

Pembangunan Modul Pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan

The Development of Electrical Installation of Building Automation Systems Learning Module

Nurul Arni Nadirah Jailani¹, Lee Ming Foong^{1*}

¹ Faculty of Technical and Vocational Education,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Parit Raja, 86400 Batu Pahat, Johor, MALAYSIA

*Corresponding Author: mflee@uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/ojtp.2026.11.01.012>

Maklumat Artikel

Diserah: 24 Januari 2026
Diterima: 16 Mac 2026
Diterbitkan: 30 Mac 2026

Kata Kunci

Sistem automasi bangunan, modul pembelajaran, pemasangan elektrik sistem automasi bangunan

Abstrak

Bidang pemasangan elektrik sistem automasi bangunan mula diperkenalkan di institusi-institusi pendidikan seperti di Kolej Vokasional, institusi pengajian tinggi awam juga swasta iaitu bagi memenuhi pengetahuan teori dan kemahiran praktikal pelajar dalam bidang automasi sebelum melangkah ke realiti sebenar alam pekerjaan. Namun, kursus ini berhadapan dengan isu seperti kekurangan bahan rujukan tambahan yang lebih menyeluruh dan interaktif, penggunaan media pembelajaran tambahan yang terhad, selain pencarian sumber rujukan secara atas talian mahupun di perpustakaan yang terbatas. Oleh itu, sebuah modul pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan dibangunkan bagi memenuhi keperluan daripada kekangan yang telah dikenal pasti. Pembangunan modul ini dilaksanakan dengan menerapkan penggunaan model instruksional prinsip pengajaran Merrill yang terdiri daripada lima prinsip utama iaitu (1) masalah yang tertumpu kepada tugas dunia sebenar; (2) pengaktifan; (3) demonstrasi; (4) aplikasi dan (5) integrasi. Manakala proses pembangunan modul pembelajaran ini adalah berpandukan model pembangunan modul latihan Colman (2022) yang terdiri daripada enam (6) langkah utama iaitu (1) tentukan masalah; (2) menetapkan objektif kajian; (3) cipta jenis modul latihan yang betul, (4) maklum balas dan semakan; (5) jalankan percubaan dengan kumpulan sasaran dan (6) buat versi akhir, muat naik dan pelancaran. Hasil daripada pengesahan pakar serta penilaian kebolegunaan oleh 6 orang pakar bidang teknikal, pedagogi dan multimedia mendapati bahawa modul ini sesuai untuk digunakan dalam sesi pengajaran dan pembelajaran kerana dapat membantu pemahaman pelajar terhadap sistem elektrik dalam aspek automasi bangunan. Selain itu, modul ini mencerminkan keberkesanan pendekatan interaktif yang digunakan dalam penghasilan juga pembangunan bahan pembelajaran. Ringkasnya, modul ini bukan sahaja dapat membantu meningkatkan penguasaan pelajar terhadap aspek teknikal berkaitan pemasangan elektrik, tetapi juga berfungsi sebagai salah satu alat bahan bantu

mengajar (ABBM) yang relevan dengan keperluan pendidikan serta industri automasi terkini.

Keywords

Building automation system, learning module, building electrical automation system installation

Abstract

The field of electrical installation of building automation systems was first introduced in educational institutions such as Vocational Colleges, public and private higher education institutions, which is to fulfill the theoretical knowledge and practical skills of students in the field of automation before stepping into the real reality of the world of work. However, this course is faced with issues such as the lack of additional reference materials that are more comprehensive and interactive, the limited use of additional learning media, in addition to limited search for reference sources online or in libraries. Therefore, a Building Automation System Electrical Installation learning module was developed to meet the needs of the identified constraints. The development of this module was implemented by applying the Merrill teaching principles instructional model which consists of five main principles, namely (1) problems focused on real-world tasks; (2) activation; (3) demonstration; (4) application and (5) integration. Meanwhile, the development process of this learning module was based on the training module guide by Colman (2022) with six (6) main steps, namely (1) define the problem; (2) set the study objectives; (3) create the right type of training module, (4) feedback and review; (5) conduct a trial with the target group and (6) create the final version, upload and launch. The results of verification and usability evaluation by 6 experts from the aspect of technical, pedagogy and multimedia found that this module is suitable for use in teaching and learning sessions because it is able to enhance student's understanding of electrical systems in the aspect of building automation. In addition, this module also reflects the effectiveness of the interactive approach used in the production and development of learning materials. Overall, this learning module is not only made to increase student's mastery of technical aspects related to electrical installation but also functions as one of the teaching aids (ABBM) that is relevant to the needs of education and the latest automation industry.

1. Pengenalan

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) semakin diberi penekanan selari dengan pelancaran Prinsip Malaysia Madani pada tahun 2023, yang mengangkat TVET sebagai elemen penting dalam melahirkan tenaga kerja mahir melalui pendigitalan dan pembangunan kemahiran berteraskan industri (POLYCC News, 2023). Bidang TVET berperanan signifikan dalam melahirkan graduan yang berkualiti, berpengetahuan, memiliki kemahiran teknikal yang relevan serta berdaya saing di pasaran kerja sama ada di peringkat nasional mahupun antarabangsa (Hasan, 2020). Selain itu, TVET turut menekankan pembangunan kemahiran psikomotor, kebolehan kerja secara praktikal serta penerapan pembelajaran sepanjang hayat dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Menurut Muhammad, Yunus dan Othman (2018), TVET menyediakan pendedahan kepada pelajar terhadap kemahiran praktikal dan pengetahuan teknikal yang sejajar dengan keperluan industri, selari dengan perkembangan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) serta Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0).

Seiring usaha merealisasikan matlamat TVET, pelbagai inisiatif telah dilaksanakan oleh kerajaan dan pihak berkepentingan, termasuk memperluaskan lagi bidang pengajian, menyusun semula keperluan pembelajaran secara lebih sistematis serta memperkukuh struktur kurikulum. Salah satu bidang yang semakin mendapat perhatian dalam sektor industri ialah Sistem Automasi Bangunan (*Building Automation System*, BAS). Kursus BAS menekankan penguasaan kemahiran praktikal dan amali, sejajar dengan keperluan industri automasi moden. Kursus ini telah diperkenalkan di beberapa institusi pendidikan seperti Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Institut Latihan Perindustrian (ILP), Pusat Latihan Teknologi Tinggi (ADTEC), Kolej Vokasional serta institusi pengajian awam dan swasta lain sebagai usaha memenuhi permintaan terhadap tenaga kerja mahir dalam bidang automasi bangunan dan sistem elektrik (Mohamed & Ahamed, 2021).

