

## **Pemikiran Reka Bentuk Dalam Latihan Perguruan Abad 21 di Institut Pendidikan Guru Malaysia: Satu Tinjauan Awal**

**Badruddin Hassan**

Institut Pendidikan Guru Malaysia Kampus Dato' Razali Ismail  
Pengarang pengantara: badruddinhassan@ipgm.edu.my

### **Abstrak**

Perkembangan dunia teknologi maklumat dan komunikasi yang sangat pesat dalam bidang pendidikan menuntut siswa guru menyediakan diri dengan pengetahuan dalam kemahiran reka bentuk bagi membantu mereka melaksanakan segala aktiviti berorientasikan pembelajaran abad ke-21 ini. Kajian ini berdasarkan tinjauan literatur bertujuan untuk menilai bagaimana pendekatan Pemikiran Reka Bentuk (PRB) digunakan dan mempunyai perkaitannya dengan latihan perguruan dalam kalangan siswa guru. Penulisan ini memberi tumpuan carian artikel ilmiah berdasarkan literatur kajian daripada pelbagai sumber pengkataan data seperti Springer, Google Scholar, Elsevier, Science Direct, EBCOHost, ERIC, ResearchGate, Pro Quest, SAGE dan Routledge Taylor & Francis. Sebanyak 117 artikel dikumpul (N=117) daripada pelbagai disiplin kajian berkaitan pelaksanaan PRB dalam latihan perguruan. Berdasarkan penelitian ini, empat isu utama dikenal pasti terdiri daripada pembinaan pengetahuan dan kemahiran siswa guru terhadap PRB, penyediaan bahan PdP, dan strategi dan kaedah PdP melalui sokongan TPACK terhadap pembangunan PRB dan cabaran terhadap kompetensi siswa guru. Kajian literatur ini memberi tumpuan kepada artikel-artikel yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2024. Untuk menganalisis penyelidikan, pengkaji menggunakan aplikasi Mendeley bagi memudahkan pengkaji mengelompokkan isu berkaitan PRB bagi penulisan berikutnya. Hasil penelitian ini menunjukkan kebolehlaksanaan PRB dalam kurikulum latihan perguruan mempunyai nilai tambah yang relevan dijadikan sebagai sebahagian daripada kemahiran yang perlu dikuasai siswa guru.

**Kata kunci:** Kurikulum Latihan Perguruan; Pemikiran Reka Bentuk; Pembinaan Pengetahuan; Siswa Guru.

## 1.0 Pengenalan

Pembangunan kemahiran abad ke-21 semakin tinggi keperluannya terutama dalam kalangan pelajar sama ada di peringkat sekolah, tidak terkecuali di peringkat pengajian tinggi. Justeru latihan yang dilaksanakan untuk menyediakan bakal guru perlu diteliti semula agar pembangunan ke arah menyediakan guru yang kompeten dan sesuai dengan keperluan pendidikan abad ke -21 dapat dipenuhi secara optima dan mencapai objektif yang ditetapkan (Chen et al., 2023). Pemupukan guru yang berpengetahuan dan mahir bagi mengembangkan potensi mereka agar dapat melaksanakan tugas secara kreatif membolehkan mereka menjalankan pengajaran dan pembelajaran (PdP) secara berterusan amat penting. Dalam hal ini, bakal guru atau siswa guru perlu dilengkapi dengan kemahiran Pemikiran Reka Bentuk (PRB) supaya mereka memahami bagaimana merancang, mereka bentuk PdP yang lebih baik bagi mencapai matlamat pendidikan masa depan yang lebih baik dan terjamin kualiti dalam pembangunan negara (Henriksen et al., 2020).

PRB ialah kaedah menyelesaikan masalah secara sistematik, dimulai dengan mengenal pasti semua jenis masalah dari perspektif yang pelbagai untuk diselesaikan (Aydemir & Çetin, 2018). PRB menekankan pemikiran yang berbeza dan menyediakan pendekatan kualitatif untuk meneroka strategi yang realistik, menarik, mampu dilaksanakan untuk mengajar pelbagai bidang dalam beberapa peringkat pengajian dan program yang ditetapkan (Shively & Palilonis, 2018). Berdasarkan model asal yang diasaskan oleh Universiti Stanford tahun 2014, Aydemir dan Çetin (2018) dan Reinecke (2016) menjelaskan model ini kepada lima fasa tindakan terdiri daripada empati (*empathy*), penentuan (*define*), idea (*ideate*), prototaip (*prototype*), dan ujian (*test*).

PRB adalah perspektif pemikiran berpusatkan manusia yang menumpukan penyelesaian masalah bersifat kompleks melalui proses kreatif dan analitik, melibatkan dari awal bagi sesuatu isu atau cabaran yang dihadapi (Calavia et al., 2023; Carroll, 2014; Mosely et al., 2018). Proses ini dilaksanakan melalui kaedah yang memberi tumpuan kepada memenuhi keperluan pelanggan atau dalam konteks pendidikan, kepada murid di sekolah bagi menjadikannya sebahagian proses penyelesaian masalah yang semakin aktif (Bennett et al., 2017). Terdapat dua jenis pemikiran utama dalam komponen PRB, iaitu konvergen dan divergen. Pemikiran konvergen yang berpusatkan pemikiran satu arah dan mencari jawapan atau penyelesaian tertentu. Manakala pemikiran divergen, pendekatan pemikiran mencapah yang bersifat pelbagai arah dan menimbulkan strategi pemikiran baru untuk menangani situasi yang dihadapi, seperti perancangan kurikulum, aktiviti PdP, penghasilan bahan pengajaran, dan penyelesaian tugas (Calavia et al., 2023; Elwood et al., 2016; Hadar & Tirosh, 2019). PRB boleh disimpulkan sebagai titik mencapai keseimbangan antara pemikiran konvergen dan divergen serta memupuk kedua-dua perspektif tersebut dalam sistem pemikiran yang mencetuskan tindakan yang lebih konkrit.

