

Kesan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM kepada Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) (Impact of STEM Club Design Thinking Approach Module on Higher Order Thinking Skills (HOTS))

ROHAYA AHMAD*, MOHD ALI SAMSUDIN, & FADZILAH AMZAH

ABSTRAK

Proses pembelajaran Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM) bukanlah berlaku secara hafalan semata-mata, sebaliknya memerlukan pengaplikasian Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT). Menerusi Kelab STEM, murid-murid berpeluang meneroka subjek menggunakan kaedah saintifik dengan tujuan untuk memahaminya dengan lebih baik dan mencari jawapan kepada isu-isu yang ditimbulkan. Kajian eksperimen kuasi ini mengkaji keberkesanan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM kepada peningkatan dan pengekalannya KBAT dalam kalangan 32 orang murid sekolah rendah. Kesan penggunaan modul diukur sebanyak tiga kali menggunakan ujian KBAT iaitu sebelum intervensi (ujian pra), selesai intervensi (ujian pos) dan selepas tiga bulan intervensi (ujian pos lanjutan). Data dianalisis menggunakan ujian ANOVA pengukuran berulang. Dapatan menunjukkan perbezaan yang signifikan antara skor ujian pra dan ujian pos, serta ujian pos dan ujian pos lanjutan; ini menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan modul ini memberi kesan yang signifikan ke atas peningkatan pencapaian dan pengekalannya KBAT. Implikasinya, pengaplikasian modul ini dapat meningkatkan KBAT murid-murid dari segi kreativiti dan pemikiran inovatif melalui aktiviti secara 'hands on' dalam konteks kehidupan sebenar dan mencabar keupayaan pemikiran aras tinggi murid. Kajian ini mencadangkan modul ini diintegrasikan bersama dalam proses pembelajaran subjek-subjek STEM arus perdana agar dapat memenuhi aspirasi negara dalam melahirkan murid yang cemerlang dalam pencapaian akademik dan kokurikulum.

Kata kunci: Integrasi STEM; Keberkesanan modul pembelajaran; Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk; Kemahiran Berfikir Aras Tinggi

ABSTRACT

The process of learning Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) does not only require rote memorization, it requires the application of Higher Order Thinking Skills (HOTS). Through the STEM Club, students have the opportunity to explore subjects using scientific methods with the aim of understanding them better and finding answers to issues that arise. This quasi-experimental study examined the effectiveness of the STEM Club Design Thinking Approach Module towards the enhancement and retention of HOTS among 32 primary school students. The effect of module usage was measured three times using HOTS test, which was pre-intervention (pre-test), post-intervention (post-test) and three months after intervention (extended post-test). Data were analyzed using repeated measures ANOVA. The findings show significant differences between pre- and post-test scores, as well as post- and extended post-test scores; this indicates that this module significantly enhanced and improved the retention of HOTS. This implicates that the application of this module can enhance students' productivity in terms of creativity and innovative thinking through hands-on activities in real-life contexts and challenge students' higher-level thinking ability. This study suggests that this module is integrated into the learning process of mainstream STEM subjects in order to meet the national aspirations of producing outstanding students in academic as well as co-curriculum.

Key words: STEM integration; Learning module effectiveness; Design thinking approach; Higher Order Thinking Skills

PENGENALAN

Pendidikan di Malaysia merupakan suatu pendidikan yang menyeluruh hasil daripada pemikiran ahli falsafah pendidikan bahawa seseorang itu dapat menemukan identiti, makna dan tujuan hidup melalui hubungannya dengan masyarakat, alam semula jadi dan nilai-nilai spiritual (Habsah & Aminuddin 2009). Menerusi Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (PPPM 2013-2025), di bawah 11 anjakan pertama untuk mentransformasi pendidikan negara, terdapat usaha untuk mempertingkatkan pendidikan secara menyeluruh demi mencapai satu pelan jangka masa panjang ke arah pendidikan yang lebih berkualiti (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013). Sehubungan itu, pentaksiran antarabangsa TIMSS dan PISA menjadi kayu ukur Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) bagi melonjakkan nama negara dalam kelompok sepertiga teratas (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013).

Namun begitu, tumpuan tidak seharusnya menjurus kepada kepentingan untuk memperoleh ilmu pengetahuan semata-mata, tetapi ia juga perlu membangunkan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dalam kalangan pelajar (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013). KBAT merupakan keupayaan untuk mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam membuat penaaakulan dan refleksi bagi menyelesaikan masalah, membuat keputusan, berinovasi dan berupaya mencipta sesuatu. Melalui kajian ini, KBAT merujuk kepada keupayaan penaaakulan untuk mencari penyelesaian kepada masalah yang rutin atau juga situasi yang tidak lazim dalam kehidupan sebenar berkaitan konsep Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM) (International Association for the Evaluation of Educational Achievement 2016). Penekanan terhadap KBAT dalam semua mata pelajaran di sekolah membolehkan percambahan pemikiran berlaku dan murid boleh berfikir serta membuat sesuatu keputusan dengan lebih rasional, bertimbang rasa dan berobjektif (Lee & Muhamad 2015). Melalui visi dan aspirasi yang terkandung dalam PPPM 2013-2025, setiap murid perlu menguasai pelbagai kemahiran kognitif yang penting seperti keupayaan meramal masalah dan mendekati isu secara kritis, logik, induktif dan deduktif bagi mencari penyelesaian dan akhirnya membuat keputusan (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013). Murid akan lebih berjaya dalam kehidupan dengan peningkatan ilmu dari aspek akademik dan bukan akademik apabila mereka menjalani lebih banyak projek dan tugas.

Pada hakikatnya, walaupun pendedahan tentang KBAT telah lama ditekankan di Malaysia tetapi pengintegrasian sebagai strategi pengajaran masih ketinggalan dan murid kurang mampu menjawab soalan beraras tinggi yang memerlukan keupayaan untuk berfikir pada aras tinggi (Rajendran 2001; Zabani

2012). Kenyataan ini turut disokong oleh Suhanna dan Zanaton (2015) yang menyatakan kegagalan menguasai KBAT telah memberikan kesan negatif kepada sistem pendidikan di Malaysia seperti penurunan pencapaian Sains di Malaysia dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) (Kementerian Pendidikan Malaysia 2012). Kemosotan KBAT dalam kalangan murid di Malaysia diberi penekanan dalam kajian TIMSS 2011, kerana mereka menunjukkan prestasi yang lebih rendah daripada purata antarabangsa dalam bidang Sains (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013). TIMSS (2011) juga menyatakan bahawa murid-murid dari Malaysia tidak mampu mengenal pasti fakta asas Sains serta konsep kompleks dan abstrak dalam bidang Kimia, Fizik dan dunia Sains kerana mereka tidak menguasai kemahiran menaaakul. Hal ini kerana mereka tidak mampu mengaplikasikan kemahiran menaaakul dalam menjelaskan konsep Sains (Marlina & Shaharom 2016; Kementerian Pendidikan Malaysia 2000; Martin & Hand 2009).