Secara asasnya, sistem automasi bangunan merangkumi pelbagai komponen yang berfungsi secara bersepadu, termasuk sistem pemanasan, pengudaraan dan penyaman udara, sistem elektrik, pencahayaan, keselamatan dan kebakaran serta sistem lif (Janipha, Adnan & Hassan, 2007). Dalam konteks pembelajaran, kursus ini turut merujuk kepada Standard Kemahiran Pekerjaan Kebangsaan (NOSS) Tahap 3 bagi Pemasangan dan Penyelenggaraan Elektrik Tiga Fasa, yang telah dikemas kini dengan kod F432-005-3:2019 (Jabatan

Pembangunan Kemahiran, 2024). Melalui kursus ini, pelajar didedahkan kepada prinsip asas automasi elektrik, fungsi dan pengoperasian sistem, serta keupayaan mengurus dan menyelenggara sistem automasi elektrik dalam bangunan komersial dan industri.

Walau bagaimanapun, pelaksanaan kursus BAS masih berhadapan dengan kekangan dari segi kekurangan bahan pembelajaran yang interaktif dan berstruktur, khususnya modul pembelajaran yang menyokong simulasi, pembelajaran sendiri dan penggunaan platform digital. Dalam era kemajuan teknologi pintar dan automasi, integrasi Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) dalam pendidikan menjadi semakin penting bagi meningkatkan keberkesanan pengajaran dan pembelajaran. Raman, Othman dan Mohd Affandi (2019) menegaskan bahawa pendidik memainkan peranan utama dalam pembangunan modal insan dan perlu mengadaptasi penggunaan ICT bagi menyokong inisiatif pendidikan yang dibawa oleh Kementerian Pendidikan Malaysia. Sehubungan itu, pembangunan Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM) seperti modul pembelajaran yang sistematik dan interaktif dilihat sebagai satu pendekatan yang relevan bagi menyokong pembelajaran kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan.

Secara umumnya, modul pembelajaran merupakan bahan pengajaran yang dirancang secara teratur dan terperinci bagi membantu pelajar mencapai objektif pembelajaran dengan lebih berkesan. Modul pembelajaran lazimnya merangkumi kandungan teori, latihan, contoh aplikasi serta elemen interaktif seperti grafik, video simulasi dan kuiz digital bagi meningkatkan kefahaman serta pengaplikasian pengetahuan dalam situasi praktikal (Ahmad et al., 2021; Jamaluddin et al., 2022). Oleh itu, pembangunan modul pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan yang berstruktur dan berorientasikan keperluan industri adalah wajar bagi menyokong peningkatan kualiti pengajaran dan pembelajaran dalam bidang ini.

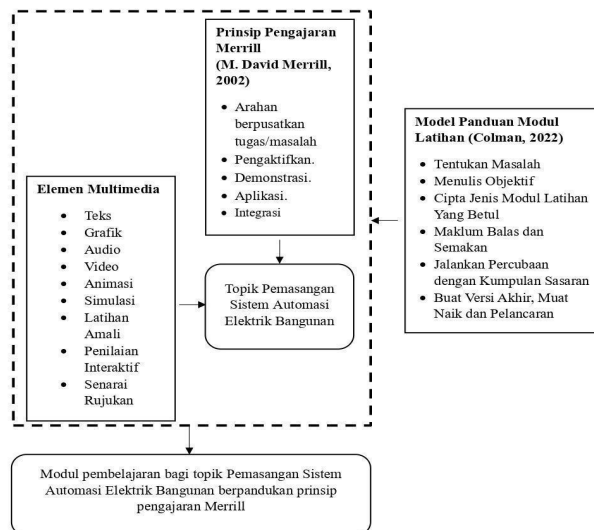
2. Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan pembangunan modul pembelajaran berasaskan kepada reka bentuk instruksional bagi menghasilkan modul pembelajaran kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan. Metodologi kajian merangkumi pendekatan yang sistematik dan berperingkat adalah untuk memastikan pembangunan modul dilaksanakan secara terancang, selaras dengan prinsip reka bentuk pengajaran serta memenuhi keperluan pembelajaran pelajar dari aspek teori dan praktikal. Fokus utama kajian ini adalah untuk membangunkan modul pembelajaran yang berstruktur dan menilai kesesuaiannya sebagai bahan sokongan pengajaran dan pembelajaran.