PRB jika diteliti dalam perspektif latihan perguruan di Institut Pendidikan Guru (IPG) di Malaysia seakan ada hubungan yang signifikan untuk

dilaksanakan, terutama dalam penyampaian kurikulum yang memberi tumpuan kepada pemikiran aras tinggi (KBAT). Seperti mana terkandung dalam buku Panduan Pentaksiran IPG (2022), penekanan kepada pentaksiran berasaskan KBAT berdasarkan Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Kurikulum di IPG perlu dilaksanakan berasaskan kehendak kompetensi global 6C (komunikasi, kolaboratif, pemikiran kritis, kreatif, kareakteristik dan kewarganegaraan) dan perlu dipastikan aspek 6C sentiasa relevan dengan pembelajaran abad 21. Secara tidak langsung, elemen pembelajaran PRB juga sebahagian daripada komponen KBAT. Jadi sudah tentu ia dapat menjadi sebahagian daripada elemen KBAT dalam struktur latihan di IPG.

## **2.0 Kajian Literatur**

Peringkat awal perkembangan PRB ini bermula dalam bidang kejuruteraan, arkitektur, sektor pembinaan, perubatan, fesyen dan automotif (Auernhammer & Roth, 2021). Namun para penyelidik pada masa kini telah mula melihat PRB ini juga mempunyai peranan dan sokongan yang relevan sebagai satu kemahiran berfikir yang penting dalam aktiviti pembelajaran khususnya di peringkat pengajian tinggi (De & Salle, 2017; Koh et al., 2015b; Lor, 2017; Noh & Karim, 2021; Scheer et al., 2011). Apatah lagi perkembangan dalam bidang pendidikan yang menerima kesan lonjakan Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0) terhadap kemajuan teknologi maklumat dan komunikasi yang mempengaruhi corak berfikir, perkembangan ekonomi dan hubungan sosial sesama manusia (Noh & Karim, 2021). Pembelajaran abad 21 juga menunjukkan perubahan yang besar terhadap lanskap corak pendekatan pembelajaran yang berpusatkan guru beralih kepada pembelajaran berpusatkan murid. Mehalik et al, (2008) dan Stroble et al. (2013) menjelaskan PRB menjadi satu garis panduan khusus penyelidikan dalam bidang pendidikan abad 21 ini. Oleh itu, objektif penulisan ini selanjutnya akan membincangkan tentang aspek-aspek yang mungkin dapat dikenal pasti menyumbang kepada kebolehsanaan PRB dalam sistem latihan perguruan di institusi pendidikan guru di negara ini.

### **2.1 Model Pemikiran Reka Bentuk**

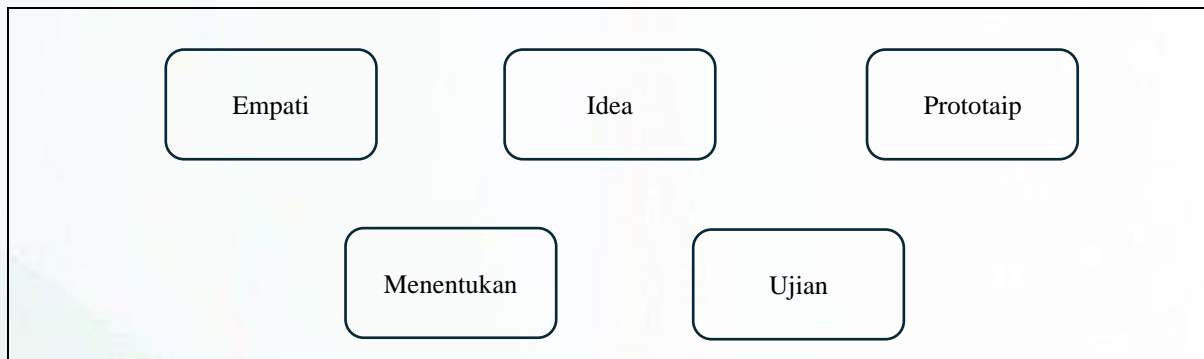
PRB seperti dibincangkan di awal merupakan konsep penyelesaian masalah yang biasa digunakan dalam bidang kejuruteraan, namun ianya masih baharu dalam dunia pendidikan dan dilihat semakin penting dan mendapat pengiktirafan di seluruh dunia (Alashwal, 2020). Namun terdapat cabaran dan persoalan yang masih belum terjawab dalam perbincangan kepentingan PRB dalam pendidikan seperti bagaimana pelajar boleh memahami dengan berkesan proses pemikiran ini dalam menentukan cara bertindak menyelesaikan sesuatu masalah (Wrigley & Straker, 2017). Keadaan ini membuka ruang dan peluang kepada penyelidikan bagi mendapatkan maklumat atau pengetahuan lebih terperinci untuk mengenal pasti faktor-faktor yang menyumbang kepada keupayaan PRB dalam kalangan pelajar (Dasgupta, 2019).

Asas utama dalam PRB ialah kecekapan manusia bertindak menyelesaikan masalah yang timbul berkaitan reka bentuk sesuatu hasil ciptaan atau

produk. Jika dilihat sisi pendidikan dan pembelajaran, reka bentuk dirujuk kepada pembangunan kurikulum, strategi pengajaran dan pembelajaran, perancangan pembinaan pelan pembelajaran di dalam kelas sama harian atau semester dan penghasilan bahan bantu mengajar terutama di era pembelajaran abad 21 (De & Salle, 2017; Elwood et al., 2017; Hennessey & Mueller, 2020). Salah satu model pembelajaran berasaskan PRB ialah, model lima peringkat Universiti Stanford yang terdiri daripada "empati, menentukan, idea, prototaip, dan ujian (Aydemir & Çetin, 2018; Reinecke, 2016). Model PRB ini dikenal pasti dapat menyokong strategi untuk menyelesaikan masalah secara kreatif dan dapat meyakinkan pelajar (Brenner & Uebnickel, 2016).

Dalam konteks latihan perguruan kepada siswa guru, PRB dikenal pasti sebagai pendekatan pedagogi untuk membantu siswa guru merancang kurikulum, membina pelan pengajaran dan mencipta bahan bantu mengajar untuk melaksanakan aktiviti pembelajaran berpusatkan pelajar (Tseng et al., 2019). Rajah 1 berikut menunjukkan rangka model PRB oleh Universiti Stanford 2014 yang dapat menjelaskan peringkat-peringkat asas dalam menyelesaikan masalah dalam pendidikan.

**Rajah 1:** Model Pemikiran Reka Bentuk Universiti Standford, 2014.  
Adaptasi daripada Aydemir & Çetin (2018) dan Reinecke (2016).



