Keberkesanan Modul Kreatif Fizik Berasaskan Projek Robotik dalam Meningkatkan Tahap Kreativiti Saintifik Pelajar

Mazlan Setapa[1*], Norazrena Abu Samah[2], Fatin Aliah Phang Abdullah[3], Abd Khamim Ismail[4], Mohamad Bilal Ali[5]

[1,2,3,4,5]Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

**Corresponding author: Mazlan Setapa (mazlan.setapa@gmail.com)*

Received: 26 January 2023
Received in revised form: 20 March 2023
Accepted: 28 April 2023
Published: 31 July 2023

ABSTRAK

Kreativiti dan inovasi dalam proses PdPc menjadi tuntutan penting pada masa ini untuk melahirkan generasi pelajar yang berfikiran kelas pertama supaya mampu bersaing dalam abad ke-21 dan seterusnya era Revolusi 4.0. Walaupun begitu, beberapa kajian mendapati penerapan nilai kreativiti dalam diri murid masih rendah. Tambahan pula, kreativiti dalam bidang sains berbeza dengan kreativiti dalam bidang seni dan artistik kerana pembelajaran sains bukan hanya menguasai pengetahuan sains atau hanya mengikut prosedur yang ditetapkan malah murid perlu berfikir melampaui pengetahuan dan prosedur sedia ada dalam proses memahami sesuatu fenomena. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengkaji keberkesanan Modul Kreatif Fizik Berasaskan Projek Robotik (MKFBPR) terhadap tahap kreativiti saintifik murid tingkatan 4 Sekolah Berasrama Penuh (SBP). Modul ini telah dibangunkan berasaskan Model Kreativiti Terarah dan Pembelajaran Berasaskan Projek sebagai salah satu aktiviti Kelab Robotik sekolah. Kajian ini dijalankan berpandukan reka bentuk kuasi-eksperimen yang melibatkan 33 orang murid kumpulan rawatan dan 33 orang murid kumpulan kawalan selama lapan minggu. Sampel kajian ini terdiri daripada murid tingkatan 4 dari dua buah SBP. Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan MKFBPR dapat meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid lebih tinggi berbanding kaedah konvensional. Kajian ini turut membuktikan bahawa aktiviti kelab robotik dapat membantu meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid.

ABSTRACT

Creativity and innovation in the teaching and learning process are critical at this time in order to produce a generation of first-class thinking students capable of competing in the twenty-first century and beyond in the era of Revolution 4.0. Nonetheless, some studies have found that students' use of the value of creativity is still low. Furthermore, creativity in the field of science differs from creativity in the field of art and artistic because learning science is more than just mastering science knowledge or simply following the prescribed procedures; rather, students must think beyond the existing knowledge and procedures in order to comprehend a phenomenon. As a result, the purpose of this study was to determine the impact of the Robotics Project-Based Physics Creative Module (MKFBPR) on the level of scientific creativity of students in Form 4 of a Full Boarding School (SBP). As part of the school's Robotics Club activities, this module was created using the Directed Creativity Model and Project-Based Learning. For eight weeks, this study used a quasi-experimental design with 33 students in the treatment group and 33 students in the control group. This study's sample consists of 4th grade students from two SBPs. The study's findings indicate that using MKFBPR can boost students' scientific creativity more than traditional methods. This study also shows that robotics club activities can help students improve their scientific creativity.

Kata Kunci
Kreativiti; Robotik; Modul; Daya dan gerakan; Pembelajaran berasaskan projek; Model kreativiti terarah

Pengenalan

Pengetahuan saintifik dan kreativiti merupakan sesuatu elemen penting dalam pendidikan masa kini. Kreativiti bukanlah sesuatu perkara yang baharu. Kreativiti mempunyai banyak kepentingan dalam bidang kesenian dan bidang ilmiah seperti penyelidikan sains, kaedah perniagaan dan kaedah pendidikan yang lebih berkesan (Othman, 2000). Dalam pendidikan sains, pengetahuan saintifik ditekankan bagi memahami realiti dan kompleks kehidupan dan dunia secara sistematik. Di samping itu, kreativiti turut memainkan peranan penting dalam pendidikan sains kerana melibatkan penyelesaian masalah dan penciptaan produk. Kreativiti dalam sains juga dikenali sebagai kreativiti

saintifik yang terdiri daripada tiga komponen utama iaitu pengetahuan dan kemahiran saintifik, keupayaan kreativiti, dan kreativiti dalam konteks fizik (Mohtar & Halim, 2015). Kajian mendapati peningkatan daya kreativiti murid merupakan asas kepada proses penyelesaian masalah dan persediaan kepada tugasan yang baharu (Aris, Samsudin, & Ishak, 2021; Astutik & Prahani, 2018; Daud et al., 2012). Peningkatan daya kreativiti murid juga membantu menjana lebih banyak idea kreatif yang akan dapat membantu menyelesaikan permasalahan (Moran & Gardner, 2018); Sun et al., 2020) dan seterusnya mereka dapat menyesuaikan diri dan kekal bersaing dalam dunia pekerjaan yang semakin mencabar pada masa akan datang (Chang & Chen, 2020; Miao & Cao, 2019). Tambahan pula, menurut Gardner (2005) dan Hong dan Kang (2009), kreativiti seharusnya diterapkan bermula di peringkat persekolahan. Hal ini turut disokong oleh dapatan beberapa pengkaji terdahulu yang menyatakan bahawa sekolah merupakan antara institusi utama yang berperanan sebagai hab untuk melahirkan generasi yang kreatif (Alfuhaigi, 2014).

Menurut Kind dan Kind (2007), imaginasi adalah salah satu elemen dalam pembentukan idea fizik dan kreativiti dalam pendidikan fizik merujuk kepada penggalakan dan pengukuhan imaginasi dalam konteks fizik (Newton dan Newton, 2009). Tambahan pula, Zeng et al. (2011) menyatakan bahawa bagi memastikan pengukuran kreativiti adalah tepat dan tidak membawa ralat, seharusnya kreativiti perlu diukur mengikut domain dan bukannya pengetahuan umum semata-mata. Model Kreativiti Saintifik (Plesk, 1997) bersandarkan kepada tiga elemen iaitu pemikiran kreatif, pengetahuan saintifik dan kemahiran proses sains. Kajian mendapati Model Kreativiti Terarah (Plesk, 1997) menyediakan murid dengan ruang dan peluang untuk mengalami sendiri bagaimana proses kreativiti itu, di samping membantu meningkatkan tahap kreativiti mereka (Lou et al., 2012; Zimmerman, 2006).

Elemen pertama iaitu pemikiran kreatif dibahagikan kepada tiga jenis iaitu pemikiran divergen, pemikiran konvergen dan pemikiran bersekutu (Park, 2012). Berbanding jenis pemikiran yang lain, pemikiran divergen adalah pemikiran yang lebih signifikan untuk dipupuk termasuklah yang melibatkan pembangunan kreativiti (Plucker, Qian dan Schmalensee, 2014). Sehubungan dengan cadangan tersebut, maka dalam konteks kajian ini, pemikiran kreatif merujuk hanya kepada pemikiran divergen yang diuji berdasarkan kefasihan, kelenturan dan keaslian (Park, 2012; Hu dan Adey, 2002; Torrance, 1990). Elemen kedua iaitu pengetahuan saintifik merujuk kepada fakta, konsep, prinsip, teori, definisi dan hukum serta hubung kaitnya dengan fenomena yang melibatkan sains sama ada dari bidang fizik, kimia atau biologi (Park, 2012). Dalam konteks kajian ini, pengetahuan saintifik merujuk kepada fakta, konsep, prinsip, teori, definisi dan hukum yang dikeluarkan dalam usaha menjelaskan fenomena yang melibatkan disiplin fizik sahaja. Kemudian, elemen ketiga iaitu kemahiran proses sains pula adalah proses yang dijalani oleh saintis dalam usaha menghasilkan produk sains antaranya termasuklah membuat pemerhatian, meramal, mengelas, mengukur, membuat inferens, menggunakan nombor, berkomunikasi dan menggunakan ruang, mengawal pemboleh ubah, membina hipotesis, menginterpretasi data, mendefinisi secara operasi, merancang eksperimen, menjelaskan hubungan antara pemboleh ubah, membina graf, membina jadual, dan membina model. Dalam konteks kajian ini, Model Kreativiti Saintifik ini digunakan sebagai asas dalam mengukur kreativiti murid dan diterapkan di dalam instrumen Ujian Kreativiti Fizik.

