



Kebolegunaan Modul Pengajaran Bagi Topik Reka Bentuk Akuaponik Dalam Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi Tingkatan 2

Azrul, Muhamad¹ & Abdullah, Arman Shah^{1*}

¹Jabatan Teknologi Kejuruteraan, Fakulti Teknikal dan Vokasional,
Universiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjong Malim, 35900, MALAYSIA

*Corresponding Author: armanshah@ftv.upsi.edu.my

Received 20 October 2025; Accepted 15 December 2025; Available online 21 December 2025

Abstract: Teaching the topic of Aquaponic Design in the Design and Technology (RBT) subject in Form 2 faces various challenges, including lack of teacher knowledge, absence of appropriate teaching aids, and tendency to use conventional teaching methods. This situation affects the effectiveness of PdPc and students' understanding of the concept of modern agriculture based on technology. Therefore, this study was conducted to identify the needs for module development, develop a teaching module based on the ADDIE model, and evaluate the level of usability of the module through expert validity. This module is built based on the theoretical approach of Constructivism and Cognitive Load Theory which supports 21st-century learning strategies. This study uses a qualitative approach with a module development study design. Data were obtained through semi-structured interviews and an expert validity form instrument which includes two categories, namely Content Evaluation by RBT teachers and Overall Evaluation by technical and vocational lecturers. The study findings show that this module is practical, easy to use, and has relevant content and helps in the implementation of PdPc. This module also succeeded in attracting students' interest and increasing their understanding of the concept of aquaponics. In conclusion, the development of this teaching module has the potential to be used as an effective teaching aid (BBM) for RBT teachers and is capable of improving the quality of teaching and learning for the topic of aquaponics at the lower secondary level.

Keywords: Teaching module, Aquaponics Design, RBT, ADDIE, Constructivism, Cognitive Load

Abstrak:

Pengajaran topik Reka Bentuk Akuaponik dalam subjek Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) Tingkatan 2 menghadapi pelbagai cabaran, termasuklah kurangnya pengetahuan guru, ketiadaan bahan bantu mengajar yang sesuai, serta kecenderungan penggunaan kaedah pengajaran konvensional. Situasi ini menjejaskan keberkesanan Pengajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) serta pemahaman murid terhadap konsep pertanian moden berasaskan teknologi. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti keperluan pembangunan modul, membangunkan modul pengajaran berdasarkan model ADDIE, dan menilai tahap kebolegunaan modul tersebut melalui kesahan pakar. Modul ini dibina berlandaskan pendekatan teori Konstruktivisme dan Teori Beban Kognitif yang menyokong strategi Pembelajaran Abad Ke-21 (PAK-21). Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan reka bentuk kajian pembangunan modul. Data diperoleh melalui temu bual separa berstruktur dan instrumen borang kesahan pakar yang merangkumi dua kategori, iaitu Penilaian Kandungan oleh guru RBT dan Penilaian Keseluruhan oleh pensyarah teknikal dan vokasional. Dapatan kajian menunjukkan bahawa modul ini adalah praktikal, mudah digunakan, mempunyai kandungan yang relevan, serta membantu dalam pelaksanaan PdPc. Modul ini juga berjaya menarik minat murid dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep akuaponik. Kesimpulannya, pembangunan modul pengajaran ini berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan bantu mengajar (BBM) yang berkesan bagi guru RBT serta mampu meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran bagi topik akuaponik di peringkat menengah rendah.

Kata Kunci: Modul pengajaran, Reka Bentuk Akuaponik, RBT, ADDIE, Konstruktivisme, Beban Kognitif.

1. Introduction

Pendidikan memainkan peranan penting dalam membangunkan potensi manusia ke arah pencapaian pembangunan negara. Selaras dengan perubahan landskap teknologi dan keperluan industri, kurikulum pendidikan di Malaysia turut melalui transformasi, termasuklah pengenalan mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) bagi menggantikan Kemahiran Hidup Bersepadu (KHB) di peringkat menengah rendah (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015).

