



INTERNATIONAL JOURNAL OF
MODERN EDUCATION
(IJMOE)
www.ijmoe.com



**PEMBANGUNAN MODUL LATIHAN GURU TENTANG
PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM TERADUN**

*DEVELOPMENT OF A TEACHER TRAINING MODULE ON
BLENDED STEM LEARNING APPROACH*

Yusmarini Yusoff^{1*}, Mohd Ali Samsudin², Norfarah Nordin³, Nurul Azah Ani⁴

- ¹ Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia
Email: yusmarini@student.usm.my
 - ² Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia
Email: alisamsudin@usm.my
 - ³ Pusat Pengajian Siswazah Perniagaan, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia
Email: norfarah@usm.my
 - ⁴ Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia
Email: nurul.azah@student.usm.my
- * Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 10.01.2024
Revised date: 28.01.2024
Accepted date: 20.02.2024
Published date: 12.03.2024

To cite this document:

Yusoff, Y., Samsudin, M. A., Nordin, N., & Ani, N. A. (2024). Pembangunan Modul Latihan Guru Tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun. *International Journal of Modern Education*, 6 (20), 342-357.

DOI: 10.35631/IJMOE.620026

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Abstrak:

Artikel ini menjelaskan tentang proses reka bentuk pengajaran yang berteraskan model ADDIE untuk pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun. Modul latihan merupakan panduan yang digunakan oleh guru semasa proses pembelajaran iaitu latihan guru. Justeru, artikel ini bertujuan untuk menerangkan aplikasi model ADDIE dalam pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dan menerangkan kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan STEM Teradun untuk guru Sains sekolah menengah. Kumpulan penyelidik yang diketuai oleh pengkaji sendiri telah menjalankan beberapa siri perbincangan dan taklimat dalam proses pembangunan modul latihan ini yang mengambil masa lebih kurang enam bulan bermula Mei hingga Oktober 2021. Peringkat seterusnya adalah mendapatkan kesahan modul daripada enam pakar yang berpengalaman dalam bidang STEM. Dapatan menunjukkan pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun melibatkan semua fasa dalam model ADDIE iaitu Fasa Analisis, Fasa Reka Bentuk, Fasa Pembangunan, Fasa Pelaksanaan dan Fasa Penilaian. Pada akhirnya, pengkaji berjaya menghasilkan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun yang menekankan peranan model SAMR untuk menjelaskan bagaimana aplikasi digital berfungsi sebagai pengupaya dalam peningkatan tahap pengintegrasian STEM dan pendekatan pembelajaran yang STEM dalam topik berkaitan Perubahan Iklim.

Kata Kunci:

Model ADDIE, Pembelajaran Teradun, Pengintegrasian STEM, Perubahan Iklim

Abstract:

This article delineates the process of instructional design, utilizing the ADDIE model, to create a comprehensive Teacher Training Module focused on Blended STEM Learning Approaches. Serving as a guide for educators, this module is specifically tailored for teacher training. The primary objective of this article is to elucidate the application of the ADDIE model in crafting the Teacher Training Module for Blended STEM Learning Approaches and to expound on its content, designed for secondary school Science teachers. Led by the primary researcher, the research group engaged in extensive discussions and briefings throughout the six-month development period, spanning from May to October 2021. Subsequently, the module's validity was sought from six experts with substantial experience in the STEM field. The findings underscore the integration of all phases of the ADDIE model—Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation—in the creation of the Teacher Training Module on Blended STEM Learning Approaches.

Keywords:

ADDIE Model, Blended Learning, STEM Integration, Climate Change

Pengenalan

Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah melaksanakan pelbagai usaha bagi meningkatkan sumber tenaga mahir dan juga pakar dalam penyelidikan dan industri melalui pengukuhan pendidikan STEM dan merupakan antara agenda yang diberikan penekanan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (KPM, 2014). Kesediaan guru dalam melaksanakan pembelajaran STEM teradun di sekolah menjadi isu dan cabaran apabila guru tidak menguasai konsep sebenar pendidikan STEM dan juga pendekatan pembelajaran STEM teradun (James, 2017). Masih ada guru yang mempunyai salah tanggapan dengan mengandaikan pembelajaran teradun adalah pembelajaran yang hanya mengintegrasikan teknologi dalam kandungan subjek yang diajar, sedangkan guru perlu mengajar secara bersemuka dan mereka juga perlu melaksanakan pengajaran dan pembelajaran secara dalam talian serentak (Cajucom et al., 2022). Pendidikan STEM yang sepatutnya boleh menarik minat pelajar melalui kepelbagaian aktiviti yang mencabar, menyeronokkan dan bermakna melalui aktiviti inkuiri dan penyelesaian masalah tidak tercapai apabila guru tidak mahir dalam menyatupadukan konsep STEM dengan persekitaran sebenar (Rudolf, 2016). Guru yang mahir menggunakan aplikasi teknologi lebih bersedia untuk mengintegrasikan kandungan pembelajaran secara dalam talian (Lee Yew dan Mohamed, 2021) dan menjadikan pembelajaran teradun lebih berkesan. Justeru, sepanjang tempoh perkhidmatan, sebagai seorang pendidik, guru perlu melengkapkan diri sebagai guru di abad ke-21 (Shuib et al., 2020) dengan mengikuti latihan untuk pembangunan profesionalisme berterusan (PPB) pembelajaran STEM seiring dengan situasi semasa yang melibatkan pendekatan pembelajaran secara teradun.

Tinjauan Literatur

Terdapat dua perkara berkaitan tinjauan literatur yang berkaitan dengan pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun iaitu Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dalam Topik Perubahan Iklim dan Peranan Model SAMR dalam Peningkatan Tahap Pengintegrasian STEM.

Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dalam Topik Perubahan Iklim

Kini, isu perubahan iklim merupakan salah satu masalah global yang mempengaruhi seluruh dunia dan memberi kesan kepada kelestarian alam sekitar (Masson-Delmotte et al., 2021). Perubahan iklim merupakan perubahan dalam keadaan iklim iaitu perubahan pola cuaca yang berlaku berterusan dalam jangka masa panjang pada skala global (Setiani, 2020). Isu ini menjadi masalah di seluruh dunia dan perlu diatasi oleh semua lapisan masyarakat terutamanya pelajar di sekolah. Kandungan dalam sukatan pelajaran berkaitan perubahan iklim memberi kefahaman meluas dan kesedaran kepada pelajar di setiap peringkat daripada prasekolah hingga peringkat sekolah menengah (Rahman, 2017). Oleh yang demikian, guru boleh menyampaikan pengajaran dan pembelajaran secara teradun berkaitan perubahan iklim dengan mengintegrasikan aplikasi digital dalam pengajaran dan pembelajaran.

Guru STEM yang berkemahiran mampu mengikut jadual yang fleksibel dan lancar melalui aktiviti pembelajaran mengikut keperluan dan keutamaan (Michael & Heather, 2015). Guru-guru menggunakan platform dalam talian menyediakan tugas sendiri pelajar membolehkan pelajar terus belajar, sama ada mereka berada di rumah atau secara sendiri dan tidak bergantung kepada guru secara peribadi untuk menyampaikan pelajaran secara bersemuka. Guru yang mahir sebagai pemudah cara dapat mengendalikan pembelajaran berpusatkan pelajar membolehkan pelajar menyelesaikan masalah hasil lontaran idea semasa perbincangan berkaitan Perubahan Iklim. Menurut Prasad et al., (2018), pembelajaran teradun merupakan gabungan pembelajaran dalam talian dan pembelajaran bersemuka dalam persekitaran pembelajaran yang menggabungkan penggunaan aplikasi teknologi bagi menyediakan ruang dan peluang kepada pelajar untuk belajar secara fleksibel. Gabungan kedua-dua mod pembelajaran secara bersemuka dan menerapkan penggunaan aplikasi digital menjadikan pembelajaran yang lebih bermakna (Gecer & Dag, 2012).

Peranan Model SAMR dalam Peningkatan Tahap Pengintegrasian STEM

Model SAMR digunakan sebagai kerangka untuk menjelaskan bagaimana aplikasi digital boleh berfungsi sebagai pengupaya bagi meningkatkan tahap pengintegrasian STEM itu dilakukan pada tahap penerokaan, tahap pengembangan dan tahap perlanjutan (Wang & Knobloch, 2018) dalam topik Perubahan Iklim. Model SAMR mengandungi empat tahap pengintegrasian teknologi dan dibezakan kepada dua kategori. Tahap yang pertama dan kedua terdiri daripada Penggantian (*Substitution*) dan Peningkatan (*Augmentation*) merupakan tahap yang dikategorikan sebagai Penambahbaikan. Bagi tahap yang ketiga dan ke empat iaitu Pengubahsuaian (*Modification*) dan Penentuan Semula (*Redefinition*) dikategorikan sebagai Transformasi (Puentedura 2006).

Objektif Kajian

Objektif kajian adalah untuk menerangkan aplikasi model ADDIE dalam pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dan menerangkan kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan STEM Teradun untuk guru Sains sekolah menengah.

Metodologi Kajian

Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun menggunakan model ADDIE melibatkan perbincangan antara pengkaji bersama dua ahli kumpulan dalam tempoh enam bulan (Mei hingga Oktober 2021). Reka bentuk model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) oleh Bates (2015) digunakan sebagai panduan pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun. Model ADDIE dipilih dalam kajian ini kerana penerangan dan perancangan yang sistematik tentang proses mereka bentuk dan pembangunan bahan pembelajaran secara dalam talian (Abdullah, 2017; Alajmi, 2009). Bates (2015) telah mengubahsuai model ADDIE supaya bersesuaian untuk menjadi panduan pembinaan bahan pembelajaran secara dalam talian selaras dengan pembelajaran abad ke-21. Penerangan dan perancangan yang sistematik dalam model ADDIE ini membantu guru Sains sekolah menengah dalam memahami dan menguasai pengajaran dan pembelajaran dengan berkesan.

Apabila Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun lebih telah selesai pembinaan, pandangan dan maklum balas daripada enam pakar penilai dalam bidang STEM diperoleh untuk menentukan kesahan kandungan modul yang dibina bagi memastikan ketepatan kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.

Dapatan Kajian

Pengkaji telah mengaplikasikan Model ADDIE melibatkan lima fasa iaitu fasa analisis (*Analysis*), fasa reka bentuk (*Design*), fasa pembangunan (*Development*), fasa pelaksanaan (*Implementation*) dan fasa penilaian (*Evaluation*) dalam pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun. Dapatan pembangunan bagi setiap fasa dalam model ADDIE adalah seperti berikut:

Fasa Analisis

Fasa analisis adalah fasa pertama dalam penghasilan modul latihan guru ini melibatkan mengenal pasti kumpulan sasaran, menetapkan matlamat latihan guru, memilih sumber pembelajaran, menentukan strategi pembelajaran dan analisis keperluan (Bates, 2015). Perkara utama yang dilakukan dalam fasa analisis adalah mengenal pasti kumpulan sasaran di mana guru Sains sekolah menengah merupakan peserta sasaran bagi pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM teradun kerana mereka memainkan peranan utama dalam menyampaikan pengajaran dan pembelajaran dalam konteks perubahan iklim.

Seterusnya, penetapan matlamat pembelajaran bagi pembangunan modul adalah untuk mewujudkan satu garis panduan melaksanakan latihan guru untuk pengintegrasian aplikasi digital dalam pembelajaran STEM teradun. Antara matlamat lain adalah guru yang mengikuti latihan guru mengikuti semua latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun secara dalam talian, meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian.

