

PELAKSANAAN MODUL CELIK STEM BAGI MEMPERKASAKAN PEMIKIRAN KREATIF MURID TINGKATAN SATU

IMPLEMENTING A CELIK STEM MODULE IN EMPOWERING EIGHTH-GRADERS' CREATIVE THINKING

Ahmad Adnan Mohd Shukri¹

Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak.
(Email: adnan91shukri@gmail.com)

Che Nidzam Che Ahmad²

Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak.
(Email: nidzam@fsmt.upsi.edu.my)

Norhayati Daud³

Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak.
(Email: norhayati.daud@fsmt.upsi.edu.my)

Received date: 30-06-2019

Revised date: 18-07-2019

Accepted date: 16-08-2019

Published date: 15-09-2019

To cite this document: Shukri, A. A. M., Che Ahmad, C. N., & Daud, N. (2019). Pelaksanaan Modul Celik Stem Bagi Memperkasakan Pemikiran Kreatif Murid Tingkatan Satu. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 4 (32), 219-237.

DOI: 10.35631/IJEPC.4320021

Abstrak: Kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti sumbangan Modul Celik STEM yang dibangunkan terhadap pemikiran kreatif murid dalam pembelajaran sains. Kajian tentang reka bentuk kuasi eksperimen dengan jenis kumpulan kawalan tidak setara melibatkan sampel seramai 60 orang murid tingkatan satu yang berusia 13 tahun dari sekolah berasrama di daerah Baling, Kedah. Sampel dibahagikan kepada dua kumpulan; 30 orang mewakili kumpulan rawatan dan 30 orang lagi mewakili kumpulan kawalan. Data yang dikumpul daripada skor ujian pra-pasca-pemikiran kreatif (UPK) dianalisis menggunakan analisis kovarian sehala pada aras signifikan $p < .05$. Dapatkan menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan bagi skor UPK antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan apabila skor ujian pra dikawal secara statistik, $F(1,57) = 16.639$, $p = .000$, partial eta squared = .226. Selain itu, terdapat hubungan yang signifikan dan sederhana kuat antara skor ujian pra dan ujian pasca UPK dengan nilai partial eta squared = .082. Kesimpulannya, pengajaran dan pembelajaran topik Pembiasaan melalui pengintegrasian STEM yang diketengahkan dalam modul adalah lebih baik berbanding pengajaran biasa. Dapatkan membuktikan bahawa kaedah pengajaran alternatif ini berkesan dalam memperkembang lantas memperkasakan pemikiran kreatif murid.

Kata Kunci: Modul yang Dibina, Pembiasaan, Kuasi Eksperimen, Analisis Kovarian Sehala, Pemikiran Kreatif

Abstract: The purpose of this study is to examine the contributions of Celik STEM Module developed on pupils' creative thinking in science classroom. A quasi-experimental study involved a non-equivalent control group with sample of 60 eighth-graders aged 13 years old from a boarding school in Baling, Kedah. The sample was divided into two groups; 30 pupils of treatment group and 30 pupils of control group. Data were collected from pre-post-creative thinking test (CTT) scores. One-way analysis of covariance at a significance level $p < .05$ was performed in analysing the data. After adjusting for pretest scores, there was significant difference between the two sample groups on posttest scores on the CTT, $F(1,57) = 16.639$, $p = .000$, partial eta squared = .226. Besides, there was significant and moderate relationship between the pretest and posttest scores on the CTT, as indicated by partial eta squared = .082. In conclusion, teaching and learning of Reproduction topic through STEM integration applied in the module is better than regular instruction. The results of the present study showed that this alternative teaching method has been proven effective in developing and empowering pupils' creative thinking.

Keywords: Module Developed, Reproduction, Quasi-Experimental, One-Way Analysis Of Covariance, Creative Thinking

Pendahuluan

Pendidikan sains dan teknologi sering menjadi keutamaan di negara membangun seperti Malaysia. Oleh yang demikian, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah melaksanakan Dasar 60:40 dengan tujuan melahirkan sebanyak 60 peratus murid dalam aliran sains dan 40 peratus lagi mengikuti aliran sastera atau sains sosial pada peringkat sekolah dan institusi pengajian tinggi. Walau bagaimanapun, target nisbah 60:40 masih belum menampakkan hasilnya melalui Pelan Tindakan STEM Nasional 2017-2025 yang dirangka bagi mengatasi kemerosotan murid menyertai aliran STEM (Utusan Borneo Online, 2016). Hal ini dibuktikan berdasarkan kemerosotan yang ketara pada tahun 2018 iaitu terdapat hanya 1928 calon mengambil mata pelajaran berkaitan teknologi atau kejuruteraan bagi kertas Lukisan Kejuruteraan berbanding tahun 2017 seramai 8854 dalam peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia (Berita Harian Online, 2019). Selain itu, mata pelajaran Sains, Biologi, Kimia, Fizik, Sains Tambahan, Matematik Tambahan, dan Matematik juga menunjukkan penurunan bilangan calon pada tahun yang sama (Berita Harian Online, 2019). Di peringkat seterusnya, terdapat hanya 59.06 peratus daripada 42000 pemohon ditawarkan ke universiti awam bagi program berasaskan sains untuk tahun pengajian 2015/2016 (Aina & Zafira, 2016). Peratus tersebut masih tidak cukup kerana realitinya Malaysia memerlukan lebih daripada nisbah seperti yang disasarkan.

Inisiatif-inisiatif lain yang diusahakan pihak kerajaan adalah memperkenalkan Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara serta Wawasan 2020 bagi menjadikan Malaysia sebagai sebuah negara perindustrian dan maju. Malah, kedua-duanya juga mempunyai tujuan dalam membentuk masyarakat saintifik, berdaya saing dan dinamik yang dapat menyumbang kepada tamadun saintifik dan teknologi masa hadapan. Ketiga-tiga dasar yang telah dijelaskan termasuk Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 menyokong pendidikan STEM negara (Bahagian Pembangunan Kurikulum [BPK], 2016).

Pendidikan STEM di Malaysia adalah sesuatu yang sangat baharu (Suraya et al., 2017). Maka, pendidikan STEM yang juga disifatkan sebagai pendekatan pengajaran dan pembelajaran (PdP)

(BPK, 2016; Muhammad Abd Hadi, 2015; Ceylan & Ozdilek, 2015) perlu dikukuhkan kerana kurikulum STEM sedia ada tidak dilaksanakan secara bersepadu (Muhammad Abd Hadi, 2015). Maksudnya, STEM bersepadu adalah berbeza berbanding STEM terdahulu yang mengasingkan empat disiplin dalam STEM. Menurut Moore dan Smith (2014), pendekatan bersepadu terhadap pendidikan STEM adalah suatu perkara yang sangat penting kerana menyokong pedagogi konstruktivisme, pembelajaran autentik, dan pembelajaran berpusatkan murid. Malah, pendekatan ini juga dilihat sebagai pemangkin bagi membantu guru dan murid berfikiran jauh dan berdaya kreatif yang bukan hanya terbatas dalam skop kandungan mata pelajaran semata-mata (Moore & Smith, 2014). Maka, pendekatan STEM secara bersepadu perlu digunakan kerana sudah menjadi lumrah dunia nyata yang merentas pelbagai jenis ilmu pengetahuan dan bukannya wujud dalam keadaan terpisah (Muhammad Abd Hadi, 2015).

Menerusi PPPM 2013-2025, strategi pelaksanaan secara berhemah yang dirangka dalam gelombang kedua (2016-2020) melihat keprihatinan KPM untuk memperkuuh STEM (KPM, 2013) sebagai platform bagi melaksanakan perubahan struktur sistem pendidikan negara. Jadi, Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR) dan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) yang disemak semula telah diperkenalkan selari dengan perkembangan ekonomi dunia yang mementingkan perubahan aspek pengetahuan, kemahiran, dan nilai untuk maju. Perubahan kurikulum ini memberi impak terhadap PdP serta penilaian dalam peperiksaan awam (Suraya et al., 2017).