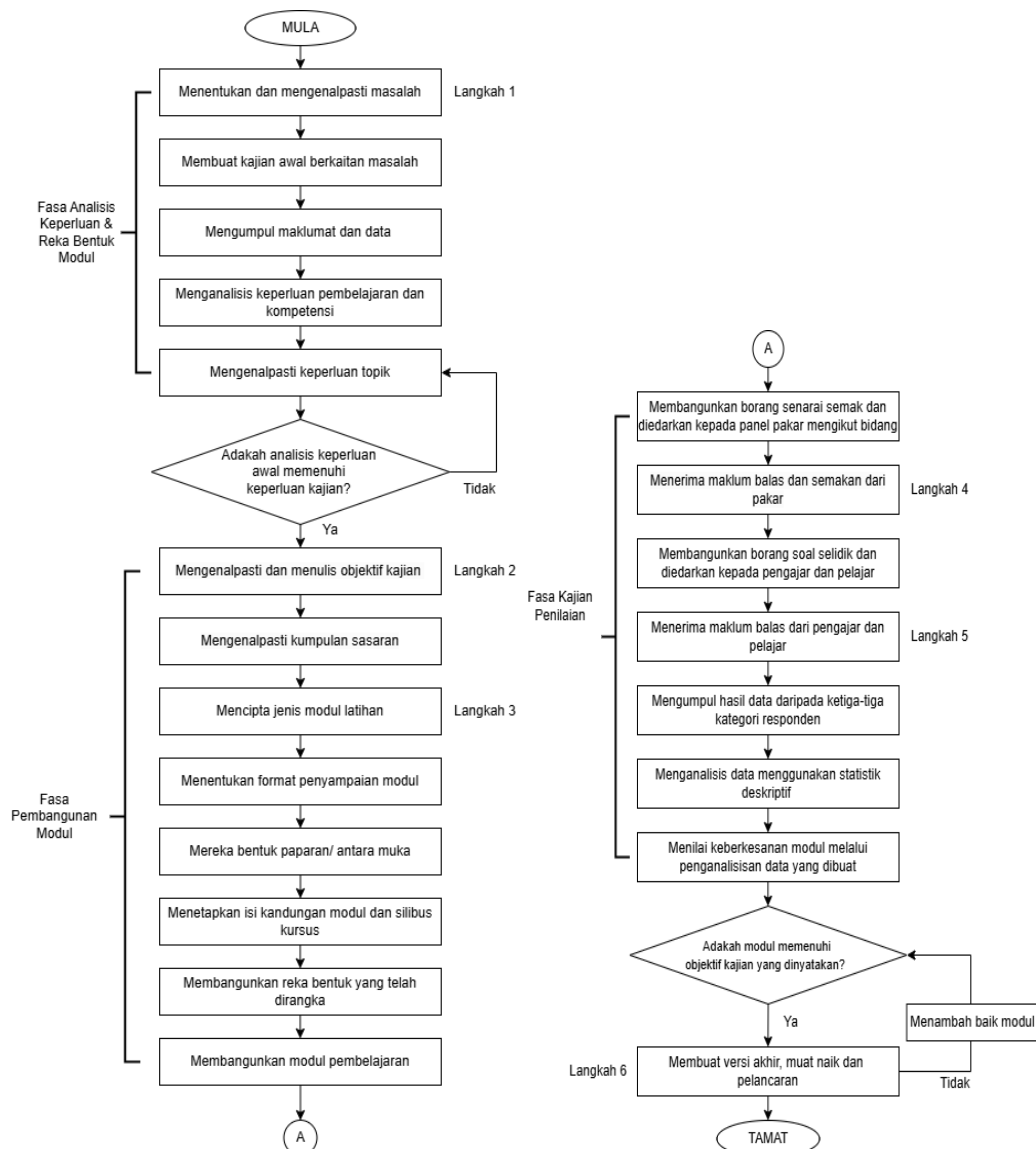
Dalam pembangunan modul pembelajaran ini, Prinsip Pengajaran Merrill (*Merrill's First Principles of Instruction*) telah dipilih sebagai model instruksional utama. Pemilihan model ini adalah berasaskan kepada penekanannya terhadap pembelajaran berpusatkan tugas atau masalah sebenar, di mana ia mendorong pelajar untuk menghubungkan pengetahuan baharu dengan pengalaman sedia ada serta mengaplikasikan pembelajaran dalam konteks dunia sebenar. Model ini merangkumi lima prinsip utama iaitu berpusatkan masalah, pengaktifan, demonstrasi, aplikasi dan integrasi, yang diaplikasikan secara berperingkat melalui aktiviti dan kandungan modul pembelajaran. Penerapan prinsip ini juga bertujuan meningkatkan penglibatan aktif pelajar, pengekalan pembelajaran serta keupayaan pemindahan ilmu ke situasi praktikal.

Selain itu, kajian ini turut mengadaptasi panduan modul latihan oleh Colman (2022) sebagai kerangka pembangunan modul pembelajaran. Panduan ini dipilih kerana pendekatannya yang sistematik dan menekankan penglibatan pengguna serta maklum balas berasaskan penilaian sebenar. Model Colman (2022) merangkumi enam langkah utama iaitu: (1) penentuan masalah, (2) penetapan objektif pembelajaran, (3) pemilihan jenis modul latihan yang sesuai, (4) pelaksanaan maklum balas dan semakan, (5) ujian rintis bersama kumpulan sasaran dan (6) penghasilan versi akhir serta pelancaran modul. Pengadaptasian panduan ini membantu penyelidik mengenal pasti keperluan sebenar pelajar, merancang kandungan modul secara bersesuaian serta menilai keberkesanan modul sebelum digunakan secara meluas.

Gabungan Prinsip Pengajaran Merrill dan panduan modul latihan Colman (2022) membentuk asas metodologi kajian ini bagi memastikan modul pembelajaran yang dibangunkan mempunyai kesahan kandungan, kebolehgunaan dan keberkesanan yang tinggi. Pendekatan ini bukan sahaja menyokong pencapaian objektif pembelajaran kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan, malah memastikan modul berfungsi sebagai alat bahan bantu mengajar (ABBM) yang relevan dengan keperluan pendidikan teknikal dan vokasional serta kehendak industri automasi bangunan semasa. Rajah 1 menunjukkan kerangka konsep kajian untuk membangunkan modul ini, manakala prosedur pembangunan modul ini adalah seperti Rajah 2.