Aydemir dan Çetin (2018) mengemukakan lima peringkat tindakan dalam penyelesaian masalah secara kreatif. Bermula dengan empati, tindakan mendapatkan maklumat awal berkaitan masalah yang timbul dikenal pasti melalui perbincangan, temubual, pemerhatian dan pandangan pelajar dilakukan. selain itu temubual bersama guru juga dilaksanakan bagi mendapatkan gambaran awal asas permasalahan sebagai sumber maklumat sekunder. Dalam konteks latihan perguruan, siswa guru ditemubual untuk mendapatkan pandangan mereka dan dikumpul. Selain itu pemerhatian turut dilakukan semasa sesi kuliah, menemubual pensyarah termasuk pensyarah-pensyarah pakar bagi mengumpul maklumat berkaitan masalah-masalah yang wujud. Peringkat kedua melibatkan pembinaan atau cadangan strategi dan kaedah untuk menentukan pilihan-pilihan tindakan yang boleh ditentukan bagi penyelesaian masalah dihadapi.

Peringkat ketiga, idea-idea dikemukakan secara khusus bagi memudahkan tindakan lanjutan diputuskan untuk mengatasi kekurangan atau kelemahan dalam tindakan yang akan dibuat. Teknik brainstorming boleh digunakan untuk menjana idea. Peringkat prototaip pula menterjemahkan idea-idea dalam bentuk draf lukisan atau model. Maklum balas daripada semua pihak dikumpul bagi mendapatkan pandangan dan cadangan untuk penambahbaikan terhadap idea yang dihasilkan. Jika terdapat cadangan baharu, draf dalam bentuk lukisan atau model dihasilkan semula sebagai proses pembaharuan ke atas model berkenaan. Peringkat akhir melibatkan ujian. Menurut model ini, ujian dilakukan sebanyak dua kali bagi menentusahkan hasil akhir dapat dimanfaatkan kepada siswa guru dan pensyarah yang terlibat bagi mengatasi sesuatu masalah tersebut.

## **2.2 Pemikiran Reka Bentuk dan Pembelajaran Abad 21**

Kemunculan Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0), Internet of Things (IoT) (Zainal et al., 2021), pemanfaatan digital dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence – AI) dan kepesatan teknologi maklumat (Pham et al., 2022) tidak dapat dinafikan telah merubah lanskap pembelajaran masa kini. Keadaan ini secara tidak langsung telah mewujudkan permasalahan yang kompleks, wujudnya persekitaran baharu atau perkara yang tidak jelas dalam kehidupan sosial, dan tercetusnya idea membuat produk baharu untuk kegunaan umum (Nizam et al., 2022). Apabila keadaan ini berlaku sudah tentu manusia berlumba-lumba untuk menjana idea menghasilkan apa sahaja produk untuk memenuhi keperluan manusia, baik dalam sektor kejuruteraan pembuatan, automotif, hingga kepada keperluan penggunaan harian di rumah. Kesan perubahan ini tidak terkecuali dalam pembelajaran di sekolah atau pun di peringkat pengajian tinggi, kerana mendatangkan cabaran dalam pembelajaran abad 21 ini (Pande & Bharathi, 2020).

Perkembangan dan perubahan yang dinamik ini sudah pasti akan meningkatkan permintaan terhadap guru-guru untuk menghasilkan reka bentuk baharu dalam pedagogi pengajaran (Koh et al., 2015b; Padzil et al., 2022). Selain itu, keperluan Jelas di sini, siswa guru perlu dilengkapi dengan kemahiran PRB supaya mereka dapat merancang pembelajaran yang berkesan untuk memenuhi perbezaan individu, serta membantu memupuk keupayaan reka bentuk dalam kalangan murid di masa hadapan.

Selain itu, pendekatan pedagogi kepada siswa guru dan guru sedia ada perlu diberi perhatian dan dilatih supaya dapat mempelbagaikan penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran abad 21 (Wrigley & Straker, 2017). Ini boleh dilaksanakan dengan melatih siswa guru dan juga guru-guru sedia di pasaran dengan kemahiran PRB melalui kehadiran mereka dalam aktiviti perancangan kurikulum, menjalankan kajian penyelidikan, mengumpul dan menganalisis data dan membentangkan hasil kajian yang diperolehi (Baran & AlZoubi, 2023). Justeru usaha menerapkan atau melaksanakan PRB dalam latihan pedagogi guru perlu perhalusi dan diberi perhatian lebih supaya dapat mengurangkan jurang antara teori dan amalan supaya usaha tersebut mencapai hasil yang optima (Pham et al., 2022).

PRB boleh memainkan peranan yang besar dalam latihan perguruan untuk membantu siswa guru mengembangkan kompetensi dan kemahiran abad 21 seperti kemahiran kolaboratif, penyelesaian masalah, berfikir kritis, kreatif dan inovatif serta komunikasi (Calavia et al., 2023; Razzouk & Shute, 2012). Kemahiran-kemahiran ini sentiasa diberi perhatian dan perlu dikuasai sepenuhnya oleh siswa guru untuk melaksanakan tugas mereka di dalam bilik darjah dengan efektif, boleh mempromosikan kemahiran kreativiti yang melangkaui pemikiran lebih terbuka dalam pembangunan pendidikan yang semakin berubah dan menuntut perubahan yang besar dan dinamik (Ahmadi et al., 2019).

### **2.3 Pemikiran Reka Bentuk Dan Latihan Perguruan Siswa Guru**

Keperluan membangunkan kecekapan dan kemahiran pembelajaran abad 21 semakin tinggi permintaannya menyebabkan kaedah konvensional yang dipraktikkan dalam latihan siswa guru perlu disemak semula (Koh et al., 2015). Anjakan baru perlu dilakukan daripada menawarkan pengetahuan dan kemahiran untuk mengembangkan potensi mereka kepada cara bekerja yang lebih kreatif dan inovatif dalam merancang PdP dengan lebih baik bagi mencapai visi dan misi pendidikan negara abad 21 kepada murid mereka di masa hadapan. Dari sinilah kemahiran PRB boleh bermula dalam penyampaian kurikulum latihan siswa guru untuk membangunkan kemahiran mereka bentuk dalam penyampaian PdP, merancang aktiviti PdP yang lebih menarik dengan penggabungan teknologi maklumat dan komunikasi (TMK) (L. Lin et al., 2020).

