

Perisian Dinamik Ketebalan Turapan Jalan: Pendekatan Baharu dalam Pengajaran Pavement Engineering.

Suriah binti Mohamad^{1*}, Nurul Qamar bin Hazni¹, & Amran bin Asan¹

¹Civil Engineering Department, Politeknik Port Dickson, Negeri Sembilan, Malaysia

*Corresponding author E-mail: suriah@polipd.edu.my

Abstract

Perisian ini dibangunkan sebagai satu sistem pintar untuk memudahkan proses mereka bentuk ketebalan turapan lentur jalan raya, mengikut panduan dalam Arahan Teknik Jalan (ATJ) oleh JKR. Topik ini adalah penting dalam modul *Pavement Engineering*, namun sering menjadi cabaran kepada pelajar, khususnya di peringkat diploma. Sebelum ini, pelajar perlu membuat pengiraan secara manual menggunakan formula dan jadual dalam manual, yang bukan sahaja mengambil masa tetapi juga sukar difahami. Akibatnya, minat dan pencapaian pelajar terjejas, sekali gus menyukarkan persediaan mereka untuk kerjaya dalam bidang kejuruteraan jalan raya. Bagi mengatasi masalah ini, perisian ini direka bentuk untuk menjadikan proses pembelajaran lebih mudah dan berkesan. Dengan antaramuka yang mesra pengguna, pelajar hanya perlu memasukkan maklumat asas dan memilih parameter yang berkaitan. Sistem ini kemudian akan menjalankan analisis dan menghasilkan rekabentuk turapan lengkap, termasuk ketebalan dan rajah yang tepat. Perisian ini bukan sahaja membantu pelajar, tetapi juga berguna untuk pensyarah, jurutera JKR, dan perunding kejuruteraan. Ia dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan JavaScript dan telah diuji oleh pelajar, pensyarah, dan jurutera profesional. Seramai 50 orang pelajar telah memberikan maklum balas terhadap keberkesanan perisian ini, dan hasil dapatan menunjukkan skor purata keseluruhan sebanyak 4.19 daripada 5.00. Maklum balas yang diterima amat positif, membuktikan bahawa perisian ini dapat meningkatkan kefahaman dan kemahiran pelajar dalam rekabentuk turapan jalan.

Key Words: Aliran trafik, masa kitaran, persimpangan isyarat, kesesakan jalan raya, jejambat, nisbah kadar aliran

1.0 Pengenalan

Inovasi yang berkesan dalam pendidikan bergantung kepada cara ia diintegrasikan secara menyeluruh dalam sistem pembelajaran, selaras dengan keperluan pelajar abad ke-21. Apabila pelajar didedahkan kepada pendekatan yang interaktif, berasaskan teknologi dan berpusatkan pelajar, mereka menunjukkan peningkatan dalam kefahaman, motivasi, dan kebolehan menyelesaikan masalah secara kritikal (Noraini et al., 2021). Inovasi dalam pendidikan merangkumi idea, kaedah, atau alat baharu yang memberikan nilai tambah kepada proses pembelajaran dan dianggap relevan serta berkesan dalam konteks tertentu (OECD, 2018).

Menurut Dzin & Yusof (2020), inovasi merujuk kepada penciptaan atau penambahbaikan yang bukan sahaja baharu, tetapi juga memberi nilai tambah dan kelebihan berbanding pendekatan sebelumnya. Di Malaysia, inovasi terus menjadi teras utama dalam pembangunan negara, termasuk dalam bidang pendidikan, melalui penerapan teknologi, pemikiran kreatif dan penyelesaian berimpak tinggi. Pendekatan ini selari dengan aspirasi Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013–2025 yang menekankan pembudayaan inovasi dalam kalangan pendidik dan pelajar untuk melahirkan modal insan yang kompeten dan berdaya saing di peringkat global (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Sehubungan itu, inovasi yang diperkenalkan dalam projek ini adalah pembangunan sebuah perisian pendidikan. Perisian ini direka untuk membantu pelajar dalam proses mereka bentuk ketebalan turapan lentur jalan raya berdasarkan panduan rasmi Arahan Teknik Jalan (ATJ) terbitan JKR, (2013). Topik ini merupakan sebahagian daripada subjek *Highway and Traffic Engineering*, yang lazimnya dianggap mencabar. Perisian ini dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan JavaScript dan disokong oleh dokumen dalam Microsoft Word dan Excel.