Rajah 1 Kerangka konsep kajian

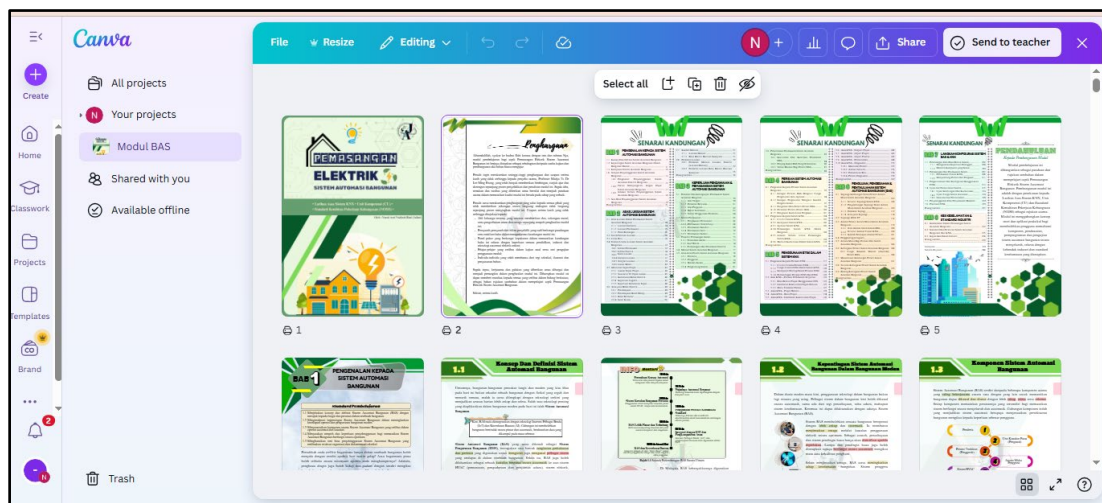


Rajah 2 Prosedur pembangunan modul berdasarkan model Colman

3. Modul Pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan

Dalam konteks pembangunan modul pembelajaran berbentuk digital amnya, penggunaan perisian yang bersesuaian memainkan peranan penting dalam memastikan penyampaian kandungan yang berkesan, interaktif dan selaras dengan objektif pembelajaran. Pemilihan perisian yang tepat bukan sahaja mempengaruhi kelancaran proses pembangunan modul, malah turut memberi impak terhadap kebolegunaan, kefahaman dan pengalaman pembelajaran pelajar. Oleh itu, pembangunan modul pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan ini dilaksanakan dengan mengintegrasikan beberapa perisian utama yang menyokong reka bentuk kandungan, elemen multimedia, simulasi teknikal dan penerbitan modul secara dalam talian.

Perisian Canva digunakan sebagai platform utama dalam mereka bentuk kandungan modul pembelajaran. Platform ini dipilih kerana cirinya yang mesra pengguna, fleksibel dan menyokong elemen multimedia seperti grafik, ikon, ilustrasi serta susun atur kandungan yang sistematik. Penggunaan templat sedia ada dan fungsi kolaborasi atas talian membolehkan proses pembangunan modul dilaksanakan secara lebih tersusun, selain memudahkan semakan dan penambahbaikan kandungan dari semasa ke semasa. Pendekatan ini selaras dengan keperluan pembangunan bahan pembelajaran visual yang menarik dan berimpak tinggi dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional. Rajah 3 merupakan contoh kandungan modul menggunakan perisian Canva.



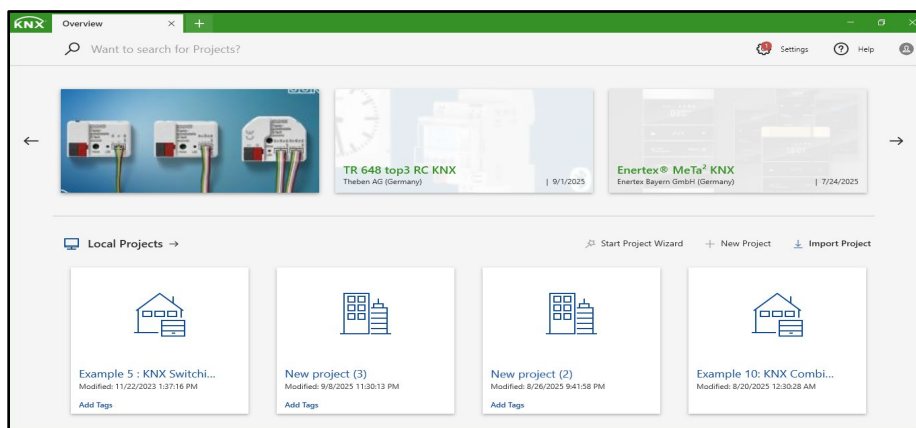
Rajah 3 Pembangunan kandungan modul menggunakan perisian Canva

Bagi menyokong pembelajaran berasaskan demonstrasi dan simulasi, perisian *Wondershare Filmora 12* digunakan untuk menghasilkan dan menyunting video simulasi bagi pemasangan sistem. Perisian ini dipilih kerana antara mukanya yang intuitif serta keupayaan menghasilkan video berkualiti tinggi dengan elemen visual dan audio yang seimbang. Video simulasi yang dibangunkan adalah memberi fokus kepada prosedur amali sebenar dalam pemasangan dan konfigurasi sistem automasi bangunan, khususnya melibatkan penggunaan perisian ETS6 dan sistem KNX. Video-video ini kemudiannya diterbitkan melalui platform YouTube bagi membolehkan akses yang mudah, fleksibel dan sendiri oleh pelajar tanpa berhadapan dengan kekangan masa dan lokasi. Rajah 4 merupakan contoh video yng dimuat naik ke platform Youtube.

Kandungan saluran		Inspirasi Video Shorts Langsung Siaran Senarai main Podcast Promosi Kerjasama						
Penapis								
		Keterlihatan	Sekatan	Tarikh ↓	Tontonan	Ulasan	% Su	
Saluran anda NURUL ARNI NADIRAH BINTI JAILANI	☐ Video							
	☐ PRAKTIKAL 6: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	6	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 6: SAMBUNGAN KABEL	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	6	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 6: KONFIGURASI PROJEK	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	5	0	100.0	1 su
Papan Pemuka	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Kandungan	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Analytics	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Komuniti	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Sari kata	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Tetapan	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
Hantar maklum balas	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su
	☐ PRAKTIKAL 5: MUAT TURUN PROGRA...	0	Tidak ters...	17 Sep 2025	4	0	100.0	1 su

