



INTERNATIONAL JOURNAL OF
EDUCATION, PSYCHOLOGY
AND COUNSELLING
(IJEPC)

www.ijepr.com



**PENDIGITALAN KANDUNGAN STEM UNTUK PELAKSANAAN
MODEL TERADUN: PANDANGAN GURU TERHADAP
KEBERKESANAN BENGKEL LATIHAN**

***DIGITIZING STEM CONTENT FOR IMPLEMENTATION OF BLENDED MODEL:
TEACHERS' VIEWS ON THE EFFECTIVENESS OF TRAINING WORKSHOPS***

Yusmarini Yusoff¹, Mohd Ali Samsudin^{2*}, Norfarah Nordin³

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

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 18.01.2024

Revised date: 28.01.2024

Accepted date: 25.02.2024

Published date: 18.03.2024

To cite this document:

Yusoff, Y., Samsudin, M. A., & Nordin, N. (2024). Pendigitalan Kandungan STEM Untuk Pelaksanaan Model Teradun: Pandangan Guru Terhadap Keberkesanan Bengkel Latihan. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 9 (53), 334-357.

DOI: 10.35631/IJEPC.953027.

Abstrak:

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji pandangan guru selepas mengikuti latihan guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim. Latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dilaksanakan secara dalam talian. Kajian ini melibatkan lima orang guru opsyen Sains yang mengajar Biologi dari sekolah menengah negeri Kedah. Data dikumpul melalui temu bual separa berstruktur dan dianalisis menggunakan kaedah analisis tematik. Berdasarkan penemuan, guru bersedia melaksanakan pembelajaran STEM teradun segi amalan, keprihatinan dan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan. Guru juga boleh menyasarkan penstrukturan persekitaran, penetapan matlamat, pengurusan masa, mencari bantuan, strategi tugas dan penilaian diri setelah mengikuti latihan guru ini. Guru yang menguasai konsep pembelajaran STEM teradun boleh menerangkan ciri-ciri aplikasi teknologi yang pelbagai dan boleh memilih cara melaksanakan pembelajaran STEM teradun berkaitan topik Perubahan Iklim. Latihan guru ini telah melahirkan guru yang boleh membuat keputusan, yakin dan mampu memantau tindakan mereka sendiri untuk mengaplikasikan pembelajaran STEM teradun dalam pelbagai topik, aktiviti dan penggunaan teknologi dalam talian. Guru boleh mempelbagaikan aktiviti dan menjadi lebih kreatif dengan menambah aplikasi digital yang berbeza untuk digunakan pada topik lain yang boleh diubah suai mengikut keperluan dan kebolehan pelajar. Oleh itu, latihan guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM

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

teradun ini membantu guru untuk melaksanakan pengajaran dan pembelajaran teradun yang berkesan bagi topik Perubahan Iklim.

Kata Kunci:

Pembelajaran STEM Teradun, Perubahan Iklim, Model SAMR

Abstract:

This study aims to implement a blended STEM learning approach to the topic of Climate Change. Teacher training on blended STEM learning approaches is conducted online. This study involves five Science option teachers who teach Biology from Kedah secondary schools. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using thematic analysis methods. Based on the findings, teachers are ready to implement blended STEM learning in terms of practice, concern and content pedagogy technology knowledge. Upon completing this teacher training, teachers can address environment structuring, goal setting, time management, help-seeking, task strategies, and self-evaluation in their teaching practices. Teachers who master the concept of blended STEM learning can explain the characteristics of diverse technology applications and can choose how to implement blended STEM learning related to the topic of climate change. This teacher training has produced teachers who can make decisions, are confident and able to monitor their actions to apply blended STEM learning in various topics, activities and use of online technology. Teachers can diversify activities and be more creative by adding different digital applications to use on other topics that can be modified according to student's needs and abilities. Therefore, teacher training to implement this blended STEM learning approach helps teachers to implement effective blended teaching and learning for the topic of Climate Change.

Keywords:

Blended STEM Learning, Climate Change, SAMR Model

Pengenalan

Transformasi ICT dan pembelajaran STEM membawa ke arah peningkatan kemahiran pendekatan pembelajaran teradun dalam kalangan guru dan pelajar (KPM, 2016). Latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun perlu untuk melatih guru agar dapat menyampaikan pengajaran STEM dengan menggunakan aplikasi teknologi terkini dengan berkesan sama ada secara bersemuka atau semasa pengajaran dan pembelajaran dalam talian. Latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam kajian ini melibatkan pengajaran dan pembelajaran dalam topik Perubahan Iklim. 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). Kerjasama semua pihak dari pelbagai negara terlibat dalam menangani isu tersebut untuk mengurangkan kesan perubahan iklim kepada manusia dan alam sekitar di seluruh dunia. IPCC (2014) (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) melapor dan mengesahkan perubahan iklim telah mengalami peningkatan kesan antropogenik pada skala yang besar. Isu gelombang haba yang semakin meningkat,

lautan yang semakin panas dan pencairan glasier dalam laporan IPCC pada tahun 2020 menunjukkan punca utama fenomena tersebut berlaku adalah disebabkan perbuatan manusia (Masson-Delmotte et al., 2021). Oleh yang demikian, untuk menangani perubahan iklim dan bagaimana memahami perubahan iklim, maka pelajar perlu mempelajari kandungan di dalam standard kandungan mengikut DSKP Biologi Tingkatan Lima Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) dalam standard kandungan i) Ancaman Alam Sekitar, ii) Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem, iii) Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar dan iv) Teknologi Hijau. Oleh yang demikian, guru Sains yang mengajar Biologi di sekolah menengah memainkan peranan yang utama dalam menyampaikan PdP dalam konteks perubahan iklim dengan lebih berkesan. Justeru guru mengikuti latihan tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun agar pengajaran dan pembelajaran dalam topik Perubahan Iklim lebih inovatif dan menarik. Topik Perubahan Iklim menjadi keutamaan dalam institusi pendidikan untuk menangani pembangunan mampan (Tilbury, 2015). Ini adalah kerana bentuk pendidikan perubahan iklim yang berkesan dan inovatif perlu untuk golongan muda di seluruh dunia kerana mereka yang akan berhadapan dengan kesan perubahan iklim (Kagawa & Selby, 2012). Bentuk penyampaian secara pembelajaran berasaskan projek bagi topik Perubahan Iklim membolehkan pembelajaran berpusatkan pelajar dilaksanakan dengan merangsang pemikiran kritis dan merangsang tindakan positif dalam menghadapi isu global ini.

Pendekatan pembelajaran STEM teradun membolehkan guru mengintegrasikan aplikasi digital terhadap proses pembelajaran STEM. Pembelajaran teradun merupakan suatu pendekatan yang lebih moden dalam meningkatkan kualiti dalam pengajaran dan pembelajaran (Anas, 2013) dan guru dilatih untuk menggunakan aplikasi digital sebagai pengupaya agar kandungan STEM dapat disampaikan dengan lebih interaktif secara dalam talian dan memberi kesan positif terhadap pembelajaran yang melibatkan STEM (Poobalan et al., 2019). Bagi kaedah tradisional pengajaran dan pembelajaran STEM adalah sekadar menunjukkan video, paparan nota pelajaran menggunakan perisian contohnya *Microsoft Power Point* serta menggunakan model berbentuk 3D pegun amat membosankan murid generasi Z dan Alpha kerana kaedah pengajaran ini yang dianggap pasif serta bersifat satu hala (Ismail, 2020). Proses pembelajaran dengan menyampaikan kandungan pelajaran secara teori bukanlah kaedah yang berkesan. Pembelajaran kaedah lama tidak lagi relevan terhadap pelajar masa kini yang terdedah dengan gajet berteknologi seawal usia. Menurut Ismail (2020), guru-guru disarankan untuk menggunakan media pembelajaran seperti alat, kaedah atau teknik supaya pengajaran dan pembelajaran menjadi lebih efektif dalam proses pendidikan dan pengajaran di sekolah. Pembelajaran Abad ke-21 memerlukan penggunaan bahan bantu mengajar atau juga dikenali sebagai sebahagian daripada media pengajaran berbentuk audio visual serta bahan-bahan yang berkaitan dengannya yang berfungsi dalam pelaksanaan sesuatu pengajaran. Justeru, aplikasi digital digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran STEM supaya unsur pembelajaran STEM teradun dapat diintegrasikan dalam PdP (Jayarajah et al. 2014). Sukumaran et al., (2021) mendapati pelaksanaan pembelajaran STEM teradun yang mantap memerlukan guru yang mempunyai pengkhususan mata pelajaran, mampu mendekati aplikasi pengetahuan, kemahiran dan nilai untuk menyelesaikan masalah, boleh bekerjasama dengan orang lain dan mahir dalam mengintegrasikan teknologi. Menurut Blake (2015), latihan guru STEM teradun dapat meningkatkan pengetahuan dan persepsi guru dalam pengajaran.