Selain itu, Zamri (2012) menyatakan bahawa kejayaan dan kecemerlangan dalam sesuatu subjek tidak akan menjadi kenyataan sekiranya murid masih bersikap negatif terhadap KBAT, sedangkan KBAT merupakan aspek penting yang mempengaruhi pencapaian mereka. Begitu juga Fleeson et al. (2004) berpendapat, pembelajaran yang tidak ada kesinambungan dengan pengajaran sebelumnya menyebabkan murid menjadi lemah dan tidak mampu menguasai KBAT seperti menganalisis, mensintesis dan membuat penilaian dengan sempurna dalam pembelajaran. Sehubungan itu, penerimaan negatif murid terhadap KBAT menyebabkan ia masih belum tercapai sepenuhnya untuk menghasilkan modal insan yang cerdas, kreatif dan inovatif bagi mendampingi cabaran abad ke-21 dan seterusnya mampu bersaing di persada dunia sejajar dengan kehendak Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Mohd Syaubari & Ahmad Yunus 2016). Oleh itu, usaha harus ditingkatkan bagi mempergiat sokongan memurnikan sistem penyampaian dan pentaksiran yang tumpuannya lebih kepada KBAT demi mencapai enam ciri utama murid yang menjadi aspirasi Kementerian Pendidikan Malaysia untuk berjaya pada peringkat global (Kementerian Pendidikan Malaysia 2013).

Seterusnya, selain ke arah meningkatkan KBAT dalam kalangan pelajar, Stohlmann et al. (2012) berpendapat bahawa pendidikan integrasi STEM juga merupakan suatu falsafah atau cara berfikir yang efektif kerana ianya menggabungkan beberapa subjek iaitu Sains, Teknologi, Kejuruteraan, serta Matematik. Dengan andaian bahawa murid kurang mendapat pengalaman-pengalaman tertentu di dalam bilik darjah, maka pengintegrasian antara subjek dalam kurikulum secara terancang boleh memperkukuhkan lagi kesedaran murid terhadap kurikulum (Ramli

2011). Hal ini dapat direalisasikan menerusi aktiviti kokurikulum yang terancang. Sebagai contoh, penganjuran aktiviti kokurikulum melalui Kelab STEM. Antara aktiviti yang sesuai dilaksanakan oleh Kelab STEM termasuklah penyiasatan, projek dan kajian saintifik (Kelley & Knowles 2016). Pendekatan aktiviti secara individu dan kumpulan dapat meningkatkan KBAT serta keupayaan murid untuk bekerja sama ada secara individu atau berkumpulan dan ini diterapkan semasa berlakunya pembelajaran integrasi STEM melalui Kelab STEM (Kelley & Knowles 2016)

Selain itu, Kelab STEM juga dikenali sebagai satu kumpulan yang mempunyai pelbagai kepentingan dan kemampuannya yang tersendiri serta aktiviti pembelajarannya Sains yang melibatkan interaksi dengan orang lain, masalah dunia sebenar serta penggunaan peralatan dan bahan yang sebenar (Saadan et al. 2011). Aktiviti pembelajaran seperti ini dapat meningkatkan motivasi murid untuk menguasai kandungan pengetahuan (Siew et al. 2015). Perancangan Kelab STEM juga merupakan aktiviti yang menjadi pelengkap kepada aktiviti pengajaran dan pembelajaran (PdP) Sains di dalam bilik darjah serta dapat menarik minat dan mengubah sikap murid agar mereka suka mempelajari Sains (Siew et al. 2010). Demi mencapai matlamat untuk menjadi sebuah negara maju dan mampu mendepani cabaran dunia pendidikan masa kini, pelbagai usaha telah dilakukan oleh KPM bagi memastikan kelangsungan murid dalam mendapatkan ilmu pengetahuan dan kemahiran supaya berjaya dalam kehidupan.

Bunyamin (2015) menyatakan bahawa kajian-kajian dalam pendekatan integrasi STEM pada peringkat persekolahan masih lagi kurang. Hal ini diperakui oleh kajian Jayarajah et al. (2014) yang menemukan bahawa kajian pendidikan STEM di Malaysia banyak tertumpu pada peringkat pendidikan tinggi dan kurang penekanan pada peringkat sekolah. Sejalan dengan situasi permasalahan isu KBAT terhadap STEM ini, suatu Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM telah dibangunkan. Pembangunan modul ini diharap dapat merealisasikan hasrat KPM bagi aktiviti pembelajaran STEM dapat dirancang dengan baik supaya terdapat perubahan murid sekolah rendah dalam KBAT terhadap STEM serta memastikan murid dilengkapi dengan kemahiran yang diperlukan dengan keperluan dunia yang sedang berubah dengan pengaplikasian STEM.

Artikel ini membincangkan keberkesanan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM yang telah dibangunkan dalam peningkatan serta pengekalan KBAT dalam STEM dalam kalangan murid Tahun Empat sekolah rendah. Berikut merupakan persoalan-persoalan kajian ini:

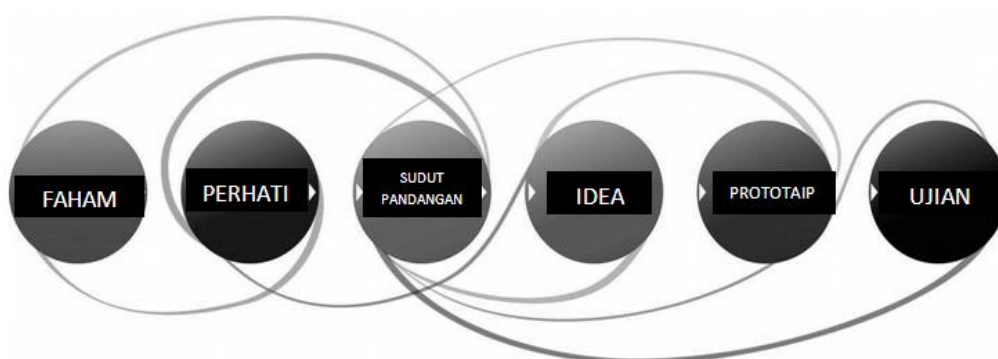
1. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pra dan ujian pos konstruk KBAT dalam STEM bagi murid Tahun Empat yang menggunakan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM?
2. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pos dan ujian pos lanjutan konstruk KBAT dalam STEM bagi murid Tahun Empat yang menggunakan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM?

Berikut pula merupakan hipotesis-hipotesis yang diuji dalam kajian ini:

- H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pra dan ujian pos konstruk KBAT dalam STEM bagi murid Tahun Empat yang menggunakan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM.
- H₀₂: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pos dan ujian pos lanjutan konstruk KBAT dalam STEM bagi murid Tahun Empat yang menggunakan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM.

MODUL PENDEKATAN PEMIKIRAN REKA BENTUK KELAB STEM

Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM telah dibangunkan berasaskan Model Plattner (2009). Model ini terdiri daripada enam fasa, iaitu Faham, Perhati, Sudut Pandangan, Idea, Prototaip, dan Uji yang berlaku secara timbal balik antara langkah-langkah ini. Ini bermakna seseorang itu boleh bergerak ke langkah seterusnya dan berpatah balik antara fasa-fasa proses mengikut keperluan dan keadaan pembelajaran hasil setiap langkah ini. Dengan cara lain, murid bebas untuk ke belakang dan hadapan dalam menjalankan fasa-fasa tersebut semasa aktiviti Kelab STEM berlangsung. Ini dapat dilihat pada garisan yang menghubungkan setiap fasa dalam Rajah 1.