Dari aspek pedagogi, transformasi dilaksanakan dengan memberi keutamaan terhadap pembelajaran mendalam melalui pelbagai pendekatan seperti pemantapan kemahiran berfikir aras tinggi yang meliputi kemahiran berfikir kritis, kemahiran berfikir kreatif, kemahiran menaakul, dan strategi berfikir (BPK, 2017); memfokuskan pembelajaran berasaskan inkuiri, penyelesaian masalah, pembelajaran kontekstual, pembelajaran kolaboratif, pembelajaran berasaskan projek, dan pendekatan STEM (BPK, 2016). Di samping itu, KPM juga meningkatkan kemahiran guru dengan memberi khidmat latihan di sekolah untuk mengajar kurikulum yang disemak semula serta meningkatkan kesedaran ibu bapa berkenaan STEM (Sinar Online, 2015). Persoalannya, adakah bimbingan yang dikendalikan oleh KPM mahupun jabatan-jabatan di bawahnya termasuk jabatan pendidikan negeri dan pejabat pendidikan daerah cukup untuk mempersiapkan guru sebagai jentera dalam menggerakkan STEM di sekolah?

Banyak usaha perlu dilaksanakan kerana guru-guru di negara ini masih kurang didekah dengan STEM. Para guru bukan sahaja kekurangan pengetahuan STEM, malah kurang cakna dengan strategi-strategi pengajaran yang efektif dalam melaksanakan STEM (Norazla et al., 2016). Justeru, latihan profesional perlu dimantapkan, ditingkatkan, dan dipantau bagi mewujudkan guru yang kompeten dari segala aspek pengetahuan, kemahiran, dan sikap dalam konteks pengintegrasian STEM (Suraya et al., 2017).

Tinjauan beberapa kajian lepas menunjukkan kajian berkaitan STEM masih kurang bukan hanya di Malaysia, malahan di luar negara juga. Kajian tersebut yang bertujuan memantapkan pembangunan kurikulum dan melihat hasil pembelajaran yang perlu dicapai murid masih berada pada tahap embrio (English, 2016). Selain itu, kajian yang melibatkan pengintegrasian STEM dalam mata pelajaran utama STEM seperti Sains, Biologi, Fizik, Kimia, Matematik, Sains Tambahan dan Matematik Tambahan adalah minimum. Hal ini diakui oleh Muhammad Abd Hadi (2015), dari aspek penyelidikan, kajian-kajian berkaitan pengintegrasian STEM pada peringkat persekolahan masih kurang. Kajian STEM di Malaysia lebih tertumpu pada peringkat pendidikan tinggi dan kurang penekanan pada peringkat sekolah (Kamaleswaran et al., 2014).

Natijahnya, pengintegrasian STEM dalam PdP di sekolah masih samar untuk dikendalikan oleh para guru sebagai golongan perancang dan pelaksana.

Di samping menyahut saranan KPM dalam mengukuhkan STEM sebagai suatu agenda transformasi pendidikan selain isu-isu berkaitan perkembangan STEM di Malaysia, penyelidik mengambil inisiatif untuk membangunkan satu bahan bimbingan berbentuk modul yang khusus dan relevan bagi membimbing para guru dalam mewujudkan persekitaran pembelajaran STEM yang efektif dan bermakna. Modul dipilih untuk dibangunkan sebagai bahan sokongan kurikulum telah mengambil kira pandangan beberapa penyelidik yang lepas iaitu penggunaan modul sebagai kaedah pengajaran terbukti berkesan dan efisien (Larawan, 2013) bagi meningkatkan proses berfikir secara aktif (Guido, 2014) serta dapat memaksimumkan pembelajaran berpusatkan murid (Larawan, 2013). Malah, penggunaannya juga membantu murid menguasai pengetahuan dan kemahiran dengan berkesan (Kolej Universiti Islam Melaka, 2016).

Selain transformasi pendidikan dari skop pedagogi, aspek penyediaan sumber PdP telah menggesa para guru agar mencari dan menggunakan bahan-bahan daripada pelbagai sumber sebagai rujukan seperti penggunaan modul, buku penerangan am tentang pengurusan dan pelaksanaan kurikulum, buku teks, bahan digital, EduWeb TV dan Frog VLE yang telah dibekalkan di sekolah (BPK, 2014). Berpandukan Model Pembinaan Modul Sidek (MPMS) oleh Sidek dan Jamaludin (2005), modul PdP yang diberi nama Modul Celik STEM telah dibangunkan oleh penyelidik dalam kajian ini.

Modul Celik STEM dan Aspek Pemikiran Kreatif

Pembangunan Modul Celik STEM berdasarkan MPMS melibatkan 14 langkah yang tersusun iaitu bermula dari menetapkan matlamat modul hingga modul lengkap dan sedia digunakan. Asasnya, Modul Celik STEM membabitkan teori Konstruktivisme sebagai tonggak utama yang mendasari kajian. Konstruktivisme adalah pendekatan PdP berdasarkan andaian bahawa kognisi terhasil daripada pembinaan mental (Gray & MacBlain, 2012) telah mendorong para pendidik mereka bentuk pengajaran yang berkesan, efisien dan menarik (Aldoobie, 2015).

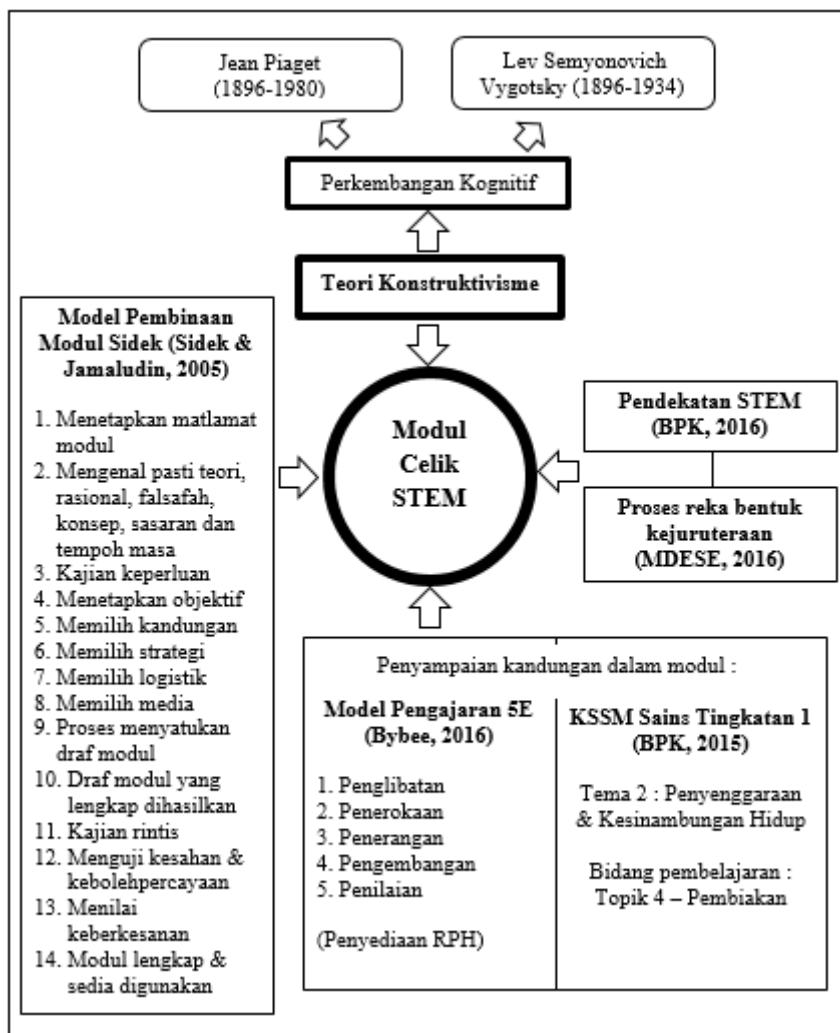
Kedua-dua teori Piaget dan Vygotsky iaitu pelopor Konstruktivisme mendokong beberapa perspektif yang sama dari aspek berikut; i) Pendekatan berpusatkan murid: individu terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran; ii) Pembelajaran berdasarkan pengalaman: pelbagai aktiviti seperti bermain dapat membina pengetahuan individu; iii) Kolaboratif: interaksi dan kolaboratif sesama rakan menggalakkan pengetahuan dipindahkan daripada rakan yang lebih berpengetahuan kepada rakan yang kurang berpengetahuan; iv) Proses: menekankan proses pembelajaran iaitu bagaimana individu dapat menyelesaikan masalah berbanding hasil pembelajaran yakni jawapan kepada penyelesaian tersebut; dan v) Persekuturan sosial: interaksi dengan persekitaran fizikal dan sosial penting bagi perkembangan kognitif individu (Gray & MacBlain, 2012). Kelima-limanya telah memenuhi konsep pendekatan STEM dalam modul yang dibangunkan.