Nicolescu et al. (2015) telah menganalisis beberapa aspek latihan dalam talian yang melibatkan penggunaan aplikasi rangkaian *Skype*, aspek e-pembelajaran untuk kursus sokongan serta komunikasi dengan guru yang menyertainya. Dapatan menunjukkan latihan dalam talian menarik dan cekap kerana sistem latihan dalam talian yang berterusan mempunyai kelebihan dalam masa dan ruang. Peserta kursus menggunakan pelbagai sumber maklumat dan aplikasi daripada internet. Peserta kursus juga boleh menggunakan program pembelajaran khusus dalam talian dan dapat mengubah kandungan mengikut keperluan latihan. Dapatan juga menunjukkan akses bahan dikenali sama ada dikenakan bayaran atau sebaliknya serta penggunaan kata laluan yang diterima oleh rangkaian pentadbir. Hal ini menyokong pelaksanaan latihan pendekatan pembelajaran STEM teradun bagi guru di sekolah. Bukti menunjukkan pengembangan profesional dalam talian dapat diakses, bermakna, kolaboratif, dapat menangani pelbagai keperluan dan kebolehan peserta seterusnya memberi perubahan dalam amalan pengajaran guru (Luebeck, et al., 2017; Nicolescu et al., 2015).

Adalah menjadi satu kepentingan guru untuk mengikuti pembangunan profesionalisme pembelajaran STEM selari dengan (Shuib et al., 2020) yang menyatakan guru merupakan seorang pendidik. Pembangunan Profesionalisme Berterusan (PPB) merupakan agenda utama KPM kerana guru berkualiti merupakan nadi kepada kejayaan pelaksanaan Dasar Pendidikan Negara yang mempunyai kaitan secara langsung dengan keberhasilan murid. Guru perlu secara berterusan sepanjang tempoh perkhidmatan melengkapkan dan dilengkapi dengan ciri-ciri pendidik profesional abad ke-21 dengan menggunakan aplikasi digital bagi memastikan mereka kekal relevan dan efektif dalam ekosistem pendidikan dinamik, mencabar dan sentiasa menuntut keberhasilan murid yang holistik serta menepati kualiti global (Pelan Induk Pembangunan Profesionalisme Keguruan, 2016). Bagi mencapai hasrat ini, guru perlu diperkasa dengan kompetensi pedagogi terkini yang selari dengan pembelajaran abad ke-21 serta kebitaraan Revolusi Industri 4.0 (BPG, KPM 2023). Justeru, latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dilaksanakan bagi memastikan guru-guru sentiasa mengikuti perkembangan pendidikan dan situasi semasa. Program latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun merupakan PPB yang dilaksanakan secara dalam talian yang melibatkan guru opsyen Sains yang mengajar Biologi dan berfokus kepada kandungan yang melibatkan topik Perubahan Iklim yang merupakan isu global masa kini.

Melalui latihan guru ini, peserta dapat meningkatkan tahap kefasihan penggunaan teknologi dan perisian teknologi moden bagi membina kemahiran abad ke-21 (Cummings, 2014) sehingga dapat menghasilkan pembelajaran berasaskan projek pada tahap yang paling tinggi iaitu Penentuan Semula dalam Model SAMR yang mana proses ini tiada pada latihan guru sebelum ini. Oleh yang demikian, reka bentuk latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun mengambil kira kerangka kesemua komponen seperti fokus latihan STEM berperingkat mengikut keperluan guru, penggunaan media dalam talian tanpa melibatkan penggunaan kos dan cas bayaran serta guru STEM boleh menggunakan kata laluan sedia ada yang digunakan dalam Kementerian Pendidikan Malaysia.

Tinjauan Literatur

Terdapat tiga perkara yang dibincangkan dalam tinjauan literatur iaitu berkaitan Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun, Model SAMR dan Amalan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun semasa Mengikuti Latihan Guru.

Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Latihan guru merupakan proses pembangunan profesionalisme untuk mengasah kemahiran, pengetahuan dan keupayaan guru yang diperlukan untuk memberikan pengajaran yang berkualiti dan efektif kepada pelajar. Dalam konteks ini, adalah penting bagi guru untuk meningkatkan tahap kompetensi mereka melalui latihan dan pembelajaran berterusan. Peningkatan tahap kompetensi guru dapat memberikan pengajaran yang lebih berkualiti dan berkesan kepada murid -murid serta membantu mereka mencapai matlamat pembelajaran mereka dengan lebih cekap (BPG 2016; 2020). Latihan pembangunan profesionalisme berterusan sebelum ini dilaksanakan secara *hands-on* telah berubah mengikut keadaan dan situasi semasa. Pendidikan dan latihan untuk meningkatkan kecekapan dan profesionalisme guru kini telah berubah menjadi pembelajaran dalam talian (Lock et al., 2017) yang menjadikan guru celik digital. Kini, guru boleh mengikuti latihan secara dalam talian di mana guru berpeluang memilih kursus dan latihan yang mereka perlukan untuk peningkatan profesionalisme. Pasca Covid-19 telah merubah cara penyampaian pengajaran dan pembelajaran guru di sekolah kepada pembelajaran teradun. Pembelajaran teradun adalah gabungan pembelajaran dalam talian dan pembelajaran bersemuka. Gabungan kedua-dua mod pembelajaran secara bersemuka dan menerapkan penggunaan teknologi menjadikan pembelajaran yang lebih bermakna (Gecer & Dag, 2012). Penggunaan Model Flex iaitu model kursus atau mata pelajaran di mana pembelajaran dalam talian merupakan tulang belakang pengajaran. Guru dilatih agar berkemahiran untuk bergerak mengikut jadual yang fleksibel dan lancar melalui aktiviti pembelajaran mereka mengikut keperluan mereka dan keutamaan (Michael & Heather, 2015) dan menggunakan gabungan pembelajaran dalam talian dan pembelajaran bersemuka membina persekitaran pembelajaran yang optimum (Staker & Horn, 2012). 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 dilatih agar pelajar dapat melakukan tugas mengikut keupayaan dan kebolehan mereka bagi menguasai kandungan pengajaran dan kemahiran abad ke-21. Melalui kerja kolaboratif semasa perbincangan kumpulan, guru dilatih agar pelajar dapat berbincang dan mempraktikkan pengurusan diri, kesedaran sosial, pengurusan perhubungan, bertanggung jawab membuat keputusan dan kesedaran diri (Michael & Heather, 2015).

Adalah satu miskonsepsi apabila terdapat guru yang mengandaikan pembelajaran teradun adalah pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi sedangkan semasa pembelajaran teradun, guru perlu mengajar secara bersemuka di dalam kelas dan juga pada masa yang sama mereka perlu mengajar secara dalam talian. Ada juga guru yang menganggap dengan menggunakan alat teknologi untuk mempertingkatkan proses PdP telah menunjukkan mereka melaksanakan pembelajaran teradun. Hal ini menunjukkan guru-guru kurang pengetahuan dalam menggabungkan pengajaran secara bersemuka dan pengajaran dalam talian berpusatkan pelajar menggunakan pelbagai teknologi dalam talian serentak (Cajucom et al., 2022). Menurut Abdul Kadir dan Jamaludin (2022), guru menghadapi kekangan apabila mereka tidak mempunyai pengetahuan yang mencukupi tentang pembelajaran teradun. Oleh yang demikian, guru tidak memahami bagaimana untuk menggabungkan pembelajaran dalam talian dan bersemuka ke dalam PdP yang disampaikan. Mereka juga tidak mahir menyesuaikan pembelajaran teradun dengan PdP berkaitan perubahan iklim menyebabkan guru tidak yakin untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran tersebut. Ada guru yang tidak dapat menyediakan pembelajaran teradun mengikut tahap kebolehan pelajar dan keadaan pelajar sama ada secara individu atau kerja berkumpulan.

Pembelajaran atas talian menjadi satu cabaran kepada guru yang sudah terbiasa dengan PdP secara konvensional walaupun umumnya telah ramai mengetahui tentang penggunaan ICT yang telah diperkenalkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (Nik Abdullah et al., 2021). Cabaran utama dalam pembelajaran abad ke-21 adalah guru-guru perlu menggunakan pelbagai sumber sokongan teknologi dan maklumat dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran yang efektif, berkualiti dan relevan dengan perkembangan semasa (PPPM 2013-2015). Kefahaman pendekatan pembelajaran STEM dalam kalangan guru di sekolah boleh mengatasi cabaran tersebut apabila guru bersedia melengkapkan diri dengan pelbagai kemahiran dan kecekapan dalam penggunaan teknologi (Syafrimen, 2010) bagi melaksanakan pembelajaran STEM teradun. Kefahaman konsep pendidikan STEM dan pembelajaran STEM teradun dalam kalangan guru boleh memotivasikan pelajar dan menarik minat untuk belajar sehingga ke peringkat yang lebih tinggi dan akhirnya membina kerjaya dalam bidang sains dan teknologi (Buckley & Doyle, 2016).

Pembelajaran STEM secara teradun melibatkan pengajaran dan pembelajaran berkaitan perubahan iklim. Silibus semasa berkaitan perubahan iklim memberi kefahaman meluas dan kesedaran kepada pelajar di setiap peringkat daripada prasekolah hingga peringkat sekolah menengah (KPM, 2021). Elemen berkaitan perubahan iklim yang diterapkan dalam tajuk tertentu dalam kandungan pembelajaran STEM melibatkan pengetahuan dan kefahaman mengenai cuaca dan iklim disampaikan melalui pembelajaran teradun dan juga melalui kerja lapangan, kajian kes dan aktiviti pembelajaran berasaskan projek.