Tambahan pula, kajian Astutik dan Mahardika (2020) mendapati kreativiti saintifik pelajar berapa pada tahap yang rendah. Menyedari keperluan serta kepentingan kreativiti dalam menghasilkan generasi masa depan negara yang kreatif, inovatif, fleksibel, dan adaptif dalam mengatasi pelbagai impak perkembangan sains dan teknologi pada masa hadapan (Dewantara et al., 2020), maka kajian ini dijalankan bagi mengkaji pendekatan pembelajaran berteraskan model kreativiti dan Pembelajaran Berasaskan Projek yang sesuai bagi membugarkan kreativiti di dalam PdPc Fizik melalui modul pembelajaran robotik berasaskan projek. Seterusnya kajian ini turut memberi fokus terhadap proses pembelajaran yang dilalui murid sepanjang menjalankan setiap fasa yang terlibat di dalam pendekatan pembelajaran yang tersebut. Konsep Pembelajaran Berasaskan Projek (PBP) selalu dikaitkan dengan sikap terhadap sains dan seterusnya menguasai sesuatu pengetahuan dan menyiapkan sesuatu tugasan (Jusoff et al., 2010; Muriithi et al., 2013). Bukan itu sahaja, malah sekiranya sikap terhadap sains dapat ditingkatkan, maka kemahiran penyelesaian masalah juga dapat ditingkatkan (Koh et al., 2010). Mutakhir ini, ramai penyelidik mengkaji berkenaan kemahiran yang diperlukan pada abad ke-21, khususnya bagi mengisi kelompangan kemahiran yang diperlukan dalam kerjaya kemahiran-kemahiran ini dibentuk melalui pengalaman mereka menjalankan sesuatu projek (Holmes, 2012; Smith, 2010). PBP juga dapat meningkatkan pembelajaran aktif murid dan seterusnya meningkatkan KBAT (Burt, 2004; Taylor et al., 2021)

Sorotan Kajian

Membangunkan kreativiti murid secara berterusan merupakan salah satu tujuan terpenting pendidikan. Kreativiti juga penting dalam masyarakat kerana menurut Florida et al. (2015), Wolniak dan Grebski (2018) dan Montalto dan Sacco (2022), kreativiti adalah sangat berkaitan dengan pembangunan ekonomi, daya saing dan kemakmuran sesebuah negara. Kreativiti dan inovasi dalam proses PdPc menjadi tuntutan penting pada masa ini untuk melahirkan generasi pelajar yang berfikiran kelas pertama supaya mampu bersaing dalam abad ke-21 dan seterusnya era Revolusi 4.0. Oleh sebab itu, kreativiti ditekankan dalam pelbagai bidang ilmu termasuklah bidang pendidikan. Tambahan lagi, kreativiti boleh dikembangkan menerusi proses pengajaran dan pembelajaran (Lassig, 2021; Sirajudin et al., 2021). Seterusnya, penggalakan kreativiti dalam kalangan murid kini menjadi fokus utama dalam kalangan penyelidik, pendidik dan pembina polisi di seluruh dunia (Alsahou, 2015; Wearing, 2021). Keperluan untuk mengkaji penerapan kreativiti dalam pendidikan belum mencukupi (Mukhopadhyay, 2013). Subjek sains termasuklah fizik sama ada di peringkat sekolah mahupun di institusi pengajian tinggi menjadi medium untuk memupuk budaya kreatif dan inovatif dalam kalangan murid (Hong & Kang, 2009; Omar et al., 2017). Walau bagaimanapun, tahap kreativiti murid di sekolah masih rendah (Usta & Akkanat, 2015; Astutik & Mahardika, 2020) termasuklah murid di Sekolah Berasrama Penuh (SBP) sebagaimana kajian oleh Omar et al. (2017). Bahkan kajian tahap kreativiti dalam kalangan bakal guru juga didapati tidak kreatif (Arshad & Salam, 2010; Halim et al., 2018).

Penerapan kreativiti oleh guru di sekolah juga masih rendah. Menurut Affandi (2009), sistem pendidikan kita kurang menerapkan nilai kreativiti dalam diri murid. Sejak dari bangku sekolah lagi, murid tidak diterapkan apatah lagi didorong untuk menjadi seorang yang kreatif dan inovatif. Menurutnya lagi, konsep pendidikan di Malaysia hanya menjurus kepada pengajaran dan pembelajaran oleh guru tanpa dididik untuk meneroka keadaan sekeliling. Akibatnya, murid mudah ketandusan idea dalam membentuk sesuatu yang baru malah proses pembelajaran bergantung sepenuhnya pada guru dan buku teks. Penerapan kreativiti yang rendah ini telah menyebabkan penguasaan kreativiti murid juga rendah. Hanri dan Arshad (2013) menyatakan terdapat enam kelemahan amalan PdPc di sekolah yang membantutkan perkembangan kreativiti murid, pertama tiada kebebasan kepada murid dalam PdPc. Guru banyak mengawal pembelajaran murid dan tidak memberikan ruang kepada murid untuk meneroka dan mencari maklumat sendiri. Kedua, pembelajaran tradisional masih menjadi amalan pengajaran guru iaitu guru yang banyak memberi penerangan dalam bentuk kuliah kepada murid dan tidak menjalankan aktiviti pengajaran yang berpusatkan murid. Ketiga, guru kurang menjalankan aktiviti yang dapat merangsang murid untuk berfikir. Keempat, teknik sumbang saran guru yang kurang efektif. Kelima, guru yang kurang berkemahiran dalam menggalakkan kreativiti. Keenam, pengajaran yang terlalu berfokuskan kepada peperiksaan dan akhir sekali sikap pasif murid.

Memandangkan dalam sistem pendidikan Malaysia, tiada subjek pemikiran kreatif yang diajar, maka penerapan pemikiran ini perlulah diajar secara langsung dalam subjek tertentu, khususnya subjek yang berkaitan subjek-subjek STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik). Di sekolah menengah, subjek sains, teknologi dan matematik secara tidak langsung adalah berkaitan dengan subjek fizik. Kreativiti dalam bidang sains berbeza dengan kreativiti dalam bidang seni dan artistik. Ini kerana pembelajaran sains bukan hanya menguasai pengetahuan sains atau hanya mengikut prosedur yang ditetapkan malah murid perlu berfikir melampaui pengetahuan dan prosedur sedia ada dalam proses memahami sesuatu fenomena. Murid perlu menggunakan pengetahuan sedia ada, seterusnya mensintesiskan pengetahuan tersebut untuk berfikir tentang kemungkinan beberapa penyelesaian kepada masalah tersebut dengan menggunakan prosedur secara saintifik dan akhirnya dapat menghasilkan satu produk. Produk tersebut mungkin terdiri daripada produk teknikal, produk dari segi pengetahuan sains, produk dari segi fenomena sains atau produk untuk menyelesaikan masalah sains (Hu & Adey, 2002; Dewantara et al., 2020). Subjek fizik diajar dalam kelas sebagai pendidikan formal dan selalu dikaitkan dengan subjek yang mampu membina tahap kreativiti murid. Sebagaimana yang tercatat dalam spesifikasi kurikulum fizik tingkatan 4 dan tingkatan 5 (KPM, 2018), objektif ketiga dalam kurikulum fizik untuk sekolah menengah adalah mengembangkan pemikiran kreatif murid.

Walau bagaimanapun, tahap kreativiti murid sekolah menengah adalah rendah. Hasil kajian mendapati tahap kreativiti dalam pengajaran dan pembelajaran fizik masih rendah (Usta & Akkanat, 2015; Omar et al., 2017). Faktor yang menyebabkan hal ini berlaku kerana antaranya kreativiti tidak diajar secara langsung dalam subjek fizik semasa pembelajaran formal seperti dalam kelas. Pembelajaran tidak formal adalah pelengkap kepada kelompangan yang wujud dalam pembelajaran formal, maka aktiviti kokurikulum dilihat adalah pilihan terbaik bagi memenuhi kelompangan ini. Kajian menunjukkan aktiviti kokurikulum seperti kelab robotik yang pada masa kini berfokuskan kepada pertandingan mampu meningkatkan tahap kreativiti murid dan sikap serta motivasi murid untuk belajar. Walau

bagaimanapun, kreativiti dan sikap saintifik murid tidak digarap secara terancang dalam meningkatkan kreativiti dan sikap saintifik murid.