Peningkatan terhadap pengetahuan kandungan, pedagogi dan teknologi (TPACK) dalam pengajaran dan diintegrasikan dengan PRB turut dituntut dalam kalangan siswa guru masa kini (Tseng et al., 2019). Tuntutan ini berlaku berdasarkan keperluan peningkatan tahap pengetahuan siswa guru mereka bentuk bahan pengajaran mereka dengan menggunakan kecekapan TPACK mereka. Oleh itu kemahiran PRB dalam kalangan siswa guru kerana dilihat dapat menggambarkan bagaimana domain TPACK dapat disampaikan dalam pembelajaran secara kontekstual (L. Lin et al., 2020; Tseng et al., 2019; Umutlu, 2022). Kajian oleh Boschman et al. (2017 dalam Tseng et al., 2019) mendapati guru-guru tadika bekerjasama meningkatkan kemahiran membina bahan pengajaran melalui siri ceramah PRB mereka. Hasilnya didapati kecekapan guru-guru tersebut semakin meningkat dengan begitu baik dalam kerangka kerja mereka menghasilkan bahan pengajaran dan dalam masa yang sama dapat menambah pengetahuan mengenai TPACK mereka dengan menggunakan PRB.

Reka bentuk kurikulum latihan perguruan yang disampaikan kepada siswa guru lebih tertumpu atau sebahagian besarnya bergantung kepada penyampaian sehalu atau berasaskan modul dan model (Evans et al., 2010). Tambahan pula siswa guru tidak diberi peranan sebagai sebahagian daripada pereka bentuk atau pembina teori untuk mengetengahkan kemahiran PRB dalam amalan dan latihan mereka sendiri. Namun dalam masa sama tidak dinafikan telah wujud perbincangan berkaitan meningkatkan kemahiran PRB

berkaitan kemahiran penyesuaian (Hong, 2014), dan perwatakan berkaitan PRB dalam kalangan siswa guru (Noh & Karim, 2021).

Penguasaan PRB dalam kalangan siswa guru untuk meningkatkan kemahiran mereka dalam aktiviti PdP digambarkan sebagai proses kognitif bagi menghasilkan penyelesaian secara kreatif, inovatif dan praktikal bagi usaha menyelesaikan masalah dihadapi dalam latihan yang dihadiri (Calavia et al., 2023). Kajian Calavia et al., (2023) terhadap siswa guru berkaitan kemahiran membina bahan pengajaran dengan membuat penilaian dari aspek kesempurnaan, kualiti, mudah akses dan kreativiti menunjukkan terdapat perubahan besar yang dicatatkan terhadap kumpulan eksperimen berbanding kumpulan kawalan terhadap penguasaan PRB mereka semasa menjalani proses pembinaan pengajaran mereka.

Koh et al., (2015) mencadangkan semua siswa guru dilatih dengan konsep dan kemahiran PRB sebagai satu subjek atau sebagai sub topik dalam bilik kuliah mereka secara formal bagi mana-mana kursus yang disediakan dalam kurikulum latihan perguruan. Cadangan ini berasaskan kepada cabaran dalam TPACK siswa guru memerlukan kajian semula dan diberi penambahbaikan berhubung PRB dan keperluan latihan mereka yang semakin berubah selaras dengan keperluan pembelajaran abad 21 ini. Tambahan pula kepesatan gaya pembelajaran yang berorientasikan pergantungan kepada penggunaan internet dan kecekapan digital dalam mempelbagaikan aktiviti pembelajaran murid di dalam bilik darjah seperti penggunaan media sosial, aplikasi gamifikasi dan gaya persembahan pada layar putih (del Olmo-Muñoz et al., 2023).

Pengupayaan PRB dalam kalangan siswa guru melalui pendekatan pedagogi inovatif merupakan satu alternatif membangunkan pengetahuan mereka. Ini merupakan satu proses sosial dalam kerangka latihan perguruan dalam kalangan siswa guru sebagai usaha menjana secara berterusan dan meningkatkan idea-idea yang bermakna secara konstruktif (Bereiter & Scardamalia, 2014; Kirschner & Paul, 2018). Pendekatan ini juga dikenali sebagai pendekatan pedagogi berasaskan prinsip, bukan berasaskan kepada prosedur di mana semua aktiviti pembelajaran, tugas, sumber dan bahan ditetapkan secara terperinci dalam kurikulum latihan mereka (Hong, 2014; Mukhamedov et al., 2020). Ini bermakna siswa guru diberi bimbingan secara khusus dan penuh penelitian, panduan latihan yang jelas dan lebih terbuka dalam proses memperoleh maklumat.

Pendidikan Sains, Kejuruteraan, Matematik (STEM) merupakan satu gabungan baharu pembelajaran yang melibatkan empat subjek untuk membimbing dan membangunkan kemahiran penyelesaian masalah murid secara objektif, realistik, terbuka dan merentas disiplin ilmu (Hatisaru et al., 2023; Radhiah et al., 2023). Siswa guru turut terlibat dalam subjek STEM sebagai satu kerangka kursus mereka. Apatah lagi isu pembelajaran STEM semakin mendapat perhatian dalam perbincangan di peringkat global dan menjadi topik perbincangan dalam persidangan pendidikan, ekonomi dan politik (Radhiah et al., 2023). Melalui STEM, siswa guru dilatih untuk lebih

kreatif menghasilkan reka bentuk pembelajaran berasaskan projek sebagai contoh boleh diselaraskan dengan menerapkan kemahiran PRB bagi meningkatkan sumber tenaga kerja guru (Eckman et al., 2016; Lin et al., 2021; Rohaya, 2021; Umutlu, 2022; Wu et al., 2019).

Penjelasan melalui tinjauan literatur jelas menunjukkan perbincangan dalam aspek-aspek pembinaan pengetahuan, kemahiran, kepentingan penguasaan TPACK dan perkembangan STEM pada masa ini memungkinkan keperluan kepada pelaksanaan PRB dalam latihan perguruan siswa guru di negara ini. Ini menjadi tujuan tinjauan awal dilakukan terhadap aspek-aspek pembelajaran boleh diintegrasikan dengan PRB sebagai satu elemen meningkatkan penguasaan siswa guru tersebut dalam rangka membekalkan pengetahuan dan kemahiran sebagai persediaan menjadi guru yang mempunyai daya kreativiti dan kompetensi yang tinggi di negara ini.