Bagi pemilihan sumber pembelajaran, pemilihan melibatkan sumber berasaskan dalam talian. Pemilihan sumber pertama adalah dengan menggunakan pelantar DELIMa, Kementerian Pendidikan Malaysia. Pemilihan sumber kedua merujuk kepada Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Biologi Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) dan pemilihan sumber pembelajaran yang ketiga adalah merujuk kepada Panduan Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran (BPK, 2016).

Untuk penentuan strategi pembelajaran adalah secara dalam talian yang melibatkan pembelajaran secara segerak (*synchronous learning*) dan tidak segerak (*asynchronous learning*). Pembelajaran secara segerak dan tidak segerak dipilih kerana guru yang mengikuti sesi latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dapat menguasai kandungan latihan yang berlangsung secara terus dalam talian dan juga dapat melaksanakan tugas mengikut situasi semasa pembelajaran tidak segerak (Rofizah Mohammad, 2020).

Bagi analisis keperluan melibatkan tinjauan awal berdasarkan temu bual dengan lima responden iaitu seorang pegawai SISC+, dua orang pensyarah Sains IPG dan dua orang guru Sains sekolah menengah. Temu bual bersama pegawai SISC+ dan pensyarah Sains IPG tentang keberkesanan dan kualiti guru selepas mengikuti latihan pembangunan profesionalisme dalam pengajaran dan pembelajaran STEM dan temu bual bersama guru adalah berkisar tentang pengalaman mereka menggunakan aplikasi digital semasa pengajaran dan pembelajaran STEM.

Fasa Reka Bentuk

Pada fasa reka bentuk, pengkaji menggunakan maklumat daripada fasa analisis untuk mereka bentuk bahan pembelajaran Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun. Perkara-perkara yang diberi perhatian pada fasa reka bentuk ialah merancang dan mereka bentuk latihan, pemilihan ruang pembelajaran dalam talian dan memperhalusi pemilihan aplikasi digital (Bates, 2015).

Perancangan mereka bentuk latihan bagi Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun adalah dengan menggunakan model SAMR, tahap pengintegrasian STEM, kerangka pengetahuan teknologi pedagogi kandungan (TPACK) dan model kognitif sosial untuk penerapan pembelajaran regulasi sendiri dalam talian.

Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran Teradun ini menggunakan tahap pengintegrasian STEM menerusi (i) Peranan Integrasi dalam Objektif Pembelajaran, (ii) Peranan Hasil Pembelajaran, (iii) Peranan Jurulatih dan Jenis Arahan dan (iv) Peranan Peserta Berfikir. Tahap Pengintegrasian STEM melibatkan Tahap Penerokaan, Tahap Pembangunan dan Tahap Perlanjutan (Wang & Knobloch, 2018).

Penggunaan aplikasi digital boleh berfungsi sebagai pengupaya bagi meningkatkan tahap pengintegrasian STEM berkenaan. Model SAMR yang bermula dari peringkat asas penggantian (*Substitution*) diikuti dengan Peningkatan (*Augmentation*), Penambahbaikan (*Modification*) dan Penentuan Semula (*Redefinition*) digunakan sebagai kerangka untuk menjelaskan bagaimana aplikasi digital boleh berfungsi sebagai pengupaya bagi meningkatkan tahap pengintegrasian STEM itu dilakukan pada tahap penerokaan, tahap pengembangan dan tahap perlanjutan (Wang & Knobloch, 2018) dalam topik Perubahan Iklim. Menurut Puentedura (2006), Model SAMR digunakan untuk menambahbaik kualiti pendidikan dengan pengintegrasian teknologi dalam pengajaran. Bagi pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dalam kajian ini pula, Model SAMR digunakan untuk menunjukkan peningkatan kemahiran digital yang terlibat semasa guru mengikuti latihan dengan menggunakan aplikasi digital bermula daripada peringkat asas sehingga ke peringkat fasih (*fluent*).

Model TPACK yang dibangun oleh Mishra dan Koehler (2006) dijadikan panduan untuk guru berfikir, merancang dan seterusnya membuat keputusan untuk mengintegrasikan pembelajaran digital (Niess, 2011). Pengetahuan kandungan STEM adalah sangat penting agar penyampaian pengajaran dan pembelajaran STEM berkesan (Pearson & Pearson, 2017). Pengetahuan kandungan pedagogi pula melibatkan kemahiran guru dalam menambah baik kaedah pengajaran, menguasai teknologi untuk keperluan kandungan pengajaran dan mewujudkan suasana yang harmoni semasa pengajaran (Syafriemen et al., 2017). Oleh yang demikian, guru yang boleh mengintegrasikan pembelajaran digital dengan kandungan pengajaran dapat melaksanakan proses pengajaran dan pembelajaran dengan berkesan untuk mencapai objektif pembelajaran (Eng & Keong, 2019).

Pada fasa reka bentuk, pemilihan ruang pembelajaran dalam talian adalah penting untuk pembelajaran dalam talian menggunakan aplikasi digital seperti Web 2.0. Penggunaan Web 2.0 dalam talian sebagai aplikasi digital untuk pengguna berhubung dan berkomunikasi serta berkolaborasi (O'Reilly, 2005). Secara umumnya, pembelajaran dalam talian berlaku secara *synchronous* atau *asynchronous* (Fahmi, 2020). Dalam konteks kajian ini, modul melibatkan interaksi secara *synchronous* dan *asynchronous*. Interaksi pembelajaran dalam talian secara *synchronous* dalam modul latihan ini berlaku apabila guru berinteraksi dengan jurulatih pada masa yang sama mengikut jadual pelaksanaan. Oleh yang demikian, guru boleh berkomunikasi dan bertanya jurulatih dan terus mendapat maklum balas semasa menggunakan modul sama ada melalui perbualan, *chat* atau forum dalam talian. Melalui interaksi secara *synchronous* dalam talian mewujudkan komunikasi, perbincangan, kerjasama dan penglibatan yang aktif (Albrahim, 2020). Interaksi pembelajaran dalam talian secara *asynchronous* pula merupakan proses interaksi pembelajaran yang terjadi apabila guru dan jurulatih berinteraksi pada waktu yang lain mengikut jadual masing-masing. Dalam kajian ini, guru yang menggunakan modul ini boleh melaksanakan pembelajaran kolaboratif pada bila-bila masa mengikut keberadaan mereka di mana sahaja (Windhiyana, 2020).