Perubahan iklim memberikan cabaran kepada masyarakat dan alam sekitar, serta cabaran dalam bidang pendidikan. Terdapat halangan dalam penyampaian PdP perubahan iklim, berkaitan dengan sifat kompleksnya dan percambahan maklumat yang tidak tepat. Drewes (2020) melihat perkembangan guru STEM dalam menyampaikan PdP berkaitan perubahan iklim ekoran cabaran dan halangan dalam PdP tentang perubahan iklim berkaitan dengan sifatnya yang kompleks dan percambahan maklumat yang tidak tepat termasuk berkaitan dengan kesediaan guru dan pembangunan profesional. Usaha ini adalah untuk mengkaji pengetahuan dan kepercayaan guru mengenai perubahan iklim. Didapati, guru yang mempamerkan gabungan identiti seperti elemen peribadi, pengalaman dalam kerjaya, sokongan daripada pihak atasan dan kesedaran sivik mencipta gabungan unik pelbagai dimensi semasa menyampaikan PdP perubahan iklim. Dalam kajian ini, guru-guru ditugaskan menghasilkan tugas pembelajaran berasaskan projek secara teradun dalam topik Perubahan Iklim. Aktiviti-aktiviti yang dilaksanakan melibatkan pemeringkatan penggunaan teknologi *Microsoft* dan melibatkan penggunaan model SAMR.

Kekangan yang dihadapi oleh guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun diatasi dengan peningkatan PPB guru yang memberangsangkan seiring dengan isu semasa. Banyak latihan guru berkaitan pembelajaran STEM yang telah diikuti guru tetapi lebih berfokus kepada kandungan STEM dan juga pedagogi STEM (KPM, 2016). PPB guru STEM sebelum ini juga lebih kepada meningkatkan keberkesanan pengajaran dan kualiti guru (Hjalmarsen & Baker, 2020; Mat Said et al., 2023). Walau bagaimanapun, masih kurang kajian dilaksanakan tentang pembelajaran teradun menyebabkan guru masih tidak mahir dalam menggabungkan pengajaran secara bersemuka dan pengajaran dalam talian serentak (Cajucom et al., 2022; Che Azizan & Mohd Nasri, 2020) khususnya kepada guru STEM.

Dapatan kajian ini mengisi jurang penyelidikan lepas yang memberi fokus kepada pembelajaran STEM tanpa diadunkan dengan pembelajaran digital. Sebaliknya, dalam kajian ini pandangan guru dikaji terhadap latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun. Dalam kajian ini, latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun ini adalah unik dan mempunyai nilai tambah kerana semasa proses pengajaran dan pembelajaran secara dalam talian yang melibatkan penggunaan aplikasi digital, guru-guru didedahkan dengan penggunaan model SAMR di mana guru dapat menunjukkan peningkatan kemahiran digital yang terlibat dengan menggunakan teknologi *Microsoft* bermula daripada peringkat asas sehingga ke peringkat fasih (*fluent*).

Model SAMR

Reka bentuk latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun adalah melibatkan Model SAMR (Puentedura, 2006). Model SAMR ialah model empat peringkat yang menjadi panduan bagi memilih, mengguna dan menilai pengintegrasian teknologi dan menambah baik kualiti pendidikan (Puentedura 2006, 2013). Bagi 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 teknologi *Microsoft* bermula daripada peringkat asas sehingga ke peringkat fasih (*fluent*). Berpandukan model SAMR, guru dapat meningkatkan tahap kefasihan penggunaan teknologi dan perisian teknologi moden bagi membina kemahiran abad ke-21 (Cummings, 2014).

Terdapat kajian lalu yang menggunakan Model SAMR dalam PdP untuk mengintegrasikan teknologi dalam PdP (Aldosemani, 2019; Masingan & Sharif, 2021). Namun kurang kajian yang menekankan penggunaan aplikasi digital sebagai pengupaya dalam pengintegrasian STEM terutamanya dalam topik berkaitan Perubahan Iklim. Latihan guru ini menggunakan medium dalam talian untuk meneroka dan mengakses fakta-fakta berkaitan perubahan cuaca, ancaman alam sekitar, pemeliharaan dan pemuliharaan ekosistem serta teknologi hijau yang memberi kesan kepada perubahan iklim dengan mudah. Penggunaan Model SAMR membolehkan guru melaksanakan pengintegrasian aplikasi digital dan berupaya mencapai tahap Penentuan Semula yang merupakan tahap paling tinggi dalam aktiviti PdP (Aldosemani, 2019; Hilton, 2016).

Amalan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun semasa Mengikuti Latihan Guru

Guru perlu sentiasa mengemaskini kemahiran dalam pengajaran yang melibatkan penggunaan teknologi kerana teknologi digital berubah ikut zaman. Dengan mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun, guru menguasai cara pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran secara bersemuka yang digabungkan dengan pengajaran dan pembelajaran secara dalam talian dalam topik Perubahan Iklim. *Microsoft Teams* sebagai tapak sistem pengurusan pembelajaran dalam latihan guru ini menyediakan semua bahan sumber dan rujukan yang diperlukan untuk guru melengkapkan aktiviti yang diberi. Pautan-pautan berkaitan cara menggunakan aplikasi digital seperti *Microsoft Teams*, *Microsoft Sway*, *Microsoft Forms*, *Wakelet* dan *Flip* dimasukkan ke dalam sistem pengurusan pembelajaran. Guru boleh mengakses pautan berkenaan pada bila-bila masa mengikut keperluan mereka. Guru berusaha menguasai semua aplikasi digital yang diperkenalkan dan mengintegrasikan nya ke dalam aktiviti pembelajaran STEM teradun yang diberi semasa latihan guru.

Kandungan dalam sistem pengurusan pembelajaran *Microsoft Teams* bagi latihan guru untuk pembelajaran STEM teradun juga meliputi tugas yang perlu dilaksanakan oleh guru semasa latihan. Guru-guru diberikan tempoh untuk melaksanakan dan menghantar hasil tugas untuk semakan oleh jurulatih. Aktiviti yang dibuat oleh guru di pantau oleh jurulatih mengikut tugas. Oleh kerana latihan guru ini dilaksanakan secara dalam talian, guru-guru boleh berhubung dengan peserta guru yang lain untuk berbincang tentang tugas yang mereka laksanakan semasa latihan. Guru-guru juga tidak perlu bergantung semata-mata kepada bahan pengajaran sedia ada dan terikat kepada pengajaran secara tradisional. Kini, cabaran guru adalah perlu menyampaikan kandungan STEM yang melibatkan gabungan pembelajaran bersemuka dan dalam talian dengan menggunakan teknologi (Maleesut et al., 2019). Oleh yang demikian, guru berusaha untuk meningkatkan kemahiran mengakses maklumat melalui carikan melalui pelbagai jaringan menggunakan akses internet seiring dengan keperluan latihan guru. Walaupun ia menjadi cabaran bagi guru semasa mengikuti latihan secara dalam talian, namun transformasi dalam bidang pendidikan di era pasca Covid-19 telah menyebabkan guru perlu menghadapinya sebagai kelemahan dan cabaran yang perlu diatasi (Krismanto & Tahmidaten, 2022). Guru-guru yang mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun berusaha dengan menggunakan kemudahan yang diberi serta dapat meningkatkan kompetensi penggunaan aplikasi digital melalui pengalaman pembelajaran yang diikuti.

Melalui latihan guru ini, guru-guru menggunakan pelbagai aplikasi digital yang diperkenalkan dan guru boleh memilih aplikasi digital yang sesuai digunakan untuk merancang aktiviti semasa pembelajaran secara dalam talian mengikut tahap penguasaan penggunaan teknologi pelajar-pelajar mereka. Guru-guru dapat melihat semula hasil tugas yang dihantar dan boleh membuat penambahbaikan untuk aktiviti yang diberi semasa latihan guru tersebut. Guru-guru boleh membuat keputusan untuk menggunakan aplikasi digital yang sesuai untuk pembelajaran projek STEM teradun dalam penghasilan e-portfolio berkaitan tajuk pilihan berkaitan Perubahan Iklim semasa tahap Penakarifan Semula semasa latihan guru. Autonomi yang diberikan menjadikan guru lebih berdikari untuk lebih proaktif dan berani mencuba dan membuat keputusan. Menurut Prensky (2004, 2014), keadaan persekitaran pembelajaran untuk guru sebenarnya telah mendorong guru untuk belajar semula dan menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi pembelajaran. Pengalaman pembelajaran guru dengan persekitaran pembelajaran dalam talian menjadikan guru lebih dekat dengan dunia digital yang semakin berkembang pesat.

Perkembangan dunia digital kini telah mengarahkan cara pembelajaran yang berbeza kepada guru sebagai peserta yang mengikuti latihan. Sehubungan dengan latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam kajian ini, pengalaman yang peserta guru perolehi telah mempengaruhi cara mereka memperoleh pengetahuan dan menguruskan pembelajaran yang melibatkan penggunaan teknologi yang pelbagai. Penggunaan teknologi yang cekap dan efisien membolehkan capaian akses yang lebih luas dan menyeluruh (Maldonado-Mahauad et al., 2018) dan guru berikhtiar untuk menggunakannya secara optimum kerana ia menjadi lebih dekat dan biasa kepada individu (Narciss et al., 2007). Hal ini berkaitan dengan bagaimana teknologi yang digunakan dapat memaksimumkan kejayaan pembelajaran semasa guru mengikuti latihan tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun.