RAJAH 1. Reka Bentuk Model Proses Pemikiran (Plattner 2009)

Kelab STEM didefinisikan sebagai kelab yang menggalakkan ahli meneroka subjek menggunakan kaedah saintifik, dengan tujuan untuk memahaminya dengan lebih baik dan mencari jawapan kepada isu-isu yang ditimbulkan (Kelley & Knowles 2016). Dalam kajian ini, Kelab STEM merujuk kepada aktiviti kokurikulum yang melibatkan murid melaksanakan projek yang dapat mengintegrasikan aktiviti STEM menerusi pendekatan pemikiran reka bentuk serta meningkatkan KBAT murid terhadap STEM. Menerusi kelab STEM, murid dapat dirangsang untuk mempunyai rasa ingin tahu dan keinginan untuk memahami Sains dan Teknologi serta mengumpul maklumat berkaitan yang berfokus kepada subjek-subjek STEM (Kennedy & Odell 2014).

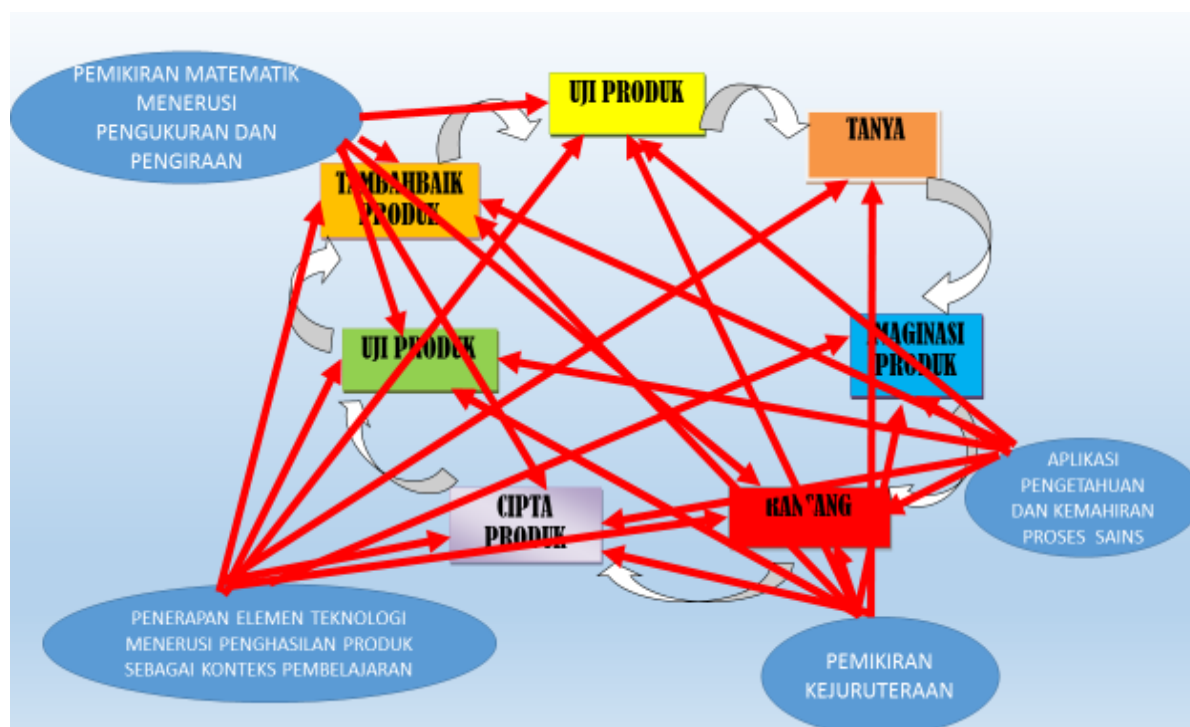
Elemen-elemen KBAT yang disediakan dalam bentuk modul bagi pelaksanaan aktiviti kelab STEM dirancang secara holistik, relevan dan berkesan untuk meningkatkan KBAT murid terhadap STEM. Penerapan pendekatan modul ini perlu menekankan kepada kesepaduan antara prinsip-prinsip STEM dengan teori-teori PdP, model-model PdP berasaskan konstruktivisme sosial. Melalui Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM yang dilaksanakan melalui aktiviti kokurikulum Kelab STEM yang melibatkan projek berkumpulan, perbincangan dan tugas kolaboratif membolehkan murid yang mempunyai minat sama berkongsi pengalaman dan kepakaran dalam menyiapkan tugas aktiviti yang telah ditetapkan. Murid berperanan memberikan penjelasan matlamat kefahaman untuk mengambil tanggungjawab bersama bagi menyiapkan aktiviti-aktiviti yang telah disusun dengan bimbingan minima daripada guru yang pembelajaran mengikut keperluan mereka.

Di dalam kajian oleh Sue dan Scott (2014) tentang Kelab STEM yang berasaskan tema "Kehidupan Berasaskan Sains", murid diberikan komputer riba yang disertakan bersama dengan modul, rangkaian wayarles dan kit percubaan. Murid belajar dengan

penggunaan modul serta dipantau di bawah kawalan guru pembimbing. Murid-murid diajar tentang cara-cara penggunaan komputer bagi memaksimumkan kegunaan modul yang dibekalkan. Seperti juga kajian ini, aktiviti-aktiviti kelab STEM memberi gambaran yang jelas kepada murid untuk murid merasai sendiri serta membina dan mengembangkan pengetahuan Sains mereka. Proses pembelajaran sebegini didapati efektif untuk murid merasai sendiri serta membina perkembangan pengetahuan mereka (Korur 2015).

Menurut Sue dan Scott (2014) menerusi Kelab STEM, murid dapat menguasai ilmu serta boleh menguasai ilmu yang menjangkau sesuatu yang lebih daripada apa yang mereka belajar di dalam kelas. Contohnya, murid berkerjasama dalam satu pasukan, mereka akan belajar bersama-sama dalam aktiviti-aktiviti yang dijalankan dalam Kelab STEM. Begitu juga melalui kelab STEM dalam kajian ini, murid juga berpeluang mengaplikasikan semua kemudahan yang ada seperti kemudahan komputer dan modul yang memberi ruang untuk murid melaksanakan pembelajaran terarah sendiri (Gottfried & Williams 2013). Melalui analisis yang dilakukan sebelum ini, didapati wujud perubahan sikap positif di kalangan murid yang telah mengikuti Kelab STEM ini. Melalui pandangan murid, guru, dan sukalerawan yang hadir mendapati dapatan angka peratusan lebih 70% setuju dan sangat setuju dengan Kelab STEM, dan memberi pengalaman baru dengan cara mudah, menarik dan menyeronokkan. Lebih 80% murid setuju Kelab STEM merupakan satu program yang sangat baik untuk cara belajar Sains serta meningkat KBAT murid. Aktiviti yang lebih 'hands on', semulajadi, dan berkonsepkan sendiri di dalam Kelab STEM dengan dapatan kajian lebih 65% bersetuju dengan kenyataan ini.