Modul Celik STEM mengetengahkan pendekatan STEM seperti dijelaskan oleh BPK (2016) meliputi aspek pengaplikasian pengetahuan, kemahiran, dan nilai STEM bagi menyelesaikan masalah dalam konteks kehidupan harian, masyarakat dan alam sekitar. Pendekatan ini menggalakkan murid bertanya dan meneroka persekitaran melalui inkuiiri dan menyelesaikan masalah berkaitan dunia sebenar ke arah membudayakan amalan STEM. Perkataan ‘Celik’

pada modul diperkenalkan untuk memberi gambaran yang jelas kepada guru dan murid sebagai pengguna tentang pendekatan STEM yang disampaikan.

Pendekatan STEM sebagai salah satu strategi PdP (BPK, 2017) telah diterapkan dalam bidang pembelajaran Topik 4: Pembiasaan di bawah Tema 2: Penyenggaraan dan Kesinambungan Hidup dalam KSSM Sains Tingkatan Satu. Pendekatan STEM dalam kajian ini membabitkan pelaksanaannya dengan menggunakan kaedah pedagogi iaitu pembelajaran berdasarkan projek (PBL).

Kaedah PBL dipilih kerana merupakan salah satu daripada amalan terbaik dan inovatif dalam proses PdP di Malaysia (Nitce Isa Medina & Mai Shihah, 2013) yang berdasarkan penyelesaian masalah (Cooper & Heaverlo, 2013). Setiap langkah dalam PBL melibatkan proses reka bentuk kejuruteraan yang terdiri daripada tujuh langkah utama iaitu 1) mengenal pasti masalah, 2) mengkaji masalah, 3) mereka bentuk, 4) membina prototaip, 5) menguji dan menilai, 6) mendapatkan maklum balas, serta 7) berkomunikasi, menjelaskan dan berkongsi (*Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education*, 2016). Penyampaian kadungan dalam modul pula melibatkan penyediaan rancangan pengajaran harian yang menggunakan Model Pengajaran 5E oleh Bybee (2016). Model ini mengandungi lima langkah urutan pengajaran bermula daripada penglibatan, penerokaan, penerangan, pengembangan, dan penilaian. Lebih jelas lagi, pembangunan Modul Celik STEM ditunjukkan dalam kerangka teori kajian seperti berikut (Rajah 1).



Rajah 1: Kerangka Teori Kajian

Pendekatan STEM yang menghubungkan empat disiplin adalah lebih praktikal dan realistik (Mazlini et al., 2016). Melalui pendekatan STEM, murid diberi peluang untuk memperkaya pengalaman pembelajaran mereka (Ceylan & Ozdilek, 2015) agar lebih mencabar dan bermakna dengan mengaplikasikan konsep sains dan matematik dalam proses kejuruteraan dan teknologi (Mazlini et al., 2016).

Pendekatan STEM melalui proses reka bentuk kejuruteraan mampu membina keyakinan murid untuk menjana dan berkongsi pelbagai idea di samping berusaha membantu antara satu sama lain bagi menghasilkan produk atau prototaip yang baik dan berkualiti (Nyet & Norjanah, 2018). Hal ini sekali gus menyokong pendapat Nyet, Henry, dan Fauziah (2016), integrasi STEM dalam proses reka bentuk kejuruteraan menyumbang kepada perkembangan kreativiti murid yang positif.

Kreativiti bermaksud kekreatifan, daya kreatif, kebolehan mencipta, menghasilkan dan mengembangkan sesuatu idea baharu dan asli (Noresah et al., 2005). Kreatif pula ialah kata adjektif yang menunjukkan sifat seseorang yang mempunyai kreativiti jika difahami maknanya berdasarkan definisi oleh Noresah et al. (2005). Jadi, kreativiti, kreatif, daya kreatif, dan kekreatifan memberi erti yang sama. Magulod (2017) menjelaskan kreativiti adalah sifat yang

penting dalam membuat keputusan dan menyelesaikan masalah seharian. Helmi (2004) berpendapat bahawa kreativiti merupakan gambaran kepada perbuatan yang berpunca daripada pemikiran kreatif.

Pemikiran kreatif menjadi tuntutan penting dan diperlukan untuk menghadapi cabaran global masa kini (Mritunjay et al., 2017) seiring dengan tren perkembangan pendidikan yang menekankan kemahiran berfikir aras tinggi bagi menghasilkan modal insan yang kreatif dan kritis demi memenuhi keperluan abad 21 (BPK, 2015). Ruggiero (2009) menjelaskan pemikiran kreatif sebagai cara atau hal memikirkan sesuatu dengan tujuan untuk meningkatkan peluang pemikiran-pemikiran baharu yang berhasil dengan cara berfikir di luar kotak bagi membentuk idea-idea asli, berlainan dan rumit. Pemikiran ini membolehkan seseorang mengaplikasikan idea-idea yang dijana dalam kehidupan harian bagi menyelesaikan masalah (Mritunjay et al., 2017; Magulod, 2017). Selari dengan pandangan Ritter dan Mostert (2016), kreativiti seseorang berfungsi paling baik ketika itu. Perkara ini juga turut menyokong pendekatan STEM yang diterapkan dalam modul yang dibina.

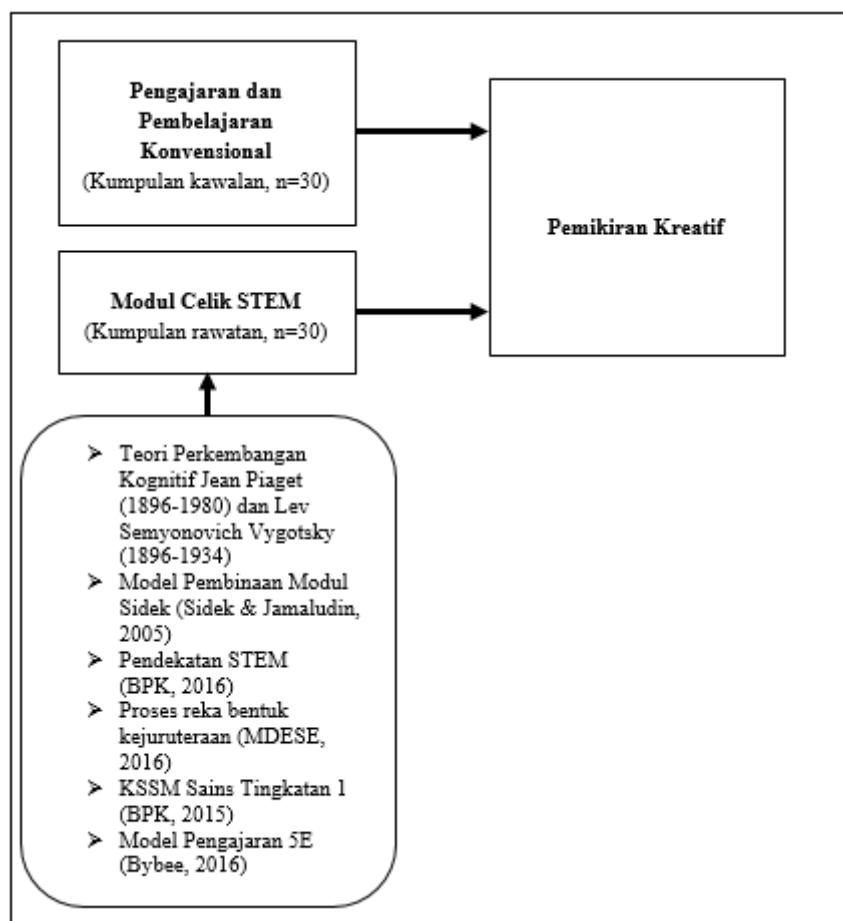
Antara elemen pemikiran kreatif yang terlibat dalam aktiviti pembelajaran murid menerusi pelaksanaan Modul Celik STEM adalah seperti menjana idea, menghubungkaitkan, membuat inferens, membuat gambaran mental dan mereka cipta apabila menyelesaikan masalah berdasarkan isu atau situasi yang dikemukakan.