Dalam konteks kajian ini, guru boleh merancang, menguruskan masa, berfikir secara kritis dan berusaha mengurus serta cara melaksanakan perancangan untuk mencapai matlamat mengikuti latihan pembelajaran dalam talian (Broadbent & Poon, 2015). Justeru, interaksi guru dengan

dunia digital dalam kehidupan seharian adalah termasuk dalam proses pengajaran dan pembelajaran yang akan membangunkan kompetensi literasi digital mereka. Pelbagai bentuk teknologi digital yang disepadukan dengan pembelajaran boleh meningkatkan literasi digital, pembangunan efikasi sendiri, pembelajaran kolaboratif, pemahaman konsep dan kemahiran berfikir aras tinggi (Barak 2010, 2018). Oleh kerana guru menuju kearah peningkatan profesionalisme, guru beralih menggunakan internet untuk pembelajaran profesional (Charalambousa & Ioannou, 2011; Delgado et al., 2015) dan guru mengarah pembelajaran sendiri dalam laman web pembangunan profesional. Hal ini membolehkan guru membangunkan kompetensi literasi digital yang disepadukan dengan pembelajaran STEM semasa mengikuti latihan guru.

Metodologi Kajian

Kajian ini dijalankan di lima buah sekolah menengah di negeri Kedah. Seramai lima orang guru opsyen Sains yang mengajar Biologi telah dipilih sebagai sampel kajian. Guru-guru ini dipilih kerana mereka mengajar mata pelajaran Biologi di sekolah dan telah mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim. Maklumat yang dikumpulkan sangat berguna untuk mengetahui pandangan guru setelah mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun berkaitan topik Perubahan Iklim. Kaedah temu bual separa berstruktur iaitu sebelum temu bual, tema dan soalan-soalan asas telah ditentukan dan pada masa yang sama terbuka untuk diubah suai supaya relevan semasa temu bual. Menurut O'Keeffe et al., (2015), kaedah temu bual separa berstruktur membolehkan individu yang ditemu bual sentiasa terpandu, merasa bebas dan mudah memahami fokus perbincangan, juga dapat mengutarakan beberapa isu baharu yang sebelumnya tidak dijangka. Kaedah ini digunakan untuk mengumpulkan maklumat dan pandangan mereka setelah selesai mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun. Maklumat yang dikumpulkan berupaya memahami perasaan dan pandangan guru tentang pelaksanaan latihan guru yang boleh meningkatkan kesediaan mereka untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun semasa PdP.

Instrumen Protokol Temu Bual

Instrumen yang digunakan oleh pengkaji dalam kajian ini adalah temu bual individu. Setiap sesi temu bual mengambil masa lebih kurang 30 minit. Fasa temu bual dibahagikan kepada tiga fasa iaitu Fasa Pertama yang merupakan fasa membina hubungan dan keakraban. Pada Fasa Pertama, ia melibatkan ia melibatkan sesi memperkenalkan diri dan mengenali peserta guru. Fasa ini adalah fasa untuk mewujudkan keselesaan dan maklumat tentang hak peserta kajian dan juga kerahasiaan. Penjelasan tentang objektif kajian juga dimaklumkan kepada peserta guru di fasa ini.

Fasa Kedua pula merupakan merupakan fasa mengajukan soalan temubual dan mencungkil maklumat peserta guru. Soalan adalah berkaitan dengan pandangan guru tentang latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun. Soalan juga meliputi apakah cara yang guru gunakan untuk mengintegrasikan aplikasi digital dalam pengajaran STEM setelah mengikuti latihan guru, pandangan dan cabaran semasa mengikuti latihan guru untuk pendekatan pembelajaran STEM teradun, bagaimana guru dapat mengaplikasikan ilmu dan kemahiran yang diperolehi daripada mengikuti latihan guru ini, juga tentang perasaan guru semasa mengikuti latihan guru. Guru-guru juga ditanya tentang apakah yang dititik beratkan dalam merancang pendekatan pembelajaran STEM teradun berdasarkan pengalaman mereka mengikuti latihan guru tersebut. Pertanyaan juga berkaitan apakah pandangan guru tentang

pengintegrasian pembelajaran atas talian apabila diadunkan dalam pembelajaran bersemuka seperti yang disampaikan melalui latihan guru ini. Guru-guru juga perlu memberi pandangan tentang aplikasi-aplikasi digital yang diperkenalkan dalam latihan guru ini untuk digunakan dalam pendekatan pembelajaran STEM teradun. Guru juga ditanya tentang sejauh manakah alat-alat digital yang diperkenalkan dalam latihan guru ini berfungsi sebagai pengupaya untuk menjalankan pendekatan pembelajaran STEM teradun. Soalan juga diajukan kepada guru untuk menyatakan aktiviti yang paling menarik dan juga aktiviti yang paling mencabar semasa mengikuti latihan guru tersebut dengan menyatakan sebabnya.

Fasa Ketiga juga merupakan fasa mengajukan soalan temubual dan mencungkil maklumat tetapi lebih kepada cadangan guru untuk menambah baik latihan guru tentang pendekatan pembelajaran teradun dan juga merupakan sesi penghargaan kepada peserta guru yang mengikuti latihan.

Analisis Data

Pengkaji telah menjalankan temu bual individu dengan lima guru opsyen Sains yang mengajar mata pelajaran Biologi yang telah mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim. Sesi temu bual direkodkan dan ditranskripsikan ke dalam bentuk bertulis. Seterusnya, data yang dianalisis telah diterjemahkan ke dalam bentuk jadual.

Jadual 1 menunjukkan rumusan latar belakang responden yang terdiri daripada lima orang guru opsyen Sains yang mengajar mata pelajaran Biologi yang telah mengikuti latihan guru untuk kesediaan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam topik Perubahan Iklim. Kelima-lima guru adalah dari sekolah yang berbeza dengan tempoh pengalaman mengajar yang berbeza. Dari segi pendidikan, tiga orang guru memegang Ijazah Sarjana Muda, manakala dua orang guru memegang Ijazah Sarjana.

Jadual 1: Latar Belakang Responden Guru

Responden	Jantina	Sekolah	Pengalaman Mengajar	Kelayakan Pendidikan
Guru A	Perempuan	Sekolah 1	23 tahun	Ijazah Sarjana
Guru B	Lelaki	Sekolah 2	17 tahun	Ijazah Sarjana Muda
Guru C	Perempuan	Sekolah 3	21 tahun	Ijazah Sarjana Muda
Guru D	Perempuan	Sekolah 4	11 tahun	Ijazah Sarjana
Guru E	Lelaki	Sekolah 5	5 tahun	Ijazah Sarjana Muda

Pengkaji menganalisis data temu bual secara tematik untuk mendapatkan maklumat yang mendalam tentang keperluan mereka bentuk dan membangunkan modul latihan guru untuk pelaksanaan pembelajaran STEM teradun. Penetapan tema ini adalah berdasarkan literatur kajian pengkaji tentang keperluan membina modul latihan guru bagi membantu guru melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun. Jadual 2 menunjukkan kod senarai responden dalam kajian pengkaji.

Jadual 2: Kod Responden Guru

No	Responden	Kod Responden
1	Guru A	R1
2	Guru B	R2
3	Guru C	R3
4	Guru D	R4
5	Guru E	R5

Interpretasi pengkaji terhadap dapatan temu bual dipersembahkan kepada kumpulan panel yang terdiri daripada seorang pensyarah pendidikan sains dan seorang pakar kualitatif. Mereka diminta untuk memberikan pandangan sama ada bersetuju atau tidak bersetuju dengan interpretasi dapatan yang dilakukan terhadap transkrip temubual. Panduan Pengintegrasian Kappa dinyatakan dalam Jadual 3.

Jadual 3: Panduan Penginterpretasian Kappa

Statistik Kappa	Darjah Persetujuan
<0.00	Sangat Lemah
0.00-0.20	Sedikit Lemah
0.21-0.40	Sederhana Lemah
0.41-0.60	Sedikit Baik
0.61-0.80	Baik
0.81-1.00	Hampir Sempurna

Sumber: (Landis & Koch, 1977)

Keputusan dan Perbincangan

Berdasarkan analisis data temu bual, dapatan daripada lima responden ditunjukkan dalam sembilan tema seperti yang disenaraikan.

Tema 1: Kesediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Jadual 4: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 1

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...saya baru tahu bila waktu saya boleh guna guna <i>apps</i> secara <i>online</i> ...R1	boleh guna	Bersedia untuk menggunakan
... dalam latihan ni...saya boleh lihat ada gabungan PdP <i>online</i> dan <i>face to face</i> boleh dibuat dengan guna pelbagai aplikasi digital...R2	boleh dibuat	
...macam mana nak jadikan PdP berkaitan perubahan iklim menjadi lebih <i>real</i> dengan menggunakan macam-macam aplikasi secara <i>online</i> ...R3	nak jadikan PdP	Lebih berkemahiran
...saya <i>ready</i> untuk gunakan apa yang diikuti pada masa yang sesuai...bila-bila masa...R4	saya <i>ready</i>	
...saya rasa... <i>training</i> ini memberi saya peluang untuk laksana PdP dengan lebih baik...R5	memberi saya peluang	Lebih berkemahiran
...tapi sebenarnya latihan ni tingkatkan lagi kemahiran saya guna teknologi secara teradun...R1	tingkatkan lagi kemahiran	

...saya boleh *compilekan* rakaman video bagi topik perubahan iklim dalam *Sway* atau pun *Wakelet*...R3 boleh *compilekan* rakaman video
...pelbagai aktiviti semasa PdP yang memudahkan saya menggabungkan aktiviti *online* dan *face to face* memudahkan saya menyampaikan kandungan pengajaran...R4

Kelima-lima responden bersetuju bahawa mereka mereka tahu bilakah masa yang sesuai untuk menggunakan aplikasi digital secara dalam talian dan juga secara bersemuka semasa PdP dan mereka bersedia untuk melaksanakan PdP STEM agar PdP lebih menarik. Sebagai contoh, Responden 1, Responden 2 dan Responden 5 menyatakan mereka boleh melaksanakan PdP teradun setelah mengikuti latihan guru.

