengkaji telah memilih beberapa institusi TVET fesyen di Malaysia untuk melaksanakan kajian. Adapun semua responden adalah dari kalangan pelajar dan pensyarah TVET dari bidang Senireka Fesyen. Justifikasi Pengkaji memilih pelajar dan pensyarah bidang TVET fesyen disebabkan mereka terlibat secara langsung dalam pembelajaran menghasilkan rekaan fesyen dimana proses pengembangan idea dalam menghasilkan rekaan berdasarkan inspirasi yang dipilih memerlukan teknik yang pantas dan menarik sekaligus tercetus idea untuk pengkaji untuk mengkaji keberkesanan aplikasi teknik kolaj digital dalam penghasilan idea rekaan fesyen: suatu kajian terhadap pendidikan TVET

3.2 Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif berdasarkan instrumen temu bual serta analisa dokumen. Data Pertama adalah melalui temu bual dimana empat belas orang pensyarah dan sepuluh pelajar bidang fesyen dari pelbagai institusi TVET. Hal ini demikian kerana pemperolehan maklumat melalui lisan akan lebih mudah disamping pengkaji mengajukan soalan dengan jelas supaya mampu menjamin kesahan maklumat yang diberikan. Ini kerana ia menekankan pemahaman mendalam terhadap pengalaman, pandangan, dan amalan pelajar serta pensyarah dalam menggunakan teknik kolaj digital sebagai medium penghasilan idea rekaan fesyen. Data kedua pula adalah melalui analisa dokumen iaitu pengkaji mengambil data daripada artikel, jurnal dan kajian-kajian lepas. Walaupun begitu, artikel ini hanya melampirkan data menerusi instrumen temu bual sahaja. Oleh itu, segala data yang diperolehi dari instrumen kajian dianalisis dalam bentuk transkripsi deskriptif.

Jadual 1: Analisis Tematik Aplikasi Kolaj Digital dalam Pendidikan Rekaan Fesyen TVET

Tema	Kod Utama	Eviden Responden	Sokongan Literatur
Relevansi & Kecekapan	- Penjanaan idea cepat - Jimat masa & kos - Mudah difahami	“Kolaj digital memudahkan tugas pelajar dan menjimatkan masa serta kos.” “Lebih menarik dan mudah difahami berbanding kaedah manual.”	Brown (2020); Azman & Halim (2022) menegaskan keberkesanan media digital dalam pembelajaran reka bentuk.
Kreativiti & Eksperimen	- Variasi idea - Eksperimen bentuk, warna, tekstur - Inovasi rekaan	“Pelajar lebih berani bereksperimen tanpa risau kos bahan.” “Hasil kerja lebih pelbagai dan kreatif.”	Csikszentmihalyi (1996) menyatakan kreativiti berkembang apabila pelajar diberi ruang bereksperimen.
Kemahiran Digital & Kesediaan Industri	- Literasi teknologi - Trend industri fesyen digital - Sokongan IR4.0	“Kolaj digital melatih pelajar dengan kemahiran digital semasa.” “Selaras dengan trend industri fesyen digital.”	Menyokong prinsip TVET berasaskan kemahiran praktikal & keperluan IR4.0 (TVET Malaysia, 2021).
Kelestarian & SDG	- Kurang guna bahan fizikal - Pendidikan berkualiti - Pengeluaran & penggunaan bertanggungjawab	“Kolaj digital mengurangkan penggunaan kertas dan fabrik.” “Lebih lestari serta mesra alam.”	Selaras dengan SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) & SDG 12 (Pengeluaran dan Penggunaan Bertanggungjawab).

Berdasarkan jadual 1, pandangan responden, teknik kolaj digital didapati sangat relevan dalam pengajaran rekaan fesyen kerana membantu pelajar menjana idea dengan cepat, menjimatkan masa dan kos, serta meningkatkan kreativiti dan kemahiran digital. Responden turut menekankan bahawa penerapan teknik ini sebaiknya dimulakan awal semester agar pelajar dapat menguasai kemahiran digital secara menyeluruh. Dapatan dianalisis menggunakan analisis tematik, di mana transkrip temu bual diteliti, dikodkan, dan dikelompokkan kepada tema utama: (i) relevansi dan kecekapan, (ii) kreativiti dan eksperimen, (iii) kemahiran digital dan kesediaan industri, serta

(iv) kelestarian dan SDG. Hasil temu bual pelajar menunjukkan kolaj digital lebih menarik dan mudah difahami berbanding kaedah manual.

4.0 Dapatan dan Perbincangan

4.1 Fungsi teknik kolaj secara digital



Rajah 1: Teknik kolaj menggunakan yang menggunakan aplikasi digital

Rajah 1 menunjukkan Teknik penghasilan rekaan fesyen dengan menggunakan teknik kolaj secara digital, proses penghasilan rekaan bermula dengan inspirasi dan seterusnya perkembangan idea dengan menggunakan teknik kolaj yang menggunakan aplikasi digital. Dapat dilihat proses perkembangan idea lebih mudah dan perletakan inspirasi yang boleh diolah dengan terhasil beberapa idea rekaan yang pantas dan tidak memerlukan kos yang tinggi dan lebih kreatif.



Rajah 2: Teknik kolaj yang menggunakan Teknik tradisional dalam menghasilkan rekaan

Rajah 2 menunjukkan Teknik penghasilan rekaan fesyen yang menggunakan Teknik tradisional dengan menggunakan gambar inspirasi yang di fotokopi dan menggunakan kaedah tradisional dengan menggunting bentuk inspirasi dan dijadikan idea rekaan.

Aplikasi seperti mood board dan digital layering mempercepatkan visualisasi idea, selaras dengan penemuan Brown (2020) dan Azman & Halim (2022) tentang keberkesanan media digital dalam pendidikan reka bentuk. Pemerhatian terhadap hasil kerja pelajar turut membuktikan bahawa kolaj digital mendorong eksperimen warna, bentuk, dan tekstur yang lebih luas, menyokong pandangan Csikszentmihalyi (1996) tentang kreativiti sebagai hasil kebebasan bereksperimen. Pensyarah pula menegaskan bahawa kolaj digital memperkukuh visualisasi, meningkatkan keberkesanan pengajaran, dan mudah diintegrasikan dalam silibus TVET kerana kos rendah serta sejajar dengan trend industri digital. Dapatan ini konsisten dengan falsafah TVET yang menekankan kemahiran praktikal, keberkesanan kos, dan keserasian dengan industri. Selain itu, integrasi teknik ini menyokong SDG 4 (Pendidikan Berkualiti) melalui pedagogi inovatif serta SDG 12 (Pengeluaran dan Penggunaan Bertanggungjawab) dengan mengurangkan penggunaan bahan fizikal. Secara keseluruhan, kolaj digital terbukti bukan sahaja berfungsi sebagai alat bantu rekaan, tetapi juga sebagai strategi pendidikan TVET yang relevan dengan aspirasi IR 4.0, menyokong agenda kelestarian, serta melahirkan graduan fesyen yang berdaya saing dan inovatif.

5.0 Kesimpulan

Kajian ini membuktikan kolaj digital berfungsi bukan sekadar alat visualisasi, tetapi strategi pedagogi interaktif yang pantas, kos efektif dan kreatif. Ia mempercepat proses idea berbanding kaedah tradisional, menyokong agenda TVET, IR4.0 dan SDG, serta melahirkan pelajar yang lebih berkemahiran digital, pendidik dengan kaedah pengajaran fleksibel, dan industri dengan tenaga kerja fesyen yang inovatif serta berdaya saing.

Rujukan

- Barnard, M. (2013). *Fashion theory: A reader*. Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Hamdan, A. R., Yusof, A. M., & Aziz, A. A. (2021). Digital innovation in fashion design education: A TVET perspective. *Journal of Technical Education and Training*, 13(2), 45–56.
- International Labour Organization. (2020). *The future of TVET in the era of digital transformation*. Geneva: ILO.
- Kaiser, S. B. (2018). *Fashion and cultural studies* (2nd ed.). Bloomsbury Academic.

- Malaysia Ministry of Education. (2018). *Technical and Vocational Education and Training (TVET) policy framework*. Putrajaya: MOE.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and evaluation methods* (4th ed.). SAGE Publications.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations.
- World Economic Forum. (2018). *The future of jobs report 2018*. Geneva: World Economic Forum.
- Yee, L. P., & Hassan, R. (2020). The integration of IR4.0 in TVET curriculum: Challenges and opportunities. *Asian Journal of Vocational Education and Training*, 12(1), 22–34.

P46-BATU SEREMBAN GAME KIT SEBAGAI MEDIUM PEMINDAHAN ILMU WARISAN KE ARAH PENDIDIKAN BERASASKAN BUDAYA

Junita Sha'ari
Kolej Komuniti Pagoh
junita.sha'ari@kkpagoh.edu.my

Masithah Jasman
Kolej Komuniti Pagoh
masithah.j@gmail.com

Abstrak

Permainan tradisional merupakan sebahagian penting daripada warisan budaya yang berperanan membentuk jati diri, nilai sosial, dan semangat kebersamaan dalam masyarakat. Namun, arus globalisasi dan dominasi teknologi digital menyebabkan minat generasi muda terhadap permainan ini semakin berkurangan, termasuk permainan Batu Seremban yang kini hampir dilupakan. Sehubungan itu, kajian ini memperkenalkan Batu Seremban Game Kit sebagai inovasi berasaskan warisan budaya yang menggabungkan elemen fizikal, pendidikan, dan digital dalam bentuk kit pembelajaran interaktif. Kit ini merangkumi batu seremban buatan tangan menggunakan fabrik tradisional, pouch bag berunsurkan origami, buku panduan dwibahasa, papan skor, kotak pembungkusan eksklusif, serta sokongan digital melalui kod QR dan video tutorial. Kajian ini bertujuan menilai potensi Batu Seremban Game Kit sebagai medium pendidikan tidak formal yang menyokong pembelajaran abad ke-21, di samping memelihara dan mempopularkan semula warisan budaya. Kaedah yang digunakan melibatkan reka bentuk produk, pembangunan kit berasaskan warisan, serta ujilari dengan responden pelbagai peringkat umur bagi menilai aspek reka bentuk, fungsi, serta keberkesanan produk. Dapatan awal menunjukkan skor min yang tinggi bagi semua aspek, sekali gus membuktikan penerimaan positif terhadap reka bentuk, kesesuaian, dan nilai pendidikan produk ini. Kajian ini penting kerana menyumbang kepada usaha pemeliharaan warisan budaya, menyediakan medium pembelajaran interaktif berasaskan play-based learning, serta menilai keberkesanan integrasi teknologi dalam pendidikan warisan. Selain itu, produk ini berpotensi dikomersialkan sebagai cenderamata eksklusif dan bahan promosi pelancongan, di samping memberi sumbangan kepada penyelidikan serta dasar pendidikan dalam memperkukuh strategi melestarikan budaya melalui inovasi.