Di samping itu, pendidikan robotik didapati mampu meningkatkan kreativiti (Scolnic & Swenson, 2014; Sirajudin et al., 2021). Pendidikan robotik juga memberi peluang murid menyelesaikan masalah pada dunia sebenar (Castledine & Chalmers, 2011). Robotik sebagai alat pembelajaran dalam alternatif dalam makmal fizik bagi meningkatkan STEM (Goh & Ali, 2014). Robotik dan Pembelajaran berasaskan projek memupuk semangat berpasukan (Price et al., 2010). Walau bagaimanapun, di peringkat sekolah menengah, pembelajaran robotik hanya berlaku dalam pendidikan tak formal dan kebanyakannya berlaku dalam kelab robotik semasa aktiviti kokurikulum. Pada hari ini, pendidikan robotik diperkenalkan kepada murid melalui aktiviti kokurikulum yang bermatlamatkan ke arah pertandingan, sama ada Pertandingan Robotik Kebangsaan atau dikenali sebagai National Robotic Competition (NRC) yang dianjurkan Kementerian Pendidikan Malaysia sehinggalah pertandingan robotik peringkat antarabangsa seperti World Robotic Olympiad (WRO). Memandangkan pembelajaran robotik di Malaysia berlaku dalam pendidikan tidak formal dan hanya berfokuskan kepada pertandingan sahaja, ini akan membatasi perkembangan kreativiti murid kerana pengetahuan yang dipelajari dalam pendidikan formal tidak dapat dikaitkan dengan aktiviti dalam kelab robotik. Dengan kata lain, pemindahan ilmu pengetahuan yang dipelajari dalam kelas tidak dapat diaplikasikan secara optimum semasa aktiviti kokurikulum seperti kelab robotik.

Hal ini berlaku kerana kurang panduan kepada guru atau penasihat kelab untuk mengaitkan ilmu pengetahuan yang dipelajari dalam kelas dengan aktiviti dalam kelab robotik. Dengan kata lain, belum ada modul pembelajaran robotik di peringkat sekolah menengah (Ibrahim, 2020; Ibrahim et al., 2014) sedangkan penggunaan modul dalam pembelajaran robotik mampu melatih murid memahami masalah secara khusus dan berfikir "di luar kotak" secara intelektual, seterusnya merancang penyelesaian untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar (Crowder & Zauner, 2013). Justeru, selaras dengan hasrat menyepadukan pendidikan formal dan tidak formal untuk mencapai hasil yang maksimum, maka modul pembelajaran yang sesuai untuk mengaplikasikan pengetahuan dalam kelas (pembelajaran formal) dan aktiviti dalam kelab robotik (pembelajaran tidak formal) agar murid dapat mengembangkan tahap kreativiti mereka dan seterusnya menghasilkan satu artifak atau suatu produk yang bermanfaat disamping pemahaman yang tentang ilmu yang dipelajari dalam kelas formal. Di samping itu, salah satu masalah dalam penguasaan tajuk daya dan gerakan adalah untuk memahami konsep dan prinsip-prinsip yang abstrak (Mohtar & Halim, 2015; Hoellwarth & Moelter, 2011; Ahyanuddin, 2012; Hassan, 2014; Rakbamrung et al., 2015; Liu & Fang, 2016). Sub tajuk dalam Daya dan Gerakan dan pengkaji adalah seperti berikut, salah konsep tajuk graf gerakan (Mohtar dan Halim, 2015; Ahyanuddin, 2012), mekanik (Hoellwarth & Moelter, 2011), perubahan momentum (Hassan, 2014), prinsip asas daya dan gerakan serta Hukum Newton (Rakbamrung et al., 2015) daya dan pecutan (Liu & Fang, 2016). Dapatan ini menunjukkan tajuk daya dan gerakan memerlukan murid menguasai konsep dengan baik.

Oleh yang demikian, pembinaan modul ini dilihat penting memandangkan modul pembelajaran yang sedia ada sesuai untuk subjek kejuruteraan dan pada peringkat pra university dan universiti, antaranya *The Robotics Primer* oleh Mataric (2007) dan *Physics with Robotics: An NXT and RCX Activity Guide for Secondary and College Physics* oleh Church, Ford dan Perova (2009). Modul lain juga dalam bidang kejuruteraan, antaranya *Behavior- Based Robotics* oleh Arkin dan Arkin (1998) dan *Robotic Explorations: An Introduction to Engineering Through Design* oleh Martin (2000). Oleh sebab itu, kajian ini dijalankan bagi mengkaji keberkesanan Modul Kreatif Fizik Berasaskan Projek Robotik (MKFBPR) terhadap pencapaian daya dan gerakan dan tahap kreativiti saintifik murid tingkatan 4 Sekolah Berasrama Penuh. MKFBPR telah dibangunkan berasaskan Model Kreativiti Terarah dan Pembelajaran Berasaskan Projek.

Metodologi Kajian

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini adalah kajian kuantitatif kuasi-ekperimen yang melibatkan dua kumpulan iaitu kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan. Kuasi eksperimen dilakukan bertujuan menunjukkan sebab dan akibat antara rawatan dan hasilnya (Eliopoulos et al., 2004). Rasional penggunaan reka bentuk kuasi eksperimen ini kerana sampel yang dipilih tidak melalui persampelan rawak tetapi sampel dipilih secara bertujuan. Pengagihan rawak tidak dapat dilakukan disebabkan faktor murid SBP yang telah ditetapkan oleh pihak sekolah berdasarkan kelayakan akademik murid. Hal ini berikutan kerana kumpulan murid yang terlibat dalam kajian ini telah dikelaskan mengikut sistem

pengelasan berdasarkan ketetapan pihak pengurusan sekolah (Chua, 2011). Faktor lain pula adalah kedudukan SBP yang hendak dikaji dalam lingkungan parameter tertentu di mana lokasi kerja lapangan telah diplotkan dalam satu negeri tertentu agar pengkaji dapat ke lokasi dengan lebih efisien memandangkan kedudukan geografi sekolah ini yang merata di sesuatu negeri. Oleh demikian, pelaksanaan dan pemantauan penerapan MKFBPR juga dapat dipastikan dilaksanakan secara tekal.

Seterusnya, dalam kajian ini reka bentuk ujian pra pasca kumpulan-kumpulan tidak seimbang (*non-equivalent groups pre-post-test design*) digunakan (Creswell & Creswell, 2017). Ia juga sesuai apabila subjek kajian tidak dapat diagihkan secara rawak disebabkan kumpulan-kumpulan tersebut telah ditetapkan sebelum kajian dijalankan (Chua, 2011). Dua kumpulan murid yang setiap satu kumpulan dari satu SBP dikelaskan kepada kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Seterusnya dua pemboleh ubah yang terlibat iaitu pemboleh ubah bersandar dan pemboleh ubah bebas. Pemboleh ubah yang bersandar dalam kajian ini ialah kreativiti saintifik, manakala pemboleh ubah bebas adalah kategori kumpulan murid itu sendiri iaitu murid kumpulan kawalan dan murid kumpulan rawatan.

Prosedur Kajian

Kajian ini dijalankan dalam tiga peringkat kajian iaitu:

i. Kajian Peringkat I: Kajian awalan.
ii. Kajian Peringkat II: Pembangunan MKFBPR berpandukan model ADDIE.
iii. Kajian Peringkat III: Fasa pengujian keberkesanan MKFBPR terhadap tahap kreativiti saintifik murid tingkatan 4 SBP.

Kajian ini mempunyai prosedur yang telah ditetapkan bagi memastikan bahawa penyelidikan ini dapat dilaksanakan dengan cara yang sistematik dan strategik.

Kajian Peringkat I: Kajian Awalan

Kajian Peringkat I iaitu kajian awalan telah dijalankan bertujuan untuk mengenal pasti kesahan dan kebolehpercayaan instrumen untuk mengukur tahap kreativiti saintifik murid. Kebenaran menjalankan kajian juga diperoleh daripada pihak Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP) dan Bahagian Pengurusan Sekolah Berasrama Penuh dan Sekolah Kecemerlangan (BPSBPSK) Kementerian Pendidikan.