Rajah 2 menunjukkan semua proses pembelajaran melalui Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM berdasarkan model Plattner (2009), yang menunjukkan proses pemikiran rekabentuk berlaku dalam semua proses.



RAJAH 2. Proses Pemikiran Rekabentuk sebagai Interagtor Elemen STEM Melalui Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM

PENDEKATAN PEMIKIRAN REKA BENTUK

Pendekatan pemikiran reka bentuk mempunyai dua definisi, pertama sebagai satu pendekatan untuk mereka bentuk penaakulan untuk meningkatkan KBAT murid, dan kedua sebagai proses menyelesaikan masalah secara terbuka (Dorst 2011). Justeru, apabila pendekatan pemikiran reka bentuk digunakan dalam melaksanakan aktiviti-aktiviti kelab STEM, diandaikan berlakunya integrasi antara subjek-subjek STEM.

Selain itu, menurut Simon (1995), pendekatan pemikiran reka bentuk merupakan satu aktiviti utama manusia yakni "semua orang mereka bentuk dengan matlamat untuk mengubah keadaan yang sedia ada kepada yang disukai". Disamping itu juga, pendekatan pemikiran reka bentuk ini merupakan satu bentuk pendekatan pemikiran berasaskan penyelesaian masalah yang bermula dengan matlamat dan tujuan dalam menyelesaikan masalah tertentu (Cross 2007). Pendekatan pemikiran reka bentuk merupakan satu proses dalam membina idea-idea yang melibatkan murid berfikir di luar kotak pemikiran dalam mencari penyelesaian masalah yang kritikal (Bell 2016). Oleh itu, pendekatan pemikiran reka bentuk dapat menyelesaikan masalah yang tidak jelas (Buchanan 2001). Masalah ini dapat diselesaikan sepenuhnya jika dapat menggunakan kemahiran berfikir aras tinggi. Berdasarkan objektif pendidikan Taksonomi Bloom yang disemak semula (Anderson & Krathwohl 2001) pendekatan pemikiran reka bentuk melibatkan segala

bentuk aktiviti kognitif termasuk mengingat, memahami, mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mewujudkan (Powell & Kalina 2009).

Justeru itu, ciri-ciri pendekatan pemikiran reka bentuk adalah pendekatan normatif dan pendekatan antara disiplin yang memberi tumpuan kepada keadaan penyelesaian masalah (Rittel & Webber 2003). Pendekatan pemikiran reka bentuk juga melibatkan kaedah menggabungkan pemikiran melalui proses pembelajaran yang menyediakan ruang untuk murid secara berkumpulan berfikir bagi menghasilkan pelbagai prototaip STEM (Erdogan & Stuessy 2015). Pendekatan pemikiran reka bentuk digunakan secara meluas untuk menyelesaikan masalah secara 'terbuka' yang berpusatkan manusia dan masalah dunia sebenar (Butler et al. 2014). Oleh itu, penggunaan pendekatan pemikiran reka bentuk bukan sahaja terhad dalam meningkatkan nilai inovasi produk tetapi juga efektif di dalam bidang seperti perniagaan, pengurusan dan organisasi (Rittel & Weber 2003).

Sehubungan itu, jika pendekatan pemikiran reka bentuk dilihat sebagai aktiviti pembelajaran dalam kelas, ia boleh difahami menerusi kajian oleh Kangas et al. (2013) yang melibatkan 32 murid sekolah rendah yang berumur 10 hingga 11 tahun di Helsinki, Finland. Tujuannya untuk mengkaji cara murid berfikir dalam projek Sains melalui proses pemikiran rekabentuk produk lampu. Rakaman video dijadikan sumber data kajian. Hasil kajian menunjukkan bahawa murid membina kefahaman, menilai pandangan, memberi

idea, membina prototaip dan mengujinya apabila terlibat dalam proses pemikiran rekabentuk.

Satu lagi kajian yang telah dijalankan oleh Scheer et al. (2012), mendapati bahawa guru yang melaksanakan pendekatan pemikiran reka bentuk boleh meletakkan penekanan yang berbeza pada fasa yang berbeza, mengikut matlamat pembelajaran dan keperluan individu. Melalui pelaksanaan pendekatan pemikiran reka bentuk dalam aktiviti PdP, murid dan guru mendapat banyak manfaat dan memperoleh pengalaman yang berbeza dari pendekatan konvensional disebabkan wujudnya perubahan persekitaran dalam pembelajaran (Scheer et al. 2012). Selain melihat pendekatan pemikiran reka bentuk sebagai bentuk pembelajaran dalam kelas (Sacco et al. 2014), ianya juga boleh dikonsepsikan sebagai aktiviti program lepas sekolah atau kelab yang merupakan sebahagian kokurikulum sekolah.

Justeru itu, bersesuaian dengan kaedah pemikiran reka bentuk menjadi kaedah untuk menyelesaikan pelbagai masalah dan membuat keputusan dalam menghadapi cabaran dunia masa hadapan, maka aktiviti-aktiviti tersebut sesuai dengan konsep pemikiran reka bentuk termasuklah beberapa disiplin yang sangat penting dalam proses pemikiran reka bentuk seperti komunikasi visual, seni bina, sains, kejuruteraan, matematik, teknologi, reka bentuk produk dan reka bentuk automotif yang dapat diaplikasikan melalui aktiviti tersebut. Selain itu, pemikiran reka bentuk adalah termasuk aktiviti-aktiviti seperti lukisan atau menghasilkan model yang berlaku dalam situasi yang sama.

KERANGKA TEORITIKAL KAJIAN

Teori Konstruktivisme Sosial oleh Vygotsky (1978) merupakan komponen utama teori pembelajaran yang digunakan dalam Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM. Teori Konstruktivisme Sosial merupakan satu pendekatan PdP yang memerlukan murid membina konsep dan pengetahuan melalui penglibatan secara kolaboratif dalam aktiviti penyelesaian masalah, kes atau projek. Selain itu Teori Konstruktivisme Sosial ini juga merupakan teori yang menjadi asas kepada kebanyakan persekitaran pembelajaran kerana ia menekankan pengetahuan sedia ada murid bagi mendapatkan kefahaman konseptual. Teori ini juga menekankan persekitaran pembelajaran yang berpusatkan murid dan meningkatkan amalan refleksi dan kemahiran pembinaan pengetahuan untuk membimbing pembelajaran (Turuk 2016).

Penggunaan Teori Konstruktivisme Sosial melalui aktiviti Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM mempunyai faedah dan kegunaan sebagai kerangka dalam kajian ini kerana ia menggunakan pengalaman dan pergaulan sebagai komponen penting

dalam pemerolehan pengetahuan dan pembentukan sikap. Selain itu, pemikiran kanak-kanak berkembang hasil daripada pergaulan dan interaksi bermakna antara kanak-kanak dengan individu yang lebih berpengetahuan (Vygotsky 1978). Vygotsky (1978) juga berpendapat kanak-kanak tidak dapat membina pengetahuan sendiri namun dibina melalui interaksi sosial dengan individu di persekitarannya seperti yang berlaku dalam kelab STEM (Gottfried & Williams 2013). Aktiviti-aktiviti yang diatur dalam mereka bentuk dan menghasilkan produk STEM memerlukan kerja berkumpulan. Mereka perlu berbincang dan menyumbang idea dalam mereka bentuk, menghasilkan, menguji dan menambahbaik produk serta dapat meningkatkan KBAT. Penglibatan dengan orang lain akan memberi peluang kepada murid untuk menilai dan meningkatkan pengetahuan diri memandangkan mereka terdedah kepada pemikiran orang lain dan berkongsi membina pemahaman.