Rajah 4 Video tutorial yang dimuat naik pada perisian YouTube

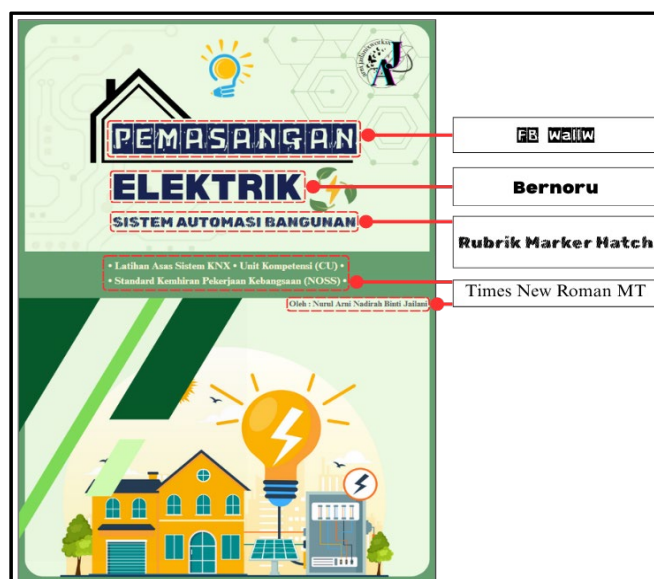
Selain itu, perisian ETS6 (*Engineering Tool Software 6*) digunakan sebagai perisian teknikal utama bagi menyokong kandungan pembelajaran berkaitan sistem KNX. ETS6 membolehkan simulasi pengaturcaraan, konfigurasi peranti dan pengujian sistem automasi dijalankan secara maya sebelum pelaksanaan sebenar dibuat. Penggunaan perisian ini ke dalam modul pembelajaran membolehkan pelajar memahami konsep automasi bangunan secara praktikal dan berasaskan kepada kehendak industri, selari dengan keperluan semasa bidang automasi pintar. Rajah 5 menunjukkan antara muka bagi pengaturcaraan sistem KNX yang dijalankan dengan menggunakan perisian ETS6.



Rajah 5 Pengaturcaraan sistem KNX menggunakan perisian ETS6

Dari aspek reka bentuk antara muka pula, modul pembelajaran ini dibangunkan berasaskan kepada pendekatan berpusatkan pengguna (*user-centered design*) dengan penekanan kepada kebolehgunaan, navigasi yang intuitif, konsistensi visual dan keseimbangan elemen multimedia. Prinsip reka bentuk antara muka seperti kejelasan, kesederhanaan, konsistensi, maklum balas serta kebolehcapaian diterapkan bagi mengurangkan beban kognitif dan meningkatkan penglibatan pelajar. Modul ini turut direka agar memiliki ciri yang fleksibel iaitu bagi membolehkan pelajar mengakses kandungan secara tidak linear mengikut keperluan pembelajaran masing-masing.

Reka bentuk visual modul pula menekankan kepada penggunaan warna, tipografi dan elemen grafik yang konsisten bagi mewujudkan identiti visual yang profesional dan menyokong pembelajaran teknikal. Pemilihan palet warna berasaskan tona hijau diaplikasikan bagi mencerminkan konsep automasi bangunan, kecekapan tenaga dan kelestarian, manakala penggunaan fon yang jelas dan seragam memastikan keterbacaan pada pelbagai peranti digital. Elemen grafik, imej sebenar peralatan serta ilustrasi teknikal turut digunakan secara strategik bagi mengukuhkan pemahaman pelajar terhadap hubungan antara teori dan aplikasi sebenar. Rajah 6 menunjukkan jenis fon pada halaman muka hadapan modul.

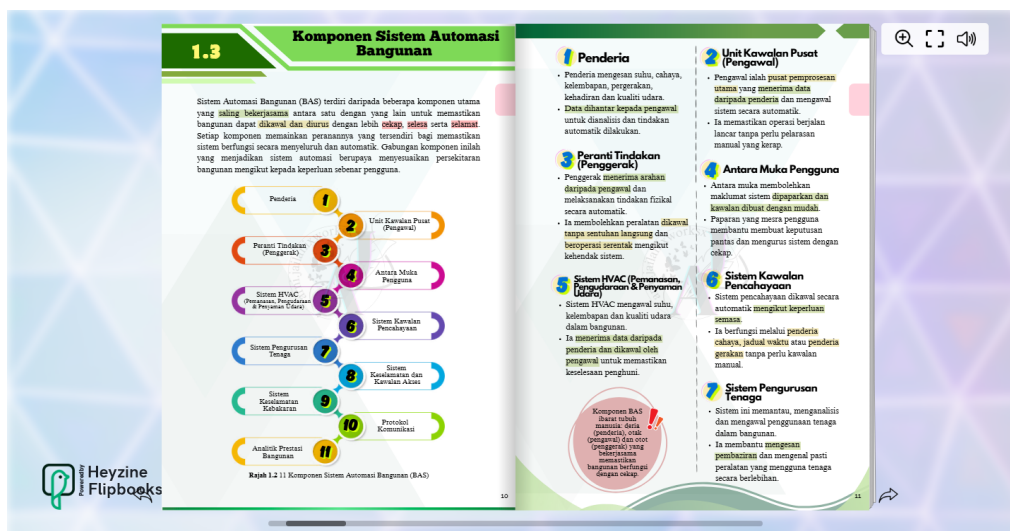


Rajah 6 Jenis fon pada halaman muka hadapan modul

Elemen multimedia seperti video tutorial, grafik interaktif dan kod QR diintegrasikan secara langsung ke dalam modul bagi menyokong pembelajaran berasaskan visual dan sendiri. Pendekatan ini membolehkan pelajar mengakses bahan sokongan tambahan dengan mudah, selain meningkatkan kefahaman terhadap prosedur teknikal yang kompleks. Modul pembelajaran yang siap dibangunkan seterusnya diterbitkan menggunakan platform *Heyzine Flipbooks*, yang membolehkan modul dalam format PDF dipersembahkan dalam bentuk flipbook digital interaktif. Platform ini dipilih kerana menyokong pelbagai elemen multimedia, navigasi fleksibel dan kebolehcapaian merentas peranti. Rajah 7 menunjukkan contohkod QR yang digunakan dalam modul ini manakala Rajah 8 menunjukkan antara muka modul pembelajaran pada platform *Heyzine Flipbooks*.



Rajah 7 Antara muka kod QR bagi video praktikal dalam modul pembelajaran



Rajah 8 Antara muka modul pembelajaran pada platform *Heyzine Flipbooks*

Secara keseluruhannya, pembangunan modul pembelajaran ini menggabungkan penggunaan perisian pendidikan, multimedia dan teknikal secara bersepadu bagi menghasilkan bahan pembelajaran yang interaktif, berstruktur dan relevan dengan keperluan industri automasi bangunan. Dalam pada itu, pendekatan ini bukan sahaja menyokong pencapaian objektif pembelajaran, malah memperkukuh peranan modul sebagai alat bahan bantu mengajar yang efektif dalam konteks Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET).