5.0 1.1 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah:

- i. Membangunkan perisian pintar yang memudahkan proses mereka bentuk ketebalan turapan lentur jalan raya mengikut panduan Arahan Teknik Jalan (ATJ) oleh JKR, (2013).
- ii. Meningkatkan kefahaman dan kemahiran pelajar dalam topik rekabentuk turapan melalui pendekatan pembelajaran interaktif dan automatik

6.0 1.2 Pernyataan Masalah

Dalam dunia pendidikan masa kini, inovasi bukan sekadar simbol perubahan, tetapi menjadi asas kepada penyelesaian terhadap pelbagai cabaran pedagogi. Ia hadir dalam pelbagai bentuk — sama ada melalui dasar baharu, pendekatan pengajaran yang lebih inklusif, mahupun penggunaan teknologi sebagai alat bantu pembelajaran. Inovasi ini berperanan merapatkan jurang kefahaman antara pelajar dan pengajar, khususnya dalam bidang yang bersifat teknikal dan abstrak (Yunos et al., 2022).

Salah satu cabaran yang signifikan dalam pengajaran kejuruteraan awam ialah topik rekabentuk ketebalan turapan lentur, yang menjadi komponen teras dalam modul *Pavement Engineering* berdasarkan garis panduan Jabatan Kerja Raya (JKR). Walau bagaimanapun, topik ini sering dianggap sukar oleh pelajar, terutama apabila proses pembelajarannya bergantung sepenuhnya kepada kaedah manual. Kaedah ini memerlukan pelajar menghafal formula serta merujuk pelbagai jadual, yang bukan sahaja membebankan malah kurang menarik. Keadaan ini sering menyebabkan tekanan, kekeliruan, dan kemerosotan minat dalam kalangan pelajar (Ismail & Hassan, 2021).

Sebagai respon terhadap permasalahan tersebut, perisian ini dibangunkan dengan matlamat untuk mentransformasi pengalaman pembelajaran pelajar. Ia direka bentuk dengan antaramuka yang mesra pengguna dan intuitif, bagi menjadikan proses pengajaran lebih interaktif, menyeronokkan, dan berfokus kepada pemahaman konsep. Melalui penggunaan visual dan simulasi secara dinamik, pelajar dapat memahami logik di sebalik setiap pengiraan, bukan sekadar menghafal. Kajian menunjukkan bahawa kekurangan alat bantu pengajaran digital sering menjadi faktor utama pelajar gagal menguasai konsep asas, terutama dalam mata pelajaran berasaskan pengiraan (Rahim et al., 2020).

Lebih menarik lagi, kewujudan perisian ini turut menggalakkan pembelajaran berasaskan projek (PBL). Dahulu, ramai pelajar mengelak daripada memilih topik rekabentuk turapan lentur sebagai fokus kajian kerana dianggap rumit. Namun kini, dengan sokongan teknologi simulasi dan paparan visual realistik, mereka lebih berkeyakinan untuk meneroka bidang tersebut secara mendalam. Pendekatan berasaskan multimedia ini terbukti dapat meningkatkan kefahaman serta memupuk minat pelajar terhadap konsep-konsep teknikal yang kompleks (Aziz et al., 2023).