Kajian Peringkat II: Pembangunan MKFBPR

Pembangunan MKFBPR adalah berpandukan model ADDIE (Branch, 2009). Model reka bentuk ADDIE dipilih kerana fasa-fasa dalam model ADDIE disusun secara jelas serta teratur dan mempunyai kelebihan yang tersendiri seterusnya dapat menghasilkan MKFBPR yang bersistematik. Prosedur kajian diringkaskan seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1. Carta Prosedur Kajian Peringkat II

Fasa	Model ADDIE	Aktiviti

1	**Fasa Analisis**	• Murid
		  o Pengetahuan sedia ada murid berkenaan tajuk daya dan gerakan
		• Persekitaran pembelajaran
		  o Amalan penggalakan kreativiti di kelas
		  o Elemen pembelajaran berasaskan projek
		  o Kepakaran guru
		  o Bantuan peralatan pembelajaran
		• Kandungan pelajaran
		  o Isi Kandungan
		  o Objektif Pembelajaran
		• Penentuan tingkah laku
		  o Sikap murid terhadap sains
		  o Kefahaman Konseptual Daya dan Gerakan
		  o Tahap kreativiti saintifik

2	**Fasa RekaBentuk**	• Pembentukan Objektif • Pembinaan Item • Pemilihan Strategi Pengajaran
3	**Fasa Pembangunan**	• Pembinaan Carta Alir • Pembinaan Prototaip MKFBPR • Penghasilan MKFBPR
4	**Fasa Pelaksanaan**	• Kesahan dan Kebolehpercayaan • Kajian Rintis 1 • Kajian Rintis 2
5	**Fasa Penilaian**	• Penilaian Kesahan dan Kebolehpercayaan MKFBPR

Reka bentuk MKFBPR adalah berasaskan Model Kreativiti Terarah (Plesk, 1997) dan Pembelajaran Berasaskan Projek (Krajcik et al., 1994). Menurut Newton dan Newton (2009) serta Kind dan Kind (2007), imaginasi adalah salah satu elemen dalam pembentukan idea, manakala kreativiti dalam pendidikan kimia merujuk kepada penggalakan serta pengukuhan imaginasi dalam fizik. Sehubungan itu, Model Kreativiti Terarah dipilih kerana model proses kreatif ini memberi fokus yang seimbang dari sudut imaginasi dan analisis seperti yang dinyatakan. Selain itu, Model Kreativiti Terarah ini turut menekankan bahawa penjanaan idea kreatif ini adalah dikawal oleh seseorang itu sendiri dan kreativiti adalah hak semua individu dan bukan hanya untuk golongan istimewa sahaja (Plesk, 1997). Hal ini membolehkan ruang dan peluang dibuka kepada semua individu untuk merasai pengalaman menjalani aktiviti kreatif dan bukan terhad kepada golongan tertentu sahaja.

Di samping itu, pembelajaran berasaskan projek merupakan satu kaedah pembelajaran aktif yang menggalakkan murid menjalankan penyiasatan melalui soalan-soalan berpandu. Dalam usaha untuk mencari jawapan kepada soalan-soalan, murid bekerjasama antara satu sama lain, membangunkan artifak dan menggunakan alat-alat teknologi. Menurut Krajcik et al. (1994), terdapat lima ciri Pembelajaran berasaskan Projek seperti berikut:

i. Soalan-soalan Berpandu
   Soalan-soalan berpandu bertujuan memperjelaskan kesamaran yang wujud mungkin disebabkan murid tidak dapat membuat perkaitan perkara yang dipelajari dalam kelas dengan apa yang sebenarnya berlaku di alam nyata. Oleh itu terdapat tiga ciri asas dalam mengemukakan soalan-soalan yang berpandu. Pertama, penyoalan haruslah dalam ruang lingkup kerangka konsep kurikulum perkara yang berkaitan. Kedua penyoalan perlulah berasaskan masalah sebenar agar ia dapat memberi makna kepada murid. Ketiga, soalan-soalan yang dikemukakan seharusnya dapat diselesaikan oleh murid berdasarkan pengetahuan asas sedia ada bagi menyelesaikan masalah tersebut.
ii. Penyiasatan
   Setiap aktiviti penyiasatan memerlukan penglibatan murid secara aktif yang menggunakan proses kognitif yang mendalam untuk memahami idea sains yang kompleks. Penyiasatan bukanlah kegiatan aktiviti biasa, ianya perlu melibatkan kerja sains yang sebenar. Penyiasatan yang sebenar memerlukan murid merancang,

mereka bentuk, mengumpul, menganalisis data dan akhirnya membuat kesimpulan dari data tersebut pada situasi dunia sebenar. Penyiasatan bukanlah kaedah "cookbook" iaitu dengan melakukan segala langkah-langkah penyiasatan yang ditetapkan dalam buku amali sains bukanlah penyiasatan sebenar (authentic investigations).

iii. Menghasilkan Artifak
Dalam usaha memahami idea yang kompleks dalam bidang sains, murid perlu berpengetahuan dan berkemahiran menggunakan pengetahuan sedia ada.

iv. Kolaborasi
Kolaborasi adalah proses penglibatan beberapa orang atau kelompok untuk saling bekerjasama untuk mencapai hasil yang diinginkan. Maka, dalam aktiviti PBP di dalam kelas guru perlu menyusun atur murid untuk membentuk ahli kumpulan yang bersesuaian agar mereka boleh bekerjasama dengan baik bagi menyiapkan tugasan. Bekerja dalam kumpulan yang bersesuaian mampu menggalakkan mereka berkolaborasi.

v. Menggunakan Peralatan Teknologi
Peralatan teknologi merupakan komponen penting dalam pembelajaran berasaskan projek untuk membolehkan penyiasatan sebenar melalui praktikal dalam menyokong kefahaman yang mendalam.

Seterusnya, bagi memastikan MKFBPR sesuai digunakan dalam kajian ini, ujian beta telah dijalankan selama 8 minggu melibatkan seorang guru dan 30 orang murid. Penambahbaikan telah dilakukan terhadap MKFBPR bagi memastikan penggunaannya dapat menjawab persoalan kajian ini.

Kajian Peringkat III: Pengujian Keberkesanan MKFBPR

Pada peringkat ini, kajian sebenar dijalankan bertujuan untuk mengenal pasti keberkesanan MKFBPR terhadap tahap kreativiti saintifik murid tingkatan 4 SBP. Pelaksanaan Kajian Peringkat III adalah seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2. Pelaksanaan Kajian Peringkat III

Minggu	Aktiviti / Objektif Pembelajaran (OP)	Kumpulan Murid		Tempoh
		Kawalan	Rawatan	
1	Kursus Orientasi Peralatan Robotik	Tiada	Pengenalan dan pemasangan peralatan robotik	2 jam
			Penggunaan perisian EV3 serta pengaturcaraan robot	2 jam
2	Ujian Pra Kreativiti Saintifik (KS)			2 jam
3	OP: 1 2.1 Menganalisis Gerakan Linear	Tiada	Pembelajaran dalam kelas	1 jam
			Menggunakan MKFBPR (Sesi 1) (Aktiviti kelab robotik)	2 jam
4	OP: 2 2.3 Memahami Inersia	Tiada	Pembelajaran dalam kelas	1 jam
			Menggunakan MKFBPR (Sesi 2) (Aktiviti kelab robotik)	2 jam
5	OP: 3 2.4 Menganalisis Momentum	Tiada	Pembelajaran dalam kelas	1 jam
			Menggunakan MKFBPR (Sesi 3) (Aktiviti kelab robotik)	2 jam
6	OP: 4 2.6 Menganalisis Impuls dan Daya Impuls	Tiada	Pembelajaran dalam kelas	1 jam
			Menggunakan MKFBPR (Sesi 4) (Aktiviti kelab robotik)	2 jam
7	Projek Robotik	Tiada	Pelaksanaan Projek Robotik	2 jam
8	Ujian Pasca Kreativiti Saintifik (KS)			2 jam

Pada minggu pertama, kursus orientasi pengenalan dan pemasangan peralatan Robotik ini diberikan kepada murid kumpulan rawatan sahaja. Kursus ini bertujuan memberi panduan serta persediaan mempelajari secara asas nama dan fungsi komponen robot, kaedah pemasangan robot dan penggunaan perisian EV3 serta pengaturcaraan robot. Seterusnya pada minggu kedua, pengkaji melaksanakan Ujian Pra KS kepada kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan. Mulai minggu ketiga hingga minggu keenam, murid dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan mempelajari tajuk daya dan gerakan dalam kelas seperti biasa termasuklah aktiviti amali dalam makmal. Guru yang mengajar kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan ini menggunakan rancangan pengajaran yang sama, hal ini bertujuan agar proses PdPc ini adalah faktor yang dimalarkan. Proses PdPc ini berlangsung semasa waktu pembelajaran rasmi. Manakala bagi kumpulan rawatan, murid ini akan terlibat dengan aktiviti kelab robotik yang menggunakan MKFBPR dan dilakukan pada masa aktiviti kokurikulum iaitu di luar waktu PdPc rasmi. Pada minggu ketujuh kumpulan kawalan melaksanakan projek robotik untuk menyelesaikan masalah yang diberikan dengan menggunakan peralatan robotik dalam kumpulan dan akhirnya, pada minggu kelapan, Ujian Pasca KS diberikan kepada kumpulan kawalan sahaja, manakala kumpulan rawatan meneruskan dengan menyiapkan projek selama dua minggu iaitu pada minggu ketujuh dan minggu kelapan. Akhirnya pada perjumpaan pada minggu kelapan, kumpulan rawatan diberikan Ujian Pasca KS.