Kata Kunci: Warisan budaya, Inovasi Pendidikan, '*Game-based learning*'

1.0 Pengenalan

Warisan budaya bukan sahaja meliputi seni bina, pakaian, dan kesenian, tetapi turut merangkumi permainan tradisional yang membentuk identiti bangsa. Permainan seperti Batu Seremban berperanan dalam mengasah kemahiran sosial, kognitif, dan emosi kanak-kanak, di samping menanamkan nilai budaya. Namun, pengaruh globalisasi dan perkembangan teknologi digital menyebabkan permainan ini semakin terpinggir dalam kalangan generasi muda. Dalam pendidikan, pendekatan konvensional berasaskan penerangan lisan atau demonstrasi manual didapati kurang berkesan, manakala kajian terdahulu masih terhad kepada aspek deskriptif tanpa menghasilkan kit pembelajaran

yang lengkap dan interaktif. Justeru, pembangunan Batu Seremban Game Kit diperkenalkan sebagai inovasi yang menggabungkan elemen warisan budaya, pendidikan, dan teknologi digital untuk menghidupkan kembali permainan tradisional serta menyokong keperluan pembelajaran abad ke-21.

1.1 Latar Belakang

Permainan tradisional merupakan warisan budaya penting yang membentuk jati diri, menggalakkan interaksi sosial, serta mendidik nilai budaya masyarakat (Ahmad, 2019). Namun, arus globalisasi dan perkembangan teknologi digital telah menyebabkan minat generasi muda terhadap permainan ini semakin merosot, termasuk Batu Seremban yang suatu ketika dahulu popular tetapi kini hampir dilupakan (Yusoff & Hashim, 2020; Kamarudin, 2021). Situasi ini menuntut usaha baharu untuk memupuk kesedaran dan penghargaan terhadap warisan budaya tempatan.

Dalam konteks pendidikan, integrasi permainan tradisional ke dalam pembelajaran abad ke-21 masih terhad. Kaedah konvensional yang berasaskan penerangan lisan atau demonstrasi manual kurang menarik minat pelajar, selain ketiadaan kit pembelajaran lengkap yang menggabungkan dokumentasi, rujukan, serta sokongan teknologi (Salleh et al., 2018; Rahman & Ismail, 2022). Hal ini menunjukkan keperluan inovasi yang mampu menghubungkan warisan budaya dengan pendekatan moden.

Sehubungan itu, Batu Seremban Game Kit diperkenalkan sebagai inovasi yang menggabungkan elemen warisan, pendidikan, teknologi, dan rekacipta moden. Kit ini terdiri daripada batu seremban buatan tangan dengan fabrik tradisional, pouch bag berunsurkan origami, buku panduan dwibahasa yang merangkumi sejarah dan peraturan permainan, papan skor, kod QR untuk akses video interaktif, serta kotak pembungkusan yang eksklusif. Ia bukan sahaja menyokong pembelajaran berasaskan permainan '*game-based learning*', tetapi juga sesuai digunakan di sekolah, pusat pelancongan, acara kebudayaan, dan sebagai cenderamata.

Justeru itu, pembangunan Batu Seremban Game Kit adalah selari dengan usaha bagi memupuk kesedaran dan penghargaan terhadap warisan budaya, mengintegrasikan teknologi digital dalam modul pembelajaran, dan menghidupkan kembali permainan tradisional melalui pendekatan pembelajaran interaktif dan moden. Sehubungan itu, kajian ini dilaksanakan adalah bagi menilai potensi kit ini sebagai medium inovatif untuk pendidikan dan pemeliharaan warisan budaya dalam era digital.



Gambar 1: Produk inovasi Batu Seremban Game Kit

1.2 Pernyataan Masalah

Kajian ini dirangka untuk menjawab persoalan berikut:

- 1.2.1 Kesedaran dan penghargaan warisan budaya semakin berkurangan dalam kalangan generasi muda akibat dominasi permainan digital moden.
- 1.2.2 Kaedah konvensional memperkenalkan permainan tradisional kurang menarik dan tidak bersepadu. Tiada kit pembelajaran lengkap yang menggabungkan dokumentasi, bahan rujukan, serta sokongan teknologi digital.
- 1.2.3 Kurang kajian dijalankan untuk mengukur sama ada inovasi seperti Batu Seremban Game Kit benar-benar praktikal, menyeronokkan, dan sesuai diaplikasikan dalam pelbagai konteks pembelajaran moden.

1.3 Objektif Kajian

- 1.3.1 Menilai keberkesanan Batu Seremban Game Kit sebagai medium pemindahan ilmu warisan budaya
- 1.3.2 Mengukur nilai tambah integrasi teknologi digital dalam Batu Seremban Game Kit.
- 1.3.3 Menilai sejauh mana Batu Seremban Game Kit diterima, menyeronokkan, dan relevan sebagai medium pembelajaran berasaskan budaya.

1.4 Persoalan Kajian

Bagi mencapai objektif yang telah digariskan, kajian ini mengemukakan Beberapa soalan utama seperti berikut:

- 1.4.1 Adakah kit ini berkesan sebagai medium pemindahan ilmu warisan?
- 1.4.2 Adakah integrasi digital qr code, video tutorial memberi nilai tambah berbanding kaedah konvensional?
- 1.4.3 Adakah kit ini benar-benar praktikal, menyeronokkan dan relevan untuk pendidikan abad 21?

1.5 Kepentingan Kajian

Dapatan kajian ini boleh dijadikan rujukan bagi penyelidik lain, penggubal dasar pendidikan, serta agensi kebudayaan dalam merangka strategi

memperkukuh pendidikan berasaskan budaya melalui inovasi yang relevan dengan keperluan semasa. Di antara kepentingan kajian ini adalah seperti berikut:

1.5.1 Pemeliharaan warisan budaya

Kajian ini penting dalam usaha melestarikan permainan tradisional Batu Seremban sebagai sebahagian daripada identiti budaya Melayu. Melalui inovasi kit yang lengkap, ia dapat memupuk kesedaran dan penghargaan generasi muda terhadap nilai budaya tempatan yang semakin dilupakan.

1.5.2 Sumbangan kepada Pendidikan Abad ke-21

Ia selari dengan pendekatan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan '*play-based learning*', kreativiti, kerjasama, serta pembangunan kemahiran motor dan kognitif pelajar.

1.5.3 Integrasi Teknologi dalam Pendidikan Warisan

Penggunaan elemen digital seperti kod QR dan video tutorial dalam kit ini menambah nilai berbanding kaedah tradisional. Ia memberi peluang untuk menilai keberkesanan integrasi teknologi dalam memperkenalkan warisan budaya secara lebih sistematik, moden, dan mudah diakses.

1.5.4 Impak Sosial dan Komersial

Kajian ini memberi sumbangan kepada pembangunan produk berasaskan budaya yang berdaya saing, bernilai komersial, dan berpotensi dipasarkan bukan sahaja di institusi pendidikan, tetapi juga sebagai cenderamata warisan dan bahan promosi pelancongan.

2.0 Kajian Literatur

Permainan tradisional merupakan warisan budaya yang penting dalam membentuk identiti bangsa. Ia berfungsi bukan sahaja sebagai hiburan, tetapi juga sebagai medium pendidikan nilai sosial, disiplin, dan kerjasama (Norazlinah, 2019). Namun, arus globalisasi dan pengaruh teknologi digital telah mengurangkan minat generasi muda terhadap permainan ini, termasuk Batu Seremban, sekali gus menimbulkan kebimbangan terhadap kelestariannya. Oleh itu, inovasi produk berasaskan warisan amat diperlukan untuk melestarikan identiti budaya serta menarik minat generasi baharu.

Beberapa kajian menegaskan bahawa permainan tradisional menyumbang kepada pembentukan interaksi sosial dan perpaduan antara generasi (Rahman & Zainal, 2021). Permainan seperti congkak, wau, gasing, dan batu seremban dianggap bukan sahaja simbol budaya, tetapi juga instrumen pendidikan nilai. Dalam konteks Malaysia, Norazlinah (2019) menekankan keperluan inovasi agar warisan lebih dekat dengan generasi muda, manakala Hassan et al. (2022) menegaskan kepentingan menyeimbangkan elemen tradisional dengan ciri moden supaya kekal relevan.

Usaha digitalisasi telah dijalankan oleh beberapa penyelidik. Ahmad et al. (2023) mendapati bahawa aspek antaramuka dan interaktiviti masih mencabar

dalam permainan digital congkak dan gasing. Yusof (2020) pula mengkritik aplikasi digital warisan kerana gagal mengekalkan minat pengguna jangka panjang akibat ketiadaan elemen pedagogi. Sebaliknya, aplikasi TraDesa Melayu Learning (UTHM, 2024) membuktikan bahawa pendekatan digital boleh meningkatkan kefahaman pelajar serta menanam rasa bangga terhadap identiti budaya.

Kemajuan teknologi AR dan VR turut membuka peluang baharu. Huang et al. (2022) mendapati AR meningkatkan pengalaman imersif dan pemindahan ilmu budaya, manakala kajian di UTM (2024) menunjukkan keberkesanan AR dalam pengajaran sejarah Sarawak. Namun, kos tinggi dan akses terhad menjadi cabaran, terutama bagi institusi kecil. Oleh itu, inovasi berbentuk kit fizikal dengan sokongan digital lebih praktikal untuk diaplikasikan secara meluas.

Pendekatan pembelajaran berasaskan permainan '*game-based learning*' semakin diiktiraf kerana dapat meningkatkan motivasi, pemikiran kritis, serta penglibatan pelajar (Gee, 2020; UNESCO, 2021). Kajian tempatan (UNIMAS, 2024) membuktikan gabungan permainan fizikal dan digital dalam pengajaran sains meningkatkan interaksi sosial dan pencapaian akademik. UPSI (2023) pula menunjukkan bahawa pengadaptasian kisah rakyat dalam permainan interaktif dapat menanamkan nilai budaya. Kajian serupa oleh Li dan Chen (2021) di China turut menegaskan peranan aplikasi berasaskan cerita rakyat dalam meningkatkan keterikatan pelajar terhadap warisan.

Namun, Mustafa et al. (2022) menegaskan kebanyakan inovasi warisan masih kurang modul pedagogi lengkap, manakala Yusof (2020) menyoroti ketiadaan interaktiviti dan nilai budaya yang kukuh. Dapatan ini menunjukkan keperluan inovasi menyeluruh yang menggabungkan elemen fizikal, digital, pedagogi, serta warisan budaya. Jurang inilah yang cuba diisi oleh Batu Seremban Game Kit, iaitu inovasi berasaskan kit pendidikan yang menggabungkan bahan fizikal (batu dan '*pouch*'), panduan dwibahasa, elemen warisan, serta sokongan digital berbentuk tutorial dan modul interaktif.

3.0 Metadologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kuantitatif deskriptif. Data dikumpulkan melalui soal selidik berstruktur (skala Likert 1–5) yang diedarkan secara atas talian '*Google Form*' kepada responden awam untuk menilai penerimaan dan penilaian terhadap Batu Seremban Game Kit.