Penggunaan Web 2.0 adalah percuma dan diperolehi daripada sumber terbuka. Oleh yang demikian, info dan aplikasi Web 2.0 tanpa halangan dan boleh berinteraksi dengan lebih sistematik (Ahmad Fakrudin, 2019). Secara khususnya, kajian ini menggunakan aplikasi Web 2.0 *Microsoft O365* iaitu *Microsoft Teams*, *Microsoft Sway*, *Microsoft Forms*, *Wakelet*, *Flip* dan *Minecraft Education*. Dalam kajian ini, aplikasi *Microsoft Teams* pula khusus digunakan sebagai sistem pengurusan pembelajaran (*Learning Management System, LMS*). Ciri-ciri pelantar di *Microsoft Teams* adalah mudah dan mewujudkan suasana pembelajaran sesuai untuk digunakan bagi pembelajaran dalam talian bergerak (Rodriguez-Sigure et al., 2020).

Bagi memperhalusi pemilihan aplikasi digital, ia penting kerana penggunaan modul adalah secara dalam talian. Oleh yang demikian, aktiviti yang direka bentuk berdasarkan pemilihan aplikasi digital sebagai pengupaya mestilah sesuai dengan pendekatan pembelajaran STEM teradun. Dalam konteks kajian ini, peralatan peranti dan perisian digital yang diperlukan oleh guru semasa mengikuti latihan guru adalah seperti komputer riba atau desktop yang boleh digunakan untuk melayari internet dan perisian digital asas *Microsoft O365* iaitu *Microsoft Word* dan aplikasi digital *Microsoft Teams*, *Microsoft Sway*, *Microsoft Forms*, *Wakelet*, *Flip* dan *Minecraft Education* untuk pengintegrasian STEM dalam penyampaian topik berkaitan Perubahan Iklim.

Fasa Pembangunan

Fasa selanjutnya ialah fasa pembangunan yang melibatkan keselamatan dan bantuan data pembelajaran dalam talian, menghasilkan modul mengikut kandungan, pengesahan kandungan dan melaksanakan kajian rintis.

Di fasa pembangunan, keselamatan peserta dan bantuan data pembelajaran dalam talian perlu diutamakan (Bender, 2012) kerana penggunaan aplikasi digital adalah secara dalam talian. Semua bahan dan aktiviti yang dimuat naik hanya boleh dikongsikan bersama guru yang mengikuti latihan guru secara dalam talian berkenaan sahaja. Keselamatan siber menjadi keutamaan semasa pelaksanaan dan penggunaan peranti dan akses pengumpulan data serta perkongsian maklumat (Fuad & Yusoff, 2022).

Guru yang mengakses carian dan memperoleh maklumat daripada internet dimaklumkan tentang keselamatan dan penggunaan aplikasi secara dalam talian yang terlibat. Maklumat peribadi peserta guru tidak dipaparkan dan dikongsikan pada mana-mana aplikasi dalam talian untuk mengelakkan penyalahgunaan keselamatan siber (Alahmari & Duncan, 2020).

Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun ini mengandungi lima bab. Jadual 1.1 mempamerkan bab modul dan objektif serta isi kandungan modul.

Jadual 1.1: Bab Modul dan Objektif serta Isi Kandungan Modul

Bab	Objektif	Isi Kandungan
Bab 1: Pengenalan	<ol style="list-style-type: none"> Memahami konsep Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun Memahami konsep Model SAMR Memahami konsep Kerangka TPACK Memahami konsep Perubahan Iklim 	<ul style="list-style-type: none"> Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun Model SAMR Kerangka TPACK Perubahan Iklim yang merangkumi: <ul style="list-style-type: none"> - Iklim vs Cuaca - Sistem Iklim - Mekanisme Perubahan Iklim - Kesan Rumah Hijau, Ketidaktentuan Iklim dan Pemanasan Global
Bab 2: Penggantian (<i>Substitution</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan aplikasi digital bagi menyampaikan topik Perubahan Iklim menggunakan pendekatan kuliah secara satu hala Menggunakan aplikasi digital yang disampaikan pada tahap meneroka yang 	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan dan Pengintegrasian Aplikasi Digital <i>Microsoft Teams, Microsoft Sway, Microsoft Forms, Wakelet</i> dan <i>Flip</i> pada Tahap <i>Substitution</i> dalam Topik Perubahan

mbolehkan peserta dapat mengaitkan topik perubahan iklim dengan situasi semasa

Iklim berkaitan Iklim vs Cuaca

- Fokus penggunaan aplikasi digital adalah untuk makluman perubahan iklim berkaitan Iklim vs Cuaca dalam konteks dunia sebenar dan perkembangan terkini yang berkaitan. Namun ia bersifat berpusatkan guru.
- *Log in, Set up* dan Penggunaan Fungsi Asas *Microsoft Teams, Microsoft Sway, Microsoft Forms, Wakelet* dan *Flip*

Bab 3:
Peningkatan
(*Augmentation*)

1. Mengguna pelbagai ciri dalam aplikasi digital supaya penyampaian topik Perubahan Iklim dapat dilakukan dengan lebih menarik
2. Menggunakan aplikasi digital supaya penyampaian topik Perubahan Iklim boleh dikaitkan dengan dunia sebenar dan isu-isu semasa dengan lebih interaktif