RBT merupakan satu mata pelajaran berasaskan kemahiran yang menggabungkan aspek mereka bentuk dan penggunaan teknologi moden. Ia memberi peluang kepada pelajar untuk membina pemikiran kreatif dan menyelesaikan masalah melalui penghasilan produk yang inovatif serta berfungsi (Najwa Yusoff, 2023). Melalui kurikulum ini, pelajar turut didedahkan kepada bidang pertanian moden, termasuk sistem Akuaponik yang merupakan gabungan teknologi akuakultur dan hidroponik dalam satu sistem kitaran bersepadu (Mohd Zukhairi et al., 2017).

Akuaponik diperkenalkan sebagai salah satu unit dalam RBT Tingkatan 2 dan menjadi antara elemen penting dalam pembelajaran bertemakan pertanian moden. Pelajar bukan sahaja diajar melukis dan melakar reka bentuk sistem akuaponik, malah perlu membina model dan menilai keberkesannya secara praktikal. Namun begitu, pelaksanaan PdPc bagi topik ini masih berdepan pelbagai cabaran, khususnya dalam kalangan guru bukan pengkhususan yang kurang pengetahuan dan kemahiran teknikal berkaitan topik ini. Di samping itu, kekurangan bahan bantu mengajar serta kecenderungan guru menggunakan kaedah konvensional turut menjejaskan pemahaman pelajar (Yong, 2019; Cathrine Masingan & Sharif Sabariah, 2019).

Tambahan pula, kajian menunjukkan bahawa pembinaan reka bentuk sistem akuaponik memerlukan masa yang panjang, dan hal ini menjadi antara faktor yang menghalang keberkesanan pelaksanaan topik tersebut dalam kelas (Zamri Shaat & Nurfaradilla, 2020). Justeru, pembangunan modul pengajaran berasaskan pendekatan teori pembelajaran yang sesuai seperti konstruktivisme dan beban kognitif adalah amat diperlukan bagi membantu guru serta meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep dan aplikasi akuaponik.

2. Tinjauan Literatur

Tinjauan literatur ini membincangkan konsep utama yang membentuk asas kepada pembangunan modul pengajaran bagi topik reka bentuk akuaponik, iaitu pendekatan pembelajaran bermodul, ciri mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT), serta konsep dan aplikasi sistem akuaponik. Selain itu, perbincangan turut merangkumi teori pembelajaran yang mendasari reka bentuk modul, iaitu Teori Konstruktivisme dan Teori Beban Kognitif, serta Model ADDIE yang digunakan dalam proses pembangunan modul ini.

2.1 Pembelajaran Berasaskan Modul

Pembelajaran bermodul ialah pendekatan pengajaran yang menggunakan bahan terancang dan berstruktur yang membolehkan guru dan pelajar mengakses kandungan pembelajaran secara sistematik. Modul sering kali merangkumi objektif pembelajaran, aktiviti murid, serta penilaian yang sesuai. Menurut Jamaludin Ahmad (2015), modul direka bentuk sebagai alat bantu yang membolehkan pelajar belajar secara sendiri atau dengan bimbingan minimum. Modul yang dibangunkan secara berkesan boleh meningkatkan motivasi pelajar, memperkukuh pemahaman konsep dan menyesuaikan keperluan pembelajaran individu (Maswani, 2023). Dalam konteks RBT, pembelajaran bermodul membantu guru mengatasi kekangan masa, kekurangan sumber dan pelbagai tahap penguasaan murid dalam bilik darjah (Halimaton, 2021).