3.2 Sample Kajian

3.2.1 Populasi sasaran: Orang awam Malaysia (tiada sekatan kepada kumpulan tertentu).

3.2.2 Teknik pensampelan: '*Convenience sampling*' (edaran terbuka melalui rangkaian sosial, kumpulan WhatsApp/Telegram, e-mail, dan pautan awam).

3.2.3 Sasaran saiz sampel: 50 – 70 orang responden

3.3 Instrumen Kajian

3.3.1 Bahagian A — Demografik: umur, pekerjaan,

3.3.2 Bahagian B — Penilaian Produk (13 item Likert 1–5)

(1 = Sangat Tidak Setuju ... 5 = Sangat Setuju).

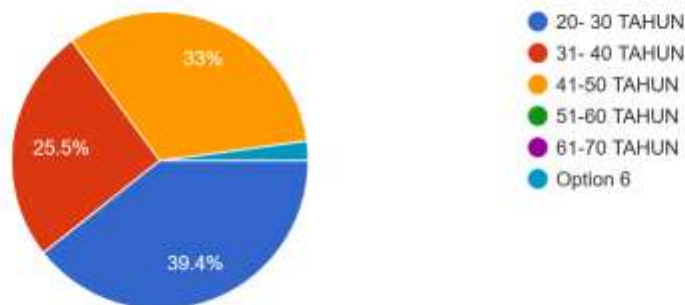
4.0 Dapatan Kajian Dan Perbincangan

Bahagian ini membentangkan analisis terhadap data yang diperoleh daripada soal selidik melibatkan 94 responden. Analisis tertumpu kepada aspek reka bentuk, fungsi, kesesuaian, dan keberkesanan Batu Seremban Game Kit sebagai inovasi berasaskan warisan budaya. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif melibatkan skor min dan peratusan bagi setiap item. Hasil dapatan dipersembahkan dalam bentuk jadual dan graf untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tahap penerimaan responden terhadap produk ini.

Secara keseluruhannya, hasil kajian dibahagikan kepada beberapa komponen utama iaitu:

- Penilaian terhadap reka bentuk produk,
- Penilaian terhadap fungsi dan kebolehgunaan,
- Tahap kesesuaian untuk pelbagai peringkat umur, dan
- Keberkesanan produk sebagai alat pemindahan ilmu berasaskan warisan budaya.

Umur Respondent
94 responses



Carta 1: Umur responden

Berdasarkan analisis umur responden, dapat dirumuskan bahawa golongan 20–40 tahun yang mewakili hampir dua pertiga daripada jumlah keseluruhan responden (64.9%). Hal ini menunjukkan bahawa produk ini mempunyai potensi yang tinggi untuk diterima dalam kalangan generasi muda dan dewasa awal yang lazimnya lebih terdedah kepada trend pendidikan moden dan produk berinovasi. Seterusnya, peratusan bagi kumpulan umur 41–50 tahun (33%) memperlihatkan bahawa Batu Seremban Game Kit turut relevan untuk golongan ibu bapa dan pendidik. Ini secara tidak langsung membuka ruang agar produk ini dijadikan sebagai alat bantu mengajar di sekolah atau

aktiviti pembelajaran keluarga di rumah. Walau bagaimanapun, ketiadaan responden daripada kumpulan umur 51 tahun ke atas memberi petunjuk bahawa produk ini masih kurang menembusi golongan veteran. Hal ini mungkin berkaitan dengan kekangan akses kepada soal selidik digital. Implikasi daripada dapatan ini adalah perlunya strategi pengenalan produk melalui pendekatan bersemuka, seperti bengkel komuniti, program warisan, atau aktiviti bersama warga emas. Jika dilaksanakan, ia berpotensi menghidupkan semula memori permainan tradisional dalam kalangan mereka serta mengukuhkan kesinambungan budaya antara generasi.

SEKTOR PEKERJAAN

94 responses



Carta 2: Sektor pekerjaan responden

Berdasarkan analisis sektor pekerjaan, majoriti responden terdiri daripada golongan pelajar (30.9%), diikuti oleh kakitangan kerajaan (17%), kakitangan swasta (11.7%), kakitangan institusi pengajian tinggi (11.7%), serta suri rumah (11.7%). Manakala golongan bekerja sendiri (6.4%) dan kakitangan pendidikan lain mencatatkan peratusan yang lebih kecil. Dapatan ini menunjukkan Batu Seremban Game Kit mendapat penerimaan luas daripada pelbagai latar belakang pekerjaan, dengan pelajar sebagai kumpulan utama yang paling relevan dengan objektif kajian iaitu menjadikan kit ini sebagai medium pembelajaran berasaskan budaya. Kehadiran responden daripada sektor kerajaan, swasta, akademik, serta suri rumah turut membuktikan bahawa kit ini mempunyai potensi yang lebih meluas, bukan sahaja dalam konteks pendidikan formal, tetapi juga sebagai aktiviti keluarga, produk komersial, dan instrumen pemerkasaan warisan budaya di pelbagai peringkat masyarakat.

Jadual 1: Data analisis soal selidik produk Batu Seremban Game Kit

Bil	Item	Jumlah responden	Skor Min	% Tidak Setuju (1-2)	% Neutral (3)	% Setuju (4-5)
1	Reka bentuk Batu Seremban Game Kit mampu menarik perhatian pengguna dari pelbagai peringkat umur.	94	4.63	0.00	0.03	0.97

2	Saiz dan bentuk Batu Seremban sesuai untuk dimainkan oleh kanak-kanak, remaja dan dewasa.	94	4.38	0.02	0.11	0.87
3	Warna dan corak Batu Seremban Game Kit menarik dan sesuai dengan cita rasa pengguna.	94	4.32	0.04	0.12	0.84
4	Bahan yang digunakan untuk membuat Batu Seremban Game Kit tahan lama dan selamat digunakan.	94	4.57	0.01	0.04	0.95
5	Beg pouch yang disediakan praktikal dan mudah dibawa ke mana-mana.	94	4.59	0.01	0.03	0.96
6	Arahan permainan dalam kit mudah difahami.	94	4.60	0.02	0.02	0.96
7	Permainan ini menyeronokkan untuk dimainkan secara individu atau berkumpulan.	94	4.64	0.01	0.03	0.96
8	Permainan ini membantu mengurangkan ketergantungan terhadap gajet.	94	4.67	0.00	0.04	0.96
9	Batu Seremban Game Kit sesuai sebagai medium memperkenalkan warisan budaya kepada generasi muda.	94	4.63	0.00	0.02	0.98
10	Permainan ini sesuai dijadikan aktiviti kokurikulum atau aktiviti pengisian masa lapang di sekolah.	94	4.60	0.01	0.04	0.95
11	Permainan ini sesuai dijadikan hadiah atau cenderamata.	94	4.61	0.01	0.04	0.95
12	Batu Seremban Game Kit mampu meningkatkan kemahiran motor halus dan koordinasi tangan-mata.	94	4.56	0.01	0.03	0.96
13	Secara keseluruhan, saya berpuas hati dengan Batu Seremban Game Kit.	94	4.56	0.01	0.02	0.97

Data soal selidik ini diperoleh daripada 94 orang responden yang menilai Batu Seremban Game Kit berdasarkan 13 item berkaitan reka bentuk, fungsi, kesesuaian, serta nilai warisan permainan ini. Skor min bagi setiap item berada dalam julat 4.32 hingga 4.67, yang menunjukkan tahap kepuasan keseluruhan adalah sangat tinggi. Secara umum, majoriti responden memberikan respon pada tahap setuju (4–5) melebihi 85% bagi setiap item, manakala peratusan tidak setuju (1–2) adalah sangat rendah, iaitu antara 0.00 hingga 0.04 sahaja. Ini membuktikan bahawa produk ini diterima baik oleh pengguna dari pelbagai peringkat umur.

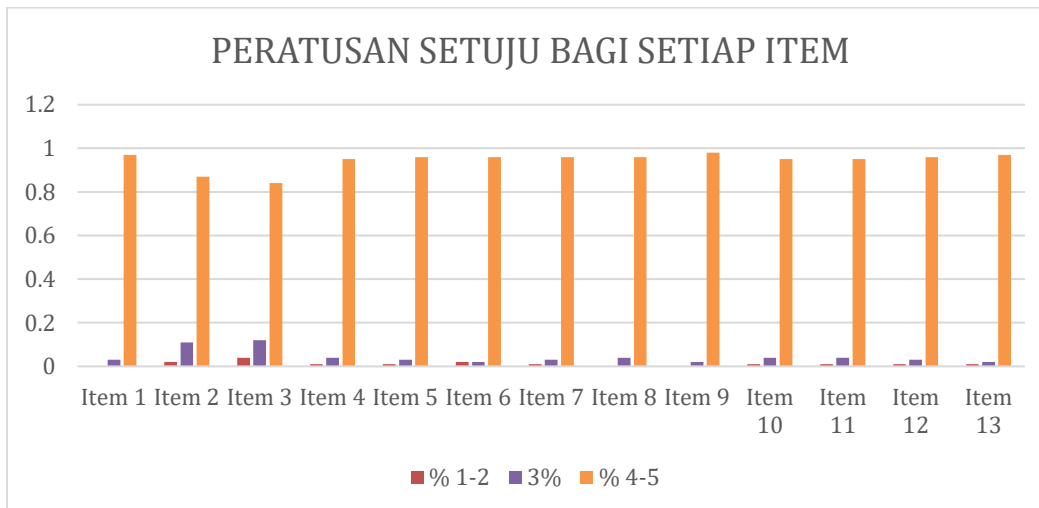


Graf 1: Purata skor bagi setiap item soalan

Berdasarkan graf Purata Skor Setiap Item, dapat diperhatikan bahawa kesemua item memperoleh skor purata yang tinggi iaitu dalam lingkungan 4.50 hingga 4.67. Item 8 mencatatkan skor tertinggi dengan purata 4.67, diikuti oleh Item 7 dan Item 13 dengan skor 4.64. Hal ini menunjukkan bahawa aspek yang dinilai dalam item tersebut mendapat penerimaan yang sangat baik daripada responden.

Sementara itu, Item 12 dan Item 13 masing-masing mencatatkan skor purata paling rendah iaitu 4.55. Walaupun perbezaannya kecil, ia memberi gambaran bahawa aspek dalam kedua-dua item tersebut boleh ditambah baik bagi meningkatkan kepuasan pengguna.

Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahawa tahap kepuasan responden terhadap semua item adalah tinggi dan konsisten, dengan variasi skor yang sangat kecil. Ini membuktikan bahawa produk atau instrumen yang diuji berjaya memenuhi jangkaan pengguna dengan baik.