2.0 Kajian Literatur

2.1 Penggunaan Perisian dalam Pengajaran Kejuruteraan Jalan Raya

Kajian terkini oleh Ahmad, Z., & Rahman, R. A. (2021) meneliti keberkesanan perisian simulasi dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik rekabentuk jalan raya dalam kursus Kejuruteraan Awam. Hasil kajian menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan perisian interaktif menunjukkan peningkatan ketara dalam pencapaian akademik serta minat terhadap subjek berkenaan. Kajian ini menekankan bahawa integrasi teknologi pengajaran seperti simulasi visual dapat membantu menjelaskan konsep-konsep teknikal yang sukar difahami melalui kaedah tradisional.

2.2 Keberkesanan Perisian Kursus dalam Pengajaran Kejuruteraan Mekanikal

Menurut kajian oleh Mohamad, H., & Zulkifli, M. A. (2020), penggunaan perisian berbentuk kursus digital dalam pengajaran Kejuruteraan Mekanikal memberikan impak positif kepada kefahaman pelajar, selain membantu guru menyampaikan topik kompleks dengan lebih sistematik dan menarik. Kajian yang dijalankan di peringkat institusi pendidikan teknikal ini mendapati bahawa pendekatan ini meningkatkan kecekapan pengajaran serta memupuk pembelajaran aktif dalam kalangan pelajar.

2.3 Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) dalam Kejuruteraan Jalan Raya

Jamil, N. H., & Othman, N. (2022) menjalankan kajian mengenai keberkesanan PBK dalam pengajaran kursus jalan raya. Kajian tersebut mendapati bahawa PBK yang direka secara interaktif dan kontekstual mampu meningkatkan pemahaman konsep serta keupayaan pelajar dalam menyelesaikan masalah berkaitan rekabentuk jalan. Pelajar juga menunjukkan tahap keyakinan yang lebih tinggi apabila berhadapan dengan tugas praktikal.

2.4 Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Interaktif dalam Meningkatkan Motivasi Pelajar

Kajian oleh Yusof, N. A., & Hassan, W. N. W. (2021) mendapati bahawa aplikasi pembelajaran interaktif, terutamanya yang menggunakan pendekatan gamifikasi dan elemen visual, mampu meningkatkan motivasi dan minat pelajar dalam subjek teknikal. Hasil kajian menunjukkan pelajar lebih terlibat secara aktif dan lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak, khususnya dalam bidang sains dan kejuruteraan.

2.5 Pendekatan Pembelajaran Kontekstual dalam Pendidikan Kejuruteraan

Dalam kajian oleh Aziz, M. S., & Latif, S. H. (2023), pendekatan pembelajaran kontekstual diterapkan dalam pengajaran Kejuruteraan Awam bagi membantu pelajar mengaitkan konsep teknikal dengan situasi dunia sebenar. Kajian tersebut mendapati bahawa pendekatan ini dapat meningkatkan tahap kefahaman pelajar serta membantu dalam membina kemahiran penyelesaian masalah yang lebih mantap dan relevan dengan keperluan industri.

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Pengenalan

Dalam usaha membangunkan perisian pembelajaran ini, penting untuk ada satu panduan yang jelas supaya proses pembinaan berjalan lancar dan mencapai matlamatnya. Dalam bidang pendidikan, memang banyak model yang boleh digunakan untuk membina bahan pengajaran yang berkesan. Antara model yang sering digunakan termasuklah model ADDIE, ASSURE dan juga model Jamalludin et al. (2001). Setiap model ini mempunyai langkah-langkah tertentu, tetapi dalam projek ini, pembangun memilih untuk menggunakan model ADDIE sebagai panduan utama.

3.2 Pemilihan Model ADDIE

Model ADDIE dipilih kerana ia mudah difahami dan sesuai digunakan oleh mereka yang baru dalam pembangunan perisian pendidikan. Ia juga merupakan model asas yang menjadi rujukan banyak model lain. Menurut Jamalludin Harun et.al (2001), kita tidak perlu guna banyak model untuk membina satu perisian — cukup dengan satu model yang sesuai dan praktikal. Model ADDIE memberi panduan langkah demi langkah, dari mula hingga akhir. Ia bantu pembangun untuk sentiasa berada di landasan yang betul dan tidak terlepas pandang perkara penting semasa membina perisian ini.