- Penggunaan dan Pengintegrasian Aplikasi Digital *Microsoft Teams* dan *Microsoft Forms* pada Tahap *Augmentation* dalam Topik Perubahan Iklim berkaitan Sistem Iklim

Bab 4:
Pengubahsuaian
(*Modification*)

1. Mengguna pelbagai ciri dalam aplikasi digital supaya penyampaian topik Perubahan Iklim dapat dilakukan dengan lebih menarik secara kolaboratif
2. Menggunakan teknologi supaya penyampaian topik Perubahan Iklim boleh dikaitkan dengan dunia sebenar dan isu-isu semasa dengan lebih interaktif secara kolaboratif

- Kolaborasi menggunakan Aplikasi Digital *Microsoft Teams, Microsoft Sway, Microsoft Forms, Wakelet* dan *Flip* pada Tahap *Modification* dalam Topik Perubahan Iklim yang berkaitan Mekanisme Perubahan Iklim

Bab 5:
Penentuan
Semula
(*Redefinition*)

1. Menggunakan pelbagai ciri dalam aplikasi digital supaya penyampaian topik Perubahan Iklim dapat

- Penggunaan Aplikasi Digital *Microsoft Teams, Microsoft Sway, Microsoft Forms, Wakelet* dan *Flip*

- dilakukan menerusi pendekatan pembelajaran berasaskan projek secara teradun.
2. Menggunakan aplikasi digital supaya topik Perubahan Iklim disampaikan menerusi pendekatan STEM menerusi proses pembelajaran berasaskan projek secara teradun
- dalam Topik Perubahan Iklim berkaitan Kesan Rumah Hijau, Ketidaktentuan Iklim dan Pemanasan Global
 - Penambahan Aplikasi Digital *Minecraft Education* untuk Mencapai Tahap *Redefinition* Pembelajaran
 - Latihan Kemahiran *Minecraft Education*
 - Tugasan Projek Pelan Pembelajaran STEM Teradun secara Berkumpulan
 - Pembentangan Projek Pelan Pembelajaran STEM Teradun secara Berkumpulan
 - Penambahbaikan dan Penghantaran Projek Pelan Pembelajaran STEM Teradun secara Berkumpulan

Pembangunan modul merangkumi pengesahan modul oleh pakar dan menguji kebolehpercayaannya (Sidek dan Jamaluddin, 2005). Modul ini dinilai oleh enam orang pakar yang berkelayakan dalam bidang STEM dan mempunyai kepakaran yang sesuai dalam pembangunan modul. Senarai semak telah disesuaikan untuk menguji kesahan modul. Untuk mengira kesahan kandungan modul, kajian menggunakan CVI (*Content Validity Index-CVI*) seperti yang dicadangkan oleh (Polit et al., 2007). Indeks kesahan kandungan adalah persetujuan antara penilai yang biasanya digunakan sebagai pendekatan untuk mengira perkadaran persetujuan. Indeks kesahan kandungan boleh dikira melalui pengiraan persetujuan pakar pada item (*Content Validity Index, I-CVI*) dengan menunjukkan item yang tidak berkaitan sebagai 0. dan item berkaitan sebagai 1. Polit et al., (2007) yang mengekalkan bahawa nilai (I-CVI) perlu berada pada sekurang-kurangnya 0.83 atau lebih untuk menyerlahkan kesahan yang baik dan mencukupi apabila melibatkan sekurang-kurangnya enam pakar. Kesahan kandungan keseluruhan untuk skala, S-CVI (*Content Validity for Scale, S-CVI*) ialah 0.99. Nilai S-CVI yang boleh diterima adalah melebihi 0.80 (Davis, 1992; Grant & Davis, 1997; Polit et al., 2007). Jadual 1.2 menunjukkan I-CVI dan Purata S-CVI Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.

Jadual 1.2: I-CVI dan Purata S-CVI Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Kriteria	Item	Relevan	Tidak Relevan	I-CVIs	Status Item
Objektif Modul	1. Objektif dinyatakan dengan jelas.	6	0	1.00	Diterima
	2. Objektif dirancang dengan baik, dirumus dan teratur.	6	0	1.00	Diterima
	3. Objektif yang dinyatakan adalah khusus, boleh diukur dan boleh dicapai.	6	0	1.00	Diterima
	4. Objektif adalah relevan dengan topik Perubahan Iklim.	6	0	1.00	Diterima
	5. Objektif mengambil kira keperluan guru.	6	0	1.00	Diterima
Kandungan Modul	1. Kandungan setiap bab adalah berkaitan secara langsung dengan objektif yang ditetapkan.	6	0	1.00	Diterima
	2. Kandungan setiap bab adalah jelas dan mudah difahami.	6	0	1.00	Diterima
	3. Topik bab dibincangkan sepenuhnya.	6	0	1.00	Diterima
	4. Topik disokong dengan contoh ilustrasi dan aktiviti.	6	0	1.00	Diterima
	5. Setiap topik diberi penekanan yang sama dalam setiap bab.	6	0	1.00	Diterima
	6. Bahan kandungan disediakan berkesan dan bermanfaat.	6	0	1.00	Diterima
Format Modul dan Penggunaan Bahasa	1. Format/susun atur disusun dengan baik yang menjadikan bab menarik.	6	0	1.00	Diterima
	2. Bahasa yang digunakan mudah difahami.	6	0	1.00	Diterima
	3. Bahasa yang digunakan adalah jelas, padat dan bermotivasi.	5	1	0.83	Diterima
	4. Arahan dalam modul adalah ringkas dan mudah diikuti.	6	0	1.00	Diterima
Persembahan Modul	1. Modul ini sistematik dalam persembahan kandungannya.	6	0	1.00	Diterima