### **3.0 Metodologi**

Kajian ini bertujuan untuk menilai bagaimana pendekatan PRB digunakan dan mempunyai perkaitannya dengan latihan perguruan dalam kalangan siswa guru, dan cabaran penggunaannya dalam pendidikan secara umum. Untuk tujuan ini, pengkaji telah menggunakan kajian literatur yang berfokus dengan objektif mengenalpasti elemen-elemen pembelajaran dalam model PRB yang mempunyai kaitannya dengan penyampaian latihan perguruan di IPG. Penulisan ini memberi tumpuan carian artikel ilmiah berdasarkan literatur kajian daripada pelbagai sumber pengkatan data seperti Springer, Google Scholar, Elsevier, Science Direct, EBCOHost, ERIC, ResearchGate, Pro Quest, SAGE dan Routledge Taylor & Francis. Sebanyak 117 artikel dikumpul (N=117) daripada pelbagai disiplin kajian berkaitan pelaksanaan PRB dalam latihan perguruan. Jumlah ini dikecilkan skop perbincangan kepada 15 (n=15) bagi membantu pengkaji mengenal pasti bidang utama pengkajian yang dikategorikan kepada empat bidang utama, pembinaan pengetahuan dan kemahiran siswa guru terhadap PRB, pembinaan bahan PdP, dan strategi dan kaedah PdP melalui sokongan TPACK terhadap pembangunan PRB. Kajian literatur ini memberi tumpuan kepada artikel-artikel yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2024. Untuk menganalisis penyelidikan, pengkaji menggunakan aplikasi Mendeley bagi memudahkan pengkaji mengelompokkan isu berkaitan PRB bagi penulisan berikutnya.

### **4.0 Analisis dan Perbincangan**

Penerokaan berkaitan PRB melalui hasil kajian dan penulisan para ilmuwan dalam bidang ini boleh dijadikan panduan kepada pengkaji-pengkaji lain khususnya yang terlibat secara langsung dengan pelaksanaan dan penyampaian latihan perguruan kepada siswa guru. Sesuai dengan objektif penulisan artikel ini yang mensasarkan pandangan dan pendapat serta dapatan kajian mereka, pengkaji menjadikannya sebagai asas untuk melihat peluang kebolehsanaan PRB dalam penyampaian kurikulum latihan kepada siswa guru di Institut Pendidikan Pendidikan Guru Malaysia (IPGM).



**Jadual 1.1:** Pemikiran Reka Bentuk Dalam Latihan Perguruan Siswa Guru

<b>Bil</b>	<b>Penulis</b>	<b>Penerbit</b>	<b>Sumber</b>	<b>Fokus Kajian</b>	<b>Isu</b>
1	Tseng;et al., (2018)	Computers & Education Journal	Google Scholar	Siswa guru	Kesan kontekstual terhadap pembinaan bahan pengajaran dengan mengintegrasikan penggunaan TPACK dan PRB
2	Seet; et al., (2019)	Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL	Google Scholar	Siswa guru	Kelemahan penciptaan bahan pengajaran dalam talian.
3	Calavia; et al., (2023)	Journal of Thinking Skills and Creativity	Elsevier	Siswa guru	Cabaran dalam tugas harian guru dalam membina bahan pengajaran.
4	Shively & Palilonis (2018)	Journal of Education	Sage	Siswa guru	Kesalahfahaman terhadap pembangunan kurikulum celik digital.
5	Wu; et al., (2021)	Educational Technology Research and Development	ProQuest	Siswa guru	Keupayaan mereka bentuk pelan pengajaran dalam STEM.
6	Meyer & Norman (2020)	The Journal of Design, Economics, and Innovation	Elsevier	Siswa universiti	Sistem pendidikan sedia ada tidak menyediakan siswa dengan pemikiran reka bentuk dalam cabaran pendidikan abad 21.
7	Umutlu (2022)	Australasian Journal of Educational Technology	Google Scholar	Siswa guru	Integrasi pemikiran pengkomputeran dalam STEM tidak sejajar dengan kurikulum latihan sedia ada.

8	Nguyen; et al., (2024)	Journal of Elementary Education	Google Scholar	Guru & Murid sekolah rendah	Kesan integrasi pendidikan seni dan kemanusiaan dalam STEM menggunakan PRB.
9	Aydemir & Çetin (2018)	International Journal of Eurasia Social Sciences	Research Gate	Siswa guru	Keperluan dan masalah dihadapi guru Sains Sosial menggunakan kaedah, proses dan pendekatan dalam pdp.
10	Bian; et al., (2019)	British Journal of Educational Technology	Google scholar	siswa guru	tidak mempunyai pengetahuan dan kemahiran terutama PRB dalam mereka bentuk kurikulum STEM.
11	Umutlu, & Kim (2020)	Journal of Reflective Practice	Routledge Taylor & Francis	Siswa guru	Tindakan reflektif terhadap pengajaran responsif budaya murid dalam bilik darjah pelbagai budaya.
12	Zhang & Chen (2021)	Blended Learning Re-thinking and Re-defining the Learning Process. 14th International Conference, ICBL 2021 Nagoya, Japan, August 10-13, 2021 Proceedings	Springer	Siswa guru	Masalah guru menghadapi aktiviti permainan pembelajaran dalam bilik darjah.
13	Zhu; et al., (2024)	Journal of Science Education and Technology	Elsevier	Siswa guru	latihan makmal berkaitan PRB masih hadapi kelemahan.

14	Petit (2024 )	Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Mar 25, 2024 in Las Vegas, Nevada, United States	Google Scholar	Siswa guru	Integrasi antara AI dengan PRB untuk mengubah metodologi PdP, meningkatkan kreativiti dan kemahiran berfikir kritis
15	Kim; et al (2023)	International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology	EBSCOhost	Pelajar sekolah menengah	Integrasi prinsip pemikiran reka bentuk ke dalam pendidikan AI dan kesannya terhadap hasil pembelajaran

Jadual 1.1 menunjukkan 15 artikel hasil dapatan literatur yang dilakukan berkaitan penulis, penerbitan artikel, sumber perolehan artikel, fokus dan isu perbincangan oleh pengkaji. Berdasarkan kepada senarai ini, terdapat tiga artikel diterbitkan pada 2018 dan 2024, masing-masing dua artikel diterbitkan pada 2019, 2020, 2021 dan 2023. Hanya satu artikel dalam carian ini diterbitkan pada 2022. Daripada 15 artikel yang disenaraikan, tiga daripada artikel diterbitkan melalui prosiding persidangan. Melalui carian di Scimago berkaitan senarai *ranking* jurnal, sebanyak tujuh artikel yang diterbitkan melalui jurnal berada dalam kategori indeks H.