4. Dapatan dan Perbincangan

Dapatan kajian adalah fokus kepada penilaian pakar dari aspek kandungan teknikal modul, pedagogi dan multimedia. Jadual 1 menunjukkan komen pakar kandungan dalam bidang sistem automasi bangunan (BAS). Penilaian pakar kandungan dalam bidang Sistem Automasi Bangunan (BAS) dijalankan bagi menilai ketepatan, kesesuaian serta kesahihan isi kandungan yang dibangunkan dalam e-modul ini. Penilaian ini melibatkan pakar yang berpengalaman dalam bidang automasi bangunan bagi memastikan setiap topik, konsep, dan maklumat yang disampaikan menepati standard industri serta selaras dengan objektif pembelajaran kursus. Maklum balas yang diterima daripada pakar ini menjadi asas penting dalam menambah baik struktur, kefahaman dan kualiti kandungan modul agar dapat digunakan secara efektif dalam proses pengajaran dan pembelajaran.

Jadual 1 Ulasan dan cadangan pakar kandungan dalam bidang sistem automasi bangunan (BAS)

Pakar	Ulasan/ Cadangan Pakar
Pakar 1	Penghasilan buku modul yang sangat komprehensif dan menunjukkan komitmen tinggi dalam susunan penyampaian serta layout kandungan. Cadangan penambahbaikan: (1) Tambah rajah skematik/blok bagi penyampaian amali untuk bantu kefahaman pelajar. (2) Sertakan langkah kerja bagi aktiviti praktikal supaya pelajar boleh menghasilkan sistem secara berperingkat. (3) Wujudkan pautan interaktif bagi muka surat hadapan bab dan perbetulkan pautan sedia ada.
Pakar 2	Modul menepati objektif dan menarik, mudah difahami serta sesuai digunakan dalam pembelajaran KNX. Cadangan penambahbaikan: (1) Gunakan gambarajah sebenar yang dipasang di bangunan untuk realistik (m/s 68, 69, 71). (2) Sertakan video dengan audio penerangan bagi meningkatkan kefahaman pelajar.

Penilaian pakar pedagogi dilaksanakan bagi menilai aspek reka bentuk pembelajaran, strategi penyampaian serta kesesuaian pendekatan pengajaran yang digunakan dalam e-modul. Penilaian ini memberi tumpuan kepada keberkesanan penyusunan objektif pembelajaran, kejelasan arahan, tahap interaktiviti, dan penerapan teori serta prinsip pengajaran yang relevan. Maklum balas daripada pakar pedagogi membantu penyelidik memastikan modul yang dibangunkan bukan sahaja menarik dari segi visual, tetapi juga memenuhi keperluan pedagogi yang berkesan untuk menyokong proses pembelajaran pelajar secara aktif dan bermakna. Jadual 2 menunjukkan perincian ulasan dan Cadangan pakar pedagogi.

Jadual 2 Ulasan dan cadangan pakar pedagogi

Pakar	Ulasan/ Cadangan Pakar
Pakar 1	Modul kelihatan menarik dengan kombinasi warna bersesuaian dan struktur yang baik. Pelbagai kaedah penyampaian seperti teks, gambar, video, dan diagram digunakan. Namun, dicadangkan agar lebih interaktif dengan penambahan elemen seperti mouseover, click dan compulsory page view. Walau bagaimanapun, penghasilan modul telah memaksimumkan fungsi flipbook yang ada.
Pakar 2	(1) Objektif pembelajaran ada yang menggunakan dua kata kerja. (2) Susunan topik jelas dan teratur. (3) Prinsip Pengajaran Merrill kurang jelas. (4) Arahan dan panduan jelas tetapi kurang unsur pembelajaran aktif. (5) Aplikasi teori dan praktikal mudah difahami. (6) Dorongan motivasi kurang diintegrasikan. (7) Simbol pada modul agak mengganggu. (8) Modul kemas dan warna menarik. (9) Terdapat rajah yang kabur. (10) Disarankan aktiviti berkumpulan bagi menyokong pembelajaran aktif pelajar.

Penilaian pakar multimedia dijalankan bagi menilai aspek reka bentuk visual, elemen interaktif serta kefungsiannya bagi keseluruhan modul pembelajaran yang dihasilkan terutama sekali dari aspek persembahan digital. Penilaian ini menumpukan kepada susun atur antara muka, penggunaan warna, tipografi, grafik, audio, video dan animasi bagi memastikan setiap elemen multimedia menyokong objektif pembelajaran dengan berkesan. Maklum balas daripada pakar multimedia membantu penyelidik memperkukuh kualiti persembahan e-

modul agar lebih menarik, mudah digunakan dan mampu meningkatkan pengalaman pembelajaran pengguna secara optimum. Jadual 3 menunjukkan perincian ulasan dan Cadangan pakar multimedia.

Jadual 3 *Ulasan dan cadangan pakar multimedia*

Pakar	Ulasan/ Cadangan Pakar
Pakar 1	Cadangan penambahbaikan: (1) Sediakan nombor ISBN untuk tujuan penerbitan. (2) Pastikan semua ikon dan pautan berfungsi dengan baik. (3) Nyatakan label “Kandungan” pada butang petak yang tidak diketahui fungsinya. (4) Tambahkan kaedah pengukuran bagi kemahiran praktikal agar selari dengan objektif pembelajaran. (5) Kreditkan semua video yang digunakan dan pertimbangkan untuk <i>embed</i> video terus dalam e-modul. (6) Nyatakan sumber asal bagi setiap kod QR yang disertakan. (7) Kemaskini bahagian rujukan mengikut kategori yang sesuai.
Pakar 2	Modul digital yang dibangunkan sesuai dengan peringkat umur pengguna serta menampilkan reka bentuk visual dan susun atur yang menarik. Integrasi multimedia dan interaktiviti berfungsi dengan baik. Cadangan penambahbaikan: (1) Sediakan kod QR bagi aktiviti penilaian untuk memudahkan pengguna menghantar jawapan. (2) Sediakan maklum balas automatik selepas pengguna menghantar latihan atau soalan. (3) Kekalkan integrasi multimedia sedia ada kerana ia sesuai dan berkesan. (4) Durasi video yang digunakan juga telah bersesuaian dengan tujuan pembelajaran.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa reka bentuk modul pembelajaran yang dibangunkan berasaskan Prinsip Pengajaran Merrill berjaya memenuhi keperluan pembelajaran pelajar dari segi pemahaman konsep, penguasaan kemahiran praktikal serta sokongan terhadap pembelajaran sendiri dan terpandu. Penerapan lima prinsip utama Merrill iaitu pembelajaran berpusatkan masalah, pengaktifan, demonstrasi, aplikasi dan integrasi telah membantu penyusunan kandungan modul secara berstruktur dan progresif, bermula daripada konsep asas sehingga kepada aplikasi dalam situasi sebenar. Pendekatan ini selari dengan keperluan pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran kontekstual yang menekankan aspek pemindahan ilmu ke dalam dunia pekerjaan sebenar.