Graf 2: Peratusan setuju bagi setiap item soalan

Secara keseluruhan, analisis menunjukkan bahawa majoriti responden memberikan penilaian sangat positif terhadap semua item yang diuji. Peratusan persetujuan dalam kategori 4–5 adalah yang paling dominan, iaitu melebihi 85% bagi kesemua item, malah kebanyakan item mencatatkan hampir 95–100% persetujuan. Hal ini membuktikan bahawa Batu Seremban Game Kit diterima dengan baik dari aspek reka bentuk, fungsi, dan keberkesanan penggunaannya. Bagi penilaian dalam kategori 1–2 (tidak setuju) adalah sangat rendah, berada pada julat 0–5% sahaja. Ini menunjukkan bahawa hampir tiada responden yang menolak keberkesanan kit ini. Untuk kategori 3 (neutral), peratusan juga sangat kecil (sekitar 1–7%), menandakan bahawa hanya sebilangan kecil responden yang berada dalam kedudukan berkecuali terhadap item tertentu.

Secara ringkas, analisis graf ini jelas menunjukkan bahawa tahap penerimaan responden terhadap Batu Seremban Game Kit adalah sangat tinggi dan konsisten merentasi semua aspek yang dinilai. Dapatan ini mengukuhkan bukti bahawa produk ini mempunyai potensi besar untuk diaplikasikan secara lebih meluas dalam konteks pendidikan, pemeliharaan budaya, dan juga komersialisasi.

5.0 Kesimpulan Dan Cadangan

5.1 Kesimpulan

Kajian ini dijalankan bagi menilai tahap penerimaan, keberkesanan, serta potensi pengaplikasian Batu Seremban Game Kit didalam konteks pemindahan ilmu warisan kearah Pendidikan berasaskan budaya. Berdasarkan analisis data soal selidik, didapati bahawa responden secara konsisten memberikan maklum balas yang positif terhadap reka bentuk, fungsi, dan nilai tambah kit ini.

Dari aspek rupa bentuk, Batu Seremban Game Kit dinilai menarik, praktikal, dan sesuai untuk digunakan oleh pelbagai peringkat umur. Saiz, bentuk, dan bahan yang digunakan diakui sebagai tahan lama serta selesa diguna, manakala kemasan produk dilihat meningkatkan imej profesional dan nilai komersial. Penilaian positif ini menunjukkan bahawa aspek estetik dan fizikal produk telah memenuhi jangkaan pengguna.

Bagi aspek fungsi, dapatan menunjukkan bahawa kit ini bukan sahaja menyeronokkan dan mudah digunakan, malah berkesan dalam meningkatkan kemahiran motor halus, koordinasi mata-tangan, serta tumpuan pelajar. Hal ini menyokong keupayaan kit sebagai bahan bantu mengajar berasaskan '*game-based learning*', yang sesuai diaplikasikan di peringkat prasekolah, sekolah rendah, menengah, dan pendidikan khas. Fungsi ini sekali gus memperkukuh peranan permainan tradisional sebagai medium pedagogi yang berkesan.

Selain itu, kajian turut mengesahkan bahawa elemen digital seperti kod QR dan video tutorial memberikan nilai tambah signifikan. Integrasi ini memudahkan pemahaman, meningkatkan aksesibiliti, dan menjadikan produk lebih mesra pengguna. Keupayaan menggabungkan elemen tradisional dengan teknologi moden membuktikan bahawa produk ini mampu memenuhi keperluan semasa tanpa mengabaikan nilai budaya.

Secara keseluruhannya, kajian ini menyimpulkan bahawa Batu Seremban Game Kit mempunyai potensi yang besar sebagai inovasi pendidikan

dan warisan. Ia bukan sahaja memperkenalkan semula permainan tradisional kepada generasi muda, malah berupaya mengurangkan kebergantungan terhadap gajet, meningkatkan interaksi sosial, serta memupuk apresiasi budaya tempatan. Di sudut komersialisasi, kit ini turut berpotensi dipasarkan sebagai produk pendidikan, cenderamata warisan, dan medium sokongan sektor pelancongan.

Oleh itu, dapat disimpulkan bahawa Batu Seremban Game Kit merupakan inovasi berimpak tinggi yang menyokong usaha pemeliharaan warisan budaya, memenuhi keperluan pedagogi abad ke-21, dan memberi sumbangan kepada pembangunan ekonomi kreatif serta agenda pemartabatan budaya negara.

5.1 Cadangan

Berdasarkan dapatan dan kesimpulan kajian, beberapa cadangan dikemukakan bagi memperkukuh lagi pembangunan serta pengaplikasian Batu Seremban Game Kit pada masa hadapan. Pertama, kajian lanjutan wajar diperluas melibatkan saiz sampel yang lebih besar merangkumi pelbagai latar belakang seperti pelajar universiti, komuniti luar bandar, dan pelancong antarabangsa. Pendekatan ini penting bagi menilai tahap penerimaan yang lebih menyeluruh serta mengenal pasti perbezaan persepsi mengikut kategori pengguna.

Kedua, kajian masa hadapan boleh menekankan aspek impak jangka panjang terhadap kemahiran pelajar, termasuk kesan terhadap perkembangan kognitif, sosial, dan emosi. Penyelidikan berbentuk kuasi-eksperimen atau longitudinal dapat digunakan untuk mengukur keberkesanan kit ini secara lebih mendalam dalam konteks pembelajaran formal dan tidak formal.

Ketiga, inovasi ini berpotensi diperkaya dengan integrasi teknologi digital lanjutan, seperti aplikasi mudah alih, realiti tambahan '*augmented reality*', atau sistem gamifikasi. Hal ini boleh meningkatkan pengalaman pengguna dan menjadikan kit lebih kompetitif dalam pasaran produk pendidikan interaktif.

Selain itu, kajian seterusnya juga boleh memberi fokus kepada potensi komersialisasi dan strategi pemasaran produk. Penilaian dari perspektif industri kreatif, sektor pelancongan, dan pendidikan dapat membuka ruang kepada model perniagaan yang mampan serta menyumbang kepada ekonomi budaya negara.

Akhir sekali, adalah dicadangkan agar penyelidikan masa depan memberi tumpuan kepada aspek pemeliharaan warisan budaya melalui pendekatan inovatif. Batu Seremban Game Kit boleh dijadikan contoh model bagaimana permainan tradisional lain turut boleh dibangunkan semula secara kreatif agar kekal relevan dengan generasi baharu.

Rujukan

Abdullah, S., & Mohd Yusof, R. (2019). Peranan permainan tradisional dalam pembentukan kemahiran sosial kanak-kanak. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 44(2), 55–68.

- Hassan, M. (2018). Keberkesanan pendekatan konvensional dalam pengajaran permainan tradisional. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 6(1), 15–27.
- Ismail, H., & Zainal, N. (2021). Pendekatan interaktif dalam pendidikan berasaskan warisan: Analisis permainan tradisional. *Asian Journal of Education and Training*, 7(3), 125–134.
- Ministry of Education Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013–2025*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Mohd Nor, N. (2017). *Warisan budaya dan permainan tradisional di Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mohd Salleh, N. (2016). Permainan tradisional sebagai medium pembelajaran tidak formal. *Malaysian Journal of Social Sciences*, 11(2), 101–112.
- Rahman, A. (2020). Permainan tradisional dalam era digital: Cabaran dan kelestarian. *International Journal of Heritage Studies*, 12(1), 23–35.
- UNESCO. (2003). *Convention for the safeguarding of the intangible cultural heritage*. Paris: UNESCO.
- Wong, L. H. (2019). Digital game-based learning for cultural education. *Computers & Education*, 129, 27–36.
- Zulkifli, A. R., & Ahmad, N. (2015). Integrating cultural heritage in 21st-century education. *Journal of Educational Research*, 20(4), 200–210.

P54-A STUDY OF SATISFACTION LEVEL AMONG “CILIK” COMMUNITY PARTICIPANTS ON SHORT COURSES ORGANIZED BY KOLEJ KOMUNITI TANGGA BATU

Sharini Zakaria
Kolej Komuniti Kota Tinggi
irabatri2617@gmail.com

Azharudin Ahmad
Kolej Komuniti Tangga Batu
azharudinster@gmail.com

Abstract

Kolej Komuniti Tangga Batu has long prioritized promoted knowledge and skills in numerous subjects to the local community. To achieve the goals, the study was conducted to assess the level of satisfaction of “Cilik” community participants in short courses that were offered at Kolej Komuniti Tangga Batu in order to obtain ideas and as guidance for courses improvement and effectiveness. A random sample of 194 participants was selected in tourism and language cluster short courses conducted by using the survey question form. The survey question form is divided into two (2) parts. Part A covers six (6) aspects related to course implementation, including content delivery meets objectives, engaging delivery methods, well organized content, suitable venue, clear communication, and sufficient course duration. The study's total score of min 3.52 shows that respondents believed that the course presented was implemented to a good standard. Whereas Part B contains four issues concerning skills and effectiveness in attending a course that review the level of knowledge and skills of the participants before and after taking the course. Study returns showed that before attending a short course at Kolej Komuniti Tangga Batu, respondents felt less confident, and this can be seen through a low minimum score of 1.88. However, after attending short courses, an overall increase of 3.81 points at the high level showed respondents were confident in applying the skills and knowledge they learned. The study concluded that the short courses offered by Kolej Komuniti Tangga Batu effectively improved the skills and knowledge of the "Cilik" community participants. The feedback from the survey can be used to further enhance course offerings and address areas for improvement.

Keywords: Satisfaction Survey, PSH, “Cilik” Community

1.0 Introduction

The United Nations Sustainable Development Goals 2030 (SDG2030) emphasize Lifelong Learning (LLL) as an international agenda and a key national agenda, as stated in the Mid-Term Review of the Twelfth Malaysia Plan (KSP RMKe-12) and the government views it as a crucial catalyst in enhancing the literacy, skills, and knowledge of Malaysians in line with the government's aspirations to create a knowledgeable and prosperous Malaysian MADANI Society (KPT, 2023). For over 20 years, Community Colleges across Malaysia have served as Lifelong Learning (LLL) hubs (Department of Community College Education, 2012), offering various short courses. Community Colleges aim to provide opportunities for all community members to enrich themselves with new knowledge, improve skills, and ultimately enhance socio-economic status

through programs tailored to their needs. Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka, one of 105 community colleges under the Ministry of Higher Education in Malaysia, is committed to offering and conducting community participation statistics. Kolej Komuniti Tangga Batu has experienced high demand for its courses, evidenced by the number of short course participants meeting the Key Performance Indicator (KPI). Since last year, participation has shown a sharp increase, rising from 964 participants in 2023 to 1,340 in 2024. Considering the increase in participation statistics, it is appropriate to assess the effectiveness of the courses being offered. Various studies have explored community satisfaction, however there has been no research specifically focusing on the Cilik community especially at Kolej Komuniti Tangga Batu. This case study aims to determine the satisfaction level of young community members with the implementation of short courses. Moreover, the study also to identify the effectiveness of short courses for young community members at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka by gathering the essential information on participant satisfaction with the short courses offered by the Lifelong Learning Unit (PSH) of Kolej Komuniti Tangga Batu. The findings will contribute to identifying areas for improvement, ensuring better implementation of future programs

2.0 Literature Review

This study evaluates participant satisfaction with the short courses conducted by the Lifelong Learning Unit. Several theories guide this study, including Abd. Latif Hj. Gapor (2006), who emphasizes project, program, course, curriculum, and instructional material evaluation (Latif & Zain, 2022). Juridico (1993) highlights the importance of trainee and trainer understanding of training objectives for program success (Ahmad & Ibrahim, 2021). However, Hanum (2008) stated that proper training methodology is crucial for training effectiveness. Training improves instructors' knowledge, skills, and performance (Nadler & Leonard, 1983). According to Parry (1990), training effectiveness is also influenced by time (Ali et.al, 2020). Since its establishment, Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka has designed, organized, and provided various lifelong learning programs for targeted community groups as part of the general objectives of Community College Lifelong Learning (PSH JPPKK, 2024). Second by Nurliyana et.al (2020) in their study states that Lifelong Learning (LLL) enables individuals to acquire knowledge regardless of their age or academic qualifications.