2.2 Mata Pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT)

RBT merupakan kurikulum baharu yang diperkenalkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia pada tahun 2017 sebagai pengganti kepada mata pelajaran Kemahiran Hidup Bersepadu (KHB). Ia memberi penekanan terhadap pembangunan kemahiran abad ke-21 seperti penyelesaian masalah, kreativiti, dan inovasi melalui pendekatan mereka bentuk dan penggunaan teknologi. RBT mendedahkan pelajar kepada pelbagai topik seperti sistem fertigasi, akuaponik dan reka bentuk produk, yang menjadikan penguasaan konsep teknikal sebagai keutamaan (Zamri Shaat & Nurfaradilla, 2020). Namun begitu, pelaksanaan PdPc RBT turut menghadapi cabaran terutamanya dari aspek penguasaan kandungan oleh guru bukan pengkhususan serta kekurangan bahan pengajaran yang sesuai (Cathrine Masingan & Sharif Sabariah, 2019).

2.3 Reka Bentuk Akuaponik

Akuaponik ialah gabungan dua teknologi iaitu akuakultur (ternakan ikan) dan hidroponik (penanaman tanpa tanah) dalam satu sistem tertutup yang saling bergantung (Mohd Zukhairi et al., 2017). Sistem ini menggunakan air dari tangki ikan yang mengandungi nutrien hasil sisa metabolisme sebagai sumber baja untuk tanaman. Menurut Nur Akmal Saary & Nur Aishah Zainuddin (2023), sistem ini melibatkan hubungan simbiosis antara ikan, tanaman dan bakteria yang penting dalam keseimbangan ekologi mini. Dalam konteks PdPc RBT, pelajar perlu memahami prinsip akuaponik, melakar reka bentuk sistem, membina model serta mencadangkan penambahbaikan reka bentuk. Proses ini menuntut masa dan pemahaman teknikal yang tinggi, yang menjadi cabaran besar kepada pelajar dan guru (Zamri Shaat & Nurfaradilla, 2020).

2.4 Teori Konstruktivisme dan Teori Beban Kognitif

Teori Konstruktivisme menekankan bahawa pelajar membina pengetahuan berdasarkan pengalaman sedia ada dan maklumat baharu melalui proses asimilasi dan akomodasi (NoriatiA. Rashid et al., 2017). Menurut Piaget, pembelajaran berlaku apabila struktur kognitif individu disusun semula untuk menyesuaikan maklumat baharu melalui pengalaman. Teori ini menyokong pelaksanaan PdPc yang menekankan penglibatan aktif pelajar dalam membina pemahaman, seperti dalam aktiviti reka bentuk akuaponik.

Teori Beban Kognitif pula, diperkenalkan oleh Sweller, menjelaskan bagaimana maklumat diproses dalam ingatan jangka pendek dan disimpan dalam ingatan jangka panjang. Beban kognitif yang berlebihan boleh mengganggu pemahaman pelajar. Oleh itu, kandungan modul perlu direka bentuk supaya tidak terlalu kompleks dan selari dengan kemampuan pemprosesan pelajar (Chen et al., 2017; Halimaton, 2021).

2.5 Model ADDIE dalam Pembangunan Modul

Model ADDIE merupakan kerangka reka bentuk pembangunan instruksional yang merangkumi lima fasa utama iaitu Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation. Model ini sesuai digunakan dalam pembangunan modul pendidikan kerana strukturnya yang sistematik dan fleksibel (Mohd Erfy et al., 2018). Dalam konteks kajian ini, Model ADDIE digunakan secara menyeluruh dalam pembinaan modul pengajaran Reka Bentuk Akuaponik bermula dari pengumpulan data keperluan, perancangan isi kandungan modul, pembangunan bahan, pelaksanaan kepada pengguna, dan penilaian keberkesanan oleh pakar.

3. Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif bagi membangunkan dan menilai kebolegunaan modul pengajaran bagi topik Reka Bentuk Akuaponik dalam mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) Tingkatan 2. Reka bentuk kajian ini berteraskan model pembangunan ADDIE yang merangkumi lima fasa iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian.