Selain itu, pengadaptasian panduan modul latihan oleh Colman (2022) sebagai kerangka pembangunan turut menyumbang kepada kualiti reka bentuk modul secara keseluruhan. Enam langkah pembangunan yang sistematik membolehkan modul dirancang dengan lebih tersusun, mengambil kira keperluan pengguna, serta melalui proses semakan dan penambahbaikan secara berperingkat. Reka bentuk antara muka yang menekankan elemen visual, multimedia dan kebolehgunaan turut dikenal pasti sebagai faktor yang menyokong kefahaman pelajar terhadap kandungan teknikal yang kompleks, khususnya dalam konteks pemasangan elektrik dan sistem automasi bangunan.

Dari aspek pembangunan modul pula, dapatan kajian menunjukkan bahawa modul yang dihasilkan adalah selari dengan objektif pembelajaran yang ditetapkan serta menyokong pembelajaran berasaskan aplikasi. Penyusunan kandungan kepada beberapa bab yang progresif, disertai latihan berstruktur dan tugas berasaskan penyelesaian masalah, membolehkan pelajar mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran secara bermakna. Modul ini bukan sahaja berfungsi sebagai medium penyampaian ilmu, malah turut menyokong pembangunan kemahiran teknikal pelajar yang sejajar dengan keperluan semasa industri automasi bangunan. Sifat modul yang fleksibel juga membolehkan penggunaannya dalam pembelajaran sendiri mahupun pembelajaran terpandu oleh tenaga pengajar.

Walaupun bagaimanapun, beberapa kekangan dikenal pasti sepanjang proses pembangunan modul, terutamanya berkaitan keterbatasan masa, sumber rujukan industri terkini serta akses kepada perisian teknikal yang khusus. Penyediaan bahan visual seperti lukisan skematik, rajah pendawaian dan simbol BAS memerlukan ketelitian tinggi serta pematuhan kepada piawaian industri, yang menuntut proses semakan berulang dan perancangan yang lebih teliti. Kepelbagaian latar belakang dan tahap kebolehan pelajar turut menjadi cabaran dalam menentukan tahap kesukaran kandungan agar seimbang dan sesuai untuk semua pengguna.

Dapatan penilaian kebolehgunaan menunjukkan bahawa modul pembelajaran ini mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi dan berkesan dalam meningkatkan penguasaan pengetahuan serta kemahiran pelajar. Pengesahan pakar dan maklum balas daripada pensyarah serta pelajar Kolej Vokasional menunjukkan bahawa modul ini mudah difahami, disusun secara sistematik dan menyokong pembelajaran berperingkat. Penggunaan elemen visual dan multimedia didapati membantu pelajar memahami prosedur pemasangan elektrik BAS dengan lebih jelas, seterusnya meningkatkan keyakinan dan penguasaan kemahiran praktikal.

Secara keseluruhannya, modul ini berpotensi berfungsi sebagai alat bahan bantu mengajar yang berkesan, menyokong keperluan pembelajaran teori dan praktikal serta selari dengan keperluan industri automasi bangunan. Walaupun terdapat beberapa kekangan dalam proses pembangunan, penambahbaikan berterusan dan

integrasi modul secara lebih menyeluruh dalam kurikulum dijangka dapat meningkatkan lagi keberkesanan penggunaannya pada masa hadapan.

5. Kesimpulan

Kajian ini bertujuan untuk mereka bentuk, membangunkan dan menilai kebolegunaan modul pembelajaran bagi kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan dengan berpandukan Prinsip Pengajaran Merrill. Secara keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa ketiga-tiga objektif utama kajian telah berjaya dicapai. Reka bentuk modul yang dibangunkan adalah berasaskan analisis keperluan sebenar pelajar dan pensyarah, serta disusun secara sistematik mengikut tahap pembelajaran dan objektif kursus, sekali gus menyokong kefahaman konsep teori dan penguasaan kemahiran praktikal dalam bidang sistem automasi bangunan.

Pembangunan modul pembelajaran ini turut mengintegrasikan elemen multimedia dan interaktif seperti grafik, video dan latihan aplikasi bagi meningkatkan penglibatan pelajar serta memudahkan pemahaman terhadap kandungan teknikal yang kompleks. Pendekatan ini selari dengan Prinsip Pengajaran Merrill yang menekankan pembelajaran berasaskan masalah, demonstrasi dan aplikasi dalam konteks dunia sebenar. Selain itu, reka bentuk antara muka yang mesra pengguna serta kebolehcapaian modul secara fleksibel sama ada dalam talian atau luar talian menjadikan modul ini sesuai digunakan sebagai bahan sokongan pengajaran dan pembelajaran dalam pendidikan teknikal dan vokasional.

Dari aspek penilaian kebolegunaan, modul pembelajaran yang dibangunkan didapati berkesan dalam menyokong penguasaan pengetahuan dan kemahiran pelajar. Struktur kandungan yang jelas, arahan pembelajaran yang sistematik serta penyediaan latihan amali yang berfokus kepada situasi sebenar pemasangan elektrik sistem automasi bangunan telah membantu pelajar mengaplikasikan pengetahuan teori ke dalam amalan praktikal. Maklum balas positif daripada pakar, pensyarah dan pelajar turut menunjukkan bahawa modul ini mempunyai tahap kebolegunaan yang memuaskan dan berpotensi untuk digunakan secara meluas dalam konteks pembelajaran sebenar.