Proper plan of training related to short courses is vital to sustaining operations at Community College. Towards that, customer satisfaction is essential for fostering loyalty towards services (Zhou et al., 2019). It directly affects customer retention, a crucial factor for the sustainability of businesses (Lee et al., 2020). Second by Lee et.al (2020) customer satisfaction allows for an assessment of the quality of a business or service, determining whether it meets or exceeds user expectations. The degree of customer satisfaction is evaluated based on their experiences and perceptions of the services or products received. Actively soliciting customer feedback and responding to their needs leads to more positive outcomes and strengthens customer loyalty (Apriyadi, 2017). Customers

are more likely to remain loyal if the services they receive meet or exceed their expectations, whereas shortcomings in service can lead to dissatisfaction (Kleisari & Markaki, 2020). Therefore, a deep understanding of customer preferences not only fosters loyalty but also influences their decision to continue using the same service.

The local community drives the lifelong learning programs at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka and play vital roles for sustaining shortcourse activity. Bryant et.al (2020) define community as a group of individuals who share common feelings and interests, engaging collectively in actions aimed at developing the community through relationships that serve mutual benefit. However according to Hillery (1955), a community is a group of people occupying a geographical area, characterized by shared bonds forming a social unit with distinct values and interactions (Hayati et.al 2017) and second by the Dewan Bahasa and Pustaka Dictionary (2015) stated that community is a group or individual of people who live in a district who have similar characteristic. The Dewan Bahasa and Pustaka also define "cilik" as young children. Related to the survey 'Cilik' Community was given as title word to recognizing the community's importance, in July 2024, PSH Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka introduced courses targeting young community members, specifically primary school students, to boost short course statistics. However, in today's sophisticated era, people seek greater satisfaction in life. According to Siti Fatimah (2014), satisfaction with quality is highly desired and improvements may always be made, particularly in the area of creating regular and consistent course offerings (Suriyana et.al,2017)

Thus, various instruments measure service quality to meet customer satisfaction. In Fatimah S (2014) studies, state the elements examined in the study covered several aspects, including: students' self-satisfaction with the learning process, lecturer-student interaction, teaching techniques, the use of teaching aids, assessment and examination methods, the provision of equipment and materials, workshop and classroom facilities as well as other amenities, and the cleanliness of the learning environment. A survey revealed that participant satisfaction levels increase over time and with their expectations of the short courses they attended. However, no study has been conducted on young community members' satisfaction with short courses at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka. Radtke, Tate, & Happ (2012) state that communication and training are closely linked, as training content is delivered through communication, and successful training requires participants to understand the conveyed information. Hence, this study is necessary for areas for improvement, ensuring better implementation of future programs short course planning at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka.

3.0 Research Methodology

Table 1: Research Model of A Study of Satisfaction Level among 'Cilik' Community Participants on Short Courses Organized by Kolej Komuniti Tangga Batu



Table 1 illustrates the research model, which begins with a study design using a quantitative method to identify the satisfaction level of 'Cilik' participants. This design is suitable for analyzing data statistically and representing participants' perceptions in numerical form.

According to Gay and Airasian (2003), "Population is the target group of researchers, to whom the research results will be generalized." The study sample comprises 194 randomly selected respondents from 375 young community members aged 6 to 13 who attended short courses at Tangga Batu Community College from July 2023 to March 2024, as shown in Table 2. The sample size (n) was determined using Yamane's (1967) formula for a population (N) of less than 500 for various confidence levels. Respondents were primary school-aged community members who participated in 11 short courses in the language and tourism clusters, as shown in Table 3. These clusters were chosen due to the frequency of courses conducted and the number of participants.

Table 2: Sample Size Determination (Yamane (1967))

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)}$$

n = sample size
 N = population size
 e = margin of error

Population Size (N)	Sample size (n) Accuracy (e)			
	+ -3%	+ -5%	+ -7%	+ -10%
375	-	194	132	80

Table 3: List of Courses

No	List of Courses
1	Fun with English 2
2	Berani Speaking Series 1
3	Berani Speaking Series 2
4	Berani Speaking 1
5	Berani Speaking 2
6	Berani Speaking 3
7	Berani Speaking 4
8	Kids Summer Camp - Knot Tying & Survival Cooking

9	Kids Summer Camp - Craftsmanship
10	Kids Summer Camp 2.0 - Knot Tying & Craftsmanship
11	Kids Summer Camp 2.0 - Survival Cooking

The research instrument is a structured questionnaire consisting of comprises two parts: **Part A** covers six aspects of course implementation, including content delivery meets objectives, engaging delivery methods, well organized content, suitable venue, clear communication, and sufficient course duration. **Part B** includes four aspects of skills and effectiveness, assessing participants' skill and knowledge levels before and after the course. The feedback form uses a four-point Likert scale, which avoids the bias and lengthy response time associated with odd-numbered Likert scales (Dolnicar, 2011). This study uses a four-point Likert scale widely used by researchers (Arasinah et al., 2013).

The data collection method was conducted online using a Google Form to make it easier for participants to respond and the data was analyzed using Microsoft Excel for graphs and percentages and the Statistical Package for Social Science Software (SPSS) for mean values. Findings and Analysis represent the results of the study and form the basis for the discussion, conclusion, and recommendations.

4.0 Result and Discussion

Demographic analysis of respondents based on gender and age of 107 participants (54.9%) were female, while 87 (45.1%) were male, indicating that the courses attract both female and male participants, with a 9.8% gender difference.

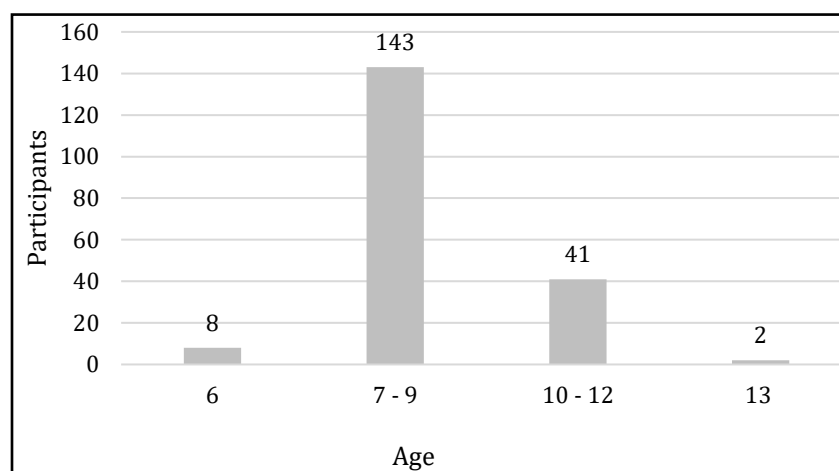


Figure 1: Number of Participant by Age

The age analysis on figure 1 shows that participants aged 7 to 9 had the highest participation (143 participants), followed by those aged 10 to 12 (41 participants), reflecting family awareness of middle childhood development through formal education and social interaction.

Table 4 Part A: Satisfaction Levels of Young Community Members with Short Courses

No	Aspect	Mean Score	Mean Interpretation
1	Content delivery meets objectives	3.60	High
2	Engaging delivery methods	3.65	High
3	Well-organized content	3.57	High
4	Suitable venue	3.43	Moderate
5	Clear and understandable delivery	3.45	Moderate
6	Sufficient course duration	3.41	Moderate
	Overall	3.52	High

Table 4 shows the mean scores for the satisfaction levels of young community members with the implementation of short courses, with each component addressed by the respondents. A mean score of 3.60 for the content delivery meeting objectives indicates that respondents agree the courses meet the set objectives. Additionally, respondents rated the delivery methods as engaging (mean score 3.65) and the course content as well-organized (mean score 3.57) highly.

However, respondents gave moderate ratings for the course venue (mean score 3.43), clarity and comprehensibility of delivery (mean score 3.45), and the sufficiency of course duration (mean score 3.41). Despite these moderate ratings, the overall satisfaction level for the short courses is high, with a mean score of 3.52, indicating that respondents agree the courses offered are well-implemented.

Table 5 Section B: Differences in Respondents' Skill and Knowledge Levels

No	Aspect	Mean Score Before	Mean Score After	Mean Interpretation
1	Knowledge in course field	1.91	3.88	High
2	Skills in course field	1.87	3.84	High
3	Confidence in using skills	1.87	3.89	High
4	Increased interest in course	1.87	3.62	High
	Overall	1.88	3.81	High

Table 5 shows that before attending short courses at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka, respondents felt less confident, as evidenced by a low mean score of 1.88. However, after attending the short courses, the overall mean score increased significantly to 3.81, indicating that respondents felt confident in applying the skills and knowledge acquired from the short courses. Respondents agreed that their skill and knowledge levels in the course field were low before attending (mean scores of 1.91 for knowledge and 1.87 for skills).

Nevertheless, after attending the courses, the mean scores showed a significant increase to high levels (3.88 for knowledge and 3.84 for skills).

Additionally, respondents felt confident using the knowledge and skills obtained from the courses, with a high mean score of 3.89.

Furthermore, respondents agreed that their interest in the courses was low before attending (mean score of 1.87), but their interest increased to a high level (mean score of 3.62) after participating in the courses.

5.0 Conclusion

Overall, young community members participating in short courses at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka show high satisfaction, with near-scale 4 evaluation scores. The courses effectively enhance participants' skills and knowledge. Based on the mean score data, it can be concluded that the short courses offered to young community participants at Kolej Komuniti Tangga Batu, Melaka are of high quality and the course effectively improved their skills and knowledge and participant satisfaction is attributed to relevant and age-appropriate course content.

The study also finds that the short courses significantly increase skills and knowledge, confidence, and interest in language and tourism courses offered by the college. This study provides ideas and guidelines for short course instructors to improve understanding and attract more participants in the future. Strengthening the role of community colleges through short courses is crucial for spreading knowledge and skills in various fields to the surrounding community, driving economic growth. Had been mention by Kleisari & Markaki (2020), customers are more likely to remain loyal if the services they receive meet or exceed their expectations, whereas shortcomings in service can lead to dissatisfaction. For future studies, researchers should consider ways to enhance this study with expand the scope of the study by including more community colleges from across Malaysia. This approach would allow for a better understanding of the variations in experiences among younger participants in different locations, Furthermore, making the study more representative of the realities and complexities of the short course environment at other community colleges. In addition to surveys, researchers may consider methods such as interviews or case studies.