Jurnal ini terdiri daripada Journal of Education (indeks 252), Educational Technology Research and Development (indeks 109), Australasian Journal of Educational Technology (indeks 68), Journal of Elementary Education (indeks 7), British Journal of Educational Technology (indeks 119), Journal of Science Education and Technology (indeks 80) dan International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology (indeks 32). Kedudukan indeks H ini dapat memberi maklumat berkaitan kesahan data yang dikumpul untuk membolehkan kajian ini dilaksanakan dengan merujuk data kajian yang mempunyai nilai akademik yang tinggi.

Berdasarkan senarai artikel yang dirujuk, pengkaji mengelompokkan dapatan kepada empat isu utama terdiri daripada kekurangan pengetahuan dan pembinaan bahan bantu mengajar (Tseng; et al., 2018; Seet; et al., 2019; Calavia; et al., 2023), kelemahan mereka bentuk pelan pengajaran yang efektif (Wu; et al., 2021; Meyer & Norman, 2020; Aydemir & Çetin, 2018; Bian; et al., 2019; Zhang & Chen, 2021), kegagalan mengenal pasti strategi PdP yang lebih efektif dalam PdP (Bian; et al., 2019; Umutlu & Kim, 2020; Zhu; et al., 2024) dan sokongan kecerdasan buatan (AI) dalam membantu siswa guru membina kreativiti dalam pengajaran (Petit, 2024; Kim; et al (2023). Isu-isu ini masih menjadi topik perbincangan dalam proses penyampaian kurikulum di IPGM di 27 kampus seluruh negara.

Berdasarkan kurikulum latihan sedia ada yang sedang dilaksanakan di semua kampus IPGM di seluruh negara mempunyai ciri-ciri pembelajaran berasaskan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT). Ini berdasarkan panduan penyampaian kurikulum yang ditetapkan melalui Buku Panduan Pentaksiran IPGM (2023) yang memberi fokus pelaksanaan KBAT sehingga 80% dalam aktiviti pentaksiran siswa guru dalam semua bentuk pentaksiran seperti kuiz, penulisan ilmiah, amali, pembentangan dan kerja projek.

Antara pelaksanaan KBAT dan model PRB terdapat persamaan dari aspek proses pembelajaran siswa guru sama ada dalam penghasilan tugas pentaksiran berterusan (PB) yang antara lain tugas mereka melengkapkan penulisan akademik, menghasilkan bahan atau produk bahan bantu mengajar (BBM) dan penghasilan media elektronik sebagai bahan BBM. Tugas siswa guru ini sudah semestinya memerlukan mereka membuat perancangan, mengenal pasti masalah, mencari kaedah penyelesaian, menghasilkan produk dan menguji produk adalah dilihat mempunyai perkaitan rapat dengan proses kerja dalam model PRB.

Antara elemen KBAT yang menjadi asas pelaksanaan dan penyampaian dalam latihan perguruan berdasarkan Taksonomi Bloom yang terdiri daripada mengingat, mengetahui, mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mencipta. Walaubagaimanapun fokus utama diberikan kepada tiga elemen teratas: menganalisis, menilai dan mencipta dalam setiap aktiviti pembelajaran dan penilaian siswa guru. Oleh itu, pelaksanaan KBAT boleh disekalikan bersama model PRB. Tetapi bukanlah bermaksud menghasilkan satu kursus baharu atau satu tajuk baharu dalam kurikulum sedia ada di IPGM. Namun kebolehlaksanaan ini berdasarkan peranan pensyarah memasukkan elemen arahan tugas kepada siswa guru semasa menyiapkan tugas atau penghasilan produk BBM berdasarkan jenis tugas yang disediakan melalui kursus-kursus yang dilaksanakan.

Berdasarkan Buku Panduan Akademik IPGM sesi 2017/2018 (2017), struktur kurikulum bagi pengajian peringkat ijazah sarjana muda, terdapat enam kursus umum (16 kredit), lapan kursus asas pengajian pendidikan (24 kredit), 17 kursus teras (major – 48 kredit), enam kursus amalan profesional (16 kredit), tujuh kursus elektif teras (20 kredit), dan tiga kursus elektif terbuka (9 kredit). Keseluruhan kursus membawa kepada 133 jam kredit bagi keseluruhan peringkat pengajian. Ini membawa maksud agak sukar untuk ditambah kursus baharu ke dalam struktur kurikulum latihan perguruan di IPGM.

Oleh kerana bebanan jumlah jam kredit yang agak besar dalam struktur kurikulum latihan ini, peranan pensyarah bukan lagi mencadangkan untuk memasukkan kursus baharu untuk memperkenalkan model PRB, tetapi memadai diselitkan model ini dalam aktiviti penghasilan kerja kursus, tugas penghasilan produk oleh siswa sahaja. Pensyarah boleh memainkan peranan untuk mendalami dan meneroka selok belok model PRB, seterusnya memasukkan elemen-elemen ke dalam setiap tugas siswa guru.

Kajian oleh Calavia et al., (2023) Razzouk & Shute (2012) yang memfokuskan model PRB dengan pembentukan kompetensi siswa guru adalah bertepatan dengan misi IPGM, “untuk melahirkan guru yang kompeten dan berjiwa pendidik melalui program pembangunan guru yang dinamik ke arah pendidikan sekolah bertaraf dunia”. Pandangan mereka tentang kepentingan melatih siswa guru dengan kemahiran abad ke-21 seperti kemahiran kolaboratif, berkifir kritis dan penyelesaian masalah, kreatif, inovatif dan komunikasi telah menjadi sebahagian fokus utama melahirkan siswa guru melalui latihan di kampus-kampus IPGM. Selain itu, hasrat membekalkan siswa guru dengan kemahiran insaniah (soft skills) sentiasa menjadi perhatian dan sebahagian syarat dalam kurikulum dan panduan penyediaan tugas kepada siswa guru yang dikenali sebagai Pentaksiran Berterusan. Selain itu, elemen kreativiti siswa guru sentiasa ditagih di mana sahaja mereka menjalani latihan termasuk ketika di sekolah di mana mereka menjalani latihan praktikum fasa satu dan fasa dua. Elemen-elemen ini boleh disokong dengan pengenalan dan pengaplikasian model PRB bagi memantapkan lagi tahap kompetensi siswa guru sebagai tunjang kepada pencapaian misi untuk memartabatkan sekolah bertaraf dunia.