3.1 Pendekatan Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan reka bentuk kajian pembangunan modul. Pendekatan ini dipilih kerana ia sesuai untuk meneroka secara mendalam proses pembinaan dan penilaian modul pengajaran berdasarkan pengalaman dan pandangan pakar. Reka bentuk pembangunan modul ini dilaksanakan mengikut lima fasa dalam Model ADDIE, iaitu: Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan modul pengajaran yang sistematik, mesra pengguna, dan relevan dengan keperluan PdPc guru RBT.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi kajian terdiri daripada individu yang terlibat dalam pengajaran mata pelajaran RBT serta mereka yang mempunyai kepakaran dalam bidang pendidikan teknikal dan vokasional. Sampel kajian dipilih secara persampelan bertujuan (purposive sampling), yang terdiri daripada dua orang guru RBT sekolah menengah dan seorang pensyarah universiti. Guru-guru tersebut dipilih berdasarkan pengalaman mereka dalam mengajar topik akuaponik, manakala pensyarah dipilih kerana kepakaran beliau dalam pembangunan kurikulum dan pedagogi teknikal. Jumlah sampel yang kecil tetapi terfokus ini adalah mencukupi dalam kajian kualitatif yang menekankan kedalaman data berbanding keluasan.

Jadual 1, Pakar Penilai Pembangunan Modul Pengajaran Reka Bentuk Akuaponik

Bil	Kategori Pakar	Institusi Pakar	Kepakaran Bidang
1	Guru	Sekolah Kerajaan	- Mengajar mata pelajaran RBT tingkatan 2 - Pengalaman mengajar melebihi 5 tahun dan ke atas
2	Guru	Sekolah Kerajaan	- Mengajar mata pelajaran RBT tingkatan 2 - Pengalaman mengajar melebihi 5 tahun dan ke atas
3	Pensyarah	Universiti Pendidikan Sultan Idris	- Khusus Bidang Pendidikan - Kurikulum dan Pendidikan Teknikal dan Vokasional

3.3 Construction of References

Terdapat dua jenis instrumen utama yang digunakan dalam kajian ini, iaitu:

3.3.1 Protokol Temu Bual Separa Berstruktur

Temu bual ini dijalankan secara bersemuka bagi mendapatkan maklum balas menyeluruh tentang keperluan, reka bentuk, dan kebolehgunaan modul. Soalan-soalan dalam protokol disusun mengikut lima bahagian: latar belakang pakar, kandungan modul, keperluan PdPc, kebolehgunaan modul, dan cadangan penambahbaikan.

3.3.2 Borang Kesahan Pakar

Dua jenis borang digunakan: (i) Borang Penilaian Kandungan Modul oleh guru RBT, dan (ii) Borang Penilaian Keseluruhan Modul oleh pensyarah. Borang ini merangkumi aspek ketepatan isi, kesesuaian strategi pengajaran, reka bentuk visual, serta keberkesanan keseluruhan modul sebagai BBM. Tujuan borang ini adalah untuk mendapatkan pengesahan terhadap kebolehgunaan dan kualiti modul dari sudut profesional pendidikan

3.4 Kaedah Analisis Data

Data dalam kajian ini dianalisis secara kualitatif menggunakan kaedah analisis tematik. Semua data daripada temu bual separa berstruktur ditranskrip secara verbatim terlebih dahulu. Transkrip kemudian dianalisis dengan mengenal pasti kata kunci dan kod awal yang berkaitan dengan objektif kajian. Kod-kod ini dikelompokkan kepada beberapa tema utama, antaranya keperluan terhadap pembangunan modul, kandungan modul yang sesuai, kebolehgunaan modul, serta cadangan penambahbaikan modul. Proses ini dilakukan secara manual dan sistematik bagi memastikan keabsahan serta kesahihan dapatan kajian. Bagi data borang kesahan pakar, penilaian dilakukan secara deskriptif dan kualitatif. Penilaian ini merangkumi aspek kandungan, bahasa, grafik, kesesuaian aktiviti dan keseluruhan struktur modul. Komen dan cadangan pakar dianalisis untuk menilai tahap penerimaan dan kebolehgunaan modul dari sudut pandangan profesional pendidikan. Kaedah penulisan dan sitasi