R1: "...bila saya ikuti *training* ni... saya baru tahu bila waktu saya boleh guna guna *apps* secara *online* dan juga bila saya perlu guna semasa bersemuka..."

R2: "...apa yang diberi semasa latihan ni...saya akan guna nanti... sebelum ni saya guna ja *apps*...tapi sekadar guna untuk menjadikan pengajaran lebih menarik... dalam latihan ni...saya boleh lihat ada gabungan PdP *online* dan *face to face* boleh dibuat dengan guna pelbagai aplikasi digital..."

R5: "...saya rasa..*training* ini memberi saya peluang untuk laksana PdP dengan lebih baik...kerana saya boleh rancang pengajaran mengikut kebolehan pelajar saya..contohnya dalam kelas ada pelajar yang berbeza tahap guna alat digital...jadi...untuk pelajar yang bagus...saya boleh berikan aktiviti dan projek yang lebih tinggi *levelnya* berbanding pelajar yang kurang mahir guna teknologi...mungkin saya boleh berikan aktiviti yang bukan projek..tapi memadai dengan mereka boleh mengumpul maklumat dari *YouTube* bagi tajuk yang sama...contohnya langkah-langkah untuk mengurangkan pemanasan global...cuma cara mereka laksanakan aktiviti tu akan jadi berbeza..."

Guru-guru yang mengikuti latihan untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun mengakui latihan tersebut menjadikan mereka bersedia untuk menggunakan apa yang diperoleh semasa latihan untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun dengan lebih menarik. Guru bersedia dan bertanggungjawab menjayakan PdP dan pencapaian pelajar dalam bilik darjah (Maulana et al., 2015) dan guru boleh menggunakan pelbagai sumber digital dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran yang (PPPM 2013-2015).

Guru-guru juga memperoleh kemahiran setelah mengikuti latihan guru untuk pendekatan pembelajaran STEM teradun. Responden 1 dan Responden 3 menyatakan mereka memperoleh kemahiran menggunakan aplikasi digital dengan betul semasa melaksanakan pembelajaran teradun.

R1: "...saya boleh *integrate* teknologi semasa PdP dalam kelas selepas ikuti latihan guru ini... sebelum ni, saya ingat mengajar dengan tunjuk bahan dengan guna *PowerPoint* dikira guna teknologi...tapi sebenarnya latihan ni tingkatkan lagi kemahiran saya guna teknologi secara teradun..."

R3: "... *training* ini meningkatkan kefahaman saya ...contohnya...jika dahulu saya gunakan teknologi sebagai memudahkan pengajaran...tapi sebenarnya banyak yang saya faham bila ikuti *training* ini...saya boleh *compilekan* rakaman video bagi topik perubahan iklim dalam

Sway atau pun *Wakelet*...nanti pelajar boleh gunakan video tu bila mereka akan rujuk semula kandungan yang mereka belajar...”

Kemahiran menggunakan alat digital dengan betul dan pada waktu PdP yang sesuai yang diperoleh daripada latihan guru ini menyebabkan guru boleh melaksanakan pembelajaran STEM teradun serta menjayakan pengintegrasian STEM (Poobalan et al., 2019).

Tema 2: Kesediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Jadual 5: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 2

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...contohnya masa Covid dulu...nak tak nak...kita kena juga guna teknologi...ajar mereka secara <i>online</i> ...time tu semua kena <i>online</i> sebab PdPr...R2	kena juga guna	Jangkaan fikiran tentang risiko
... pada awalnya saya rasa sangat <i>stress</i> untuk melaksanakan PdP secara <i>online</i> ...sebab dah selesa dengan cara yang biasa...R4	rasa sangat <i>stress</i>	
...saya rasa ...dengan mengikuti latihan ni...menyebabkan bila saya ajar pelajar saya nanti...pencapaian mereka akan meningkat...sebelum ini pelajar susah faham konsep STEM...tapi bila <i>combine</i> dengan persekitaran digital...R5	pelajar susah faham konsep STEM	
...saya rasa...jika saya buat <i>project-based</i> ...mungkin pelajar saya tidak dapat buat dengan baik dan mereka mungkin dapat <i>score</i> yang kurang memuaskan...tapi saya masih boleh guna <i>blended learning</i> ...R1	pelajar saya tidak dapat buat dengan baik	Risiko dari segi kesan
...saya akan sesuaikan tahap macam mana nak <i>integrate</i> aplikasi <i>digital online learning</i> ...dalam PdP tu...mengikut keadaan pelajar...dan juga mengikut tajuk dan kandungan yang diajar ...contohnya pelajar yang tidak mahir buat projek yang susah...R3	pelajar yang tidak mahir buat projek yang susah	

Semua responden yang mengikuti latihan guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun pada awalnya mempunyai kerisauan bagaimana untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun kerana tidak mempunyai pengetahuan yang mencukupi tentang pembelajaran teradun (Abdul Kadir & Jamaludin, 2022), tetapi mereka mengakui dapat melaksanakan PdP STEM teradun apabila menguasai latihan guru tersebut. Contohnya Responden 2, Responden 4 dan Responden 5 yang memikirkan tentang perlunya bagi mereka untuk mengajar menggunakan pendekatan pembelajaran teradun di sekolah.

R2: “...sebagai guru...kita perlu melaksanakan PdP mengikut keadaan semasa...contohnya masa Covid dulu...nak tak nak...kita kena juga guna teknologi...ajar mereka secara *online* ...time tu semua kena *online* sebab PdPr...tapi sekarang dah balik ke sekolah...kita kena *mixedkan* cara kita mengajar...kena *face to face* dan juga *online*...”

R4: "... pada awalnya saya rasa sangat *stress* untuk melaksanakan PdP secara *online*...sebab dah selesa dengan cara yang biasa...tapi saya perlu juga laksanakan PdP tersebut...sebab...kadang-kadang keadaan menjadikan kita jadi lebih bersedia untuk buat sesuatu yang baru...jadi lepas *join training* ni...saya rasa boleh laksanakan PdP *face to face* dan juga buat aktiviti secara *online*..."

R5: "...saya rasa ...dengan mengikuti latihan ni..menyebabkan bila saya ajar pelajar saya nanti..pencapaian mereka akan meningkat...sebelum ini pelajar susah faham konsep STEM..tapi bila *combine* dengan persekitaran digital...mereka lebih mudah faham..konsep yang abstrak....sebab mereka boleh lihat dalam *embed* bahan...contohnya semasa menggunakan *Microsoft Teams*, kita boleh masukkan video sebenar dan berkaitan tajuk yang diajar....jadi pelajar boleh nampak apa yang terjadi contohnya kejadian perubahan iklim yang kronik di luar negara melalui video..."

Menurut Sabilan et al., (2022), guru memikirkan tentang risiko pencapaian pelajar apabila melaksanakan pembelajaran teradun semasa PdP serta memikirkan tentang kesesuaian dan kesukaran melaksanakan pembelajaran teradun dalam PdP. Responden 1 dan Responden 3 dapat mengatasi kerisauan tentang pelaksanaan pembelajaran STEM teradun kerana latihan guru ini telah memberikan mereka peluang untuk belajar mengikuti aktiviti yang menggunakan aplikasi digital yang sesuai dengan kandungan pembelajaran dan juga dengan tahap kemampuan penggunaan alat teknologi oleh pelajar. Semasa latihan, guru-guru telah dilatih untuk menggabungkan aktiviti PdP secara dalam talian dan bersemuka dengan menggunakan pelbagai alat digital dalam melaksanakan pembelajaran berasaskan projek.

R1: "...saya rasa...jika saya buat *project-based*...mungkin pelajar saya tidak dapat buat dengan baik dan mereka mungkin dapat *score* yang kurang memuaskan...tapi saya masih boleh guna *blended learning*...cuma saya perlu turunkan tahap ke *level* yang sesuai dengan mereka...contohnya saya buat aktiviti guna *Substitution*...jadi saya perlu ubah aktiviti yang diberikan kepada pelajar... buat *project-based* yang ada *face to face* dan ada *online*...dan *online* itu yang membantu pelajar untuk jadikan projek mereka lebih baik..."

R3: "...saya akan sesuaikan tahap macam mana nak *integrate* aplikasi *digital online learning*...dalam PdP tu...mengikut keadaan pelajar...dan juga mengikut tajuk dan kandungan yang diajar ...contohnya pelajar yang tidak mahir buat projek yang susah, kita sediakan projek yang lebih *simple* memadai mereka *present* langkah-langkah mengurangkan pencemaran alam hanya dengan menggunakan *Flip* yang telah kita sediakan..."

Keprihatinan guru telah menjadikan mereka bersedia untuk mengambil tindakan yang diperlukan bagi memastikan bahawa pelajar mereka memperoleh pengalaman pembelajaran STEM teradun yang berkesan (Sawari & Mustaffa, 2014).