References

- Abd. Latif Haji Gapor (2006). *Domain Penilaian Dalam Teknologi Pendidikan*. Perak: Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Abdullah, S. A., Rahman, N., & Yusof, M. (2020). Time allocation and training outcomes: A Malaysian case study. *Journal of Educational Psychology*, 27(1), 54–64.
- Adi Faiz, Fadil, Hafizullah, (2015). *Tinjauan Pelaksanaan Kursus Pendek Pembelajaran Sepanjang Hayat (PSH)*

- Ahmad, M., & Ibrahim, N. (2021). Trainer-trainee alignment and its impact on training success. *Journal of Workplace Learning*, 33(4), 240–252. <https://doi.org/10.1108/JWL-09-2020-0164>
- Apriyadi, D. (2017). Analisis Pengaruh Ketepatan Waktu, Fasilitas Dan Harga Tiket Terhadap Kepuasan Penumpang Kereta Api Di Stasiun Purwosari. *Magistra*, 29(99), pp. 71–83.
- Arasinah, K. A., Rahim B., Ramlah H., Soaib A., and Norhaily A. H. (2013). Competency Assessment of Clothing Fashion Design: Rasch Measurement Model for Construct Validity and Reliability. *Journal of Technical Education and Training*, 5(2), 1-13.
- Fatimah S. (2014). *Tahap Kepuasan Pelajar Terhadap Pengajaran Dan Pembelajaran Sijil Kolej Komuniti (Modular) Fesyen Dan Pakaian Di Kolej Komuniti Selayang, Selangor*.
- Gay, L.R., & Airasian, P. (2003). *Educational research* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Hayati, Ibrahim & Zaifurin. (2017). Pola Perubahan Sosiobudaya dan Mobiliti Sosial dalam Kalangan Komuniti Muara di Pantai Timur Semenanjung Malaysia. *Sociocultural Change and Social Mobility among Estuarial Communities in the East Coast of Peninsular Malaysia*, <https://doi.org/10.17576/akad-2017-8703-12>.
- Hillery, G.A. (1955). Definitions of community: Areas of agreement. *Rural Sociology*, 20, 111-123.
- Jabatan Pendidikan Kolej Komuniti. (2024). *Manual Pelaksanaan Kursus Pendek*.
- Juridico, E.D. (1993). Training and development towards the promotion of accountability and productivity in bureaucratic performance in the Philippines. *Asian Review of Public Administration*, 5(1), 53-62.
- Kamus Dewan Bahasa dan Pustaka (2015). *Komuniti Cilik*.
- Kleisari, L., & Markaki, E. N. (2020). The Impact of the Perceived Service Quality on Revisit Intention in the Tourism Industry: A Conceptual Framework of Strategic Approach and Analysis. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 6(2), 84–100
- Latif, A. H., & Zain, M. S. (2022). Evaluating educational programs in Malaysian community colleges: A practical framework. *International Journal of Educational Studies*, 29(1), 112–125.

- Lee, J.W., Choi, S.W., & Lee, J.Y. (2020). The Relationship between Service Quality, Customer Satisfaction, and Intention to Revisit Duty Free Shops. *Korean Production and Operations Management Society*, 31(4), pp.331- 344.
- Malik, N. A., Ismail, I., & Nasuka, S. N. (2018). Persepsi Peserta Kursus Pendek Terhadap Kursus yang Ditawarkan di Kolej Komuniti Masjid Tanah. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Life Long Learning*, 2(1), 110-120.
- Nurliyana, F., Ahmad, N. M., & Roslan, A. (2020). Lifelong learning in Malaysia: The pathway to inclusive education. *International Journal of Lifelong Education*, 9(2), 88–100.
<https://doi.org/10.1080/02601370.2020.1781598>
- Radtke, J. V., Tate, J. A., & Happ, M. B. (2012). Nurses' perceptions of communication training in the ICU.
- Riduwan. (2012). *Skala Pengukuran Variable-variable: Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- Sulaji, S., Hassan, S., & Hitam, W. F. W. (2017). Mengenalpasti Tahap Kepuasan Peserta Terhadap Pelaksanaan Kursus Pendek Di Kolej Komuniti Selandar, Melaka. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Life Long Learning*, 1(1), 132-142.
- Suriyana, R., Zamri, A. F., & Ismail, M. Z. (2017). Satisfaction level among short course participants in Malaysian community colleges. *Journal of Educational Research*, 12(2), 80–93.
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis* (2nd ed.). New York, NY: Harper and Row. Dolnicar, 2011.
- Zhou, R., Wang, X., Shi, Y., Zhang, R., Zhang, L., and Guo, H. (2019). Measuring e-service quality and its importance to customer satisfaction and loyalty: An empirical study in a telecom setting. *Electronic Commerce Research* 19, pp.77–499.

P55-MODEL PEMINDAHAN ILMU LATIHAN BARISTA KEPADA KOMUNITI: SATU SOROTAN AWAL

Nazra Ismail
Kolej Komuniti Segamat
nazraismail@kkseg.edu.my

Noreles Ali
Kolej Komuniti Segamat
noreles@kkseg.edu.my

Norashikin Samah
Kolej Komuniti Segamat
norashikin.samah@kkseg.edu.my

Abstrak

Gelombang budaya kafe kopi di Malaysia telah mewujudkan permintaan mendesak untuk barista terlatih yang berkemahiran tinggi, sekali gus memberi cabaran kepada institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) terutama Kolej Komuniti yang menawarkan program pembelajaran sepanjang hayat (PSH) kepada komuniti. Namun begitu, wujud jurang kemahiran dalam kalangan pencari kerja tempatan untuk memenuhi permintaan tenaga kerja mahir dalam bidang hospitaliti, khususnya sebagai barista profesional. Program PSH yang sedia ada ditawarkan sering berhadapan dengan isu ketidakpadanan penawaran dan keperluan. Modul sedia ada bidang Barista pula mengabaikan pemindahan pengetahuan tasit (intuisi, kemahiran sensori, dan pengalaman) yang kritikal dalam membentuk seorang pakar kraf. Jurang ini menyebabkan peserta PSH berisiko kekurangan daya saing. Kertas konsep ini bertujuan untuk menangani masalah tersebut dengan mencadangkan satu model pemindahan ilmu yang holistik dan bersepadu. Berlandaskan analisis terhadap teori pemindahan ilmu dan ekosistem industri kopi tempatan, Model Pemindahan Ilmu Bersepadu untuk Barista PSH Kolej Komuniti diperkenalkan. Model ini mengintegrasikan teori pembelajaran dalam empat fasa progresif: (1) Asimilasi pengetahuan eksplisit, (2) Pembudayaan pengetahuan tasit melalui pementoran, (3) Pengukuhan melalui Komuniti Amalan (CoP), dan (4) Pengesahan industri melalui Pembelajaran Berasaskan Kerja (WBL). Pelaksanaan model ini berpotensi merapatkan jurang antara teori dan amalan, melahirkan peserta PSH Kolej Komuniti yang bukan sahaja profesional, berdaya saing, dan inovatif, seterusnya meletakkan kolej komuniti sebagai peneraju dalam pembangunan modal insan untuk industri kafe kopi.

Kata Kunci: Pemindahan ilmu, Barista, Pembelajaran Sepanjang Hayat

1.0 Pengenalan

Budaya kopi di Malaysia sedang melalui fasa evolusi yang pesat, peralihan daripada budaya kopitiam klasik kepada fenomena kebangkitan kafe gelombang ketiga (*third wave*) yang memberikan penekanan kepada kopi khas (*specialty coffee*) (DagangNews.com, 2025). Transformasi ini menyaksikan peningkatan permintaan terhadap biji kopi berkualiti tinggi, teknik penyediaan yang teliti, dan pengalaman pelanggan yang unik. Negeri Johor, khususnya, muncul sebagai hab pertumbuhan yang signifikan dalam industri ini. Kedudukannya

yang strategik berdekatan dengan Singapura, ditambah dengan peningkatan permintaan domestik dan pembangunan ekonomi yang pesat, telah merencanakan pembukaan kafe-kafe kontemporari yang inovatif (DagangNews.com, 2025). Malah, Johor merupakan salah satu daripada tiga negeri utama penanaman kopi di Malaysia, menandakan kepentingannya dalam rangkaian bekalan kopi negara (Hanis Hazwani, Ang dan Siti Khadijah, 2023).

Ledakan industri ini secara langsung mewujudkan permintaan yang mendesak untuk modal insan yang berkemahiran tinggi. Menurut Coffee Academy (n.d), industri bukan sekadar memerlukan pengendali mesin espresso, tetapi juga memerlukan barista profesional yang mempunyai kepakaran dalam kemahiran teknikal, malahan mereka juga perlu cekap dalam perkhidmatan pelanggan. Fenomena ini bukan sekadar trend ekonomi, tetapi merupakan anjakan sosio-budaya yang membentuk identiti profesional baharu bagi seorang barista. Persepsi terhadap peranan ini telah beralih daripada pekerja perkhidmatan makanan kepada seorang penggiat kraf (*craft professional*). Peranan barista telah bertransformasi daripada sekadar penyedia minuman kepada duta jenama dan penghubung utama antara strategi perniagaan dengan pengalaman pelanggan. Kejayaan penjenamaan semula syarikat kopi kini bergantung pada kakitangan yang tidak hanya menguasai kemahiran teknikal kopi, tetapi juga menghayati dan menyampaikan nilai teras jenama secara tulen, terutamanya melalui empati dan konsistensi dalam perkhidmatan (Perfect Daily Grind, 2025).

Sehubungan itu, program Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) terutama di bawah Kolej Komuniti perlu berevolusi daripada sekadar penyedia latihan kemahiran kepada perintis pembangunan profesional yang holistik. Ini selaras dengan peranan TVET sebagai pemacu utama dalam agenda pembangunan modal insan negara, seperti yang digariskan dalam Rancangan Malaysia Ke-12 (2021-2025) dan Dasar TVET Negara 2030. Kolej Komuniti pula selaku antara penyedia latihan bagi pembelajaran sepanjang hayat (PSH) di Malaysia menggalas tanggungjawab sebagai medium pemindahan ilmu kemahiran berasaskan permintaan kepada komuniti melalui penawaran kursus pendek.

2.0 Latar Belakang Kajian

Walaupun permintaan terhadap barista mahir semakin meningkat, sistem pendidikan vokasional sedia ada sering berhadapan dengan cabaran. Antara kritikan utama ialah sifat program yang terlalu dipacu oleh penawaran (*supply-driven*), yang mengakibatkan wujudnya ketidakpadanan antara kurikulum yang ditawarkan dengan keperluan kemahiran industri yang sentiasa berubah dan dinamik (Wan Chang Da, 2025). Jurang ini menjadi lebih ketara dalam bidang kraf seperti barista, di mana set kemahirannya merupakan gabungan kompleks antara dua jenis pengetahuan: pengetahuan eksplisit dan pengetahuan tasit.