Persampelan Kajian

Menurut Cresswell (2014), bagi membolehkan fenomena yang hendak dikaji dapat difahami dengan baik, pemilihan sampel kajian seharusnya lebih cenderung dijalankan terhadap individu yang mempunyai perkaitan dengan fenomena yang hendak dikaji. Kaedah pemilihan sampel ini dikenali sebagai persampelan bertujuan. Oleh yang demikian, dalam konteks kajian ini, persampelan bertujuan dijalankan dengan tujuan untuk memilih murid SBP. SBP dipilih adalah berdasarkan empat faktor utama iaitu (i) infrastruktur seperti makmal untuk menjalankan kajian, (ii) keberadaan murid di asrama untuk menjalankan aktiviti dalam kelab robotik, (iii) peralatan robotik serta (iv) murid yang belajar mata pelajaran fizik. Selain itu, murid di SBP ini juga tidak terdedah kepada tuisyen luar yang boleh mengganggu kajian yang dijalankan, perkara ini selalunya dikaitkan dengan ancaman luar yang harus dikawal semasa menjalankan kajian. Oleh yang demikian, diharapkan latar belakang akademik murid dalam kajian ini adalah homogen merentas jantina dan kognitifnya. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Piaget (1964) yang menyatakan bahawa apabila manusia secara genetik sama dan mempunyai pengalaman yang hampir sama, mereka diharapkan untuk bersungguh-sungguh memperlihatkan keseragaman dalam perkembangan kognitif mereka.

Sekolah yang terlibat dalam kajian ini dipilih menggunakan kaedah persampelan bertujuan. Dua ciri utama yang diberi penekanan semasa pemilihan sekolah tersebut adalah: (i) SBP dan (ii) terdapat murid yang menyertai kelab robotik di sekolah tersebut. Semasa pemilihan sekolah dilakukan, hasil analisis mendapati terdapat beberapa buah sekolah yang menepati ciri yang ditetapkan dan berpotensi untuk dijalankan kajian. Namun dengan batasan faktor luar kawalan iaitu kesediaan sekolah untuk membenarkan kajian dilaksanakan, lokasi, masa untuk menjalankan kajian serta kemudahan dan pengurusan kajian (Creswell & Creswell, 2017; Chua, 2011), kesediaan sekolah untuk membenarkan kajian dilaksanakan dijadikan sebagai pertimbangan utama dan lokasi sekolah sebagai pertimbangan kedua. Jadual 3 menunjukkan SBP dan lokasi kajian bagi pengumpulan data berdasarkan peringkat kajian.

Jadual 3. Peringkat Kajian dan Lokasi Sekolah yang terlibat

Peringkat Kajian	Lokasi Kajian	Sekolah	Kumpulan
Kesahan Instrumen Kajian Rintis Kajian Peringkat I, II & III	Batu Pahat	SBP A	Kawalan
Kajian Peringkat III	Kota Tinggi	SBP B	Rawatan

Merujuk kepada Jadual 3, secara keseluruhannya, kajian ini melibatkan 2 buah sekolah SBP berlainan yang terletak di negeri Johor. SBP A telah terlibat bagi perlaksanaan kajian rintis dan Kajian Peringkat I iaitu kajian awalan. Manakala SBP B terlibat dalam Kajian Peringkat III iaitu kajian sebenar. Kriteria pemilihan dua buah SBP adalah berdasarkan tahap kesetaraan infrastruktur dan prasarana kemudahan penggunaan robotik pada sekolah tersebut selepas tinjauan awal di sekolah tersebut serta setelah mendapatkan kebenaran untuk menjalankan kajian daripada pihak pentadbiran. Selain itu, kesanggupan guru subjek dan kesesuaian makmal dari segi teknikal juga diambil kira. Kedua-dua

sekolah yang dipilih juga mempunyai kelab robotik. Justeru, berdasarkan empat faktor di atas (kelab, pengetua, guru dan makmal) SBP B dijadikan sebagai tempat kajian sebenar bagi Kumpulan Rawatan dan SBP A bagi Kumpulan Kawalan. Jadual 4 menunjukkan bilangan responden mengikut peringkat kajian.

Jadual 4. Bilangan Responden Mengikut Peringkat Kajian

Peringkat Kajian	Pengumpulan Data	SBP Terlibat	Responden	
			Guru	Murid
Kajian Peringkat I	Kajin Awalan Tahap Kreativiti Saintifik (KS)	SBP A	1	30
Kajian Peringkat II	Pembinaan Modul MKFBPR	SBP A	-	30
Kajian Peringkat III	Kesan MKFBPR terhadap TKS	SBP A	-	33
		SBP B	-	33

Instrumen Kajian

Ujian Tahap Kreativiti Saintifik

Ujian Tahap Kreativiti Saintifik adalah set soal selidik yang mengandungi 7 soalan terbuka yang digunakan bagi menilai tahap kreativiti saintifik murid. Instrumen ini adalah hasil adaptasi daripada *Scientific Creativity Structure Model* (SCSM) oleh Hu dan Adey (2002) serta disesuaikan mengikut Model Kreativiti Saintifik oleh Park (2012). Omar et al. (2017) turut menggunakan SCSM sebagai instrumen untuk menentukan tahap kreativiti murid. Ujian Kreativiti Fizik ini digunakan untuk menilai kreativiti murid berdasarkan tiga ciri pemikiran kreatif iaitu kefasihan, kelenturan dan keaslian semasa menyelesaikan permasalahan yang melibatkan mendefinisi secara operasi, mengawal pemboleh ubah dan membina hipotesis.

Kreativiti saintifik sangat berkait rapat dengan bidang ilmu sains kerana kreativiti saintifik merupakan satu proses yang dapat membentuk kemahiran kreatif umum, kemahiran berkaitan sains dan pengetahuan saintifik. Antara kajian kreativiti dalam bidang sains ialah oleh Hu dan Adey (2002) terhadap murid sekolah menengah yang umurnya antara 12-16 tahun. Kajian tersebut mendapati, dalam usaha menerapkan proses pemikiran saintifik kreativiti dan mereka mengemukakan 7 item yang untuk menerapkan kreativiti saintifik dalam kalangan murid dalam subjek sains di peringkat sekolah menengah. 7 item yang dicadangkan oleh Hu dan Adey (2002) telah diubahsuai bagi memastikan kesesuaian dengan pembelajaran Fizik. Berikut adalah 6 item yang diubahsuai dan 1 soalan untuk melaksanakan projek robotik bagi menerapkan pemikiran kreatif khususnya kreativiti saintifik bagi subjek fizik sekolah menengah yang dijalankan dalam aktiviti kokurikulum kelab robotik.

i. Nyatakan sebanyak mungkin kegunaan getah secara saintifik.
ii. Sekiranya anda boleh mencipta alat untuk mengesan halaju sesuatu objek, apakah ujikaji yang anda akan lakukan? Sila nyatakan sebanyak mungkin.
iii. Sila fikirkan dan nyatakan sebanyak mungkin penambahbaikan yang boleh dilakukan kepada kenderaan yang sedia ada agar ianya sama ada nampak lebih menarik, lebih bermanfaat dan lebih selamat. Sebagai contoh beg udara untuk mengurangkan hentakkan apabila berlaku perlanggaran.
iv. Andaikan dunia mempunyai separuh daripada nilai tarikan graviti sekarang, apa yang berlaku kepada aktiviti di dunia?
v. Sila berikan sebanyak mungkin kaedah yang boleh digunakan untuk memindahkan suatu objek berbentuk sfera dari satu tempat ke tempat yang lain.
vi. Terdapat dua jenis kereta yang mempunyai ciri-ciri yang berbeza, anda dikehendaki memilih sebuah kereta yang baik. Sila berikan sebanyak mungkin ciri-ciri sebuah kereta yang baik. Nyatakan prinsip, hipotesis dan prosedur yang anda lakukan untuk menguji ciri yang anda nyatakan tersebut?
vii. Sila bentuk kumpulan yang terdiri lima orang ahli daripada ahli kelab robotik untuk menyertai pertandingan berbentuk projek robotik. Misi setiap kumpulan adalah untuk membawa bekas yang mengandungi air dalam masa yang paling singkat dan jumlah air yang paling banyak. Kumpulan anda dikehendaki mereka bentuk

sebuah kenderaan asas dengan menggunakan set robotik LEGO yang berupaya melalui jalan yang tidak rata. Lukiskan satu gambar, labelkan dan nyatakan fungsi setiap bahagian.