METODOLOGI

REKA BENTUK KAJIAN

Kajian ini menggunakan reka bentuk kuasi-eksperimen jenis ujian pra dan ujian pos kumpulan tunggal tanpa kawalan (Campbell 2013; Gribbons et al. 1997). Kajian ini bertujuan untuk mengesahkan keberkesanan sesuatu intervensi atau rawatan yang diberikan (Houser & An 2015). Reka bentuk kajian yang dijalankan ini adalah berasaskan reka bentuk kuasi-eksperimen dengan melibatkan 32 orang murid sekolah rendah Tahun Empat dari daerah Kota Kuala Muda, Yan Kedah. Kesan penggunaan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM terhadap kedua-dua variabel utama diukur sebanyak tiga kali iaitu pra, pos dan pos lanjutan. Sampel kajian diberi ujian pra sebelum kajian dijalankan dan ujian pos selepas tamat kajian, manakala ujian pos lanjutan diberikan selepas 3 bulan kajian selesai dijalankan. Jadual 1 menunjukkan reka bentuk kajian ini.

JADUAL 1. Reka bentuk kajian kuasi-eksperimen

Kumpulan	Pendekatan	Ujian Pra	Ujian Pos 1	Ujian Pos 2
Rawatan	X	O1	O2	O3

Petunjuk:

X: Aktiviti Berasaskan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM

O1: Ujian pra

O2: Ujian pos

O3: Ujian pos lanjutan untuk menguji ketekalan ujian pos

Kajian ini dijalankan selama 24 minggu semasa pengajaran Kelab STEM, pada waktu kokurikulum iaitu

di luar waktu pembelajaran formal. Terdapat tiga projek utama yang dijalankan kepada peserta kajian, iaitu: i) Projek 1 – Mesin Melombong dan Menapis, ii) Projek 2 – Kereta Berkuasa Belon, dan iii) Projek 3 – Dome Geometrik. Sebelum pelaksanaan Projek 1 bermula, peserta kajian diberikan satu set ujian KBAT (ujian pra) yang ditadbirkan selama satu jam 30 minit. Peserta kajian kemudiannya menjalani aktiviti dengan menggunakan Modul Pendekatan Reka Bentuk Kelab STEM selama 12 minggu. Sebaik sahaja tamat aktiviti modul, ujian pos diberi. Kemudian, ujian pos lanjutan ditadbir kepada peserta kajian selepas 12 minggu menjalani ujian pos pertama untuk melihat kesan pengejalan KBAT dalam kalangan peserta.

Penyelidikan ini telah mendapat pengesahan etika oleh Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (Kementerian Pelajaran Malaysia). Persetujuan untuk menjalankan kajian ini telah diperolehi dari universiti, kementerian dan pentadbir sekolah tempat kajian ini dijalankan.

PERSAMPELAN

Menurut Mohd Majid (1990), reka bentuk eksperimen kuasi tidak menggunakan pesampelan rawak untuk memilih sampel bagi dimasukkan ke dalam kumpulan eksperimen kerana kumpulan tersebut sebenarnya telah disatukan sebelum kajian. Kajian ini melibatkan tugas rawak kumpulan untuk rawatan (Gay et al. 2012). Semua peserta kajian adalah diberi peluang secara rawak sama ada untuk menerima rawatan atau untuk bertindak sebagai kawalan dalam kajian.

Kajian ini dijalankan kepada 32 orang murid Tahun Empat dari sebuah Sekolah Luar Bandar di daerah Kota Kuala Muda, Kedah selama enam bulan. Jadual 2 menunjukkan demografi peserta kajian.

INSTRUMEN KAJIAN

Pencapaian KBAT murid diukur menggunakan ujian KBAT yang diadaptasi daripada TIMMS (2012) yang merupakan pentaksiran antarabangsa pengetahuan dan kemahiran sains dan matematik murid Gred 4 dan Gred 8. Ujian KBAT yang digunakan ini diterjemah ke dalam Bahasa Melayu dan disesuaikan dengan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM. Ujian KBAT ini mengandungi 15 soalan yang merangkumi 5 soalan sains dari TIMSS Sains Gred 4 2011, 5 soalan matematik dari TIMSS Matematik Gred 4 2011, dan 10 soalan Teknologi dan Kejuruteraan dari NAEP (2014). Item-item dalam ujian tersebut dikelaskan mengikut Taksonomi Bloom. Item-item diberi markah berdasarkan rubrik pemarkahan.

Kajian rintis telah dijalankan kepada 40 orang murid untuk memastikan kesahihan konstruk dan kesetaraan item selepas pengubahsuaian instrumen asal bagi melihat kesesuaiannya dengan konteks kajian. Kesimpulannya, murid dapat menerima baik terhadap

kaedah pembelajaran menggunakan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM. Walaupun terdapat juga beberapa orang murid yang lemah dan pasif dalam melaksanakan aktiviti, namun mereka boleh digerakkan dengan menjalankan aktiviti pada tahap keupayaan mereka dengan bimbingan guru. Murid memaklumkan arahan yang diberikan dalam modul jelas dan ringkas. Pelaksanaan bimbingan oleh guru kepada murid sangat jelas. Guru yang dilatih menerusi bengkel juga nampak yakin dalam mengendalikan aktiviti-aktiviti berasaskan modul Kelab STEM.

JADUAL 2. Demografi peserta kajian

Demografi Pelajar		Peratus
Jantina	Lelaki	46.8
	Perempuan	53.2
Umur	10 tahun	100.0
Bilangan adik-beradik	1-2	25.0
	3-4	43.8
	5-6	18.8
	Melebihi 6	12.5
Pekerjaan Bapa	Doktor	-
	Polis/Tentera	6.3
	Guru	12.5
	Petani	37.5
	Nelayan	15.6
	Kilang	21.4
	Lain-lain	6.7
Pekerjaan Ibu	Doktor	-
	Polis/Tentera	-
	Guru	15.6
	Petani	18.8
	Nelayan	-
	Kilang	12.5
	Kerani	9.4
	Surirumah	40.6
	Lain-lain	3.1
	Lokasi Sekolah	Luar Bandar
Subjek Diminati	Sains	25.0
	Matematik	12.5
	Bahasa Melayu	21.9
	Bahasa Inggeris	15.6
	RBT	25.0
Cita-cita	Doktor	12.5
	Polis/Tentera	31.3
	Guru	18.7
	Petani	12.5
	Nelayan	-
	Kilang	15.6
	Lain-lain	9.4

Kaedah uji dan uji semula telah digunakan bagi menguji kebolehpercayaan ujian KBAT. Ujian KBAT yang sama telah tadbir kepada kumpulan murid yang sama dengan sela masa dua minggu tanpa sebarang rawatan bagi melihat ketekalan dan kestabilan markah. Terdapat hubungan yang signifikan ($p < 0.05$) antara markah ujian pertama (0.56) dan kedua (0.54). Keputusan ini menunjukkan ujian KBAT mempunyai kebolehpercayaan yang boleh diterimapakai untuk tujuan kajian. Ujian KBAT ini juga telah diedarkan kepada beberapa guru pakar Sains, Matematik dan Teknologi dan Kejuruteraan (RBT) dan Matematik dari kalangan pemeriksa kertas soalan UPSR untuk kesahan muka. Cadangan pengubahsuaian daripada pakar-pakar tersebut telah diambil kira.