	2. Bab-bab modul dibentangkan secara unik.	6	0	1.00	Diterima
	3. Aktiviti dipersembahkan dengan jelas.	6	0	1.00	Diterima
	4. Penyampaian setiap bab menarik dan menarik kepada guru.	6	0	1.00	Diterima
	5. Setiap bab disediakan dengan contoh dan aktiviti yang mencukupi.	6	0	1.00	Diterima
Peruntukan Masa	1. Tempoh sesuai	6	0	1.00	Diterima
	2. Agihan masa sesuai dengan peringkat pelaksanaan kandungan	6	0	1.00	Diterima
Kegunaan Modul	1. Modul ini dapat meningkatkan kesediaan guru untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun.	6	0	1.00	Diterima
	2. Modul ini membantu guru menguasai topik Perubahan Iklim	6	0	1.00	Diterima
	3. Modul ini akan membolehkan guru merancang pelaksanaan pembelajaran teradun dengan lebih cekap.	6	0	1.00	Diterima
	4. Modul ini dapat meningkatkan kemahiran regulasi sendiri guru.	6	0	1.00	Diterima

Purata S-CVI = 0.99

Seterusnya, kajian rintis dilaksanakan kepada guru Sains sekolah menengah di negeri Kedah. Kajian rintis dijalankan bagi untuk memastikan kesesuaian draf modul dari segi kesesuaian isi kandungan, kejelasan arahan, penerimaan guru, kemudahan bahan pembelajaran dan peruntukan masa semasa pelaksanaannya. Sebarang masalah dan kekangan yang timbul dikenal pasti. Seterusnya hasil dapatan kajian rintis digunakan untuk penambahbaikan modul untuk meningkatkan lagi keberkesanan penggunaannya. Penambahbaikan ini penting untuk menyediakan panduan untuk melatih jurulatih agar memahami dengan lebih jelas modul latihan yang digunakan.

Kajian rintis untuk pelaksanaan draf pelaksanaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun melibatkan 30 guru Sains sekolah menengah. Persetujuan dengan pihak sekolah dan guru telah diperolehi terlebih dahulu. Semasa pelaksanaan kajian rintis, pengkaji mendapatkan maklumat atau kekangan yang dihadapi melalui temu bual separa

berstruktur dengan guru terlibat untuk menguji kelemahan dan keberkesanan modul latihan guru yang dibangunkan.

Fasa Pelaksanaan

Fasa pelaksanaan merupakan kajian sebenar yang melibatkan 50 orang peserta guru. Fasa ini melibatkan penyediaan bengkel latihan kepada jurulatih dan penyediaan keperluan guru. Penyediaan bengkel latihan kepada jurulatih diperlukan bagi memastikan jurulatih mempunyai maklumat yang berkaitan dengan bahan pembelajaran sebelum latihan guru bermula. Secara umumnya, jurulatih perlu mengetahui maklumat berkaitan matlamat kursus yang dilaksanakan, aktiviti, aplikasi digital yang digunakan semasa latihan guru. Jurulatih yang terlibat merupakan pensyarah STEM dari IPG yang juga merupakan pakar pendidik inovatif *Microsoft*. Menurut Branch (2009), bengkel latihan kepada jurulatih lebih berkesan jika pengalaman latihan dilakukan sendiri oleh jurulatih yang terlibat dengan bahan pembelajaran yang baru.

Bengkel latihan kepada jurulatih diberikan tentang pengenalan bengkel dengan penerangan matlamat dan objektif bengkel. Penerangan berikutnya tentang bagaimana menggunakan modul boleh meningkatkan kefahaman guru. Seterusnya jurulatih didedahkan dengan penggunaan aplikasi digital *Microsoft Teams, Microsoft Sway, Microsoft Forms, Wakelet, Flip* dan *Minecraft Education* yang digunakan untuk pengintegrasian STEM dalam topik berkaitan Perubahan Iklim mengikut peringkat dalam Model SAMR. Bengkel ini dilaksanakan oleh pengkaji sendiri secara dalam talian kepada jurulatih. Bengkel latihan kepada jurulatih diakhiri dengan sesi soal jawab sekiranya ada soalan berkaitan modul latihan guru tersebut.

Penyediaan keperluan guru adalah untuk memastikan bahawa guru mempunyai pengetahuan yang dikehendaki untuk menyempurnakan latihan guru. Panduan kepada kepada guru diberikan semasa minggu pertama pelaksanaan kajian agar guru lebih bersedia mengikut latihan guru. Seterusnya pelaksanaan kajian sebenar dilakukan seperti Jadual 1.3.

Jadual 1.3: Jadual Pelaksanaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Minggu	Perkara	Catatan
	Ujian dan Soal Selidik Pra	Seminggu sebelum pelaksanaan intervensi sebenar
Minggu 1	Intervensi – Pengenalan	Pengenalan Modul dan Pelaksanaan Latihan Guru
Minggu 2	Intervensi – Bab Penggantian (<i>Substitution</i>)	
Minggu 3 hingga 4	Intervensi – Bab Peningkatan (<i>Augmentation</i>)	
Minggu 5	Intervensi – Bab Pengubahsuaian (<i>Modification</i>)	
Minggu 6 hingga 12	Intervensi – Bab Penentuan Semula (<i>Redefinition</i>)	
Minggu 14	Ujian Pos	Seminggu selepas intervensi
Minggu 26	Ujian Pos Lanjutan	Tiga bulan selepas intervensi

Fasa Penilaian

Fasa penilaian dalam model ADDIE bertujuan untuk menilai dan menguji keberkesannya. Fasa penilaian dilakukan setelah penambahbaikan dibuat biasanya berlaku di peringkat akhir proses projek (Stohlmann et al., 2012). Maklum balas daripada tiga pakar berpengalaman terhadap terhadap elemen yang diterapkan dalam modul latihan guru ini diambil sebagai keputusan penilaian modul yang telah siap dibangunkan. Soal selidik pengesahan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun berdasarkan Rusell (1974). Dalam konteks kajian ini, kumpulan sasaran adalah menepati kajian iaitu melibatkan guru Sains sekolah menengah, strategi pengajaran yang baik dan memuaskan, masa yang diperuntukkan untuk setiap aktiviti mencukupi, kualiti pembelajaran yang baik dan memuaskan serta berlakunya peningkatan prestasi setelah mengikuti dan menggunakan bahan pembelajaran berkenaan. Secara keseluruhan panel bersetuju dan mengesahkan kandungan modul setelah tiga kali semakan dibuat.