Item 1 hingga 6 dijalankan secara berkumpulan dalam aktiviti kelab robotik, manakala item 7 dilakukan secara projek berkumpulan. Jadual 5 menunjukkan rubrik penskoran yang digunakan dalam instrumen Ujian Tahap Kreativiti Saintifik Fizik dalam kajian ini. Rubrik ini berpandukan Hu dan Adey (2002). Tahap kreativiti saintifik dinilai berdasarkan ciri-ciri pemikiran kreatif iaitu kefasihan, kelenturan dan keaslian berdasarkan jumlah skor yang dikumpulkan 21. Kefasihan merujuk kepada bilangan idea yang dapat dikemukakan oleh murid. Kelenturan pula adalah kebolehan murid untuk mengemukakan pelbagai kategori jawapan. Manakala keaslian merujuk kepada uniknya idea seseorang murid berbanding murid yang lain.

Jadual 5. Rubrik Penskoran Bagi Instrumen Ujian Tahap Kreativiti Saintifik Fizik

Elemen Kreativiti Saintifik	Skor
Kelancaran	1 markah bagi setiap idea
Keluwesan	2 markah bagi setiap kategori idea
Keluarbiasaan	1 markah bagi penggunaan pemikiran berbalik atau imaginasi
Koherens	1 markah bagi penggunaan pengetahuan saintifik yang sesuai
Sintesis	1 markah bagi setiap idea dalam setiap struktur lukisan
Simplifikasi	1 markah bagi setiap penggunaan graf, rajah atau jadual
Penaakulan berasaskan persamaan	2 markah bagi setiap analogi yang berasaskan persamaan
Membuat perhubungan berasaskan ketaksamaan	2 markah bagi gabungan dua ciri yang berbeza
Keaslian	10 markah jika kebarangkalian adalah 3% 5 markah jika kebarangkalian adalah 5% 2 markah jika kebarangkalian adalah 10%
Penghuraian	2 markah bagi penjelasan yang sesuai dan diterap seperti penggunaan contoh yang tepat
Nilai	2 markah bagi setiap idea yang membawa kebaikan pada kehidupan manusia

Kajian rintis bagi Ujian Tahap Kreativiti Saintifik telah dijalankan bagi menguji kesahan dan kebolehpercayaan Ujian Tahap Kreativiti Saintifik. Seramai 2 orang pakar telah terlibat dalam pengujian kesahan bahasa dan manakala tiga orang pakar terlibat dalam pengujian kesahan kandungan. Manakala 28 orang murid telah terlibat bagi menentukan kebolehpercayaan bagi Ujian Tahap Kreativiti Saintifik.

Dapatan Kajian

Keberkesanan MKFBPR terhadap Kreativiti Saintifik

Perbandingan Skor antara Ujian Pra dan Ujian Pasca Tahap Kreativiti Saintifik bagi Kumpulan Kawalan

Skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan kawalan diuji dengan ujian kenormalan bagi menentukan statistik inferensi yang hendak digunakan. Jadual 6 adalah keputusan ujian kenormalan bagi ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan kawalan.

Jadual 6. Ujian Kenormalan Ujian Pra dan Pasca Tahap Kreativiti Saintifik (TKS) bagi Kumpulan Kawalan

	Kumpulan	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Skor TKS	Pra_Kawalan_TKS	.943	33	**.081**
	Pasca_Kawalan_TKS	.952	33	**.155**

Ujian Shapiro-Wilk menunjukkan skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan kawalan bertabur secara normal dengan nilai signifikan melebihi tahap signifikan 0.05 ($p > 0.05$). Oleh itu, ujian statistik parametrik iaitu analisis ujian-t berpasangan digunakan bagi menguji perbandingan antara kedua-dua skor. Jadual 7

menunjukkan keputusan ujian-t berpasangan bagi skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan kawalan.

Jadual 7. Keputusan Ujian-t Berpasangan bagi Ujian Pra dan Ujian Pasca Pasca Tahap Kreativiti Saintifik bagi Kumpulan Kawalan

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Ujian Pra Kawalan - Ujian Pasca Kawalan	-15.303	5.071	.883	-17.101	-13.505	-17.335	32	**.000**

Berdasarkan data pada Jadual 7, Ujian-t berpasangan tersebut menunjukkan terdapat peningkatan sebanyak 15.303 bagi min ujian pasca berbanding min ujian pra, dengan sisihan piawai 5.071. Jadual 7 juga menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan kawalan ($t = -17.335$, $p < 0.05$).

Perbandingan Skor antara Ujian Pra dan Ujian Pasca Pasca Tahap Kreativiti Saintifik bagi Kumpulan Rawatan

Skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan rawatan diuji dengan ujian kenormalan bagi menentukan statistik inferensi yang hendak digunakan. Jadual 8 adalah keputusan ujian kenormalan bagi ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan rawatan.

Jadual 8. Ujian Kenormalan Ujian Pra dan Pasca Pasca Tahap Kreativiti Saintifik (TKS) bagi Kumpulan Rawatan

	Kumpulan	**Shapiro-Wilk**		
		Statistic	**df**	**Sig.**
Skor TKS	Pra_Rawatan_TKS	.953	33	**.161**
	Pasca_Rawatan_TKS	.957	33	**.217**

Ujian Shapiro-Wilk menunjukkan skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan rawatan bertabur secara normal dengan nilai signifikan melebihi tahap signifikan 0.05 ($p > 0.05$). Oleh itu, ujian statistik parametrik iaitu analisis ujian-t berpasangan digunakan bagi menguji perbandingan antara kedua-dua skor. Jadual 9 menunjukkan keputusan ujian-t berpasangan bagi skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan rawatan.

Jadual 9. Keputusan Ujian-t Berpasangan bagi Ujian Pra dan Ujian Pasca Pasca Tahap Kreativiti Saintifik bagi Kumpulan Rawatan

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Ujian Pra Rawatan - Ujian Pasca Rawatan	-39.606	16.302	2.838	-45.386	-33.826	-13.957	32	**.000**

Berdasarkan data pada Jadual 9, Ujian-t berpasangan tersebut menunjukkan terdapat peningkatan sebanyak 39.606 bagi min ujian pasca berbanding min ujian pra, dengan sisihan piawai 16.302. Peningkatan bagi kumpulan rawatan juga lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan (rujuk Jadual 11). Jadual 9 juga menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara skor ujian pra dan ujian pasca tahap kreativiti saintifik bagi kumpulan rawatan ($t = -13.957$, $p < 0.05$). Hal ini menunjukkan bahawa MKFBPR membantu dalam meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid Tingkatan 4 SBP.

Perbincangan

Kajian terdahulu menyatakan beberapa perkara perlu diberi perhatian dalam menggalakkan kreativiti murid, antaranya pendedahan murid kepada proses kreatif, aktiviti tersusun dan berkesan, murid harus diberi seberapa luas ruang dan peluang untuk berkreativiti. Pendedahan murid kepada proses kreatif telah terbukti mampu memupuk tahap penguasaan kreativiti murid (Zimmerman, 2006; Lou et al., 2012). Oleh yang demikian, bagi mencapai tujuan menggalakkan penguasaan kreativiti dalam kalangan murid, maka peluang haruslah diberi kepada murid untuk mengalami sendiri bagaimana proses kreatif berlaku. Selain pendedahan kepada proses kreatif, murid juga perlu diberi peluang untuk menjadi imaginatif dan kreatif secara sistematik melalui aktiviti yang tersusun dan berkesan (Park, 2012). Menurut Abdoolatiff dan Narod (2009), murid seharusnya diberikan peluang dan ruang untuk memahami konsep fizik berasaskan tiga aras perwakilan di dalam bilik darjah, maka penyelidik telah mengambil inisiatif untuk membantu murid mengatasi kesukaran ini dengan menerapkan penggunaan panduan melalui link video bagi memberi peluang kepada murid untuk mempelajari lebih jauh tanpa had yang mampu diberikan oleh seorang guru dalam kelas.