Tema 3: Kesediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (TPACK) terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Jadual 6: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 3

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
... saya menguasai kandungan mata pelajaran yang saya nak sampaikan kepada pelajar...R1	menguasai kandungan mata pelajaran	Kefahaman menggabungkan TPACK

... saya rasa jika saya memilih *tools* yang sesuai memilih *tools*
semasa PdP...ia menjadikan PdP saya lebih yang sesuai
baik...R3

... setelah melalui *training* ini...saya boleh adakan boleh adakan Mengintegrasikan
aktiviti yang bukan sahaja di dalam kelas...tetapi aktiviti yang teknologi secara
boleh dilaksanakan secara *online*...R2 bukan sahaja di berkesan
dalam kelas

...sebenarnya saya dah boleh gunakan *blended* saya dah boleh
approach ni bila-bila masa...R4 gunakan *blended*
approach

...saya menyediakan bahan berkaitan Perubahan saya boleh
Iklim dalam *Teams* yang saya khaskan untuk kelas masukkan
saya...saya boleh masukkan pelbagai maklumat
dalam *Teams* tersebut...R5 maklumat dalam
Teams tersebut

Responden 1 dan dan Responden 3 berpandangan, pengetahuan TPACK adalah penting dalam meningkatkan kesediaan mereka untuk mengajar STEM secara teradun dengan mengintegrasikan teknologi dan pedagogi dengan pengetahuan tentang kandungan pembelajaran STEM.

R1: "... saya menguasai kandungan mata pelajaran yang saya nak sampaikan kepada pelajar...dan saya boleh menyediakan tugas yang sesuai dengan kandungan yang diajar serta memilih alat digital yang mana nak digunakan semasa PdP tersebut..."

R3: "... saya rasa jika saya memilih *tools* yang sesuai semasa PdP...ia menjadikan PdP saya lebih baik...saya boleh sampaikan kandungan topik perubahan iklim yang saya ajar pada hari tersebut dengan lebih berkesan..."

Latihan guru untuk pendekatan pendekatan pembelajaran STEM teradun ini juga menyediakan aktiviti-aktiviti bagi guru-guru untuk mengintegrasikan teknologi secara berkesan. Responden 2, Responden 4 dan Responden 5 melaporkan tentang pengintegrasian teknologi semasa mengikuti latihan.

R2: "... setelah melalui *training* ini...saya boleh adakan aktiviti yang bukan sahaja di dalam kelas...tetapi boleh dilaksanakan secara *online*...contohnya ada sebahagian kandungan topik Perubahan Iklim disampaikan secara bersemuka dalam kelas dan untuk tugas pula...saya berikan kepada mereka untuk disiapkan di rumah dan boleh *submit* setelah siap menggunakan aplikasi digital yang ditetapkan..."

R4: "...sebenarnya saya dah boleh gunakan *blended approach* ni bila-bila masa mengikut kesesuaian projek yang saya akan beri kepada pelajar..."

R5: "...saya menyediakan bahan berkaitan Perubahan Iklim dalam *Teams* yang saya khaskan untuk kelas saya...saya boleh masukkan pelbagai maklumat dalam *Teams* tersebut...jadi pelajar saya boleh rujuk maklumat itu walau pun telah tamat sesi persekolahan ..."

Guru-guru yang mengikuti latihan ini memahami cara menggabungkan TPACK semasa PdP dan dapat mengintegrasikan aplikasi digital yang diperkenalkan semasa latihan untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun (Jamaludin & Ealangov, 2022; Abdul Rahim et al.,

2021). Sebagai seorang guru, mereka perlu mahir dan menguasai TPACK agar PdP lebih mudah dikuasai pelajar (Qasem & Viswanathappa, 2016).

Tema 4: Penstrukturan Persekitaran

Jadual 7: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 4

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...saya memang nak belajar lagi, saya akan tengok semula <i>link</i> yang diberi...R2	memang nak belajar lagi	Bersedia untuk berubah
... saya cuba <i>explore</i> kursus <i>online</i> yang dicadangkan semasa bengkel...R3	saya cuba <i>explore</i> kursus <i>online</i>	Menerima tanggungjawab

Latihan guru untuk pendekatan pembelajaran STEM teradun menjadikan guru bersedia untuk berubah dan menerima tanggungjawab untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun. Responden 2 dan Responden 3 menyatakan beliau juga perlu berusaha untuk mengakses maklumat berkaitan aplikasi digital yang dipelajari bagi memastikan mereka boleh melaksanakan pembelajaran STEM teradun dengan baik.

R2: "...saya memang nak belajar lagi, saya akan tengok semula *link* yang diberi...tapi saya perlukan internet yang stabil di rumah...lepas ikuti latihan ni...saya tahu saya boleh praktikkan dengan *student* saya semasa *independent learning*..."

R3: "...saya cuba *explore* kursus *online* yang dicadangkan semasa bengkel latihan guru supaya saya lebih tahu untuk gunakan *digital tools* semasa PdP teradun..."

Pengalaman yang diperolehi semasa mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun telah merubah guru ke arah lebih bersedia untuk mempelajari dan meneroka sendiri aplikasi digital yang dipelajari semasa intervensi untuk menyiapkan tugas dengan lebih baik. Guru beradaptasi dengan keadaan dan situasi semasa dan perubahan pelbagai penggunaan aplikasi digital ke arah kelangsungan pembelajaran digital (Mohamed Nazul, 2020; Hasin et al., 2022).

Tema 5: Penetapan Matlamat

Jadual 8: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 5

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...saya diminta untuk merangka <i>lesson plan</i> berkaitan <i>project-based</i> sebagai tugas untuk bengkel ini...R1	merangka <i>lesson plan</i>	Kemahiran menyusun aktiviti
...bila saya dah tetapkan matlamat...boleh bantu saya <i>plan</i> untuk buat apa...R4	bantu saya <i>plan</i>	Kemahiran merancang matlamat

Responden 1 dan Responden 4 melaporkan beliau berkemahiran untuk menyusun aktiviti dan juga boleh merancang matlamat untuk melaksanakan pembelajaran STEM teradun setelah melaksanakan aktiviti yang diikuti semasa latihan guru.

R1: "...saya diminta untuk merangka *lesson plan* berkaitan *project-based* sebagai tugas untuk bengkel ini...pada peringkat awalnya saya diminta untuk isi borang penetapan matlamat

dan sasaran aktiviti -aktiviti untuk disempurnakan dalam tugas berkenaan...borang berkenaan membolehkan saya menjangkakan setiap peringkat aktiviti yang perlu saya laksanakan mengikut masa yang disasarkan....pada borang berkenaan...saya telah bahagikan langkah-langkah mengikut kesukaran aktiviti berkenaan..sebagai contoh..saya nak buat *lesson plan* berkenaan, saya rancang untuk dua hari..tapi saya tulis empat hari...dan saya akan laksanakan dalam empat hari...”

R4: “...bila saya dah tetapkan matlamat...boleh bantu saya *plan* untuk buat apa...contohnya untuk tahap penggantian...saya buat soalan tentang pemanasan global guna *Microsoft Forms*...jadi saya dah ganti latihan biasa diberi seperti salin dalam buku...gantikan guna *forms*...”

Aktiviti dan tugas yang disediakan semasa mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun membolehkan guru menetapkan matlamat yang perlu dicapai semasa latihan yang diikuti dalam talian. Guru berusaha untuk mencapai matlamat merupakan guru yang berefikasi tinggi dan mampu mencapai matlamat yang ditetapkan (Bandura & Cervone, 1983). Guru berupaya untuk memahami dan membuat penyesuaian untuk status matlamat mereka (Harris, 2014) yang menyumbang kepada pencapaian yang baik (Muhammad & Kutty, 2021).

Tema 6: Pengurusan Masa

Jadual 9: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 6

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...untuk siapkan projek tu memerlukan saya mengisi <i>milestone</i> untuk saya agihkan masa supaya projek tersebut boleh dibuat dengan baik bagi PdP teradun...R3	untuk siapkan projek	Berdisiplin
...jadi kita akan rancang aktiviti projek ikut masa yang ditetapkan...R5	ikut masa	Bertanggungjawab

Responden 3 melaporkan beliau perlu merangka tempoh masa perjalanan projek agar bersesuaian dengan sasaran yang ditetapkan kerana apa yang mereka perlu melaporkan pelan tempoh masa dari masa ke semasa. Bagi Responden 5, beliau menyatakan setelah mengikuti latihan guru ini, peningkatan tahap dalam Model SAMR membolehkan pembelajaran berasaskan projek secara teradun dilaksanakan pada tahap tertinggi iaitu Penentuan Semula dan beliau membuat perancangan bagi pembelajaran berasaskan projek secara teradun bagi kerja berkumpulan dalam tempoh yang diberi.

R3: “...dengan mengikuti latihan ini saya dapat sediakan kerja projek seperti yang ada dalam tugas...untuk siapkan projek tu memerlukan saya mengisi *milestone* untuk saya agihkan masa supaya projek tersebut boleh dibuat dengan baik bagi PdP teradun...saya boleh rancang masa yang bagi setiap aktiviti bagi projek tersebut...*project-based* ni pada tahap *Redefinition* ...tapi kita kena ikuti semua tahap sebelum...iaitu S, A dan M. Jadi pada awal latihan...kami dah tahu kena buat *project-based* pada *level* tertinggi...kiranya dalam 12 minggu lah...jadi saya boleh rancang masa untuk buat aktiviti apa berkaitan dengan topik Perubahan Iklim untuk projek tersebut...tambahan pula apa yang dibuat kena pantau oleh JU mengikut senarai semak yang dah saya buat...”