Pelaksanaan STEM di sekolah dan institusi latihan perguruan adalah satu tindakan yang sangat tepat pada masa ini, di mana dunia sedang melangkah ke era pembelajaran berasaskan digital sebagai menyahut perkembangan Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0). Kajian dan dapatan daripada Eckman, Williams dan Silver-Thorn (2016), Wu et al., (2019) dan Choi, Sung dan Seungwon (2022) sangat relevan dalam perkembangan pendidikan era perkembangan pesat dunia digital ini. Sudah semestinya siswa guru perlu didedahkan dengan kecekapan mengendalikan kursus-kursus berteraskan STEM dengan menyediakan diri mereka melalui model PRB ini mulai dari sekarang. Dapat dilihat di sini bahawa hubungan yang sangat rapat antara model PRB dengan pembelajaran dan operasi latihan siswa guru berkaitan pelaksanaan STEM dalam kurikulum latihan mereka.

Berdasarkan dapatan daripada pengkaji-pengkaji melalui hasil artikel yang dirujuk dan dijadikan sandaran kepada perkembangan model PRB ini sedikit sebanyak dapat disifatkan sebagai amat bermanfaat untuk diberi perhatian terhadap keupayaan dan kebolehlaksanaan model PRB dalam kurikulum latihan perguruan yang sedang dan akan dilaksanakan di IPGM dengan hujah-hujah yang sesuai dikemukakan oleh para pengkaji pada masa ini.

## **5.0 Rumusan dan Cadangan**

Hasil literatur kajian yang dilakukan telah menjadikan pengkaji menerima celik minda terhadap kewujudan model PRB ini. Walaupun pada asasnya model ini dihasilkan dalam bidang kedoktoran, kejuruteraan, perekaan, namun semua itu tidak menghalang daripada pengkaji mengenal pasti ruang-ruang yang ada untuk menegenahkan model PRB ini di bawa ke dalam kurikulum latihan perguruan pada masa hadapan. Asas kepada pandangan ini adalah berdasarkan beberapa pengkaji melalui artikel yang dihasilkan seperti menyokong kepada pelaksanaan model tersebut dalam latihan

perguruan yang sedia ada. Harus difahami dan diteliti bahawa tujuan pengkaji mengetengahkan model PRB dalam penulisan ini bukanlah secara mandatori untuk menggesa pihak berkepentingan dengan kurikulum latihan perguruan untuk menghasilkan satu kursus baharu, namun perlu diberi perhatian dan ruang untuk dimasukkan elemen model PRB dalam mana-mana bahagian arahan tugas pentaksiran berterusan siswa guru.

Daripada 47 kursus disenaraikan dalam struktur kurikulum latihan perguruan di IPGM yang memerlukan siswa guru menyiapkan tugas pentaksiran berterusan mereka mengikut ketetapan melalui sukatan kursus atau Maklumat Kursus yang sedang berkuatkuasa. Oleh itu, terdapat ruang yang sangat luas untuk pensyarah memuatnaik arahan dalam tugas dengan memasukkan elemen model PRB sebagai satu cara minima untuk menyediakan siswa guru dengan kompetensi mereka berada di tahap terbaik bagi mengharungi cabaran pendidikan era pembangunan pesat dunia digital dalam fasa RI 4.0.

### **Rujukan**

- Ahmadi, N., Peter, L., Lubart, T., & Besançon, M. (2019). School environments: Friend or foe for creativity education and research? In C. A. (eds) Mullen (Ed.), *Creativity Under Duress in Education?*. *Creativity Theory and Action in Education*. vol .3 (pp. 255–266). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90272-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90272-2_14)
- Alashwal, M. (2020). Design Thinking in STEM Education: A Review. *International Research in Higher Education*, 5(1), 18.
- Auernhammer, J., & Roth, B. (2021). The Origin and Evolution of Stanford University's Design Thinking: From Product Design to Design Thinking in Innovation Management. *Journal of Product Innovation Management*, 38(6), 623–644.
- Aydemir, A., & Çetin, T. (2018). Pre-Service Social Studies Teachers' Views on Design Thinking Approach. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9(January), 2289–2302.
- Baran, E., & AlZoubi, D. (2023). Design Thinking in Teacher Education: Morphing Preservice Teachers' Mindsets and Conceptualizations. *Journal of Research on Technology in Education*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2170932>
- Bennett, S., Agostinho, S., & Lockyer, L. (2017). The Process of Designing for Learning: Understanding University Teachers' Design Work. *Educational Technology Research and Development*, 65, 125–145.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2014). Knowledge Building and Knowledge Creation: One Concept, Two Hills to Climb. In Tan, So & Yeo (Eds.) *Knowledge creation in education* (pp. 35–52). In Springer, Singapore (pp. 35–52). Springer, Singapore.
- Brenner, W., & Uebernickel, F. (2016). What is it that design thinking and marketing management can learn from each other? (pp. 151–162). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-7408-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-7408-3_4)

- Calavia, M. B., Blanco, T., Casas, R., & Dieste, B. (2023). Making design thinking for education sustainable: Training preservice teachers to address practice challenges. *Thinking Skills and Creativity*, 47(October 2022).
- Carroll, M. P. (2014). Shoot For The Moon! The Mentors and the Middle Schoolers Explore the Intersection of Design Thinking and STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1).
- Chen, K., Chen, J., & Wang, C. (2023). The Effects of Two Empathy Strategies in Design Thinking on Pre-service Teachers' Creativity. *Knowledge Management and E-Learning*, 15(3), 468–486.
- Choi, Y., Sung, E., & Lee, S. (2022). Design Thinking for Preservice Technology and Engineering Education. *Harvard Business Review*, 86(October), 60–61. <https://library.wu.ac.th/km/design-thinking-คืออะไร-และทำไมเราต้อง/>
- Dasgupta, C. (2019). Improvable Models as Scaffolds for Promoting Productive Disciplinary Engagement in an Engineering Design Activity. *Journal of Engineering Education*, 108(3), 394–417. <https://doi.org/10.1002/jee.20282>
- De, R. L., & Salle, L. (2017). Design Thinking in Education: A Critical Review of Literature. *Conference Proceedings Bangkok, Thailand, May 24-26 2017*, 36–68.
- del Olmo-Muñoz, J., Bueno-Baquero, A., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2023). Exploring Gamification Approaches for Enhancing Computational Thinking in Young Learners. *Education Sciences*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/educsci13050487>
- Eckman, E. W., Williams, M. A., & Silver-Thorn, M. B. (2016). An Integrated Model for STEM Teacher Preparation: The Value of a Teaching Cooperative Educational Experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71–82.
- Elwood, K., Jordan, W. S. M. E., Jean, L., & Zapata, C. (2017). Design Thinking: A New Construct for Educators. In M. Simonson (Ed.), *The Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology* (Vol. 6, Issue 1, pp. 43–52). Nova Southeastern University.
- Elwood, K., Savenye, W., Jordan, M. E., Larson, J., & Zapata, C. (2016). Design Thinking: A New Construct for Educators. *Association for Educational Technology & Communications (AECT)*, 43–52.
- Evans, K. R., Lester, J., & Broemmel, A. D. (2010). Talking Back to Scripted Curricula: A Critical Performance Ethnography with Teachers' Collective Narratives. *Power and Education*, 2(2), 183–196.
- Hadar, L. L., & Tirosh, M. (2019). Creative Thinking in Mathematics Curriculum: An Analytic Framework. *Thinking Skills and Creativity*, 33.