Di samping itu, dapatan kajian terdahulu mendapati tahap kreativiti murid di sekolah masih rendah (Usta & Akkanat, 2015; Astutik & Mahardika, 2020) termasuklah murid di SBP sebagaimana kajian oleh Omar et al. (2017). Hal ini berlaku antara lain adalah disebabkan kurang penerapan khusus untuk menyelesaikan masalah tersebut ditambah lagi dengan kurangnya keupayaan para guru untuk menerapkan kreativiti kepada murid. Hal ini penting kerana kajian mengatakan kreativiti perlu diajar secara langsung atau proses kreatif kepada murid dengan kaedah tersusun dan berkesan serta murid harus diberi peluang untuk berkreativiti Zimmerman (2006) dan Lou et al. (2012). Berdasarkan analisis data, penggunaan MKFBPR berkesan dalam meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid. Secara umumnya dapatan ini selari dengan kajian terdahulu yang membuktikan bahawa kreativiti murid mampu dipupuk dengan menggunakan kaedah yang tepat (Omar et al., 2017).

Kesimpulan

Dalam kajian ini, model kreativiti terarah digabungjalin dengan pembelajaran berasaskan projek untuk merealisasikan matlamat menggalakkan tahap kreativiti dalam kalangan murid. Modul ini telah disusun secara terperinci dengan berasaskan Model Kreativiti Terarah dan disesuaikan dengan pembelajaran berasaskan projek. Keistimewaan Model Kreativiti Fizik ini adalah pendedahan murid kepada proses kreatif, aktiviti tersusun dan berkesan, murid harus diberi seberapa luas ruang dan peluang untuk berkreativiti. Setiap murid harus terlibat secara langsung dan secara sedar mengenai matlamat setiap fasa dalam model kreativiti terarah. Aktiviti yang tersusun dan berkesan harus dilaksanakan, antaranya adalah aktiviti tersebut perlu selari dengan Huraian Sukatan Pembelajaran sebagaimana yang telah ditentukan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum. Seterusnya setiap murid diberi ruang dan peluang untuk mengekplorasi pembelajaran secara fleksibel dengan merasai pengalaman menjalani proses kreatif bagi membantu mereka meningkatkan kreativiti. Berdasarkan dapatan kajian, didapati bahawa penggunaan MKFBPR telah menunjukkan kesan positif terhadap kreativiti saintifik. Penggunaan MKFBPR ini secara tidak langsung menyemai kefahaman bahawa dalam menyelesaikan sesuatu masalah akan sentiasa ada pilihan baharu yang masih belum diamalkan oleh mana-mana pihak. Justeru dengan penggunaan modul ini akan memberi peluang kepada murid untuk mengasah ciri-ciri pemikiran kreatif mereka khususnya dari aspek kefasihan, kelenturan dan keaslian. Di samping itu, pelaksanaan projek robotik dalam aktiviti kokurikulum semasa pelaksanaan modul ini akan memberi ruang kepada murid untuk merasai pengalaman belajar yang melibatkan kemahiran proses kreatif dan bukan hanya berfokus semata-mata untuk pembinaan pengetahuan. Aktiviti-aktiviti pembelajaran yang disusun dalam Modul dapat menggalakkan penglibatan murid secara aktif dalam kumpulan yang mana akan meningkatkan juga kemahiran insaniah seperti kemahiran berkomunikasi, kemahiran menyelesaikan masalah. Kemahiran sebegini amat diperlukan oleh seorang murid dalam mendepani abad ke-21, khususnya dalam mempersiapkan diri dan ke alam kerjaya yang lebih mencabar. Selain itu, penggunaan MKFBPR ini boleh mempertingkatkan kesedaran guru dan murid terhadap kepentingan

menggunakan strategi PdPc yang sesuai (penggabungjalinan dan penyepaduan Model Kreativiti Terarah dan pembelajaran berasaskan projek) dalam membantu meningkatkan kreativiti murid.

Cadangan Kajian Lanjutan

Bagi tujuan kajian lanjutan, kajian boleh melibatkan sampel yang lebih besar. Melalui kajian tersebut, kesan pembelajaran menerusi MKFBPR kepada murid dengan pencapaian akademik yang berbeza dapat dikenal pasti. Sekiranya kajian menunjukkan terdapat perkembangan serta peningkatan tahap kreativiti saintifik secara signifikan, maka ia memperkukuh dapatan kajian ini dan seterunya satu generalisasi terhadap kesan strategi pembelajaran ini dapat dilakukan. Kajian lanjutan juga boleh dijalankan bagi meningkatkan tahap kreativiti saintifik menggunakan strategi pembelajaran yang digunakan dalam MKFBPR ke dalam mata pelajaran ataupun topik-topik yang lain contohnya seperti tajuk kegravitian. Selain itu, kajian tersebut juga seharunya penambahbaikan strategi pembelajaran yang telah dibangunkan dalam kajian ini dan memperkukuh kesan yang diperoleh. Selain itu, instrumen tahap kreativiti saintifik yang digunakan di dalam kajian ini adalah adaptasi dan hanya melibatkan lima elemen pembelajaran berasaskan projek. Kajian lanjutan boleh dijalankan dengan kesemua komponen Pembelajaran Berasaskan Projek, sebagai satu usaha untuk menyediakan instrumen kreativiti saintifik yang mengikut domain spesifik. Melalui kajian tersebut, penambahbaikan instrumen tersebut akan dapat mengkaji serta memperkukuh penguasaan murid kepada kreativiti.

References

Abdoolatiff, S., & Narod, F. B. (2009). Investigating the effectiveness of computer simulations in the teaching of "Atomic Structure and Bonding". *In Chemistry education in the ICT age* (pp. 85-100). Springer, Dordrecht.

Affandi, H. M. (2009). *Ketekunan, kreativiti dan inovasi di kalangan pelajar UTHM* (Doctoral dissertation, Universiti Teknologi Malaysia).

Ahyanuddin. A. (2012). *Pembinaan ujian diagnostik objektif dan kupasan jawapan bagi mengesan kesalahan pelajar dalam "Graf Gerakan Linear"*. Tesis Sarjana, Universiti Teknologi Malaysia.

Alsahou, H. (2015). *Teachers' Belief about Creativity and Practices for Fostering Creativity in Science Classrooms in the State of the Kuwait*. Tesis Doktor Falsafah. University of Exeter.

Aris, N. F., Samsudin, M. A., & Ishak, N. A. (2021). Peningkatan Kreativiti Saintifik Murid: Intervensi Pembelajaran Integrasi STEM Berkontekskan Sains Forensik. *Malaysian Journal of Education*, *46*.

Arkin, R. C., & Arkin, R. C. (1998). *Behavior-based robotics*. MIT press.

Arshad, M. Y. B., & Salam, S. N. A. B. A. (2010). Tahap Kreativiti Pelajar Program Pendidikan Sains Sosial Dan Kemahiran Hidup, Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia. *Jurnal Teknologi*, 1-5.

Astutik, S., & Mahardika, I. K. (2020, February). HOTS student worksheet to identification of scientific creativity skill, critical thinking skill and creative thinking skill in physics learning. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1465, No. 1, p. 012075). IOP Publishing.

Astutik, S., & Prahani, B. K. (2018). Developing Teaching Material for Physics Based on Collaborative Creativity Learning (CCL) Model to Improve Scientific Creativity of Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, *8*(2), 91. https://doi.org/10.26740/jpfa.v8n2.p91-105

Branch, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722). Springer Science & Business Media.

Burt, J. (2004). Impact of Active Learning on Performance and Motivation in Female Emirati Students. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 1, 1–15.

Castledine, A.-R., & Chalmers, C. (2011). LEGO Robotics: An Authentic Problem Solving Tool? *Design and Technology Education*, 16(3), 19–27. http://sbiproxy.uqac.ca/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ960118&login.asp&lang=fr&site=ehost-live

Chang, Y. Y., & Chen, M. H. (2020). Creative entrepreneurs' creativity, opportunity recognition, and career success: Is resource availability a double-edged sword? *European Management Journal*, *38*(5), 750-762.

Chua, Y. P. (2011). *Kaedah penyelidikan (Vol. 1)*. McGraw Hill (Malaysia) Sdn Bhd.

Church, W., Ford, T., & Perova, N. (2009). *Physics with Robotics: An NXT and RCX Activity Guide for Secondary and College Physics*. College House Enterprises, LLC.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Crowder, R. M., & Zauner, K. P. (2013). A project-based biologically-inspired robotics module. *IEEE Transactions on Education*, 56, 82–87.

Daud, A. M., Omar, J., Turiman, P., & Osman, K. (2012). Creativity in Science Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *59*, 467–474. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.302

Dewantara, D., Mahtari, S., Nur, M., Yuanita, L., & Sunarti, T. (2020). The Correlation of Scientific Knowledge-Science Process Skills and Scientific Creativity in Creative Responsibility Based Learning. International Journal of Instruction, 13(3), 307-316.