R5: "...bila dah ikuti semua level dari S, *Substitution* hingga ke R, *Redefinition* dalam latihan ni...saya tahu aktiviti *project-based* dalam kumpulan sesuai untuk saya buat di *level* yang paling tinggi iaitu *Redefinition*...jadi kita akan rancang aktiviti projek ikut masa yang ditetapkan..."

Pengurusan masa yang berkesan penting bagi guru yang mengikuti latihan tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun. Guru perlu melaksanakan tugas dalam tempoh yang ditetapkan dan mereka dapat mengagihkan masa dengan baik. Pengurusan masa lebih berkesan semasa mengikuti latihan guru dalam talian (Sedi & Mazlan, 2022) menjadikan guru teratur dan sistematik semasa melaksanakan tugas yang disediakan. Peluang dan ruang yang diberikan semasa latihan guru tentang pendekatan teradun membolehkan guru belajar secara fleksibel (Prasad et al., 2018).

Tema 7: Mencari Bantuan

Jadual 10: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 7

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...jadi saya boleh bincang dengan kawan secara <i>online</i> di bahagian <i>post Teams</i> ...R1	saya boleh bincang	Berbincang
...berdepan dengan mereka untuk bincang tugas yang kena <i>submit</i> ...R2	untuk bincang	
... macam mana nak selesaikan aktiviti seperti...macam mana nak sediakan kerja kumpulan yang baik kepada pelajar saya...R4	macam mana nak selesaikan aktiviti	Berkolaborasi

Guru memberikan pandangan bahawa program ini menyebabkan mereka boleh membentuk jaringan untuk membolehkan mereka berbincang sama ada di dalam forum secara dalam talian atau pun secara bersemuka dengan peserta lain. Responden 1 dan Responden 4 menceritakan perbincangan tentang apa yang mereka tidak kuasai semasa mengikuti latihan guru. Responden 2 pula memaklumkan beliau berjumpa secara peribadi dengan guru lain untuk berbincang tentang apa yang mereka perlu lakukan mengikut tugas yang disediakan semasa mengikuti latihan.

R1: "...ada ketikanya saya tak faham nak sediakan aktiviti yang pelajar kena buat sendiri tu...apa tu...haa...*independent learning*...jadi saya boleh bincang dengan kawan secara *online* di bahagian *post Teams*. Bila guna *Teams*, kawan saya boleh tunjukkan terus apa yang perlu dibuat...contohnya macam mana nak *embed* tugas guna *Flip* dalam aktiviti yang ada pada fasa *Augmentation*...yang mana *Flip* boleh gantikan pendapat yang pelajar beri secara berdepan dalam kelas, tapi mereka boleh rakam pendapat di rumah..."

R2: "...kadang-kadang ada juga yang saya jumpa dengan kawan-kawan...berdepan dengan mereka untuk bincang tugas yang kena *submit*... saya rasa lebih mudah bila saya boleh tanya terus dengan kawan saya...contohnya, pada fasa akhir latihan, tahap *Redefinition* menyediakan aktiviti yang memerlukan saya dan peserta berfikir dan berbincang tentang bagaimana *project-based* dilaksanakan secara teradun semasa PdP..."

R4: "...latihan guru di fasa *Modification* menyebabkan saya perlu tanya kawan-kawan yang lain... macam mana nak selesaikan aktiviti seperti...macam mana nak sediakan kerja kumpulan yang baik kepada pelajar saya...jadi saya kena bincang dengan cikgu lain supaya saya boleh buat pembelajaran teradun ni dengan lebih baik...contohnya kita gunakan *Sway*

untuk aktiviti yang menunjukkan adanya kolaborasi berlaku semasa *Modification*...semua ni kami sama-sama bincang dalam forum di *Teams*...”

Bengkel latihan yang diikuti oleh guru ini adalah mengandungi aktiviti yang mempunyai unsur komuniti pembelajaran profesional guru. Di Malaysia, program Komuniti Pembelajaran Profesional telah dilaksanakan dalam kalangan guru di sekolah-sekolah pada tahun 2011 (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2014) dan kini pelaksanaannya telah merangkumi semua sekolah di seluruh Malaysia (Pun & Mansor, 2022). Namun demikian, masih kurang bengkel latihan yang membolehkan guru melaksanakan Komuniti Pembelajaran Profesional terutamanya dalam ruang lingkup pendigitalan kandungan STEM untuk pelaksanaan model pembelajaran teradun. Sebagai tanda sokongan terhadap pelaksanaan Komuniti Pembelajaran Profesional, Kementerian Pendidikan Malaysia telah mengiktiraf Komuniti Pembelajaran Profesional dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 sebagai satu reformasi pendidikan untuk menggalakkan kerjasama dalam kalangan guru untuk meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran. Dalam usaha untuk mencapai visi, Kementerian Pendidikan Malaysia (2015) menegaskan aktiviti Komuniti Pembelajaran Profesional yang dilaksanakan adalah seperti perkongsian pengetahuan dan kepakaran, kerja berpasukan dan kerjasama.

Tema 8: Strategi Tugasan

Jadual 11: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 8

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...lepas tu <i>plan</i> nak buat macam mana...R3	<i>plan</i> nak buat	Merancang aktiviti
...kadang-kadang...saya kena catat apa yang saya belajar masa kelas <i>online</i> ...R5	kena catat	Mengatur strategi

Guru-guru telah memberikan pandangan bahawa mereka dapat memahami tugas semasa latihan guru dan seterusnya mereka berupaya merancang tugas yang diberikan. Responden 3 menyebut mereka perlu bersedia dan tahu apa yang mereka perlu lakukan semasa mengikuti latihan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan Responden 5 menceritakan beliau mengambil nota untuk meningkatkan kefahaman yang diperolehi semasa mengikuti latihan pendekatan pembelajaran STEM teradun sebelum merancang aktiviti yang diberi semasa latihan guru.

R3: “...saya kena faham dulu apa nak buat dengan PdP *online*...lepas tu *plan* nak buat macam mana...nanti baru kita tahu apa yang kita buat tu ok atau tak...contohnya, kita kena isi aktiviti dalam templat kerja kumpulan...bila saya isi borang tu, saya tahu *step-step* yang perlu ada bagi aktiviti berkumpul...boleh juga rupanya pelajar buat persembahan mereka nanti dengan sediakan *e-Portfolio* dan disebar secara *online*...bukan setakat projek *face-to face* sahaja...”

R5: “...kadang-kadang...saya kena catat apa yang saya belajar masa kelas *online*...barulah saya faham kena buat *step by step*...contohnya saya boleh sendiri tulis dalam borang atau templat yang diberi semasa latihan tanpa bertanya pada JU...”

Guru-guru dapat memahami tugas dan aktiviti yang diberi semasa latihan pendekatan pembelajaran STEM teradun sehingga mereka dengan sendiri boleh menyelesaikan tugas yang diberi (Sedi & Mazlan, 2022). Pendekatan pembelajaran teradun semasa latihan guru

memberi peluang kepada guru untuk menguasai pembelajaran mengikut masa dan keupayaan masing-masing (Tucker, 2017).

Tema 9: Penilaian Diri

Jadual 12: Contoh Petikan, Kod dan Kategori Tema 9

Petikan	Kod Kata Kunci	Kategori
...saya dapat siapkan aktiviti dengan cepat sebab latihan ni telah tunjukkan cara-cara <i>collaborate</i> ...R2	dapat siapkan aktiviti	Memantau pelaksanaan aktiviti
... bila di hujung aktiviti, saya cuba renung semula apa yang saya dah buat...R3	renung semula	Menilai pelaksanaan aktiviti

Guru-guru melaporkan dapat merumuskan hasil pembelajaran selepas setiap aktiviti latihan guru dengan membuat refleksi bagi memastikan pemahaman mereka terhadap apa yang telah dipelajari. Responden 2 dan Responden 3 menyatakan beliau perlu membuat penilaian hasil daripada usaha yang telah dilaksanakan semasa latihan guru untuk pendekatan pembelajaran STEM teradun.

R2: "... saya suka guna Sway...saya dapat siapkan aktiviti dengan cepat sebab latihan ni telah tunjukkan cara-cara *collaborate* dengan peserta guru lain dan saya boleh siapkan aktiviti yang ditetapkan..."

R3: "... bila di hujung aktiviti, saya cuba renung semula apa yang saya dah buat ...saya tahu apa yang boleh buat selepas mengikuti latihan guru ini...contohnya, saya boleh buat aktiviti kolaborasi guna Sway...jadi saya akan tengok balik apa yang saya buat...daripada tak tahu hingga saya tahu setiap tahap aktiviti...saya boleh buat macam-macam aktiviti sama ada *online* ataupun *face to face*...tapi yang *best* ialah bila belajar guna macam-macam *apps*...boleh jadikan PdP lagi menarik..."

Aktiviti ini menunjukkan bahawa guru diberi peluang untuk melakukan refleksi terhadap aktiviti yang mereka terlibat semasa bengkel latihan. Rahman (2014) menyatakan bahawa salah satu perkara yang wujud dalam profesionalisme seorang guru adalah bagaimana seseorang guru itu sedar dan mampu meletakkan dirinya sebagai sebahagian daripada komuniti profesional yang sentiasa bekerjasama untuk meningkatkan proses pembelajaran di dalam bilik darjah. Dengan ini, suka atau tidak, guru akan sentiasa terdorong untuk meneroka maklumat dan ilmu yang penting untuk mereka jadikan rujukan dan bahan renungan dalam mengembangkan potensi profesionalisme mereka sebagai seorang pendidik. Ini bermakna tugas guru bukan hanya mengajar, malah pada masa yang sama guru juga adalah seorang pembelajar.