Menurut Deal dan Peterson (2016), pemupukan budaya berfikiran kreatif dalam kalangan murid bermula dari sekolah adalah sangat penting. Hal ini disebabkan pemikiran kreatif murid Malaysia masih berada pada tahap rendah (Mohd Razip et al., 2019). Pemikiran kreatif dilihat sebagai komponen pilihan bagi meningkatkan pencapaian akademik murid (Mohd Razip et al., 2019) khususnya dalam PdP sains. Malah, aspek tersebut turut dipertimbangkan bukan hanya di Malaysia, tetapi oleh pelbagai negara di seluruh dunia demi memupuk kreativiti dalam kalangan masyarakat seiring dengan perkembangan pesat era sains dan teknologi maklumat kini (Shi et al., 2017). Kepentingannya turut diakui oleh Ghafar (2011) yang berpendapat bahawa individu berpemikiran kreatif membolehkan Malaysia dapat bersaing dalam ekonomi global dengan negara-negara lain pada masa akan datang.

Modul Celik STEM yang dibangunkan terdiri daripada dua buah modul iaitu modul panduan guru dan modul aktiviti murid. Modul ini mengandungi empat aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang dirancang selari dengan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran Sains Tingkatan Satu iaitu melibatkan standard kandungan 4.1 Pembiakan seks dan aseks, 4.2 Sistem pembiakan manusia dan 4.5 Faktor yang mempengaruhi perkembangan fetus dan bayi. Ketiga-tiga standard kandungan berkenaan merupakan sebahagian daripada subtopik yang melibatkan penyampaian fakta dan konsep tanpa sebarang aktiviti mengeksperimen selain kekurangan aktiviti *hands-on* untuk dilaksanakan. Selari dengan pendapat Erdogan dan Bozeman (2015), murid memperoleh pengetahuan kandungan STEM melalui eksperimen, *hands-on*, dan projek berupaya memperoleh pencapaian yang lebih baik. Maka, standard kandungan tersebut dipilih berdasarkan kesesuaiannya untuk diterapkan dengan pendekatan STEM. Jadi, topik Pembiakan dapat disampaikan dengan lebih jelas, faham dan menarik; menurut Mohamed Nor Azhari et al. (2018) bagi mengelakkan murid dan guru daripada meluangkan banyak masa melakukan perbincangan secara teori.

Ringkasnya, Modul Celik STEM yang dinilai seramai enam orang pakar dalam bidang pendidikan sains dan STEM memperoleh indeks kesahan yang cemerlang dengan nilai .90.

Modul juga telah diuji rintis terhadap 30 orang murid tingkatan satu di sebuah sekolah berasrama di negeri Kedah. Hasil ujian rintis memperlihat nilai indeks kebolehpercayaan modul, .93 yang cemerlang. Dapatkan kesahan dan kebolehpercayaan ini menunjukkan modul adalah lengkap dan sedia digunakan (Sidek & Jamaludin, 2005) untuk menguji impak modul terhadap pemikiran kreatif (Rajah 2). Pengujian dilaksanakan dalam kajian berbentuk kuasi eksperimen yang melibatkan 60 orang responden; 30 daripadanya mewakili kumpulan rawatan dan 30 lagi dalam kalangan kumpulan kawalan.



Rajah 2: Kerangka konsep kajian

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk menjawab persoalan kajian: "Adakah Modul Celik STEM yang dibangunkan memberi impak dari aspek pemikiran kreatif dalam kalangan murid kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan?" Secara spesifik, kajian ini menjelaskan dua objektif utama seperti berikut:

1. Mengenal pasti tahap pemikiran kreatif murid kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.
2. Mengenal pasti perbezaan yang signifikan dalam skor ujian pemikiran kreatif antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan apabila skor ujian pra dikawal secara statistik.

Kajian ini membincangkan tiga perkara utama. Pertama, bahagian metodologi menjelaskan reka bentuk kajian, sampel, pengumpulan data dan teknik analisis data. Kedua, dapatkan kajian

yang meliputi tiga fasa iaitu fasa awal: analisis deskriptif; fasa pertengahan: analisis ujian kenormalan dan keseragaman varian; fasa akhir: analisis inferensi diterangkan. Bahagian terakhir pula berkaitan perbincangan secara teori, kesimpulan dan implikasi kajian.

Metodologi

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini melibatkan reka bentuk kuasi eksperimen dengan menggunakan pendekatan kuantitatif bagi menguji impak modul yang dibangunkan terhadap pemikiran kreatif murid. Kuasi eksperimen adalah jenis penilaian yang menentukan sama ada sesuatu intervensi (PdP Modul Celik STEM) memberi kesan terhadap sampel yang dikaji (Fauzi et al., 2014). Asasnya, kajian ini tidak melibatkan pengagihan rawak dalam proses pemilihan responden (Noraini, 2013).

Jenis reka bentuk kuasi eksperimen yang digunakan pula adalah reka bentuk kumpulan kawalan tidak setara. Melaluianya, penyelidik mencari pasangan subjek dalam kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dari segi beberapa boleh ubah, tetapi tidak diketahui sama ada subjek tersebut mempunyai persamaan dari segi lain. Walaupun berpasangan, subjek dikekalkan dalam kumpulan sedia ada (Noraini, 2013).

Sampel Kajian

Penyelidik melaksanakan kajian terhadap murid tingkatan satu yang berumur 13 tahun di salah sebuah sekolah berasrama di daerah Baling, Kedah. Bagi pemilihan sampel, pensampelan rawak berkelompok telah digunakan. Pensampelan jenis ini melibatkan kelompok sedia ada dan bukannya individu (Noraini, 2013). Berdasarkan cadangan pihak sekolah, penyelidik telah mengenal pasti dua buah kelas untuk dijadikan sampel bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Kedua-dua kumpulan masing-masing terdiri daripada 30 orang murid; menjadikan keseluruhan mereka adalah seramai 60 orang.

Hogg, Tanis, dan Zimmerman (2015) berpendapat bahawa n lebih besar daripada 25 atau 30 menunjukkan bilangan sampel yang baik. Gay (1981) pula menetapkan bilangan minimum sampel yang diperlukan adalah seramai 15 orang untuk sesuatu kumpulan bagi kajian berbentuk eksperimen. Oleh yang demikian, 30 orang yang mewakili sampel setiap kumpulan adalah cukup untuk melaksanakan kajian ini.

Pengumpulan Data

Kajian ini melibatkan data empirikal yang dikumpul menerusi skor Ujian Pemikiran Kreatif (UPK). Instrumen UPK telah dibangunkan oleh penyelidik dengan membuat pengubahsuaian daripada Ujian Pemikiran Kreatif Torrance oleh Mohd Zulfahmi (2011) dan Torrance (1974). UPK melibatkan pengukuran kreativiti bagi kategori proses. Kategori ini adalah berkaitan hal-hal yang berlaku dalam pemikiran seseorang; dinilai dari segi pemikiran divergen iaitu satu-satunya komponen dalam pemikiran kreatif (Ritter & Mostert, 2016).