3.3 Langkah-langkah dalam Model ADDIE

Model ADDIE mengandungi lima langkah utama:

i. **Analisis**

Pada fasa ini, masalah yang dihadapi oleh pelajar dan pensyarah dikenal pasti. Kami mengumpul maklumat tentang apa yang menyukarkan pelajar memahami topik rekabentuk turapan lentur supaya penyelesaian yang betul dapat dibina.

ii. **RekaBentuk**

Kami merancang struktur dan susun atur perisian supaya mudah digunakan dan mesra pengguna. Ini termasuk rancangan antaramuka, kandungan, dan cara pelajar berinteraksi dengan perisian.

iii. **Pembangunan**

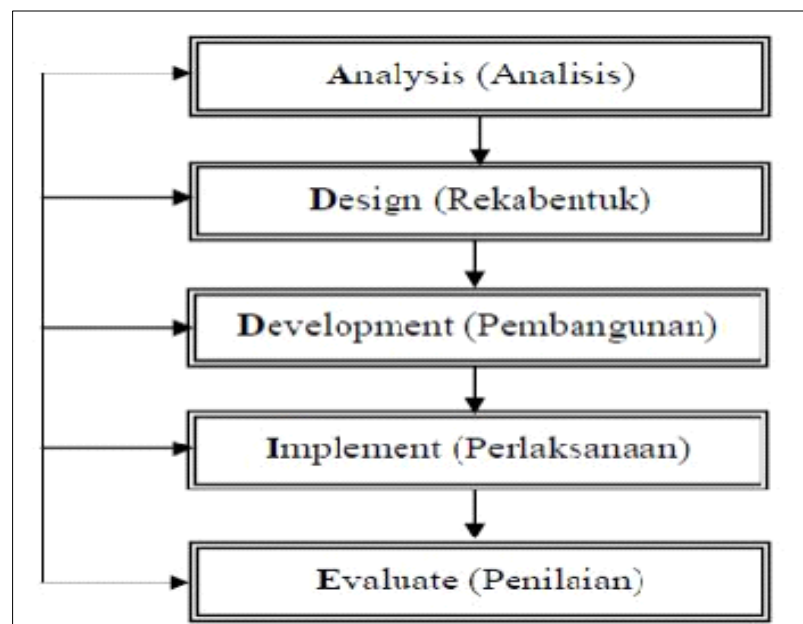
Perisian dibina berdasarkan reka bentuk yang telah dirancang. Bahasa pengaturcaraan seperti JavaScript digunakan untuk menghasilkan perisian lengkap dengan fungsi dan grafik.

iv. **Pelaksanaan**

Perisian diuji oleh pelajar dan pensyarah. Mereka menggunakan perisian dan memberi maklum balas tentang kemudahan penggunaan dan keberkesanan pembelajaran.

v. **Penilaian**

Penilaian dilakukan sepanjang dan selepas proses pembangunan untuk memastikan perisian berfungsi dengan baik dan membantu pelajar memahami topik dengan lebih mudah dan menyeronokkan.