- Hatisaru, V., Falloon, G., Seen, A., Fraser, S., Powling, M., & Beswick, K. (2023). Educational leaders' perceptions of STEM education revealed by their drawings and texts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(8), 1437–1457. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170290>
- Hennessey, E., & Mueller, J. (2020). Teaching and Learning Design Thinking (DT): How Do Educators See DT Fitting into the Classroom? *Canadian Journal of Education* /, 43(2), 498–521.
- Henriksen, D., Gretter, S., & Richardson, C. (2020). Design Thinking and the Practicing Teacher: Addressing Problems of Practice in Teacher Education. *Teaching Education*, 31(2), 209–229.
- Hong, H.-Y. (2014). *Developing Student-Centered Teaching Beliefs Through Knowledge Building Among Prospective Teachers*. Springer Science & Business Media, Singapore, May 2014, 189–204.
- Kirschner, J. J. G. van M., & Paul, A. (2018). 4C/ID in the Context of Instructional Design and the Learning Sciences. In F. Fischer, C. E. Hmelo-Silver, S. R. Goldman, & P. Reimann (Eds.), *International Handbook of the Learning Sciences* (pp. 127–136). Taylor & Francis Group.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H. Y. (2015a). Design thinking and preservice teachers. In *Design thinking for education: Conceptions and applications in teaching and learning* (pp. 67–86). <https://doi.org/10.1007/978-981-287-444-3>
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B., & Hong, H. Y. (2015b). Design thinking for education: Conceptions and applications in teaching and learning. In Springer, Singapore (Issue January). Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-444-3>
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of Infusing the Engineering Design Process into STEM Project-Based Learning to Develop Preservice Technology Teachers' Engineering Design Thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15.
- Lin, L., Shadiev, R., Hwang, W. Y., & Shen, S. (2020). From Knowledge and Skills to Digital works: An Application of Design Thinking in the Information Technology Course. *Thinking Skills and Creativity*, 36(March), 100646.
- Lor, R. R. (2017). Design Thinking in Education: A Critical Review. In *Asian Conference on Education and Psychology* (Issue May 2017).
- Mosely, G., Wright, N., & Wrigley, C. (2018). Facilitating design thinking: A comparison of design expertise. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.02.004>
- Muda, R., Fadzil, idayah M., & Ahmad Zabidi Abd Razak. (2023). Perkembangan Pendidikan Stem: Persepsi Semasa Pemimpin Sekolah Sebagai Pemimpin Stem. *Jurnal Kepimpinan Pendidikan*, 10(4), 56–75.



- Mukhamedov, G. I., Khodjamkulov, U. N., Shofkorov, A. M., & Makhmudov, K. S. ugli. (2020). Pedagogical Education Cluster: Content and Form. *International Scientific Journal Theoretical & Applied Science*, 81(1), 250–257. <https://doi.org/10.15863/TAS>
- Nizam, S., Razali, M., Sahid, S., & Othman, N. (2022). Pengaruh Pemikiran Reka Bentuk ke atas Keusahawanan Sosial dalam kalangan Pelajar Universiti Awam Abstrak The Influence of Design Thinking on Social Entrepreneurship Among Public University Students Abstract Pengenalan. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(1), 85–98.
- Noh, S. C., & Karim, A. M. A. (2021). Design Thinking Mindset to Enhance Education 4.0 Competitiveness in Malaysia. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 494–501. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.20988>
- Padzil, M. R., Karim, A. A., & Husnin, H. (2022). The Needs of Design Thinking Practices among D&T Students Based on Teachers Perspective: A Qualitative Approach. *Asian Journal of Research in Education and Social Sciences*, April. <https://doi.org/10.55057/ajress.2022.4.1.23>
- Pande, M., & Bharathi, S. V. (2020). Theoretical Foundations of Design Thinking – A Constructivism Learning Approach to Design Thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 36(October 2019), 100637.
- Pham, C. T. A., Magistretti, S., & Dell’Era, C. (2022). The Role of Design Thinking in Big Data Innovations. *Innovation: Organization and Management*, 24(2), 290–314.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Rohaya Ahmad, M. A. S. & F. A. (2021). Kesan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM kepada Kemahiran Berfikir Aras Tinggi ( KBAT ). *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 46(1), 62–73.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2011). From Constructivism to design Thinking. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8–19.
- Shively, K., & Palilonis, J. (2018). Curriculum Development: Preservice Teachers’ Perceptions of Design Thinking for Understanding Digital Literacy as a Curricular Framework. *Journal of Education*, 198(3), 202–214. <https://doi.org/10.1177/0022057418811128>
- Tseng, J. J., Cheng, Y. S., & Yeh, H. N. (2019). How pre-service English teachers enact TPACK in the context of web-conferencing teaching: A design thinking approach. *Computers and Education*, 128, 171–182.
- Umutlu, D. (2022). TPACK leveraged: A redesigned online educational technology course for STEM preservice teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(3), 104–121. <https://doi.org/10.14742/ajet.4773>

- Wrigley, C., & Straker, K. (2017). Design Thinking Pedagogy: the Educational Design Ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 374–385.
- Wu, B., Hu, Y., & Wang, M. (2019). Scaffolding Design Thinking in online STEM Preservice Teacher Training. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2271–2287. <https://doi.org/10.1111/bjet.12873>
- Zainal, S., Yusoff, R. C. M., Abas, H., Yaacob, S., & Megat Zainuddin, N. (2021). Review of Design Thinking Approach in Learning IoT Programming. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 24(1), 28–38. <https://akademiabaru.com/submit/index.php/frle/article/view/4204>