Perbincangan

Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun adalah relevan kerana dibina berasaskan teori dan prinsip yang mendasari asas Pembelajaran Teradun (Michael & Heather, 2015) dan Model ADDIE (Abdullah, 2017; Alajmi, 2009; Bates, 2015). Pelaksanaan intervensi modul ini secara dalam talian selari dengan kajian (Al-Bulushi & Ismail, 2017; Brook, 2014; Koneru, 2010; Zimmerly, 2012) yang menggunakan model ADDIE dalam pembangunan bahan pembelajaran dalam talian.

Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun boleh dijadikan panduan kepada kepada guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim. Isu perubahan iklim merupakan salah satu masalah global masa kini yang mempengaruhi seluruh dunia dan memberi kesan kepada kelestarian alam sekitar (Masson-Delmotte et al., 2021) dapat ditangani menggunakan modul latihan guru ini. Penggunaan aplikasi digital boleh berfungsi sebagai pengupaya bagi meningkatkan tahap pengintegrasian STEM yang dilakukan pada tahap penerokaan, tahap pengembangan dan tahap perlanjutan dalam topik Perubahan Iklim yang berkait rapat dengan kehidupan sebenar (Bryan et al., 2016; NRC 2014).

Tambahan pula panduan penggunaan pelbagai aplikasi digital seperti *Microsoft Teams*, *Microsoft Sway*, *Microsoft Forms*, *Wakelet*, *Flip* dan *Minecraft Education* diberikan dengan jelas di dalam modul dan dijadikan rujukan (Hamzah et al., 2022) yang boleh digunakan mengikut keperluan guru. Oleh yang demikian, menerusi penghasilan modul yang menggunakan model ADDIE ini, proses pendekatan pembelajaran STEM teradun berlaku telah diaplikasikan dalam situasi dunia sebenar bagi menghasilkan produk di akhir tugas. Semasa penghasilan produk, ia telah melibatkan proses pengintegrasian STEM dan aplikasi digital. Pendekatan pembelajaran STEM teradun membolehkan guru mengintegrasikan aplikasi digital terhadap proses pembelajaran STEM (Jayarajah et al., 2014; Sukumaran et al., 2021).

Kesimpulan

Bahan pembelajaran yang merupakan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun yang telah siap ini merupakan bahan pembelajaran yang dibina berdasarkan model ADDIE. Pemilihan model ini adalah bersesuaian dan mudah untuk diikuti sebagai panduan guru yang melibatkan fasa-fasa tertentu yang membolehkan bahan pembelajaran secara dalam talian dihasilkan dengan baik. Modul yang dibina telah pun melalui lima fasa

iaitu termasuklah menyediakan deraf serta peringkat ujian rintis dan menilai bahan pembelajaran ini (Bates, 2015). Kajian untuk pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun bertepatan dengan keperluan dan isu semasa selepas pasca Covid-19 yang memerlukan guru bersedia untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran secara teradun.

Penghargaan

Terima kasih diucapkan kepada Profesor Madya Dr. Mohd Ali Samsudin yang membimbing dan mempermudah urusan dalam penerbitan jurnal ini. Ucapan terima kasih kepada Bahagian Tajaan Pendidikan, KPM yang memberi peluang melaksanakan kajian serta semua pihak yang terlibat.

Rujukan

- Abdullah, A. H., (2017). Kesiediaan guru Matematik sekolah menengah dalam melaksanakan pembelajaran dan pengajaran abad ke-21. *Isu-isu Pendidikan Kontemporari*. Johor Bharu: Universiti Teknologi Malaysia.
- Ahmad Fakrudin, M. Y., Wan Hamat, W. N., & Basir, K.Y. (2019). Penggunaan aplikasi Web 2.0 dalam proses pengajaran dan pembelajaran kursus mata pelajaran UMUM (MPU) di Politeknik. *E-Bangi Journal of Social Sciences and Humanities*, 16(5), 1-13.
- Alahmari, A., & Duncan, B. (2020). Cybersecurity risk management in small and medium-sized enterprises: A systematic review of recent evidence. 2020 International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics and Assessment (CyberSA). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/CyberSA49311.2020.9139638>
- Albrahim, F., A. (2020). Online teaching skills and competencies. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 19(1), 9-20.
- Alajmi, M. (2009). E-learning and ADDIE model. Dalam *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2009* (pp. 37–42). Chesapeake, VA.
- Al-Bulushi, A. H., & Ismail, S. S. (2017). Developing an Online Pre-service Student Teaching System Using ADDIE Approach in a Middle Eastern University. *Theory and Practice in Language Studies*, 7(2), 96–105.
- Bates, A. W. (2015). *Teaching in the Digital Age: Guidelines for Teaching and Learning*. Ontario: Creative Commons Attribution.
- Bender, W. N. (2012). *Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century*. Thousand Oaks, California: Corwin.
- BPK. (2016). *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam Pengajaran dan Pembelajaran*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Brook, R. L. (2014). *Using the ADDIE Model to Create an Online Strength Training Program: An Exploration*. (Disertasi Kedoktoran, Virginia Polytechnic Institute and State University).
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York: Springer.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2016). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Ed.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23-37). New York: Routledge.
- Cajucum, E., Lopez, I., Valdez, J., Villanueva, J., Balonquita, W., & Soday, J. A. (2022). Readiness in adopting a blended learning approach in Science: Challenges in countered and breakthroughs. *Psych, Educ*. doi: 10.5281/zenodo.6894382, ISSN 2822-4353