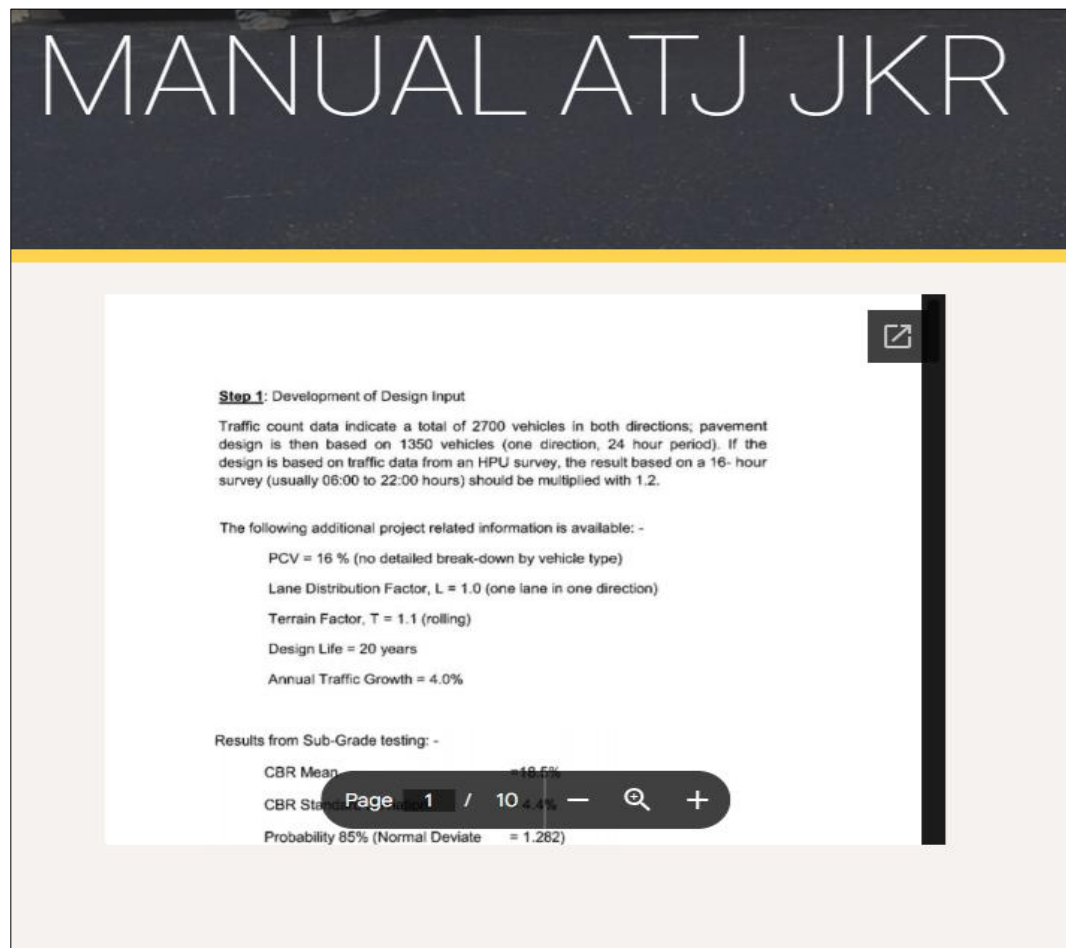
Rajah 1: Model ADDIE

Inovasi yang dilakukan adalah dengan membangunkan sebuah perisian yang mampu mengira, menganalisis, dan memproses data dengan lebih pantas dan tepat. Perisian ini juga secara automatik memaparkan gambar rajah ketebalan turapan serta nilai yang tepat untuk rekabentuk turapan lentur. Sebelum ini, pengiraan dibuat secara manual menggunakan rumus dan formula yang terdapat dalam manual Arahan Teknik Jalan (ATJ) JKR, (2013), yang memerlukan masa dan perhatian lebih. Perisian ini dibina menggunakan platform Google Site, serta disokong dengan dokumen dari Microsoft Excel dan Word untuk memudahkan proses pembelajaran dan rujukan.