KAEDAH ANALISIS DATA

Hair et al. (2009) menyatakan bahawa sesuatu variabel kajian dianggap sebagai variabel dalaman apabila variabel berkenaan diukur berulang kali pada sampel yang sama. Dalam konteks kajian ini, variabel dalaman adalah waktu ujian iaitu ujian KBAT yang ditadbir berulang kali terhadap sampel kajian pada sebelum rawatan (ujian pra), sebaik sahaja selepas rawatan (ujian pos) dan setelah jangka waktu tertentu selepas tamat rawatan (ujian pos lanjutan). Variabel bersandar adalah min skor ujian KBAT.

Ujian ANOVA pengukuran berulang dijalankan bagi mengesan sama ada wujud perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pra, min skor ujian pos dan min skor ujian pos lanjutan konstruk KBAT terhadap STEM. Ujian tersebut dilakukan pada aras signifikan $p = 0.05$. Data dianalisis berbantuan perisian *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versi 24.

DAPATAN KAJIAN

Dalam kajian ini, ujian ANOVA pengukuran berulang melibatkan analisis beberapa ujian iaitu ujian Multivariat, ujian Kesferaan Mauchly, ujian Univariat, ujian Bonferroni dan ujian Anggaran Min Marginal.

Jadual 3 menunjukkan keputusan ujian Multivariat untuk min skor ujian KBAT. Didapati kesan utama waktu ujian terhadap ujian KBAT adalah signifikan ($Wilks' \Lambda = 0.12$; $F(2, 30) = 113.87$, $p = 0.00$; $\eta^2 =$

0.88). Dapatan ini bermaksud nilai eta separa kuasa dua, $\eta^2 = 0.88$ (iaitu < 0.14) yang diperolehi dalam kajian ini menunjukkan saiz kesan waktu ujian terhadap ujian KBAT berada pada tahap besar. Keputusan ujian multivariat ini disokong dengan dapatan ujian univariat untuk variabel dalam subjek, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4. Namun, bagi memilih ujian univariat yang bersesuaian, andaian kesferaan diperiksa terlebih dahulu menggunakan keputusan ujian Kesferaan Mauchly, dalam Jadual 5.

Jadual 5 menunjukkan Keputusan ujian Kesferaan Mauchly ujian KBAT. Didapati bahawa $p = 0.57$, yang menunjukkan bahawa andaian kesferaan matriks varian kovarian dipatuhi (Howell 2008). Berdasarkan keputusan ujian univariat yang bersandarkan andaian kesferaan (seperti dalam Jadual 4), didapati kesan utama waktu ujian adalah signifikan bagi ujian KBAT terhadap STEM ($F = 132.46$, $p = 0.00$; $\eta^2 = 0.81$). Keputusan ujian multivariat (Jadual 3) dan ujian univariat (Jadual 4) adalah signifikan dan ini bermakna terdapat sekurang-kurangnya satu pasangan ujian yang mempunyai perbezaan min skor ujian KBAT yang signifikan iaitu sama ada pasangan: i) Min skor ujian pra KBAT dengan min skor ujian pos KBAT, atau ii) Min skor ujian pos KBAT dengan min skor ujian pos lanjutan KBAT. Maka, ujian Bonferroni dilakukan, seperti dalam Jadual 6.

Berdasarkan keputusan ujian Bonferroni, didapati terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) pada pasangan berikut: i) Min skor ujian pra KBAT dengan min skor ujian pos KBAT, dan ii) Min skor ujian pos KBAT dengan min skor ujian pos lanjutan KBAT. Oleh itu, H_{01} dan H_{02} ditolak. Bagi melihat pola perubahan min skor bagi pencerapan setiap ujian yang dilakukan, nilai Anggaran Min Marginal yang diperolehi ujian KBAT digunakan, seperti dalam Jadual 7.

Pola perubahan menunjukkan min skor ujian pra KBAT ialah 23.34, manakala min skor ujian pos KBAT ialah 33.41. Terdapat peningkatan min skor ujian KBAT dari sebelum rawatan (pra) ke selepas rawatan (pos) berjumlah 10.07. Dapatan juga menunjukkan min skor ujian pos KBAT ialah 33.41, manakala min skor ujian pos lanjutan KBAT ialah 38.66. Terdapat peningkatan min skor ujian pos lanjutan KBAT berbanding min skor ujian pos KBAT berjumlah 5.25.

JADUAL 3. Keputusan ujian Multivariat untuk min skor ujian KBAT

Kesan	Nilai	F	Darjah Kebebasan Hipotesis	Darjah Kebebasan Ralat	Sig.	Eta Separata Kuasa Dua	Kuasa Cerapan	
Ujian KBAT	Wilks' Lambda	0.12	113.87	2.00	30	0.00	0.88	1.00

JADUAL 4. Keputusan ujian Univariat ujian KBAT

Sumber		Jumlah Kuasa Dua Jenis III	Darjah Kebebasan	Kuasa Dua Min	F	Sig.	Separata Eta Kuasa Dua
Ujian KBAT	Andaian Kesferaan	3875.08	2	1937.54	132.46	0.00	0.81
	Green house-Geissser	3875.08	1.93	2007.85	132.46	0.00	0.81

JADUAL 5. Keputusan ujian Kesferaan Mauchly ujian KBAT

Kesan dalam tempoh masa	Mauchly's W	Khi Kuasa Dua	Darjah Kebebasan	Sig.	Epsilon Greenhouse-Geisser
Ujian KBAT	0.96	1.11	2	0.57	0.97

JADUAL 6. Keputusan ujian Bonferroni ujian KBAT

Ujian KBAT	Perbezaan Min	Darjah Kebebasan	Sig.
Ujian Pra	Ujian Pos	-10.06	0.88
Ujian Pos	Ujian Pos lanjutan	-5.25	0.94

JADUAL 7. Keputusan Ujian Estimated Marginal Means Ujian KBAT

Ujian Konstruksi KBAT Terhadap STEM	95% Selang Keyakinan		
	Min	Had Bawah	Had Atas
Ujian Pra	23.34	21.40	25.29
Ujian Pos	33.41	31.47	35.35
Ujian Pos lanjutan	38.66	36.92	40.40

PERBINCANGAN

Daripada analisis- analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahawa pembelajaran berasaskan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM memberi kesan yang signifikan ke atas peningkatan pencapaian ujian KBAT dan pengekal KBAT dalam kalangan sampel kajian.