- Davis, I. L. (1992). Instrument review: Getting the most from your panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5(1), 194-197.
- Eng, C. Y., & Keong, T. C. (2019). Pengetahuan teknologi pedagogi kandungan di Malaysia: Satu kajian meta analisis. *Journal of ICT in Education*, 6, 86-95. <https://doi.org/10.37134/jictie.vol6.8.2019>
- Fahmi, M. H. (2020). Komunikasi synchronous dan asynchronous dalam e-learning pada masa pandemic Covid-19. *Jurnal Nomosleca*, 6(2), 146-158.
- Fuad, N. S. M., & Yusoff, A. R. M. (2022). Memahami jenayah siber dan keselamatan siber di Malaysia: Suatu pemerhatian terhadap pandangan sarjana dan intelektual. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 6(1), 11-26.
- Grant, J., S., & Davis, L.T. (1997). Selection and use of content experts in instrument development. *Research in Nursing & Health*, 20, 266-274.
- Hamzah, N., Collin, C., Zakaria, N., Ariffin, A., & Rubani, S. N. K. (2022). Android Application Development for Force Topics in Year Six (6) Science Subject. *Research and Innovation in Technical and Vocational Education and Training*, 2(2), 069-076.
- James, A. (2017) Pengajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) dalam Pasukan Pemikir Pendidikan Abad Ke-21, Panduan Pelaksanaan Pedagogi Abad Ke-21 (pp. 27-40). Institut Aminuddin Baki.
- Jayarajah, K., Saat, R. M., & Rauf, R. A. A. (2014). A Review of Science, Technology, Engineering & Mathematics (STEM) education research from 1999–2013: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 155-163. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1072a>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2014). *Laporan Awal Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Koneru, I. (2010). ADDIE: Designing Web-enabled Information Literacy Instructional Modules. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, 30(3), 23–33.
- Masson-Delmotte, V., Pirani, A., Chen, Y., Robin-Matthews, J. B., Yelekeci, O., Lonnoy, E., Leitzell, K., Connors, L. S., Goldfarb, L., Berger, S., Yu, R., Maycock, L. T., Zhai, P., Pean, C., Gomis, I. M., Huang, M., Zhou, B., & Caud, N. (2021). *IPCC Climate Change 2021: The Physical Basis*. Cambridge University Press: Monroe M.
- Michael, B. H., & Heather, S. (2015). *Blended: Using Disruptive to improve schools*. USA: Amazon.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1002/bjs.7342>
- Narciss, S., Proske, A., & Koerndle, H. (2007). Promoting self-regulated learning in web-based learning environments. *Computers in Human Behavior* 23(3):1126–44. doi: 10.1016/j.chb.2006.10.006.
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD (2019), Social Expenditure Update 2019. Public social spending is high in many OECD countries. Paris: OECD Publishing.
- O'Reilly, T. (2005). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. Diperoleh pada January 5, 2021, <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Pearson, G., & Pearson, G. (2017). National Academies piece on integrated STEM National Academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289781>

Polit, D. F., Beck, C.T. & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing and Health*, 30, 459-467.

Prasad, P. W. C., Maag, A., Redestowicz, M., & Hoe, L. S. (2018). Unfamiliar technology: Reaction of international students to blended learning. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.016>

Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education [Blog post]. Retrieved from <http://hippasus.com/resources/tte/>.

Rahman, H. A. (2017). Usaha dan cabaran dalam mengaplikasikan pendidikan alam sekitar dalam sistem persekolahan di Malaysia. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 1(2), 61-70.

Rodriguez-Rey, R., Garrido-Hernansaiz, H., & Collado, S. (2020). Psychological impact and associated factors during the initial stage of the Coronavirus (COVID-19) pandemic among the general population in Spain. *Front. Psychol*, 11, 1540. doi:10.3389/fpsyg.2020.01540

Rofizah Mohammad. (2020). Pembelajaran dalam talian segerak: Kepuasan pelajar terhadap penggunaan Microsoft Teams. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 16(2), 219-230.

Rudolf, J. L. (2016). What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805-820. <https://doi.org/10.1002/tea.21303>

Russell, J. D. (1974). *Modular Instruction: A Guide to the Design, Selection, Utilization and Evaluation of Modular Materials*. New York, NY: Publishing Company.

Setiani, P. (2020). *Sains perubahan iklim*. PT Bumi Aksara.

Shuib, S., Yunus, N., & Yusof, H. (2020). Pembangunan profesionalisme guru terhadap efikasi sendiri guru sekolah menengah di negeri Selangor. *Evaluation Studies in Social Science*, 1(2), 37-48.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.

Sukumaran, S., Mohd Shahid, N., Abdullah, N., & Thiagarajah, S. (2021). E-Learning of STEM in Malaysian higher education institutions: Status and challenges. *Asian Journal of University Education*, 17(4), 259-271. doi:10.24191/ajue.v17i4.16192

Syafrimen, Ishak, N. M., & Erlina, N. (2017). Six ways to develop empathy of educators. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(7), 1687-1691.

Windhiyana, E. (2020). Dampak Covid-19 terhadap kegiatan pembelajaran online di Perguruan Tinggi Kristen di Indonesia. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 34(1), 1-8.

Zimmerly, L. C. (2012). *Dance Online: Can The Students Still Follow Steps? A Rationale For Online Delivery Methods In Dance*. (Disertasi Kedokteran, Idaho State University).