Eliopoulos, G. M., Harris, A. D., Bradham, D. D., Baumgarten, M., Zuckerman, I. H., Fink, J. C., & Perencevich, E. N. (2004). The use and interpretation of quasi-experimental studies in infectious diseases. *Clinical infectious diseases*, 38(11), 1586-1591.

Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). The Global Creativity Index 2015. In *Martin Prosperity Institute*. http://martinprosperity.org/media/Global-Creativity-Index-2015.pdf

Gardner, H. (2005). *Five Minds for The Future*. Harvard Business School Press.

Goh, H., & Ali, B. (2014). Robotics as a tool to stem learning. *International Journal for Innovation Education and Research*, 2(1999), 66–78.

Halim, A. D., Wong, W. Y., Phang, F. A., Ali, M. B., Samah, N. A., Ismail, A. K., & Rahman, N. F. A. (2018). Comparing Multi Modal Representations of Latent Heat Concepts Among Physics Teachers. *Advanced Science Letters*, 24(1), 15-17.

Hanri, C., & Arshad, M. Y. (2013). Ke arah pendidikan yang lebih berkualiti: Pengamalan pengajaran guru kimia dalam menggalakkan kreativiti. *In Prosiding 2nd International Seminar on Quality and Affordable Education*.

Hassan, N. L.. (2014). *Kajian keberkesanan prinsip momentum - Impuls bagi mata pelajaran fizik*. Tesis Sarjana, Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Hoellwarth, C., & Moelter, M. J. (2011). The implications of a robust curriculum in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 79(5), 540.

Holmes, L. M. (2012). *The Effects of Project Based Learning on 21st Century Skills and No Child Left Behind Accountablity Standards*. University of Florida.

Hong, M., & Kang, N. (2009). South Korean and the Us secondary school science teachers' conceptions of creativity and teaching for creativity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *8*, 821–843.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 389–403.

Ibrahim, H. (2020). *Peranan Robotik Dalam Meningkatkan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Dan Kemahiran Proses Sains Bersepadu Pelajar*. Universiti Teknologi Malaysia.

Ibrahim, H., Ali, M. B., Phang, F. A., & Abdullah, N. A. S. (2014). Robotik dalam Pendidikan di Malaysia. In *1st International Education Postgraduate Seminar* (IEPS 2014) (pp. 1-11).

Jusoff, K., Rahman, B. H. A., Daud, K. A. M., & Ghani, N. A. A. (2010). Motivating Students Using Project Based Learning (PjBL) via e-SOLMS Technology. *World Applied Sciences Journal*, 8(9), 1086–1092.

Kind, P.M. and Kind, V. (2007) Creativity in science education: perspectives and challenges for developing school science. *Studies in science education*, 43 (1). pp. 1-37.

Koh, J. H. L., Herring, S. C., & Hew, K. F. (2010). Project-based learning and student knowledge construction during asynchronous online discussion. *The Internet and Higher Education* (Vol. 13, pp. 284–291).

KPM. (2018). *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Fizik Tingkatan 4 dan 5*. Putrajaya: Bahagian Pembangunan Kurikulum.

Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A Collaborative Model for Helping Middle Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483.

Lassig, C. (2021). Creativity talent development: fostering creativity in schools. *Handbook of Giftedness and Talent Development in the Asia-Pacific*, 1045-1069.

Liu, G., & Fang, N. (2016). Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 19–29.

Lou, S. J., Chung, C. C., Dzan, W. Y. dan Shih, R. C. (2012). Construction of a Creative Instructional Design Model Using Blended, Project Based Learning for College Students. *Creative Education*, *3*(7), 1281–1290

Martin, F. G. (2000). *Robotic Explorations: An introduction to engineering through design*. Pearson.

Mataric, M. J. (2007). *The robotics primer*. MIT press.

Miao, R., & Cao, Y. (2019). High-performance work system, work well-being, and employee creativity: Cross-level moderating role of transformational leadership. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(9), 1–24. https://doi.org/10.3390/ijerph16091640

Mohtar, L & Halim, L. (2015). Konstruk Kreativiti Saintifik Bagi Kajian Dalam Pendidikan Fizik Sekolah Menengah: Satu Sorotan Literatur.

Montalto, V., Pier Sacco, M. S. (2022). Cultural, Creative, and Sustainable Cities: Assessing Progress and Measurement Perspectives, Sustainability. *European Commission, Joint Research Centre (JRC)*, *14*(7), 4246. https://doi.org/10.3390/su14074246

Moran, S., & Gardner, H. (2018). Hill, skill, and will: executive function from a multiple-intelligences perspective. In L. Meltzer (Ed.), Executive function in education: From theory to practice (pp. 25–56). The Guilford Press.

Mukhopadhyay, R. (2013). Measurement of Creativity in Physics - A Brief Review on Related Tools. IOSR *Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS),* 6(5), 45–50.

Muriithi, E. M., Odundo, P. A., Origa, J. O., & Gatumu, J. C. (2013). Project Method and Learner Achievement in Physics in Kenyan Secondary Schools. *International Journal of Education and Research*, 1(7), 1–12.

Newton, D. P., & Newton, L. D. (2009). Some student teachers' conceptions of creativity in school science. *Research in Science & Technological Education*, 27(1), 45-60.

Omar, S. S., Harun, J., Halim, N. D. A., Surif, J., & Muhammad, S. (2017). Investigating the level of scientific creativity of science students. *Advanced Science Letters*, 23(9), 8247-8250.

Othman, H. (2000). Kreativiti dalam penciptaan karya sastera. Dewan Bahasa dan Pustaka.

Park, J. (2012). Developing the format and samples of teaching materials for Scientific Creativity in the Ordinary Science Curriculum - including teachers' practice and reflection. *Journal of a Korean Association for Science Education*, *32*(3), 446–466.

Plesk, P. E. (1997). *Creativity, Innovation, and Quality*. Milwaukee, Wisconsin : ASQC Quality Press.

Plucker, J. A., Qian, M., & Schmalensee, S. L. (2014). Is what you see what you really get? Comparison of scoring techniques in the assessment of real-world divergent thinking. *Creativity Research Journal*, 26(2), 135-143.

Price, A., Rimington, R., Chew, M. T., & Demidenko, S. (2010). Project-based learning in robotics and electronics in undergraduate engineering program setting. *Proceedings - 5th IEEE International Symposium on Electronic Design, Test and Applications*, DELTA 2010, 188–193.

Rakbamrung, P., Thepnuan, P., & Nujenjit, N. (2015). Use of a System Thinking Learning Force and Motion Concept in Physics for Nurse Course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 126–134. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.068

Scolnic, J., & Swenson, J. (2014). *Teaching Creative Classroom Robotics through the Student Teacher Outreach Mentorship Program*. 135–143.

Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti. (2021). Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211

Smith, R. K. (2010). Journal of Teaching in International Business A Case Study in Project-Based Learning : An International Partnership A Case Study in Project-Based Learning : Journal of Teaching in International Business, October 2014, 37–41.Son, M. J. (2009). *A study of Korean students' creativity in science using structural equation modeling*. Tesis PhD: Universiti Arizona, Amerika Syarikat.

Sun, M., Wang, M., & Wegerif, R. (2020). Effects of divergent thinking training on students' scientific creativity: The impact of individual creative potential and domain knowledge. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100682.

Taylor, A. T., Berrueta, T. A., & Murphey, T. D. (2021). Active learning in robotics: A review of control principles. *Mechatronics*, *77*. https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2021.102576

Torrance, E. P. (1990). *The Torrence Tests of Creative Thinking: Norms-technical manual*.

Usta, E., & Akkanat, Ç. (2015). Investigating Scientific Creativity Level of Seventh Grade Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *191*, 1408–1415. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.643

Wearing, J. (2021). Attributes And Behaviors of Teachers Supporting Student Creativity In Secondary School. *Positive Leadership for Flourishing Schools*, 267.

Wolniak, R., & Grebski, M. E. (2018). Innovativeness and creativity of the workforce as factors stimulating economic growth in modern economies. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*.

Zeng, L., Proctor, R. W., & Salvendy, G. (2011). Can traditional divergent thinking tests be trusted in measuring and predicting real-world creativity?. *Creativity Research Journal*, 23(1), 24-37.

Zimmerman, E. (2006). It Takes Effort and Time to Achieve New Ways of Thinking: Creativity and Art Education. *The International Journal of Arts Education*, 3, 74–87.