Kajian ini selaras dengan dapatan kajian Wang et al. (2011) menegaskan bahawa agenda utama mengintegrasikan STEM dalam pendidikan adalah untuk menyediakan masyarakat yang berteraskan STEM yang dapat menguasai kemahiran berfikir. Pengetahuan dan kemahiran ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam meningkatkan kualiti kehidupan mereka. Aktiviti-aktiviti modul telah menarik minat murid, memberi keyakinan diri serta meningkatkan kompetensi kemahiran dan pengetahuan yang akhirnya memberikan kepuasan dan pencapaian matlamat kepada murid terutama kepada KBAT murid. Selain itu, kesesuaian penggunaan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM yang digunakan dalam kajian ini disokong oleh kajian Bell (2016) bahawa pendekatan pemikiran reka bentuk merupakan satu

proses dalam membina idea-idea yang melibatkan murid berfikir di luar kotak pemikiran dalam mencari penyelesaian masalah yang kritikal. Sehubungan itu juga, pendekatan pemikiran reka bentuk dapat menyelesaikan masalah yang tidak jelas (Buchanan 2001). Masalah ini dapat diselesaikan sepenuhnya jika dapat menggunakan kemahiran berfikir aras tinggi. Pendekatan, teknik, dan aktiviti pengajaran dalam modul ini juga memainkan peranan yang sangat penting dalam memupuk penglibatan murid secara aktif dengan aktiviti 'hands on' yang dilaksanakan.

Selain itu, dapatan juga memberi gambaran bahawa proses PdP yang mengintegrasikan unsur STEM mampu meningkatkan dan mengekalkan KBAT murid terhadap STEM. Hal ini juga selari dengan Teori Konstruktivisme Sosial (Vygotsky 1970) yang menjadi kerangka kajian ini. Murid melalui pembelajaran berasaskan Modul Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM dapat membina pengetahuan yang baru melalui hasil interaksi sosial dalam kumpulan masing-masing di antara individu dengan individu lain dengan berkongsi maklumat dan memperincikan setiap idea yang dibentangkan oleh setiap kumpulan. Selain itu, pembelajaran berasaskan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab

STEM juga mendidik murid untuk menguasai dan mengaplikasikan kemahiran komunikasi lisan, berfikiran kreatif, kerjasama kumpulan dan kemahiran membuat keputusan melalui aktiviti-aktiviti kumpulan bersama rakan dan ahli komuniti. Kemahiran-kemahiran yang diterapkan dalam pembelajaran berasaskan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM pada waktu kokurikulum menjadikan murid lebih berani mengutarakan idea untuk dikongsi dalam perbincangan kumpulan demi kebaikan bersama ahli.

Di samping itu, tugasan aktiviti Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM bukanlah dijalankan secara arahan demi arahan daripada guru yang tidak memberi ruang untuk murid berfikir secara bebas bagi menghasilkan produk. Sebaliknya, guru yang bertindak sebagai fasilitator yang menyediakan kerangka yang sistematik untuk murid mengintegrasikan STEM bagi mereka bentuk, membangunkan dan menguji keberkesanan produk.

IMPLIKASI DAN KESIMPULAN

Kajian ini mengkaji keberkesanan Modul Pendekatan Reka Bentuk Kelab STEM terhadap peningkatan dan pengekal KBAT dalam kalangan murid-murid Tahun Empat. Dapatan menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan Modul Pendekatan Pemikiran Reka Bentuk Kelab STEM memberi kesan yang signifikan ke atas peningkatan KBAT dan pengekal KBAT terhadap STEM dalam kalangan sampel kajian. Implikasinya, pengaplikasian Modul Pendekatan Reka Bentuk Kelab STEM dapat meningkatkan KBAT murid-murid dari segi kreativiti dan pemikiran inovatif melalui aktiviti secara 'hands on' dalam konteks kehidupan sebenar dan mencabar keupayaan pemikiran aras tinggi murid. Kajian ini mencadangkan agar modul kokurikulum ini diintegrasikan bersama dalam proses pembelajaran subjek-subjek STEM arus perdana agar dapat memenuhi aspirasi negara dalam melahirkan murid yang cemerlang dalam pencapaian akademik dan kokurikulum. Selain mewujudkan pembelajaran yang lebih menyeronokkan, modul ini dapat meningkatkan pemahaman dalam STEM agar lebih bermakna dan lebih praktikal dan ini diharapkan dapat menyumbang kepada penghasilan pembelajaran sepanjang hayat dan merangsang kepada penerokaan idea-idea baru dalam kehidupan seharian. Kajian ini juga mencadangkan agar kurikulum pendidikan STEM disemak untuk menjadikannya lebih relevan dengan konteks kehidupan dan kesesuaian murid sekolah rendah, serta perlulah diperkayakan dengan pelbagai aktiviti dan projek yang sesuai dan mampu mencabar keupayaan pemikiran aras tinggi murid.

RUJUKAN

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. 2001. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. *New York Longman*, 302.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia. 2013. Inisiatif KBAT Di Sekolah. Didapati daripada <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bell, D. 2016. The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1).
- Buchanan, R. 2001. Design Research and the New Learning. *Design Issues*, 17(4), 3–23. <http://doi.org/10.1162/07479360152681056>
- Bunyahamin, M. A. H. 2017. *Membangunkan Pendekatan Bersepadu Pendidikan STEM di Malaysia*.
- Butler, A. C., Marsh, E. J., Slavinsky, J. P., & Baraniuk, R. G. 2014. Integrating Cognitive Science and Technology Improves Learning in a STEM Classroom. *Educational Psychology Review*, 26(2).
- Campbell, D. T. 2013. Experimental And Quasi-Experimental Designs For Research. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Cross, N. 2007. From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly Ways of Knowing and Thinking. *Board of International Research in Design*, 2, 41–54.
- Dorst, K. 2011. The core of "design thinking" and its application. *Design Studies*, 32(6), 521–532. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- Erdogan, N., & Stuessy, C. L. 2015a. Examining inclusive STEM schools role in the college and career read in ess of students in the United States: A multi-group analysis of students' achievement outcomes. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(6), 1517–1529.
- Fleeson, W., Jayawickreme, E., Jones, A. B. A. P., Brown, N. A., Serfass, D. G., Sherman, R. A., Matyjek-, M. 2017. Pembelajaran Berasaskan masalah Berorientasikan Projek: Aplikasi Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Bagi Mata Pelajaran Reka Cipta dalam Kalangan Pelajar Peribumi di Daerah Kapit: Satu Tinjauan. *Journal of Personality and Social Psychology*.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. 2012. *Educational Research Competencies for Analysis and Application*. (Vol. 1). Pearson Education.
- Gribbons, W. M. 1997. Designing for the global community. In *Professional Communication Conference: Crossroads in communication* (pp. 261–273).
- Gottfried, M., & Williams, D. N. 2013a. STEM Club Participation and STEM Schooling Outcomes. *Education Policy Analysis Archives*.
- Gottfried, M., & Williams, D. N. 2013b. STEM Club Participation and STEM Schooling Outcomes. *Education Policy Analysis Archives*, 21(79), 1–27.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. 2016. Building Up STEM: An Analysis of Teacher- Developed

- Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. 2009. *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Ltd.
- Howell, D. C. 2008. Mixed Models for Repeated (Longitudinal) Data. *Time*.
- Houser, L. C. S., & An, S. 2015. Factors affecting minority students' college readiness in mathematics. *Urban Education*, 50(8), 938-960.
- Habsah Ismail & Aminudin Hassan, A. 2009. Holistic Education in Malaysia. *European Journal of Social Sciences*, 9(2), 231-236.
- Heong, Y. M., Jailani, M. Y., Widad, O., Razali, H., & Kiong, T. T. 2010. Penggunaan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Marzano Dalam Penjanaaan Idea. *Seminar Majlis Dekan Pendidikan IPTA*, 1-10.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). 2016. About TIMSS 2015. *TIMSS & PIRLS*.
- Jacqueline, Grennon, B., & Martin, G., B. 2014. *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*.
- Jayarajah, K., Saat, R. M., & Rauf, R. A. A. 2014. A review of science, technology, engineering & mathematics (STEM) education research from 1999-2013: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 155-163.
- Kangas, K., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. 2013a. Design Thinking in Elementary Students' Collaborative Lamp Designing Process. *Design and Technology Education: An International Journal*, 18(1), 30-43.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. 2014. Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. 2013. Ringkasan Eksekutif Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (Pendidikan Prasekolah hingga Lepas Menengah)
- Korur, F. 2015. Exploring Seventh-Grade Students' and Pre-Service Science Teachers' Misconceptions in Astronomical Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 1041-1060.
- Lee, Y. H., & Muhammad, B. H. 2015. Penerapan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Melalui Penggunaan Peta Pemikiran i-Think Dalam Pengajaran Dan Pembelajaran Ekonomi. In *Prosiding Seminar Kebangsaan Pendidikan Negara Kali Ke-5 Seminar Kebangsaan Pendidikan Negara Kali Ke-5* (pp. 890-901)
- Marlina Ali, & Shaharom Noordin. 2006. Tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis di kalangan pelajar pendidikan fizik merentas jantina. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains Dan Matematik Johor*, 15(1), 99-110.
- Martin, A. M., & Hand, B. 2009. Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom. A longitudinal case study. *Research in Science Education*.
- Mohd Majid Konting. 2009. Kaedah Penyelidikan dalam Pendidikan. In *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*.
- Mohd Syaubari Othman & Ahmad Yunus Kassim 2016. *Pelaksanaan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (Kbat) Dalam Pendidikan Islam*. <https://www.researchgate.UPSI>
- Powell, K., & Kalina, C. 2009. Cognitive and social constructivism: Developing tools for an effective classroom. *Education*, 130, 241-251
- Rajendran. N. S. 2001. Pengajaran kemahiran berfikir aras tinggi: kesediaan guru mengendalikan proses pengajaran pembelajaran. *Kertas Kerja Seminar/ Pameran Projek KBKK: Poster 'Warisan-Pendidikan- Wawasan'*. Pusat Perkembangan Kurikulum.
- Ramli Ismai. 2011. Hubungan Kefahaman Kurikulum Dan Kokurikulum Akademik Dengan Patriotisme Keguruan Dalam Kalangan Guru Pelatih: Kemahiran Belajar Dan Kemahiran Berfikir Sebagai Mediator . Tesis Universiti Sains Malaysia.
- Rittel, H. W. J. H. W. J., & Webber, M. M. M. 2003. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4 (December), 155-169.
- Saadon, R., Bokhari, M., Yahya, A., & Noor, M. A. 2011. Keberkesanan Kursus Kokurikulum Berkredit dalam Memperkasakan Kemahiran Insaniah Dalam Kalangan Pelajar Institusi Pengajian Tinggi Awam. *Journal of Human Capital Development Institusi*, 4(1), 109-123.
- Siew, N., Amir, N., & Chong, C. 2015. The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1)
- Siew, P., Hang, Y. H., Phaik, L. E., Nor Adibi Md. Rahiman, & Kian, T. G. 2010. Commercial varieties of Kappaphycus and Eucheuma in Malaysia. *Malaysian Journal of Science*, 29(3), 214-224.
- Simon, H. A. 1995. Problem Forming, Problem Finding, and Problem Solving in Design. In *Design and systems; General applications of methodology* (Vol. 3, pp. 245-257).
- Suhanna Zainudin, & Zanaton Hj Iksan. 2015. Pemerkasaan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Dalam Sains. In *Seminar Kebangsaan Pendidikan Negara Kali Ke-5* (pp. 206-211).
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education*
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. 2012. Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: an International Journal*, 17(3). Retrieved from
- Tal, R. T., Dori, Y. J., Keiny, S., & Zoller, U. 2001. Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STES project approach. *International Journal of Science Education*, 23(3), 247-262.
- Rittel, H. W. J. H. W. J., & Webber, M. M. M. 2003. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(December), 155-169.
- Sacco, K., Falk, J. H., & Bell, J. 2014. Informal Science Education: Lifelong, Life-Wide, Life-Deep. *PLoS Biology*, 12(11).
- Sue Howarth, & Scott, L. 2014. *Sucess Eith STEM*. Routledge.
- Turuk, M. C. 2008. The Relevance And Implications Of Vygotsky's Sociocultural Theory In The Second Language Classroom, 5, 244-262.

- University College Dublin. 2016. Education Theory/Constructivism and Social Constructivism in the Classroom - UCD - CTAG.
- Plattner H, C. M. L. L. 2009. *Design Thinking*. Harvard Business Review (Vol. June).
- Sidek Mohd Noah, & Ahmad, J. 2008. *Pembinaan Modul*. Bandar Baru Bangi, Selangor: Universiti Putra Malaysia.
- Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. *Mind in Society The Development of Higher Psychological Processes*.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. 2011. STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice.
- Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1–13.
- Zabani Darus. 2012. Status Pencapaian Pelajar dalam TIMSS dan PISA: *Satu refleksi*. Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Zamri Mahamod. 2012. *Inovasi P&P dalam Pendidikan Bahasa Melayu*. Tanjung Malim: UPSI.
- Zainuddin Abu Bakar. 2008. Teori-teori perkembangan. *Psikologi Pendidikan*, (c), 21–23.
- Zainudin Hassan, Hamdan Bin Said, Jamilah Omar, & Haslita Hassan. 2006. Pengaplikasian Kemahiran Berfikir Dalam Pengajaran Kemahiran Hidup Di Sekolah Menengah Daerah Kota Bharu, Kelantan. *Seminar TVE06*.

Rohaya Ahmad
Institut Pendidikan Guru
Kampus Tuanku Bainun
14000 Bukit Mertajam
Pulau Pinang
Emel: rohayas_67@yahoo.com

Mohd Ali Samsudin
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan
Universiti Sains Malaysia
Emel: alisamsudin@usm.my

Fadzilah Amzah
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan
Universiti Sains Malaysia
Emel: fadzilahamzah@usm.my

*Pengarang untuk surat-menyurat, emel: rohayas_67@yahoo.com

Diserahkan: 15 Mei 2019
Dinilai: 21 Ogos 2019
Diterima: 3 September 2021
Diterbitkan: 26 Oktober 2021