3.4 Cara Operasi

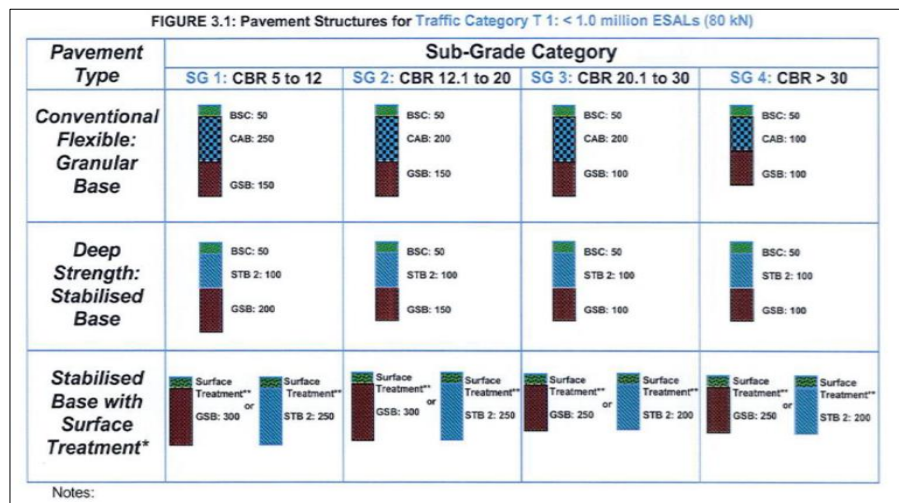


Rajah 2 : Laman Web Aplikasi



Rajah 3 : Kaedah Pengiraan Manual ATJ JKR

PAVEMENT DESIGN MANUAL			
V	5000	PCV	16
ADT	2500		
L	1	Refer Table 2	
T	1.1	Refer Table 3	
LEF	3.5	Refer Table 1	
TGF	29.78	Refer Table 4	
CALCULATE			
$ESAL_{Y1} \text{ (Base Year)} = ADT \times 365 \times P_{CV} \times LEF \times L \times T$			
ESAL_{Y1}	56210000		
Design Traffic over 20 Years; $ESAL_{DES} = ESAL_{Y1} \times TGF$			



Rajah 4 : Aplikasi Perisian ATJ JKR

4.0 Analisis Kajian dan Perbincangan

Borang soal selidik telah diberikan kepada responden sebanyak 50 orang pelajar semester 2 yang dipilih secara rambang. Hasil soal selidik adalah seperti di bawah:

Jadual 1: Hasil soal selidik

Bilangan	Item	Skor min	Sisihan piawai	Tafsiran / Tahap
1	Perisian ini mudah digunakan dan mesra pengguna.	4.32	0.47	Setuju / Baik
2	Antaramuka perisian ini membantu mempercepatkan proses rekabentuk.	4.65	0.48	Setuju / Baik
3	Perisian ini memudahkan pemahaman terhadap konsep rekabentuk turapan.	4.65	0.48	Setuju / Baik
4	Sistem berjaya menghasilkan ketebalan dan rajah rekabentuk dengan tepat	4.23	0.43	Setuju / Baik
5	Perisian ini mematuhi panduan dari Arahan Teknik Jalan (ATJ) JKR	4.87	0.34	Setuju / Baik
6	Perisian ini membantu saya memahami rekabentuk turapan dengan lebih baik.	4.65	0.48	Setuju / Baik
7	Saya lebih yakin melakukan rekabentuk turapan selepas menggunakan perisian ini.	4.65	0.48	Setuju / Baik
8	Perisian ini sesuai digunakan dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran	1.9	0.30	Tidak bersetuju / lemah
9	Perisian ini dapat menyokong tugas kejuruteraan secara profesional	4.87	0.34	Setuju / Baik
10	Saya mengesyorkan perisian ini kepada pengguna lain dalam bidang berkaitan	4.65	0.48	Setuju / Baik
11	Saya menjadi malas dalam merekabentuk turapan lentur dengan menggunakan perisian ini.	1.35	0.48	Tidak bersetuju / lemah
12	Perisian ini menambahkan minat saya terhadap topik ini	4.78	0.42	Setuju / Baik
13	Perisian ini sangat sesuai digunakan dalam projek-projek pelajar	5	0	Setuju / Baik
PURATA SKOR		4.19	0.40	Setuju / Baik

7.0 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, secara keseluruhannya, perisian dinamik ini mendapat penilaian yang sangat positif daripada pengguna. Skor purata sebanyak 4.19 menunjukkan pengguna secara umum bersetuju bahawa perisian ini mudah digunakan, mesra pengguna, dan membantu mempercepatkan serta memudahkan proses rekabentuk turapan lentur. Selain itu, perisian ini juga dipercayai dapat menghasilkan ketebalan dan rajah rekabentuk yang tepat serta mematuhi panduan rasmi dari Arahan Teknik Jalan (ATJ) JKR, (2013).