Pengetahuan eksplisit merujuk kepada ilmu yang boleh dikodifikasi, mempunyai prosedur, dan boleh diajar secara langsung, seperti kaedah mengoperasikan mesin espresso, belajar resipi minuman atau langkah-langkah membersihkan peralatan. Manakala, pengetahuan tasit adalah pengetahuan

yang berasaskan pengalaman, intuisi, dan konteks, yang amat sukar untuk diartikulasikan atau dipindahkan melalui kaedah pengajaran konvensional (Adler, P. S., 1996). Kemahiran seperti merasa pengekstrakan espresso yang sempurna atau teknik pergerakan tangan semasa menghasilkan seni latte adalah contoh pengetahuan tasit yang menjadi perbezaan antara seorang amatir dengan seorang profesional barista. Malangnya, aspek pengetahuan tasit ini sering diabaikan dalam struktur latihan formal. Tenaga pengajar hanya menekankan latihan yang berterusan sahaja yang mampu memberikan penguasaan terhadap kemahiran tasit ini. Tanpa satu model pemindahan ilmu yang berstruktur dan holistik yang memberi penekanan seimbang kepada kedua-dua jenis pengetahuan ini, peserta kursus PSH kolej komuniti berisiko kekurangan daya saing berbanding mereka yang dilatih di akademi swasta yang berorientasikan industri atau mereka yang menimba pengalaman secara langsung di tempat kerja (Coffee Academy, n.d).

Pemindahan ilmu didefinisikan sebagai satu proses di mana individu atau kumpulan dalam sesebuah organisasi berkongsi pengetahuan, kemahiran, dan idea yang relevan untuk mencapai matlamat bersama (Abinbuhaybeha, 2023). Proses ini melangkaui sekadar penghantaran maklumat; ia merupakan satu dialog transformatif yang bertujuan untuk membina pemahaman dan keupayaan baharu dalam diri penerima Ohlsson, J. (2023). Literatur pengurusan pengetahuan mengenal pasti beberapa corak proses pemindahan ilmu, termasuk proses linear (dari sumber ke penerima), proses kitaran (melibatkan maklum balas dan penambahbaikan berterusan), dan proses dinamik pelbagai arah (interaksi kompleks antara pelbagai pihak) (Ward, V., House, A., dan Hamer, S., 2009). Dalam konteks pendidikan vokasional yang dinamik seperti latihan barista, proses dinamik pelbagai arah adalah yang paling relevan kerana ia melibatkan interaksi berterusan antara pengajar, peserta kursus, penyedia latihan dan pengamal industri.

Secara umumnya, proses pemindahan ilmu yang berkesan merangkumi lima komponen teras: (1) pengenalan masalah atau keperluan pengetahuan; (2) pembangunan dan pemilihan pengetahuan yang relevan; (3) analisis konteks di mana ilmu akan digunakan; (4) pelaksanaan aktiviti atau intervensi pemindahan; dan (5) penggunaan dan internalisasi pengetahuan tersebut oleh penerima (Ward, V., House, A., dan Hamer, S., 2009).

Kolej Komuniti memainkan peranan penting dalam ekosistem TVET negara sebagai institusi yang menyediakan akses pendidikan dan latihan yang meluas dan mampu milik kepada komuniti setempat, selaras dengan agenda pembelajaran sepanjang hayat (Suhana et al., 2025). Melalui inisiatif seperti program upaya bakat dan program pembangunan usahawan, institusi pengajian tinggi awam telah menunjukkan keupayaan untuk memindahkan ilmu dan teknologi kepada komuniti dan industri (Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 2022). Kolej Komuniti Segamat, sebagai contoh, telah melaksanakan program PSH seperti Usahawan Mini Cafe Barista yang menunjukkan potensi besar permintaan kursus ini dalam bidang latihan barista (Noreles et. al., 2024). Kehadiran peserta yang terdiri dari pelbagai lapisan masyarakat, berbeza latar belakang akademik, peringkat umur yang berbeza dan bercampur etnik

menunjukkan betapa signifikan penganjuran program berasaskan Latihan Barista kepada komuniti, terutama kepada masyarakat di negeri Johor.

Justeru, kertas kerja ini mencadangkan Model Pemindahan Ilmu Bersepadu untuk modul Latihan Barista yang dianjurkan oleh Kolej Komuniti kepada komuniti. Model ini direka bentuk seiring dengan perkembangan terkini industri Barista, holistik dan progresif, berdasarkan pengalaman penganjuran kursus Barista sebelum ini dan maklum balas peserta kursus setelah menceburi bidang Barista. Keunikan pembangunan modul ini adalah ianya merupakan penyatuan kekuatan Kolej Komuniti dalam pengalaman mengendalikan program-program pembangunan kemahiran komuniti, keusahawan, integrasi digital dan disokong dengan teori-teori berkaitan pembelajaran orang dewasa.

3.0 Pembangunan Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual ini akan dibina berdasarkan analisis kritikal dari kajian literatur terdahulu, termasuk teori-teori teras dalam pembelajaran orang dewasa. Kerangka ini mengandungi beberapa fasa yang signifikan dalam melahirkan bukan sahaja seorang Barista yang kompeten tetapi juga bakal usahawan kafe kontemporari yang boleh menyumbang kepada ekonomi tempatan, selaras dengan misi kolej komuniti.

Pembangunan Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista adalah selaras dengan anjakan paradigma dalam pendidikan TVET, di mana tumpuan beralih daripada pemindahan ilmu individu kepada pembangunan kemahiran yang mengintegrasikan pembelajaran merentasi konteks kerja dan komuniti di peringkat negara mahupun dalam kalangan komuniti setempat (Syed Chear, S. L., 2025). Pendekatan eklektik ini disokong oleh dua model pembelajaran yang telah diaplikasikan dalam sistem pembelajaran di negara kita iaitu Pembelajaran Berasaskan Kerja (*work based learning*) dan Model Komuniti Pembelajaran Profesional (*Professional Learning Community Model*).

Menurut Azian dan Zuliana (2018), Pembelajaran Berasaskan Kerja (PBK) berfungsi sebagai mekanisme penting untuk mewujudkan organisasi pembelajaran dalam sesebuah institusi. Transformasi ini amat relevan dengan perubahan dinamik abad ke-21, terutamanya bagi institusi pendidikan yang bertanggungjawab melahirkan generasi berilmu di masa hadapan. Konsep organisasi pembelajaran, yang menyediakan ruang dan peluang pembelajaran berterusan, adalah kritikal untuk meningkatkan kualiti, daya saing, dan kecemerlangan. Dengan mengadaptasi pendekatan pengurusan organisasi pembelajaran, sesebuah institusi, mahupun organisasi, akan lebih bersedia untuk bersaing dan menyesuaikan diri dalam dunia global tanpa sempadan.

Menurut Pandian, V. et al. (2023) pula, Komuniti Pembelajaran Profesional (KPP) adalah satu kumpulan profesional yang menggabungkan matlamat dan tujuan yang sama. Melalui interaksi antara satu sama lain, mereka memperoleh dan menyebarkan pengetahuan, yang akhirnya memacu penambahbaikan dalam amalan melalui aktiviti kolaborasi. Antara unsur utama dalam KPP ialah perkongsian matlamat, pembelajaran kolektif, dan perkongsian amalan terbaik. Namun begitu, faktor kepimpinan dikatakan memainkan peranan utama dalam menjamin kejayaan pelaksanaan model KPP ini.

Kerangka Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista ini dibina berasaskan pendekatan fasa berurutan yang holistik, bertujuan memastikan pemindahan pengetahuan dan kemahiran teknikal bukan sahaja berlaku secara teoritikal, malah selari dengan amalan sebenar di industri. Model ini dibahagikan kepada empat fasa utama, setiap satunya berfokuskan aktiviti utama dan diukur melalui hasil pembelajaran yang jelas.

Fasa pertama, Asimilasi, adalah peringkat asas di mana fokus diletakkan pada pemahaman konsep melalui kaedah konvensional seperti kuliah, demonstrasi, dan latihan makmal. Matlamat utama ialah membina asas pengetahuan teori yang kukuh dan kemahiran teknikal asas dalam persekitaran yang terkawal. Hasil fasa ini adalah penguasaan teori asas dalam industri kopi dan prosedur operasi standard (SOP) bagi penyediaan kopi.

Setelah asas kukuh dikuasai, peserta akan beralih ke fasa Pembudayaan, yang merupakan peralihan kepada pendekatan praktikal. Di sini, aktiviti Pementoran dan Amalan Terbaik Industri ditekankan untuk membantu membangunkan kemahiran sensori serta teknik jitu, memindahkan ilmu tersirat (*tacit knowledge*) daripada mentor profesional kepada peserta. Pelaksanaan fasa ini adalah melalui sesi amali dalam kumpulan kecil dengan bimbingan peribadi daripada pengajar yang bertindak sebagai mentor, sesi maklum balas satu-sama-satu, aktiviti tunjuk ajar rakan sebaya (*peer-coaching*), dan penggunaan jurnal refleksi untuk peserta merekodkan pemerhatian dan pembelajaran mereka.

Seterusnya, fasa Pengukuhan merupakan fasa untuk menyatukan ilmu dan kemahiran yang diperoleh melalui penglibatan aktif bersama komuniti yang terpilih. Peserta akan ditugaskan untuk memberi khidmat secara percuma kepada sekumpulan pelanggan bagi mendapatkan maklum balas produk dan perkhidmatan yang diberi. Interaksi bersama pelanggan ini amat penting untuk membina resipi autentik setiap Barista dan meluaskan jaringan sosial, seterusnya memastikan kemahiran yang diperoleh relevan dan berkekalan. Matlamat akhir ialah membina satu ekosistem pembelajaran sosial di mana peserta, tenaga pengajar, dan pengamal industri dapat berinteraksi, berkongsi amalan terbaik berdasarkan pengalaman, menyelesaikan masalah bersama, dan membina identiti profesional kolektif.

Akhir sekali, fasa Pengiktirafan dicapai melalui Latihan Industri, di mana peserta diuji dalam persekitaran kerja sebenar. Hasil pembelajaran terakhir ini adalah demonstrasi kecekapan dan profesionalisme di tempat kerja, yang berfungsi sebagai kayu pengukur bahawa pemindahan ilmu telah berjaya dilaksanakan, dan peserta bersedia untuk memasuki pasaran kerja. Program latihan industri secara berstruktur dilaksanakan di kafe-kafe rakan kongsi yang telah dipilih. Prestasi peserta dinilai secara bersama oleh penyelia industri dan tenaga pengajar dari kolej komuniti berdasarkan senarai semak kompetensi yang jelas. Fokus pembelajaran fasa ini adalah mengaplikasi, menguji, dan mengesahkan semua pengetahuan teknikal dan kemahiran insaniah yang telah dipelajari dalam tekanan dan dinamik persekitaran kerja sebenar. Fasa ini kritikal untuk memastikan peserta kursus benar-benar bersedia menghadapi

cabaran industri dan dapat mengurangkan jurang antara latihan dan pekerjaan.