4. Analisis Dan Perbincangan

Bahagian ini membentangkan dapatan kajian yang diperoleh daripada penilaian tiga orang pakar terhadap modul pengajaran reka bentuk akuaponik. Analisis dilakukan secara tematik berdasarkan data yang diperoleh melalui borang kesahan pakar dan temu bual separa berstruktur. Dapatan disusun mengikut beberapa tema utama iaitu isi kandungan pembangunan modul reka bentuk akuaponik, keperluan dan kesediaan, kebolehgunaan modul reka bentuk akuaponik, cadangan penambahbaikan terhadap modul.

Jadual 2. Demografi pakar

Pakar	Latar Belakang Pendidikan	Pengalaman Bekerja
P1	Ijazah Sarjana Muda Teknologi serta Pendidikan (KH)	26 Tahun
P2	Bachelor of Education (Electrical Engineering with Honours)	26 Tahun
P3	Kemahiran Manipulatif Tambahan (KHB)	18 Tahun

Jadual 3. Code Isi Kandungan Pembangunan Modul Reka Bentuk Akuaponik

Bil.	Item	R1	R2	R3
1.	Modul dibangunkan perlu selari dengan DSKP (B1)	/	/	/
2.	Modul bersifat mesra pengguna iaitu boleh digunakan bila-bila masa (B1)	/	/	/
3.	Membantu keperluan semasa guru (B1)	/	/	/
4.	Menepati objektif yang ditetapkan (B2)	/	/	/
5.	Bersesuaian dengan topik pengajaran	/	/	/

Hasil penilaian oleh tiga orang pakar menunjukkan kesepakatan terhadap kualiti dan kesesuaian modul yang dibangunkan. Semua pakar bersetuju bahawa modul ini selari dengan kehendak Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP), bersifat mesra pengguna, serta mampu membantu memenuhi keperluan semasa guru. Modul ini juga dinilai menepati objektif yang ditetapkan dan sesuai digunakan dalam pelaksanaan PdPc. Walau bagaimanapun, hanya dua daripada tiga pakar menyatakan bahawa modul ini sepenuhnya bersesuaian dengan topik pengajaran, yang mungkin menunjukkan keperluan penambahbaikan kecil dari aspek keselarasan kandungan dengan keperluan kurikulum tertentu.

Jadual 4. Code Keperluan dan Kesediaan

Bil.	Item	R1	R2	R3
1.	Memudahkan proses pengajaran guru (C1)	/	/	/

2.	Modul membantu guru menyampaikan pengajaran secara sistematik (C1)	/	/	/
3.	Bahan rujukan tambahan seperti, video, dan nota panduan (C2)	/	/	/
4.	Bersedia menggunakan modul kerana bersifat praktikal dan inovatif (C3)	/	/	/

Penilaian lanjut terhadap keberkesanan modul dalam konteks pelaksanaan PdPc menunjukkan maklum balas yang sangat positif daripada ketiga-tiga pakar. Semua pakar bersetuju bahawa modul ini memudahkan proses pengajaran, membolehkan guru menyampaikan isi pelajaran secara lebih sistematik, serta menyediakan bahan rujukan tambahan yang berguna seperti video dan nota panduan. Selain itu, kesemua pakar menyatakan kesediaan untuk menggunakan modul ini kerana ia bersifat praktikal, inovatif dan sesuai dengan keperluan bilik darjah sebenar. Dapatan ini membuktikan bahawa modul bukan sahaja relevan dari segi kandungan, malah memenuhi keperluan pelaksanaan pengajaran secara efektif dan fleksibel.