Pengguna juga melaporkan peningkatan pemahaman terhadap konsep rekabentuk serta keyakinan yang lebih tinggi dalam melakukan rekabentuk setelah menggunakan perisian ini. Perisian ini turut dianggap sangat sesuai untuk projek pelajar dan mendapat sokongan untuk digunakan secara profesional dalam bidang kejuruteraan.

Namun, terdapat penilaian rendah pada aspek kesesuaian perisian untuk aktiviti pengajaran dan pembelajaran secara langsung, serta penolakan terhadap anggapan bahawa perisian ini menyebabkan pengguna menjadi malas dalam merekabentuk secara manual. Secara keseluruhannya, perisian ini diterima dengan baik dan disyorkan untuk digunakan dalam konteks pembelajaran dan kejuruteraan.

Rujukan

- Ahmad, Z., & Rahman, R. A. (2021). Effectiveness of interactive simulation in teaching pavement design concepts in civil engineering education. *ASEAN Journal of Engineering Education*, 5(2), 27–35.
- Arahan Teknik Jalan ATJ 5/85. (2013). Jabatan Kerja Raya Malaysia.
- Aziz, M. S., & Latif, S. H. (2023). Contextual learning approaches in engineering education: Enhancing relevance and application. *International Journal of Technical Education*, 11(1), 44–56.
- Aziz, N. F. A., Mohd Noor, N. L., & Rahmat, N. H. (2023). Enhancing student engagement in engineering education through interactive multimedia tools. *Journal of Technical Education and Training*, 15(1), 45–58. <https://doi.org/10.30880/jtet.2023.15.01.005>
- Dzin, N. I. M., & Yusof, H. (2020). Innovation in education: Concept and practices in Malaysian context. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(7), 23–35. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v10-i7/7342>
- Ismail, R., & Hassan, M. N. (2021). Understanding student difficulties in structural pavement design: A case study in Malaysian polytechnics. *Malaysian Journal of Civil Engineering Education*, 7(2), 33–40.
- Jamalludin Harun, & Zaidatun Tasir. (2001). *Pembangunan perisian multimedia: Satu pendekatan sistematik (Edisi pertama)*. Kuala Lumpur: Venton Publishing.
- Jamil, N. H., & Othman, N. (2022). Computer-assisted learning in highway engineering: An empirical study among diploma students. *Malaysian Journal of Civil Engineering Education*, 8(1), 13–25.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013–2025*. Putrajaya: KPM.
- Mohamad, H., & Zulkifli, M. A. (2020). Digital courseware implementation in mechanical engineering classrooms: Impact on teaching effectiveness. *Journal of TVET Malaysia*, 6(2), 50–61.
- Noraini, I., Jamaluddin, S., & Farhana, N. (2021). Innovative teaching strategies and student engagement in higher education: A Malaysian perspective. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 18(2), 45–62. <https://doi.org/10.32890/mjli2021.18.2.3>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *Innovating education and educating for innovation: The power of digital technologies and skills*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264265097-en>
- Rahim, S. A., Zainuddin, N., & Latif, R. A. (2020). The effectiveness of visual simulation in enhancing students' conceptual understanding in engineering mathematics. *ASEAN Journal of Engineering Education*, 4(2), 15–24.
- Yunos, N. M., Aziz, A., & Rahman, M. H. A. (2022). Innovation in education: Bridging the gap between teaching and learning through technology. *Asian Journal of University Education*, 18(3), 22–35. <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i3.18954>
- Yusof, N. A., & Hassan, W. N. W. (2021). Interactive learning tools and student motivation in technical education. *Asian Journal of Learning and Teaching*, 7(1), 65–76.