Kesimpulan

Setelah mengikuti latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun, peserta guru mengakui mereka memperoleh kemahiran menggunakan aplikasi digital dengan betul dan pada masa yang sesuai. Kerisauan peserta guru sebelum mengikuti latihan guru dapat diatasi apabila mereka menguasai kandungan latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun berkaitan Perubahan Iklim. Peserta guru juga melaporkan mereka boleh menggabungkan TPACK dan mampu mengintegrasikan aplikasi digital yang diperkenalkan semasa latihan guru. Pengalaman yang diperolehi semasa mengikuti latihan guru ini telah merubah mereka ke

arah lebih bersedia mempelajari dan meneroka sendiri aplikasi digital yang diperkenalkan pada bila-bila masa dan lokasi. Guru juga mengakui mereka lebih mahir merancang matlamat dan menyusun aktiviti untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun. Pengurusan masa adalah lebih berkesan dan mereka dapat menyelesaikan aktiviti semasa latihan guru dengan lebih sistematik. Latihan guru ini dilaporkan mewujudkan unsur komuniti pembelajaran profesional guru dan mereka dapat berkongsi pengetahuan, bekerja secara berpasukan dan bekerjasama semasa perbincangan. Peserta guru memberikan pandangan bahawa mereka memahami tugas yang diberi dan diberi peluang menyelesaikan tugas tersebut. Di akhir aktiviti, peserta guru dapat membuat refleksi bagi memastikan pemahaman mereka terhadap apa yang telah dipelajari semasa latihan guru. Secara keseluruhan, pandangan peserta guru menunjukkan keberkesanan dalam semua aspek latihan guru dan adalah dicadangkan latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun ini juga dapat dilaksanakan untuk topik STEM yang lain.

Penghargaan

Saya bersyukur dan mengucapkan terima kasih kepada Profesor Madya Dr. Mohd Ali Samsudin yang memberi bimbingan terbaik dan sentiasa mempermudah urusan dalam penerbitan jurnal ini. Ucapan terima kasih kepada Bahagian Tajaan Pendidikan, KPM yang memberi peluang melaksanakan kajian serta semua pihak yang membantu menjayakan penulisan jurnal ini.

Rujukan

- Aldosemani, T. (2019). In-service teachers' perceptions of a professional development plan based on SAMR model: A case study. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 18(3), 46-53.
- Anas, M. (2013). *Pengaruh Penggunaan Media Audio Visual Terhadap pembelajaran Sholat Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik di MIN Beji*. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah.
- Abdul Rahim, R., Md Noor, N., & Mohd. Din, H. (2021). Penerimaan sistem e-pembelajaran bagi menyokong pembelajaran teradun di Institut Pendidikan Guru. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 5(1), 83-98.
- Bandura, A., & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 1017-1028.
- Barak, M. (2018). Are digital natives open to change? Examining flexible thinking and resistance to change. *Computers & Education*, 121, 115-23. doi: 10.1016/j.compedu.2018.01.016.
- Barak, M. (2010). Motivating self-regulated learning in technology education. *International Journal of Technology and Design Education* 20(4), 381-401. doi: 10.1007/s10798-009-9092-x.
- Che Azizan, S. N., & Mohamad Nasri, N. (2020). Pandangan guru terhadap pembelajaran dalam talian melalui pendekatan home-based learning (HBL) semasa tempoh pandemik Covid-19. *PENDETA Journal of Malay Language, Education and Literature*, 11, 46-57.
- Dent, A. L., & Koenka, A. (2016). The relation between self-regulated learning and academic achievement across childhood and adolescence: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 28, 425-474. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9320-8>

- Donker, A. S., Boer, H. D., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & Van Der Wert, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1-26.
- Ealangov, S., & Jamaludin, K. (2022). Pembelajaran teradun semasa pandemik: Analisis tahap penerimaan pensyarah di Kolej Komuniti di Malaysia. *Akademika 92 (Special Issue)*, 31-42.
- Gambari, A. I., & Yusuf, M.O. (2014). Effects of three cooperative learning strategies on the performance of secondary schools in Physics. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 23(3), 353-373.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Harris, A. (2014). *Distributed leadership matters*. California USA: Corwin Press.
- Hasin, I., Othman, R., Abdullah, N. S., Mohd Yusoff, K., & Ab Rahman, M. R. (2022). Isu dan cabaran pembelajaran digital dalam transformasi pendidikan negara pasca covid 19. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 15(2), 23-32.
- Hilton, J. T. (2016). A case study of the application of SAMR and TPACK for reflection on technology integration into two social studies classrooms. *The Social Studies*, 107(2), 68-73.
- Hjalmarson, M.A. & Baker, C.K. (2020). Mathematics specialists as the hidden players in professional development: Researchable questions and methodological considerations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 51–66.
- Ismail, M. (2020). Cabaran Kepimpinan dalam Pengurusan Pembelajaran Digital. *Jurnal Refleksi Kepimpinan* Jilid III. Retrieved from <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jrk/article/view/9184>
- 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>
- Luebeck, J., Roscoe, M., Cobbs, G., Diemert, K. & Scott, L. (2017). Re-envisioning professional learning in Mathematics: Teachers' performance, perceptions, and practices in blended professional development. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(3), 273-299.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2014). *Laporan Awal Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2015). *Laporan Tahunan 2015 Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Masingan, C., & Sharif, 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.
- Masson-Delmotte, V., Pirani, A., Chen, Y., Robin-Matthews, J. B., Yelekci, 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.
- Mat Said, A. R., Omar, M., Ghazali, N., & Mohd, A. (2023). Meningkatkan pembangunan profesional dan kompetensi guru Kementerian Pendidikan Malaysia: Satu analisis kritis. *Global Journal of Education Research & Management*, 3 (1), 63-71.
- Muhammad, N., & Kutty, F. M. (2021). Hubungan antara pembelajaran regulasi sendiri dan motivasi terhadap pencapaian akademik. *Malaysia Journal of Social Science and Humanities*, 6(9), 215-229.
- 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.
- Niculescu, B. N., Macarie, T., & Petrescu, T. (2015). Some considerations on the online training programs for the teachers from the Romanian Pre-university educational system. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (180), 878-884.
- O’Keeffe, J., Buytaert, W., Mijic, A., Brozovic, N. & Sinha, R. (2015). The use of semi-structured interviews for the characterization of farmer irrigation practices. *Hydrology Earth System Sciences Discussion*, 12, 8221-8246.
- OECD (2019), Social Expenditure Update 2019. Public social spending is high in many OECD countries. Paris: OECD Publishing.
- Pearson, G., & Pearson, G. (2017). National Academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289781>
- Poobalan, N., Zaharudin, R., & Ting Voon, Y. (2019). Penggunaan bahan multimedia interaktif 3D animasi (‘Scratch’) dalam kaedah pembelajaran teradun terhadap minat dan pencapaian murid Tahun 5 bagi mata pelajaran Sains. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 9(1), 49-56. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol9.1.6.2019>
- Prasad, P. W. C., Maag, A., Redestowicz, M., & Hoe, L. S. (2018). Unfamiliar technology: Reaction of international students to blended learning. *Computers and Education*, 2, 92-103. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.016>
- Pun, A., & Mansor, M. (2022). Komuniti pembelajaran profesional di sekolah menengah kebangsaan di Malaysia. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(2), e001287. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i2.1287>
- Qasem, A., & Viswanathappa, G. (2016). Blended learning approach to develop the teachers’s TPACK. *Contemporary Educational Technology*, 7(3), 264-276.
- Rahman, B. (2014). Refleksi diri dan peningkatan profesionalisme guru. *Paedagogia: Jurnal Penelitian Pendidikan*, 17(1), 1-12.
- 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>
- Sabilan, S., Mohamed Lip, S., Ishak, M. F., Zdainal Abidin, S., & Sulaiman, S. H. (2022). Analisis tahap pendidikan terhadap kesediaan guru melaksanakan pembelajaran secara teradun berasaskan kemahiran teknologi. *Journal of Technical and Social Sciences*, 17, 29-38.
- Sawari, S. S. M., & Mustaffa., A. (2014). Guru bersahsiah mulia menurut pandangan Ibnu Shahnun: Analisa buku adab Al-Mualimin. *Journal of Islamic Education*, 2 (2), 1-10.
- Sedi, N., & Mazlan, M. N. A. (2022). The benefits of blended learning approach in Mathematics education: Manfaat pendekatan pembelajaran teradun dalam pendidikan Matematik. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 12(2), 67–76. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.2.5.2022>

- Serafin, C. (2016). The re-conceptualization of cooperative learning in an inquiry-oriented teaching. *Procedia - Social and Behavioural Sciences*, 217, 201–207.
- 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.
- 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
- Tilbury, D. (2015). *Higher Education for Sustainable Development 2005-2015: An evaluation of Progress During the Decade of Education for Sustainable Development*, report commissioned by UNESCO ESD. Paris: UNESCO.
- Tucker, C. R., Wycoff, T., & Green, J. T. (2017). *Blended Learning in Action: A Practical Guide Toward Sustainable Change*. Corwin: SAGE Company.