Jadual 5. Code Kebolegunaan Modul Reka Bentuk Akuaponik

Bil.	Item	R1	R2	R3
1.	Modul menjadikan PdPc lebih sistematik dan berstruktur (D1)	/	/	/
2.	Modul sesuai dijadikan BBM kerana lengkap dengan panduan dan aktiviti (D2)	/	/	/
3.	Modul boleh digabungkan dengan bahan digital (D2)	/	/	/
4.	Modul sesuai dengan trend semasa dan teknologi terkini dalam pendidikan (D3)	/	/	/
5.	Menyokong integrasi teknologi seperti video, animasi, atau simulasi (D3)	/	/	/

Kesemua pakar bersetuju bahawa modul yang dibangunkan berpotensi tinggi untuk dijadikan bahan bantu mengajar (BBM) yang relevan dengan keperluan semasa PdPc. Modul ini dinilai mampu menjadikan proses pengajaran dan pembelajaran lebih sistematik dan berstruktur kerana kandungan dan aktiviti telah dirancang mengikut urutan yang logik serta bersesuaian dengan objektif pembelajaran. Selain itu, pakar turut menyatakan bahawa modul ini lengkap dengan panduan penggunaan, nota, dan aktiviti, sekaligus membolehkan guru menggunakannya secara terus dalam bilik darjah. Kesemua pakar juga bersetuju bahawa modul ini mempunyai potensi untuk digabungkan dengan bahan digital, seperti video, animasi atau simulasi. Walaupun hanya dua orang pakar menyebut secara eksplisit tentang sokongan terhadap integrasi teknologi digital lanjutan, semua pakar secara umum mengiktiraf kesesuaian modul ini dengan trend semasa dan teknologi pendidikan terkini.

Jadual 6: Code Cadangan Penambahbaikan Terhadap Modul

Bil.	Item	R1	R2	R3
1.	Tambah elemen interaktif seperti video, animasi atau simulasi akuaponik (E1)	/	/	x
2.	Terhadkan penggunaan teks dalam modul(D2)	x	/	/

Walaupun secara keseluruhannya modul pengajaran ini diterima baik, terdapat beberapa cadangan penambahbaikan yang dikemukakan oleh pakar bagi meningkatkan keberkesanan modul. Dua orang pakar mencadangkan agar modul ini ditambah dengan elemen interaktif seperti video, animasi atau simulasi yang menggambarkan konsep akuaponik secara visual dan dinamik. Elemen ini dipercayai dapat meningkatkan kefahaman pelajar terhadap proses sebenar sistem akuaponik, terutamanya bagi pelajar yang mempunyai gaya pembelajaran visual. Selain itu, dua daripada tiga pakar juga menyarankan supaya penggunaan teks dalam modul dihadkan, dan digantikan dengan elemen grafik, gambar rajah dan penerangan bergambar bagi mengelakkan beban kognitif berlebihan kepada pelajar. Satu daripada pakar berpendapat bahawa kepadatan teks boleh menjejaskan fokus pelajar, terutamanya bagi topik teknikal seperti reka bentuk sistem yang memerlukan tumpuan visual dan praktikal.

5. Kesimpulan

Kajian ini dijalankan untuk membangunkan dan menilai kebolegunaan modul pengajaran bagi topik Reka Bentuk Akuaponik dalam mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) Tingkatan 2. Modul ini dibina berasaskan model ADDIE dan disokong oleh dua teori utama iaitu Teori Konstruktivisme dan Teori Beban Kognitif. Tujuan utamanya

adalah untuk menyediakan bahan bantu mengajar (BBM) yang sistematik, mesra pengguna, dan sejajar dengan kehendak Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP).

Dapatan kajian yang diperoleh daripada temubual separa berstruktur dan penilaian pakar menunjukkan bahawa modul ini memenuhi tiga aspek utama iaitu kesesuaian kandungan dengan kurikulum, keberkesanan dalam menyokong pelaksanaan pdpc, dan kebolegunaan modul dalam konteks bilik darjah sebenar.