UPK terdiri daripada dua bentuk ujian iaitu ujian pra dan ujian pasca. Kedua-dua ujian tersebut masing-masing mengandungi 15 soalan yang sama iaitu melibatkan item bagi aktiviti menghasilkan gambar, melengkapkan gambar dan garisan atau bulatan yang berulang-ulang. Selain itu, responden juga perlu memberikan respons terhadap rangsangan bergambar secara bertulis. UPK dinilai berdasarkan skor yang mewakili empat kriteria pemikiran kreatif iaitu

keaslian, kelancaran, kelenturan dan penghuraian. UPK sesuai ditadbir dalam kajian ini kerana mempunyai indeks kesahan, 1.00 dan indeks kebolehpercayaan, .90 yang cemerlang.

Dalam kajian ini, ujian pra UPK ditadbir pada minggu pertama bagi kedua-dua kumpulan iaitu membabitkan kumpulan rawatan yang diberikan intervensi melalui PdP Modul Celik STEM manakala kumpulan kawalan yang mengikuti PdP konvensional (pembelajaran tanpa modul). Seterusnya ujian pasca UPK ditadbir pada minggu kesepuluh terhadap kedua-dua kumpulan iaitu selepas lapan minggu intervensi dilaksanakan.

Tempoh masa intervensi ini adalah berdasarkan kesesuaian masa untuk menyelesaikan empat aktiviti pembelajaran yang terkandung dalam modul. Oleh sebab setiap aktiviti mengambil masa selama dua minggu, maka keseluruhan intervensi adalah selama lapan minggu. Tempoh masa bagi setiap aktiviti ditetapkan dengan mengambil kira penambahbaikan yang dilakukan semasa kajian rintis. Hal ini bersesuaian dengan pendapat Han, Roslinda, Capraro dan Capraro (2016), setiap aktiviti STEM pembelajaran berasaskan projek biasanya dijalankan selama tiga hingga lima hari atau sehingga dua minggu. Malah, kajian yang membabitkan lapan minggu intervensi adalah sesuai dan munasabah untuk mengenal pasti impak modul berdasarkan pandangan Fazzlijan (2014), kuasi eksperimen sering dilaksanakan oleh kebanyakan penyelidik antara lapan hingga 16 minggu manakala Schmidt, Van der Molen, Te Winkel dan Winjen (2009) menetapkan lapan minggu bagi kajian ini.

Penganalisisan Data

Data yang diperoleh daripada skor UPK dianalisis secara deskriptif dan inferensi melalui *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 23.0. Dalam kajian ini, statistik deskriptif menyediakan maklumat awal data yang dikumpul seperti frekuensi, peratus, min dan sisihan piawai kepada penyelidik. Data tersebut dapat menjelaskan tahap pemikiran kreatif murid bagi kedua-dua kumpulan. Bagi membolehkan ujian statistik inferensi dijalankan, data mestilah bertaburan normal dan kedua-dua kumpulan seharusnya mempunyai tahap pemikiran kreatif pada awalnya setara. Oleh yang demikian, penyelidik menggunakan kaedah numerik dengan melibatkan nilai kepencongan (*skewness*) dan kepuncakan (*kurtosis*) serta ujian kenormalan Shapiro-Wilk bagi menguji taburan normal data. Ujian *Levene* menerusi prosedur ujian-t bagi sampel bebas pula dilaksanakan untuk menentukan keseragaman varian.

Seterusnya data dianalisis secara inferensi menerusi analisis kovarian sehala (ANCOVA sehala). ANCOVA sehala membandingkan kesan terhadap pemikiran kreatif bagi kumpulan rawatan yang mengikuti PdP Modul Celik STEM dan kumpulan kawalan yang mengikuti PdP konvensional. Di samping itu, analisis ini juga memberi maklumat tentang pengaruh kovariat (ujian pra UPK) sama ada wujud hubungan yang signifikan antara kovariat dan boleh ubah bersandar (ujian pasca UPK) apabila mengawal boleh ubah bebas (kumpulan sampel). ANCOVA dipilih oleh penyelidik kerana mengikut Pallant (2007), sangat berguna dijalankan jika penyelidik menggunakan kumpulan-kumpulan sedia ada (kelas murid) yakni tidak dapat memilih subjek secara rawak bagi kumpulan yang berbeza.

Dapatkan

Fasa Awal: Analisis Deskriptif

Jadual 1: Pemikiran Kreatif Murid Mengikut Kumpulan

	Kumpulan	Bil. Subjek	Min Skor	Sisihan Piawai
Ujian Pra UPK	Kawalan	30	42.27	4.417
	Rawatan	30	41.40	4.523
Ujian Pasca UPK	Kawalan	30	45.13	5.625
	Rawatan	30	50.93	6.341

Pemikiran kreatif murid (Jadual 1) bagi kumpulan rawatan menunjukkan min skor ujian pra adalah 41.40 lebih rendah berbanding kumpulan kawalan dengan min skor 42.27. Namun, kedua-dua kumpulan menunjukkan peningkatan min skor ujian pasca sebanyak 50.93 bagi kumpulan rawatan dan 45.13 bagi kumpulan kawalan. Beza peningkatan min skor antara ujian pra dan ujian pasca adalah sebanyak 9.53 bagi kumpulan rawatan manakala kumpulan kawalan memperlihat beza sebanyak 2.86. Keseluruhannya, pemikiran kreatif murid kumpulan rawatan adalah lebih tinggi dan lebih baik berbanding kumpulan kawalan.

Jadual 2: Min Skor Ujian Pra Berdasarkan Tahap Pemikiran Kreatif Mengikut Kumpulan

		Ujian Pra UPK			Kumpulan Kawalan			Kumpulan Rawatan		
Julat Skor	Tahap Pemikiran Kreatif	f (%)	MS	SP	f (%)	MS	SP			
0 – 18	Sangat tidak kreatif	0	0	0	0	0	0			
19 – 36	Tidak kreatif	4 13.33%	35.00	1.155	5 16.67%	34.40	1.673			
37 – 54	Kreatif	26 86.67%	43.48	3.567	25 83.33%	42.80	3.464			
55 – 72	Sangat kreatif	0	0	0	0	0	0			
Jumlah		30			30					

f : kekerapan (bilangan subjek)

% : peratus yang mewakili bilangan subjek

MS : min skor

SP : sisihan piawai

Pemikiran kreatif pra murid bagi kedua-dua kumpulan (Jadual 2) menunjukkan tahap pemikiran kreatif mereka berada pada tahap tidak kreatif dan kreatif yang diwakili julat skor antara 19 hingga 54. Lima orang subjek (16.67%) dengan min skor 34.40 daripada kumpulan rawatan berada pada tahap tidak kreatif. Bilangan ini adalah lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan dengan empat orang subjek (13.33%) yang mewakili min skor 35.00. Seramai 25 orang subjek (83.33%) dengan min skor 42.80 daripada kumpulan rawatan adalah kreatif. Bilangan tersebut lebih rendah berbanding 26 orang subjek (86.67%) dengan min skor 43.38 yang mewakili kumpulan kawalan.

Jadual 3: Min Skor Ujian Pasca Berdasarkan Tahap Pemikiran Kreatif Mengikut Kumpulan

Julat Skor	Tahap Pemikiran Kreatif	Kumpulan Kawalan			Kumpulan Rawatan		
		f (%)	MS	SP	f (%)	MS	SP
0 – 18	Sangat tidak kreatif	0	0	0	0	0	0
19 – 36	Tidak kreatif	2 6.67%	34.00	0	0	0	0
37 – 54	Kreatif	27 90.00%	45.48	4.389	23 76.67%	48.35	4.292
55 – 72	Sangat kreatif	1 3.33%	58.00	0	7 23.33%	59.43	4.117
Jumlah		30			30		

f : kekerapan (bilangan subjek)

% : peratus yang mewakili bilangan subjek

MS : min skor

SP : sisihan piawai

Pemikiran kreatif pasca murid (Jadual 3) menunjukkan berlaku peningkatan bagi kedua-dua kumpulan dalam ujian pasca dari segi bilangan subjek dan min skor yang mewakili tahap pemikiran kreatif. Walaupun masih terdapat dua orang subjek (6.67%) dengan min skor 34.00 daripada kumpulan kawalan berada pada tahap tidak kreatif, bilangan ini adalah lebih rendah berbanding bilangan subjek pada ujian pra (Jadual 2). Bilangan subjek bagi tahap kreatif yang mewakili kumpulan rawatan adalah seramai 23 orang subjek (76.67%) dengan min skor 48.35. Bilangan ini lebih rendah berbanding kumpulan kawalan dengan 27 orang subjek (90.00%) yang mewakili min skor 45.48. Walau bagaimanapun, kumpulan rawatan mencatatkan bilangan subjek yang lebih tinggi iaitu seramai tujuh orang (23.33%) dengan min skor 59.43 yang mencapai tahap sangat kreatif berbanding seorang wakil (3.33%) daripada kumpulan kawalan dengan skor 58.00.