Jadual berikut merumuskan Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista:

	Fasa Model	Aktiviti Utama	Hasil Pembelajaran
Fasa 1	Asimilasi	Kuliah, Demonstrasi, Latihan Makmal	Menguasai teori asas & Prosedur Operasi Standard
Fasa 2	Pembudayaan	Pementoran, Amalan Terbaik Industri	Membangunkan kemahiran sensori & teknik yang tepat
Fasa 3	Pengukuhan	Perkongsian Amalan Terbaik	Membina pengetahuan kolektif dan rangkaian profesional
Fasa 4	Pengiktirafan	Latihan Industri	Menunjukkan kecekapan dan profesionalisme di tempat kerja

Kerangka Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista

4.0 Implikasi dan Cadangan Pelaksanaan

Pelaksanaan Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista memerlukan anjakan paradigma dalam reka bentuk kurikulum dan penilaian. Kurikulum perlu distrukturkan secara modular untuk menyokong peralihan yang lancar antara keempat-empat fasa. Bahan pengajaran harus melangkaui nota kuliah dan manual teknikal; ia perlu diperkaya dengan kajian kes dari industri tempatan, koleksi video demonstrasi teknik oleh pakar, dan platform digital interaktif untuk menyokong pembelajaran teradun (*blended learning*) (Zamiri, M., dan Esmaeili, A., 2024). Sistem penilaian juga mesti diubah suai berdasarkan objektif pembelajaran yang ditetapkan.

Kejayaan model ini amat bergantung pada keupayaan tenaga pengajar. Mereka bukan lagi sekadar penyampai maklumat, tetapi adalah fasilitator, mentor, dan pembina komuniti. Oleh itu, pembangunan profesional berterusan adalah kritikal. Tenaga pengajar yang disediakan oleh kolej komuniti harus diwajibkan untuk menjalani program sangkutan industri secara berkala bagi memastikan pengetahuan dan kemahiran mereka sentiasa relevan dengan amalan industri terkini (Ramadhani, R. I. dan Muya, F., 2025). Selain itu, latihan khusus perlu disediakan untuk meningkatkan kemahiran mereka dalam

bidang pementoran, tunjuk ajar (*coaching*), dan teknik menjadi fasilitator yang berkesan.

Kerjasama yang erat dan bermakna dengan industri adalah tulang belakang kepada model ini. Penubuhan Jawatankuasa Penasihat Industri (IAC), membuat Memorandum Persefahaman (MoU) yang jelas, dan mewujudkan platform penglibatan berterusan antara strategi untuk menyokong model pembelajaran Barista ini. Mewujudkan platform yang menggalakkan penglibatan industri perlu dilakukan secara berterusan, bukan hanya secara bermusim. Ini boleh merangkumi penganjuran bersama acara komuniti seperti pertandingan barista, siri bengkel terbuka, atau projek penyelidikan dan inovasi berteraskan komuniti yang boleh menangani isu-isu relevan kepada industri tempatan.

5.0 Kesimpulan

Ledakan budaya kopi khas di Johor memberikan peluang keemasan dan pada masa yang sama, cabaran signifikan kepada institusi TVET seperti kolej komuniti. Untuk melahirkan peserta kursus barista yang benar-benar berdaya saing, pendekatan latihan konvensional yang hanya memfokuskan kepada pengetahuan eksplisit adalah tidak lagi mencukupi. Kertas konsep ini telah menghujahkan bahawa pemindahan ilmu yang berkesan dalam bidang kraf ini memerlukan satu pendekatan bersepadu yang mengiktiraf, menghargai, dan secara sistematik memupuk kedua-dua dimensi pengetahuan—eksplisit dan tasit.

Model Pemindahan Ilmu Latihan Barista yang dicadangkan menawarkan satu rangka kerja yang komprehensif, progresif, dan berasaskan teori. Dengan melalui empat fasa—Asimilasi, Pembudayaan, Pengukuhan, dan Pengiktirafan—model ini bertujuan untuk membimbing peserta dalam satu perjalanan pembelajaran holistik. Ia bermula dengan pembinaan asas teori yang kukuh, diikuti dengan pembangunan kemahiran tasit melalui pementoran, diperkukuhkan melalui pembelajaran sosial dalam Perkongsian Amalan Terbaik, dan akhirnya diiktiraf melalui pengalaman sebenar dalam industri melalui Latihan Industri.

Pelaksanaan model ini berpotensi untuk meletakkan kolej komuniti di Johor sebagai peneraju dalam melahirkan peserta kursus barista yang bukan sahaja berkemahiran tinggi dari segi teknikal, tetapi juga profesional, inovatif, dan benar-benar sedia industri. Pada masa hadapan, penyelidikan seterusnya dicadangkan untuk melaksanakan program rintis berdasarkan Model yang dibangunkan dan menilai keberkesanannya secara empirikal. Kajian perbandingan antara prestasi peserta kursus dari model ini dengan peserta kursus dari program latihan lain juga boleh dijalankan untuk mengesahkan lagi kelebihanannya. Selain itu, penerokaan peranan teknologi digital, seperti realiti maya (VR) dan realiti terimbuh (AR), dalam meningkatkan keberkesanan pemindahan pengetahuan tasit boleh menjadi satu lagi cabang penyelidikan yang menarik.

Rujukan

- Abinbuhaybeha, M. M. S. (2023). Knowledge Transfer: A Critical Review of Research Approaches. *International Journal for Global Academic & Scientific Research*, 2(1), 41–52. <https://doi.org/10.55938/ijgasr.v2i1.37>
- Adler, P. S. (1996). The Dynamic Relationship Between Tacit and Codified Knowledge: Comments On Ikujiro Nonaka's "Managing Innovation As An Organizational". University of Southern California. <http://faculty.marshall.usc.edu/Paul-Adler/research/Tacit%20to%20explicit%20draft-1.pdf>
- Ahmad, H. H., Chern, A. W., & Saleh, S. K. (2023). Coffee production and its contribution to sustainable development in Malaysia. *Labuan Bulletin of International Business & Finance*, 21(1), 23–30. https://www.researchgate.net/publication/374648018_COFFEE_PRODUCTION_AND_ITS_CONTRIBUTION_TO_SUSTAINABLE_DEVELOPMENT_IN_MALAYSIA
- Asplund, F., & Flening, E. (2021). Boundary Spanning at Work Placements: Challenges to Overcome, and Ways to Learn in Preparation for Early Career Engineering. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 50–69. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1889467>
- Azian Ismail dan Zuliana Aliman. (2018). Pengenalan kepada Pembelajaran Berasaskan Kerja (Work Based Learning). Kertas Kerja. Repositori Politeknik Merlimau. Diperoleh daripada <http://www.pmm.edu.my/zxc/pustaka/writing/pmm/PENGENALAN%20KEPADA%20PEMBELAJARAN%20BERASASKAN%20KERJA%20%28PBK%29%20pdf.pdf>
- Baharuddin, S., Zulhasni, I., Saqib, M., & Nooriza Ibrahim. (2025). TVET Education for Community Education 5.0 in Malaysia. *Semarak International Journal of Innovation in Learning and Education*. 4. 27-41. 10.37934/sijle.4.1.2741.
- Coffee Academy. (n.d.). The Ultimate Barista Toolkit: Essential Equipment Every Barista Needs. Diperoleh daripada <https://coffeeacademy.com.my/the-ultimate-barista-toolkit-essential-equipment-every-barista-needs>
- DagangNews.com. (2023, Oktober 25). Kafe kopi di Malaysia: Membru hubungan, persaingan dan kreativiti. Diperoleh daripada <https://dagangnews.com/kafe-kopi-di-malaysia-membru-hubungan-persaingan-dan-kreativiti>
- Noreles Ali, Salasiah Amin, & Norashikin Samah. (2024). Artikel Utama. *AKADEMIA KKS* (Buletin Kolej Komuniti Segamat).

https://kksegamat.mypolycc.edu.my/images/pdf-file/AKADEMIAKKS_draf.pdf

- Ohlsson, J. (2023). Knowledge transfer as transformative dialogue: a pedagogical view on learning and meta-knowledge transfer in a leadership development program. *Journal of Organizational Change Management*, 36(8), 117–128. <https://doi.org/10.1108/JOCM-03-2023-0100>
- Pandian, V., Ishak, R., Awang, M., & Balasundran, K. (2023). Model Komuniti Pembelajaran Profesional: Satu Analisis Kandungan (Professional Learning Community Model: A Content Analysis). *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 5(2), 52–65. <https://doi.org/10.55057/ijares.2023.5.2.9>
- Perfect Daily Grind. (2025, Julai 16). How to attract and retain the best baristas & roasters. <https://perfectdailygrind.com/2025/07/how-to-hire-best-baristas-and-roasters-coffee-jobs/>
- Ramadhani, R. I. dan Muya, F. (2025). The Role of Industrial Attachment in Enhancing Technical, Soft, and Pedagogical Skills of TVET Teaching Staff in Tanzania. *Journal of Research in Innovative and Extended Education*, 9(1), 340–350. Diperoleh daripada <https://jriiejournal.com/wp-content/uploads/2025/02/JRIIE-9-1-027.pdf>
- Syed Chear, S. L. . (2025). Prospek TVET di Institut Pengajian Tinggi Malaysia. *EDUCATUM Journal of Social Sciences*, 11(1), 98-112. <https://doi.org/10.37134/ejoss.vol11.1.9.2025>
- Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. (2022, 12 Jun). Program Pemindahan Ilmu FPTV, Bantu Pelajar Sekolah Kuasai Teknologi Arduino. *UTHM News Portal*. Diperoleh daripada <https://news.uthm.edu.my/ms/2022/06/program-pemindahan-ilmu-fptv-bantu-pelajar-sekolah-kuasai-teknologi-arduino/>
- Wan Chang Da. (2025, Januari 20). *TVET In Malaysia's Human Resource Development: Plans, Realities And 'Game Changers'*. (ISEAS Perspective, No. 5). ISEAS – Yusof Ishak Institute.
- Ward, V., House, A., & Hamer, S. (2009). Developing a framework for transferring knowledge into action: a thematic analysis of the literature. *Journal of Health Services Research & Policy*, 14(3), 156–164. <https://doi.org/10.1258/jhsrp.2009.008120>

- Yahaya, A., & Bahari, M. S. (2010). Teori-teori tingkah laku berisiko. [Unpublished]. Institusi Repositori UTM. <http://eprints.utm.my/10403/>
- Zamiri, M., & Esmaeili, A. (2024). Methods and Technologies for Supporting Knowledge Sharing within Learning Communities: A Systematic Literature Review. *Administrative Sciences*, 14(1), 17. <https://doi.org/10.3390/admsci14010017>



**KOLEJ KOMUNITI
SEGAMAT**

KOLEJ KOMUNITI SEGAMAT

No. 24-34, Jln. Putra I/I Bandar Putra
85000 Segamat, Johor
Tel: 07-9431633 | Faks: 07-9436075

E-mel: kksegamat@kkseg.edu.my

Laman Web Rasmi: <https://kksegamat.mypolycc.edu.my/>