Secara khusus, kesemua pakar menyatakan bahawa modul ini membantu menjadikan PdPc lebih sistematik, menyokong guru menyampaikan isi pelajaran secara lebih berstruktur, dan sesuai dijadikan BBM kerana lengkap dengan panduan, aktiviti, serta bahan rujukan tambahan seperti video dan nota. Selain itu, pakar juga mengesahkan bahawa modul ini sejajar dengan trend pendidikan semasa dan menyokong integrasi teknologi dalam pengajaran. Penilaian positif ini membuktikan bahawa modul berpotensi besar dalam meningkatkan kualiti pengajaran topik akuaponik secara berkesan dan menyeluruh.

Walau bagaimanapun, terdapat juga beberapa cadangan penambahbaikan daripada pakar, antaranya ialah Penambahan elemen interaktif seperti video, animasi dan simulasi sistem akuaponik untuk menarik minat pelajar visual dan Pengurangan penggunaan teks berlebihan dan peningkatan bahan bergambar untuk mengelakkan beban kognitif.

Pengakuan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan penulis dan Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sokongan yang diberikan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan tiada konflik kepentingan.

Rujukan

- Aishah, S. (2021). Penilaian Unit Reka Bentuk Sistem Pertanian Dalam Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi Menggunakan Model Cipp: Sebuah Kajian Awal.
- Akbari, R., & Yazdanmehr, E. (2014). A Critical Analysis of the Selection Criteria of Expert Teachers in ELT. *Theory and Practice in Language Studies*, 4(8), 1653–1658. <https://doi.org/10.4304/tpls.4.8.1653-1658>
- Arsad, A., & Janan, D. (2022). Pembangunan Modul Bacaan Ekstensif Bagi Murid Sekolah Rendah: Satu Analisis Keperluan. *Sciences (ESSS)EISSN*, 3, 59–74.
- Baco Sarimah, & Ishak Zaki. (2021). Kesahan dan Kebolehppercayaan Instrumen Penilaian Kendiri Pembelajaran Ungkapan Algebra Tingkatan Dua. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(11), 127–137.
- Bacotang, J., & Mohamed Isa, Z. (2016). Pembangunan Modul Literasi Awal (Modul Lit-A) Untuk Kanak-Kanak Taska. In *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Jilid* (Vol. 5).
- Cathrine Masingan, S. S. (2021). Amalan Pengintegrasian Teknologi Guru Bukan Pengkhususan Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi (RBT) Di Sekolah Menengah Berdasarkan Model SAMR. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 3(3), 13–20.
- Cathrine Masingan, & Sharif Sabariah. (2019). Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PPK) Guru Bukan Pengkhususan Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) di Sekolah Menengah. In *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)* (Vol. 4, Issue 6).
- Fitri Saiful. (2023). Pembangunan Modul Latihan Berasaskan Aplikasi Permainan Digital Flippity Bagi Subjek Reka Bentuk Dan Teknologi Tingkatan 2.
- Ghani, H. A., Ismail, S., & Nordin, M. S. (2019, September). Kekangan Kreativiti Guru dalam Pengajaran Mata Pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi Sekolah Menengah. In *Prosiding seminar Kebangsaan Pendidikan Negara (SKEPEN 2019)*.
- Halimaton, S. (2021). Pembangunan Perisian Pembelajaran M-Smaw Bagi Kursus Teknologi Kimpalan Di Kolej Vokasional Malaysia Zon Tengah.
- Jonathan, M., & How Shwu Pyng. (2024). Cabaran Guru Dalam Pengajaran Dan Pembelajaran Subjek Reka Bentuk Dan Teknologi Sekolah Rendah Di Daerah Bintulu Sarawak. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 9(54), 177–189.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2017). *Dasar Pendidikan Kebangsaan (Edisi Keempat)*. www.moe.gov.my/bppdp
- Maswani, I. (2023). Pembangunan Modul Sequin Topik Reka Bentuk Fesyen, Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi Tingkatan Satu.
- Misman Sumin, N. F. A. S. A. (2016). Rekabentuk Dan Ujilari Sistem Akuaponik Untuk Penghasilan Tanaman Dan Ternakan Dalam Kediaman.
- Mohd Rusdin, N., & Ali, S. R. (2019). Amalan Dan Cabaran Pelaksanaan Pembelajaran Abad Ke-21. Universiti Sultan Zainal Abidin.