Fasa Pertengahan:

Analisis Ujian Kenormalan

Jadual 4: Pengujian Taburan Normal Data Berdasarkan Kaedah Numerik Dan Ujian Kenormalan

Kumpulan	UPK	Skewness	Kurtosis	Shapiro-Wilk	Sig.
Kawalan	Ujian Pra	-.222	-.825	.286	
	Ujian Pasca	.209	.073	.380	
Rawatan	Ujian Pra	-.117	-.472	.586	
	Ujian Pasca	.395	.265	.687	

Pengujian taburan normal data (Jadual 4) penting disemak sebelum data dianalisis secara inferensi. Berdasarkan kaedah numerik, julat antara -2 hingga +2 diandaikan sebagai taburan

data yang normal (Fauzi et al., 2014). Nilai kepencongan (*skewness*) dan kepuncakan (*kurtosis*) skor ujian pra dan ujian pasca UPK bagi kedua-dua kumpulan berada pada julat tersebut. Bagi ujian kenormalan, penyelidik memilih ujian Shapiro-Wilk (S-W) berbanding ujian Kolmogorov-Smirnov (K-S) kerana ujian tersebut menghasilkan keputusan yang lebih baik berbanding ujian K-S apabila melibatkan saiz sampel bagi tiap-tiap kumpulan kurang daripada 50 (Nornadiah & Yap, 2011). Ujian S-W menunjukkan kesemua skor ujian pra dan ujian pasca UPK bagi kedua-dua kumpulan bertaburan normal, $p > .05$.

Analisis Ujian Keseragaman Varian

Ujian *Levene* yang dijalankan terhadap kedua-dua kumpulan bagi ujian pra UPK menunjukkan nilai sig adalah .940. Nilai ini menjelaskan kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan bebas antara satu sama lain (Fauzi et al., 2014). Ujian-t bagi persamaan min (*t-test for equality of means*) pula menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara skor ujian pra UPK bagi kumpulan kawalan, $M = 42.27$, $SP = 4.417$ dan kumpulan rawatan, $M = 41.40$, $SP = 4.523$; $t(58) = .751$, $p = .456$ (*two-tailed*).

Fasa Akhir: Analisis Inferensi bagi ANCOVA Sehala

Jadual 5: Dapatan ANCOVA Sehala: Pemikiran Kreatif Bagi Kumpulan Rawatan dan Kumpulan Kawalan

Sumber	Jumlah Kuasa Dua Jenis III	df	Min Kuasa Dua	F	Sig.	Partial Eta Squared
Model diperbetulkan	674.477 ^a	2	337.239	10.046	.000	.261
Pintasan	671.559	1	671.559	20.005	.000	.260
Ujian Pra	169.877	1	169.877	5.060	.028	.082
Kumpulan Sampel	558.554	1	558.554	16.639	.000	.226
Ralat	1913.456	57	33.569			
Jumlah	141020.000	60				
Jumlah diperbetulkan	2587.933	59				

a. R Kuasa Dua = .261 (R Kuasa Dua Diubahsuai = .235)

Semakan awal mendapati andaian kenormalan, keseragaman varians ($p = .940$), kelinearan, *homogeneity of regression slopes* ($p = .409$) dan kebolehpercayaan kovariat ($r = .897$) untuk menjalankan ANCOVA telah dipenuhi. Dapatan ANCOVA sehala (Jadual 5) menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan antara kedua-dua kumpulan sampel terhadap skor ujian pasca UPK, $F(1,57) = 16.639$, $p = .000$, *partial eta squared* = .226. Selain itu, hubungan antara skor ujian pra dan skor ujian pasca UPK adalah sederhana kuat sebagaimana dinyatakan oleh *partial eta squared*, .082. Hipotesis nol iaitu tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam skor UPK antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan apabila skor ujian pra dikawal secara statistik ditolak.

Perbincangan, Kesimpulan, dan Implikasi

Dapatan kajian tentang kesan Modul Celik STEM terhadap pemikiran kreatif menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pasca UPK bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Perbezaan ini memberi maksud berlaku peningkatan yang signifikan (Acar et al., 2018) dari aspek pemikiran kreatif bagi kedua-dua kumpulan. Jadi, dapatan kajian membuktikan PdP Modul Celik STEM dan PdP konvensional, kedua-duanya memberi kesan

positif dari aspek pemikiran kreatif. Walau bagaimanapun, kumpulan rawatan memperlihat peningkatan yang lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan. Hal ini menerangkan pendekatan STEM melalui proses reka bentuk kejuruteraan yang diterapkan dalam modul adalah lebih berkesan berbanding pengajaran biasa.

Kajian ini juga melaporkan wujud kesan saiz yang besar (Cohen, 1988) iaitu terdapat kekuatan perbezaan yang sangat kuat antara kedua-dua kumpulan dengan *partial eta squared*, .226. Nilai ini bermaksud sebanyak 22.6% varian bagi pemboleh ubah bersandar (ujian pasca) dijelaskan oleh pemboleh ubah bebas (kumpulan). Selain itu, hubungan antara kovariat (ujian pra) dan pemboleh ubah bersandar, nilai *partial eta squared*, .082 membuktikan terdapat hubungan yang signifikan dan sederhana kuat (Cohen, 1988) antara skor ujian pra dan skor ujian pasca UPK. Nilai kesan saiz yang diperoleh adalah positif menandakan dimensi prestasi yang dinilai (pemikiran kreatif) adalah memihak kepada kumpulan rawatan berbanding kumpulan kawalan (Wolf, 1988). Ugras (2018) dalam kajiannya turut melaporkan kesan saiz iaitu ujian pra dan ujian pasca menunjukkan perbezaan yang tinggi bagi aspek tersebut.

Dalam kajian yang dilaksanakan, dua perkara utama iaitu pendekatan STEM dan proses reka bentuk kejuruteraan memberi kesan positif terhadap pemikiran kreatif murid. Secara keseluruhan, kajian ini menyokong pandangan Cooper dan Heaverlo (2013), penyelesaian masalah, kreativiti dan reka bentuk telah dikenal pasti sebagai kemahiran-kemahiran terpenting bagi perkembangan STEM murid. Muhammad Syukri, Lilia dan Lilia Ellany (2017) pula berpendapat penggunaan reka bentuk kejuruteraan dalam pembelajaran aktif membolehkan murid berfikir secara logik, kritis dan kreatif untuk menyelesaikan masalah. Justeru, PdP topik Pembiasaan melalui penggunaan Modul Celik STEM membolehkan murid mengaplikasi pengetahuan saintifik dalam bentuk produk secara teknikal yang memerlukan mereka berfikir logik, kritis, kreatif dan inovatif. Hal ini menjelaskan matlamat kurikulum pendidikan sains di Malaysia bagi menghasilkan murid yang berkebolehan menguasai konsep, kemahiran dan berupaya menggunakan pengetahuan saintifik dalam kehidupan sebenar (KPM, 2013).