Sebagai kesimpulan, pembangunan modul pembelajaran ini bukan sahaja memenuhi keperluan pembelajaran pelajar, malah menyumbang kepada peningkatan kualiti pengajaran bagi kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan. Kajian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dan panduan kepada penyelidik serta pendidik dalam membangunkan modul pembelajaran teknikal yang berasaskan teori pengajaran yang mantap dan memenuhi keperluan industri semasa.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), khususnya Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional, atas sokongan serta kemudahan yang disediakan sepanjang proses pembangunan modul pembelajaran bagi kursus Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan. Penghargaan juga ditujukan kepada barisan pakar, pensyarah Kolej Vokasional serta para pelajar yang telah memberikan kerjasama, maklum balas dan cadangan yang bernilai sepanjang fasa pengesahan dan penilaian kebolegunaan modul ini. Sumbangan idea dan pandangan yang konstruktif daripada semua pihak telah membantu meningkatkan kualiti dan keberkesanan modul pembelajaran yang dibangunkan. Selain itu, bimbingan serta sokongan daripada penyelia dan rakan penyelidik turut dihargai dan diucapkan terima kasih.

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada sebarang konflik kepentingan, sama ada dari segi kewangan, profesional mahupun peribadi, yang boleh mempengaruhi pembangunan modul pembelajaran Pemasangan Elektrik Sistem Automasi Bangunan serta penerbitan artikel ini.

Sumbangan Pengarang

*Pengarang mengesahkan sumbangan terhadap artikel ini adalah seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Lee Ming Foong, Nurul Arni Nadirah binti Jailani; **pengumpulan data:** Nurul Arni Nadirah binti Jailani; **analisis dan tafsiran keputusan:** Lee Ming Foong, Nurul Arni Nadirah binti Jailani; **penyediaan manuskrip:** Lee Ming Foong, Nurul Arni Nadirah binti Jailani. Semua pengarang telah menyemak keputusan kajian dan meluluskan versi akhir manuskrip.*

Rujukan

Ahmad, S., Rahim, M. Z., & Azman, M. N. A. (2021). The impact of well-structured learning modules on student motivation and self-learning. *Malaysian Journal of Technical Education and Vocational Training*, 13(2), 45-55.

- Colman, H. (2023) How to create a training module: A step-by-step guide, Explore the eLearning world with us. Available at: <https://www.ispringsolutions.com/blog/how-to-create-training-module> Conf. Ser., 011(085), 0–4. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012106>
- Colman, J. (2022). *The Training Module Guide: Steps for Effective Training Development*.
- Hasan, T. S. (2020). Memperkasa TVET Malaysia melalui peranan MyRIVET. Iskandar (2008). Metodologi Penelitian Pendidikan dan Sosial (Kuantitatif dan Kualitatif). Jakarta: Gaung Persada Press.
- Jabatan Pembangunan Kemahiran (JPK), Standard Kemahiran Pekerjaan Kebangsaan (NOSS). Diperoleh daripada <https://www.dsd.gov.my/ms/perkhidmatan/standard-kemahiran-pekerjaan-kebangsaan-noss>
- Jabatan Pembangunan Kemahiran. (2019). *National Occupational Skills Standard (NOSS) for Three Phase Electrical Installation & Maintenance (F432-005-3:2019)*. Retrieved from Jabatan Perdana Menteri Malaysia. (2021). *Rancangan Malaysia Ke-10* [PDF]. Retrieved from https://www.pmo.gov.my/dokumenattached/RMK/RMK10_Mds.pdf
- Jabbari, S., & Akbari, A. (2017). *The Role of Technology Access in Enhancing Technical Education and Workforce Development*. Journal of Vocational Education and Training, 69(4), 491-506.
- Jamaluddin, A. H., Hassan, R., & Sulaiman, N. (2022). Integrating interactive elements in TVET learning modules: Effects on practical application and knowledge retention. *Journal of Advanced Research in Engineering and Education*, 15(4), 78-90.
- Janipha, N. A. I., Adnan, H., & Hassan, F. (2007). APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT IN BUILDING AUTOMATION SYSTEM: A CASE STUDY OF SIX BUILDINGS IN KUALA LUMPUR. In *International conference on construction engineering and project management* (pp. 672-683). Korea Institute of Construction Engineering and Management.
- Merrill, M. D. (2002). *First principles of instruction*. Educational Technology Research and Development, 50(3), 43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>
- Merrill, M. D. (2007). First principles of instruction: A synthesis. *Trends and issues in instructional design and technology*, 2, 62-71.
- Merrill, M. D. (2021). First principles of instruction revisited. In *International handbook of psychology learning and teaching* (pp. 1-33). Cham: Springer International Publishing.
- Merrill, M. D. First Principles of Instruction. Educational Technology Research and Development. *Educational Technology Research and Development*, 1(50), 3.
- Mohamed, N. M., & Ahamed, S. (2021). *Challenges and Opportunities in Building Automation Systems: A Review*. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(2), 85-92.
- Muhamad, M. F., Yunus, J. M., & Othman, N. H. (2018). *Employability Skills Among Technical and Vocational Education and Training (TVET) Students in Malaysia*. *Journal of Technical Education and Training*, 10(2), 1-14.
- POLYCC News (2023, 29 September). Digitalisasi TVET: Senjata rahsia dalam pemangkin Malaysia MADANI. Diperoleh daripada <https://news.mypolycc.edu.my/digitalisasi-tvet-senjata-rahsia-dalam-pemangkin-malaysia-madani/>
- Portal Rasmi, Jabatan Pembangunan Kemahiran. Standard Kemahiran Pekerjaan (NOSS). Daftar Standard. NOSS Yang Telah Dikaji Semula. Versi 27 Ogos 2024. Diperoleh daripada <https://www.dsd.gov.my/ms/perkhidmatan/standard-kemahiran-pekerjaan-kebangsaan-noss>
- Raman, K., Othman, N., & Affandi, H. M. (2019). Jurang penggunaan Teknologi Maklumat Dan Komunikasi (TMK) di antara sekolah bandar dengan luar bandar. *Malaysian Journal of Education*, 44, 109-119.