- Mohd Samsi, M. S., Kamal Basir, M. Z., & Gerunsin, N. (2023). Sistem Akuaponik Dari Sudut Kesihatan Kepada Manusia: Satu Kajian Literatur. *International Journal of Innovation and Industrial Revolution*, 5(13), 240–252. <https://doi.org/10.35631/ijirev.513019>
- Najwa Yusoff. (2023). Pembangunan Dan Kebolehgunaan Modul Pembangunan Produk Bagi Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi Tingkatan 3.
- Nasibah, U., Abd Gani, M. I., & Mat Shaid, N. (2015). Model Addie Dalam Proses Reka Bentuk Modul Pengajaran: Bahasa Arab Tujuan Khas Di Universiti Sains Islam Malaysia Sebagai Contoh.
- Norazizah Abdullah, & Azita Ali. (2017). Tahap Kesianaan Guru Pelatih Reka Bentuk Dan Teknologi Terhadap Pengajaran Mata Pelajaran Reka Cipta.
- Nurul Azmi Mat Nor, M., Kamarudin, N., Kalthom Abdul Manaf, U., & Hazwan Mohd Puad, M. (2017). Penerapan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dalam Kurikulum Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) Sekolah Rendah. In *International Journal of Education and Training (InjET)* (Vol. 3, Issue 2). <http://www.injet.upm.edu.my>
- Nylea, E., Masri, N. S., & Ramli, A. A. (2024). *Smart Aquaponics System Based on IoT Sistem Akuaponik Pintar Berasaskan Internet Pelbagai Benda (IoT)*. 5(2), 1444–1462. <https://doi.org/10.30880/aitcs.2024.05.02.078>
- Padzil, M. R., Abdul Karim, A., & Hazrati Husnin. (2021). Analisis Keperluan Pembangunan Modul Kelas Berbalik Dan Pembelajaran Berasaskan Projek Bagi Menerapkan Pemikiran Reka Bentuk Dalam Kalangan Murid RBT. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 3, 21–34. <http://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdpd>
- Shafik Mohd Samsi, M., Zuhaili Kamal Basir, M., Gerunsin, N., Teknologi MARA, U., & Branch, S. (2023). Kelestarian Penggunaan Sistem Akuaponik Terhadap Alam Sekitar Dari Perspektif Islam: Satu Kajian Literatur. *Proceedings Borneo International Islamic Conference*, 14, 239–243.
- Syafiqah Isa, N. M. I. (2018). *Sains Humanika Effectiveness of Computerized Graphic Use as a Teaching Material in Design and Technology Students*. www.sainshumanika.utm.my
- Voon, S. H., & Amran, M. S. (2021). Pengaplikasian Teori Pembelajaran Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Matematik: application of constructivism learning theory in mathematical learning. *Sains Insani*, 6(2).
- Yanis, M. N. (2023). Pengenalan Sistem Akuaponik (Integrasi Budidaya Ikan Dan Sayuran) Di SMA Negeri 1 Kuala Pembuang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Belida Indonesia*, 3(2), 32-41
- Yong. (2019). Kesan Penggunaan Portal Pembelajaran Pelajar Dalam Subjek Reka Bentuk Dan Teknologi.
- Yusof, Y., Ming Foong, L., & Chee Sern, L. (2016). Integrasi konsep dan teori beban kognitif dalam pendidikan kejuruteraan di Malaysia: Satu kajian literatur. *Journal of Society and Space*, 3, 46–57.
- Zamri Shaat, & Nurfaradilla. (2020). Cabaran Pelaksanaan Mata Pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi Sekolah Menengah (Challenges in the Implementation of Design and Technology Subject in Secondary School). *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 45(01SI). <https://doi.org/10.17576/jpen-2020-45.01si-07>