Pengaruh STEM terhadap pemikiran kreatif melihat kepada proses reka bentuk kejuruteraan yang diketengahkan dalam kaedah pembelajaran berdasarkan projek. Kaedah pedagogi tersebut selain berdasarkan inkuiri dan masalah, dapat memupuk kreativiti murid dan hal ini perlu digunakan oleh guru (Magulod, 2017). Kaedah tersebut yang menggunakan pendekatan penyelesaian masalah dapat memupuk pemikiran kritis selari dengan kreativiti yang menjadi elemen penting dalam memastikan kejayaan murid pada abad 21 (Cooper & Heaverlo, 2013). Penyelesaian masalah memerlukan dua jenis kemahiran mental iaitu pemikiran analitikal (logikal) seperti menyusun, membanding beza, menilai dan memilih; dan pemikiran kreatif iaitu menggunakan imaginasi bagi menghasilkan berbagai-bagai idea terhadap penyelesaian (Siriwech et al., 2017). Dalam hal ini, PdP STEM melalui modul yang dibina mendorong murid menjana idea-idea lalu memilih alternatif terbaik sebagai penyelesaian.

PdP sains yang mengintegrasikan pengetahuan STEM berupaya meningkatkan proses kreatif, yang juga memberi kesan terhadap produk kreatif murid (Mayasari et al., 2016). Kedua-duanya, proses dan produk merupakan kategori pengukuran kreativiti. Jadi, aktiviti-aktiviti pembelajaran dalam modul yang dibina telah menggalakkan perkembangan proses dan produk kreatif murid dengan menggunakan pemikiran divergen; menurut Siriwech, Passago dan Santiboon (2017) adalah pemikiran kreatif. Pemikiran kreatif ini digunakan pada masa tertentu semasa proses kreativiti berlaku (Kim, 2017) yakni ketika murid memperoleh idea sebagai penyelesaian dan idea tersebut diterjemahkan dalam bentuk produk atau prototaip.

Ringkasnya, cara yang betul untuk memupuk pemikiran kreatif adalah dengan melibatkan murid dalam aktiviti penerokaan melalui integrasi pengetahuan daripada pelbagai disiplin sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (Shi et al., 2017). Integrasi STEM dan pembelajaran berasaskan projek dalam pembinaan modul membantu murid berfikiran kreatif bagi menyelesaikan masalah secara saintifik (Nyet & Norjanah, 2018). Maka, kajian ini menyokong beberapa kajian lepas yang turut melaporkan hasil yang sama bagi membuktikan bahawa PdP STEM memberi kesan positif dari aspek pemikiran kreatif dalam meningkatkan kreativiti seseorang (Nyet & Norjanah, 2018; Kacan & Sahin, 2018; Ugras, 2018; Shi et al., 2017; Mayasari et al., 2016).

Kesimpulannya, PdP sains topik Pembiasaan menerusi penggunaan Modul Celik STEM adalah lebih baik berbanding pengajaran biasa kerana telah terbukti berkesan dalam membantu mengembangkan pemikiran kreatif murid. Kajian berkaitan pengaruh pemikiran kreatif terhadap pelaksanaan STEM di Malaysia masih kurang untuk menyokong dapatkan kajian yang dijalankan oleh penyelidik. Hal ini disebabkan tren kajian pendidikan sains di Malaysia lebih menjurus kepada pencapaian murid dan teknologi pembelajaran (Muhammad Abd Hadi et al., 2017). Kajian yang menyentuh aspek pemikiran aras tinggi yang meliputi pemikiran kritis, pemikiran kreatif, kemahiran menaakul dan strategi berfikir masih agak baharu di Malaysia dan perlu diteruskan demi memenuhi tuntutan pendidikan semasa (Muhammad Abd Hadi et al., 2017).

Walaupun pelbagai inisiatif giat dijalankan dengan memperkenalkan bilik darjah abad 21, projek *i-Think*, dan pelbagai program STEM, sebenarnya banyak usaha dan tenaga perlu dikorbankan agar kreativiti yang berhasil daripada cara berfikir seseorang benar-benar dapat diserapkan dalam kurikulum kebangsaan. Oleh yang demikian, kreativiti juga seharusnya diberikan keutamaan dalam mentransformasikan negara yang lebih baik. Maka, kajian ini memberi implikasi kepada pihak kementerian.

Selain itu, pendekatan STEM yang diterapkan dalam modul diharap dapat memberi kesedaran kepada golongan pelaksana iaitu para guru tentang keperluan mempertimbangkan kaedah pengajaran terkini yang lebih berkesan terutamanya dalam mengendalikan PdP bagi topik yang cenderung kepada penyampaian cara kuliah selain menyahut inisiatif untuk memajukan pendidikan negara dengan memperkuuh STEM. Pendidikan yang berkualiti sudah pasti dapat melahirkan generasi masa hadapan yang holistik dari segenap aspek iaitu bukan hanya cemerlang dalam akademik, malah dapat menyerlahkan bakat dalam pelbagai bidang terutamanya STEM kerana negara memerlukan lebih banyak pemikir kreatif sebagai enjin yang dapat menggerakkan kemodenan negara bagi menjana ekonomi yang unggul. Jelasnya, kajian ini memberi implikasi kepada guru dan murid.

Rujukan

- Acar, D., Tertemiz, N., & Tasdemir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in Science and Mathematics and their views on STEM training teachers. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-513. doi: 10.26822/iejee.2018438141
- Aina Nasa, & Zafira Anwar. (2016, Mei 23). Too Few STEM Students. *New Straits Times*. Diakses dari <http://www.nst.com.my/news/2016/05/147260/too-few-stem-students>
- Aldoobie, N. (2015). Technology integration and learning theory. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 114-118.

- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2014). *Elemen KBAT dalam sumber*. Putrajaya: Pengarang.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2015). *Draf Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM): Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Sains Tingkatan Satu*. Putrajaya: Pengarang.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2016). *Panduan pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam pengajaran dan pembelajaran*. Putrajaya: Pengarang.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2017). *Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Sains Tahun Tiga*. Putrajaya: Pengarang.
- Berita Harian Online. (2019, Mac 15). Tarik minat pelajar ambil bidang STEM. *Berita Harian Online: Rencana*. Diakses dari <https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2019/03/541214/tarik-minat-pelajar-ambil-bidang-stem/amp>
- Bybee, R. W. (2016). *5E Instructional Model: Creating teachable moments*. London, England: SAGE Publications.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (Edisi ke-2.). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social & Behavioral Sciences*, 177, 223-228. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.02.395
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (Edisi ke-2). Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in STEM subject areas? *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.
- Deal, T. E., & Peterson, K. D. (2016). *Shaping school culture*. John Wiley & Sons.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8.
- Erdogan, N., & Bozeman, T. D. (2015). Models of project-based learning for the 21st century. Dalam Sahin, A. (Ed.). *A practice-based model of STEM teaching* (hlm. 31-42). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Faazlijan Mohamad Ali Khan. (2014). Pembangunan dan keberkesanan perisian multimedia interaktif dengan tiga strategi berbeza dalam pembelajaran respirasi sel. Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Fauzi Hussin, Jamal Ali, & Mohd Saifoul Zamzuri Noor. (2014). *Kaedah penyelidikan dan analisis data SPSS*. Sintok, Kedah: Universiti Utara Malaysia.
- Gay, L. R. (1981). *Educational research: Competencies for analysis and application*. Columbus, Ohio: Merrill.
- Ghafar Mahmud. (2011). *Haluan kerja pendidikan: merealisasikan agenda transformasi negara*. Putrajaya: KPM.
- Gray, C., & MacBlain, S. (2012). *Learning theories in childhood*. London, England: SAGE Publications.
- Guido, R. M. (2014). Evaluation of a modular teaching approach in materials science and engineering. *American Journal of Education Research*, 2(11), 1126-1130. doi:10.12691/education-2-11-20

- Han, S., Roslinda Rosli, Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four Mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 3-29. doi: 10.12973/tused.10168a
- Helmi. (2004). Gaya berfikir kreatif. *PTS Media Group*. Diakses dari <https://pts.com.my/berita/gaya-berfikir-kreatif/>
- Hogg, R. V., Tanis, E. A., & Zimmerman, D. L. (2015). *Probability and statistical inference* (Edisi ke-9). Upper Saddle River, N.J: Pearson Education, Inc.
- Kacan, S. D., & Sahin, F. (2018). Analysis of science teacher candidates' relation between scientific creative thinking skills, creative problem solving and project development skills. *SHS Web of Conferences*, 48, 1-8. doi: 10.1051/shsconf/20184801059
- Kamaleswaran Jayarajah, Rohaida Mohd Saat, & Rose Amnah Abdul Rauf. (2014). A review of Science, Technology, Engineering & Mathematics (STEM) education research from 1999-2013: A Malaysia perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 155-163.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025*. Putrajaya: Pengarang.
- Kim, K. H. (2017). The Torrance Tests of Creative Thinking – figural or verbal: Which one should we use? *Creativity Research Journal*, 4(2), 302-321. doi: 10.1515/ctr-2017-0015
- Kolej Universiti Islam Melaka. (2016). *Garis panduan pembangunan modul pembelajaran dan pengajaran*. Kuala Sungai Baru, Melaka: Pengarang.
- Larawan, L. (2013). Acceptability of teacher-made modules in production management. *International Journal of Managerial Studies & Research*, 1(2), 10-22.
- Magulod, G. C. (2017). Creativity styles and emotional intelligence of Filipino student teachers: a search for congruity. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 5(1), 175-184.
- Massachusetts Department of Elementary & Secondary Education. (2016). *2016 Massachusetts Science and technology/engineering curriculum framework*. Malden, Massachusetts: Pengarang.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). *Exploration of students' creativity by integrating STEM knowledge into creative products*. AIP Conference Proceedings 1708, 080005-1-080005-5. doi: 10.1063/1.4941191
- Mazlini Adnan, Aminah Ayob, Ong, E. T., Mohd Nasir Ibrahim, Noriah Ishak, & Jameyah Sheriff. (2016). Memperkasa pembangunan modal insan Malaysia di peringkat kanak-kanak: Kajian kebolehlaksanaan dan kebolehintegrasi pendidikan STEM dalam kurikulum PERMATA Negara. *Geografia Online, Malaysian Journal of Society & Space*, 12(1), 29-36.
- Mohamed Nor Azhari Azman, Aisyah Mohamad Sharif, Parmin, Balamuralithara Balakrishnan, Mohd Ikhwan Hadi Yaacob, Sadiah Baharom, ... Nuramalina Samar. (2018). Retooling science teaching on stability topic for STEM education: Malaysian case study. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(10), 3116-3128.
- Mohd Razip Bajuri, Siti Mistima Maat, & Lilia Halim. (2019). Relationship between creative thinking skills with learning achievement on physics concept application. *ResearchGate*. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication/331272211>
- Mohd Zulfahmi Bahaudin. (2011). *Hubungan kreativiti dengan pencapaian Fizik pelajar tingkatan empat di daerah Hulu Selangor* (Tesis master). Universiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjung Malim, Perak.

- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5-10.
- Mritunjay Kumar, Satyaki Roy, & Ahmed Sameer. (2017). Influence of creative thinking and playfulness on creative styles of the individuals. *Research into Design for Communities*, 2, 465-474. doi: 10.1007/978-981-10-3521-0_40
- Muhammad Abd Hadi Bunyamin. (2015). Pendidikan STEM bersepadu: Perspektif global, perkembangan semasa di Malaysia, dan langkah ke hadapan. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor*, 25(1), 1-6.
- Muhammad Abd Hadi Bunyamin, Lilia Halim, Lilia Ellany Mohtar & Nur Jahan Ahmad. (2017, Ogos 21-25). *Science education research trends in Malaysia: A content analysis*. Kertas dibentangkan di ESERA 2017 Conference, Dublin City University, Dublin, Ireland. Diperoleh dari <https://educ.utm.my/Hadi-CV-231017>
- Muhammad Syukri, Lilia Halim, & Lilia Ellany Mohtar. (2017). Engineering design process: Cultivating creativity skills through development of science technical product. *Jurnal Fizik Malaysia*, 38(1), 10055-10065.
- Nitce Isa Medina Machmudi Isa, & Mai Shihah Abdullah. (2013). Pembelajaran berdasarkan projek: Takrifan, teori dan perbandingannya dengan pembelajaran berdasarkan masalah. *CREAM-Current Research in Malaysia*, 2(1), 181-194.
- Noraini Idris (Ed.). (2013). *Penyelidikan dalam pendidikan*. Kuala Lumpur: McGraw-Hill Education (Malaysia).
- Norazla Mustafa, Zaleha Ismail, Zaidatun Tasir, & Mohd Nihra Haruzuan Mohamad Said. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Research Article. Advanced Science Letters*, 12, 4225-4229.
- Noresah Baharom, Md. Nor Abd. Ghani, Ibrahim Ahmad, Azizah Supardi, Saidah Kamin, Aziah Tajudin, ... Rodziah Abdullah. (2005). *Kamus Dewan* (Edisi ke-4). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Nornadiah Mohd Razali & Yap Bee Wah. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.
- Nyet, M. S., Henry, G., & Fauziah Sulaiman. (2016). Integrating STEM in an engineering design process: The learning experience of rural secondary school students in an outreach challenge program. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 477-493.
- Nyet, M. S., & Norjanah Ambo. (2018). Development and evaluation of an integrated project-based and STEM teaching and learning module on enhancing scientific creativity among fifth graders. *Journal of Baltic Science Education*, 17(6), 1017-1033.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual, a step by step guide to data analysis using SPSS for windows* (Edisi ke-3). Sydney, Australia: McGraw Hill.
- Ritter, S. M., & Mostert, N. (2016). Enhancement of creative thinking skills using a cognitive-based creativity training. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(3), 243-253. doi: 10.1007/s41465-016-0002-3
- Ruggiero, V. V. (2009). *The art of thinking: A guide to critical and creative thought* (Edisi ke-9). London, England: Pearson Education.
- Schmidt, H. G., Van der Molen, H. T., Te Winkel, W. W. R., & Winjen, W. H. F. W. (2009). Constructivist, problem-based learning does work: Meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school. *Educational Psychologist*, 44(4), 227-249.
- Shi, J. L., Yung, C. C., Ru, C. S., & Chih, C. C. (2017). A study of creativity in CaC₂ steamship-derived STEM project-based learning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), 2751-2766.

- Mathematics Science & Technology Education*, 13(6), 2387-2404. doi: 10.12973/eurasia.2017.01231a
- Sidek Mohd Noah, & Jamaludin Ahmad. (2005). *Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan modul akademik*. Serdang, Selangor: Universiti Putra Malaysia.
- Sinar Online. (2015, April 9). Kementerian laksana strategi kukuh bagi STEM. Diakses dari <http://www.sinarharian.com.my/mobile/nasional/kementerian-laksana-strategi-kukuh-bagi-stem-1.377997>
- Siriwech, N., Passago, S., & Santiboon, T. (2017). Learning management according to the concept of the STEM education method for enhancing students' learning achievements and their solving problem thinking skills in Biology course at the 10th grade level. *European Journal of Education Studies*, 3(6), 482-500. doi: 10.5281/zenodo.583743
- Suraya Bahrum, Norsalawati Wahid, & Nasir Ibrahim. (2017). Integration of STEM education in Malaysia and why to STEAM. *International Journal of Academic Research in Business & Social Science*, 7(6), 645-654.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance test of creative thinking*. Lexington: Personel Press Ginn & Company.
- Ugras, M. (2018). The effects of STEM activities on STEM attitudes, scientific creativity and motivation beliefs of the students and their views on STEM education. *International Online Journal of Educational Science*, 10(5), 165- 182.
- Utusan Borneo Online. (2016, November 22). Kementerian pendidikan rangka pelan atasi kemerosotan pelajar sertai STEM. Diakses dari <https://www.utusanborneo.com.my/2016/11/22/kementerian-pendidikan-rangka-pelan-atasi-kemerosotan-pelajar-sertai-stem>
- Wolf, F. M. (1988). *Meta-analysis quantitative methods for research synthesis* (3rd ed.). Beverly Hills, CA: SAGE Publications.