

Keberkesanan Model Pengajaran R-STEM Berasaskan Projek dengan Penerapan Elemen Membina Hubungan Untuk Matematik Sekolah Rendah di Batu Pahat, Johor

Mohamad Nurizwan Jumiran¹, Salbihana Samsudin², Najati Jalil³ & Normah Karmani⁴

^{1,2,3,4}Institut Pendidikan Guru Kampus Tun Hussein Onn, Batu Pahat, Johor, Malaysia

Corresponding author: nurizwan@ipgm.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini menilai keberkesanan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek yang mengintegrasikan elemen membina hubungan (rapport) dalam pengajaran Matematik sekolah rendah. Elemen ini merangkumi dimensi kognitif, afektif dan tingkah laku yang tidak diberi penekanan seimbang dalam model sedia ada seperti Model 5E. Bagi mengisi jurang tersebut, Model 5E digabungkan dengan Model Gullapyan untuk menghasilkan pendekatan lebih holistik. Kajian kuasi eksperimen melibatkan 70 murid Tahun 5 di dua buah sekolah rendah di Batu Pahat, Johor. Instrumen kajian ialah ujian pra dan pasca yang disahkan oleh pakar, dengan analisis data menggunakan *paired sample t-test* dan *independent sample t-test*. Dapatan menunjukkan kumpulan rawatan mencapai skor signifikan lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan dengan nilai saiz kesan yang besar. Selain itu, penerapan elemen membina hubungan turut meningkatkan motivasi, kolaborasi dan keyakinan murid dalam penyelesaian masalah. Kesimpulannya, Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek berupaya memperkukuh pencapaian akademik serta menggalakkan penglibatan murid secara menyeluruh, sekali gus memberi implikasi penting kepada pembangunan profesionalisme guru, reka bentuk kurikulum dan pedagogi abad ke-21.

Kata kunci: Model pengajaran, keberkesanan, matematik, sekolah rendah.

1. Pengenalan

Pendidikan Literasi STEM ini telah diperkenalkan di Malaysia pada tahun 2014 yang selari dengan keperluan pendidikan pada zaman serba canggih dan serba pantas kini. Menurut Muhammad Abd Hadi (2015), pengintegrasian proses pengajaran dan pembelajaran STEM kini menjadi tumpuan KPM melalui kursus dan latihan kepada guru-guru bagi memastikan pengetahuan dan ilmu yang ingin diterapkan disampaikan sebaiknya. Guru merupakan individu terpenting dalam merealisasikan hasrat perubahan dalam transformasi pendidikan di negara ini. Ciri guru yang berkualiti ialah guru itu berjaya meneroka potensi dan kebolehan seseorang muridnya melalui pelbagai pendekatan pengajaran dan pembelajaran, mempelbagaikan bahan bantu mengajar yang bersesuaian dengan tajuk serta topik yang hendak diajar bagi melahirkan murid yang cemerlang dari segi akademik, kokurikulum, sahsiah dan spiritual, dapat menyelesaikan masalah secara kreatif dan kritis, celik teknologi dan mempunyai sifat kepemimpinan yang baik (Nasurdin, Norazlin & Siti Rahaimah, 2018). Guru yang berkualiti ini akan dapat merancang proses pengajaran dan pembelajaran secara kreatif dan inovatif bagi menghasilkan kaedah dan bahan pengajaran yang sangat menarik selaras dengan inisiatif Kementerian Pendidikan

Malaysia yang menekankan Pembelajaran Abad ke-21 (PAK21) ke arah menghasilkan murid yang berpengetahuan dan berkemahiran tinggi untuk berdaya saing di peringkat dunia (KPM, 2016)

Pembelajaran Abad Ke-21(PAK21) mengandungi elemen pemikiran kritis dan kemahiran penyelesaian masalah serta elemen kreativiti dan inovasi selaras dengan aspirasi transformasi pendidikan negara. Ini dapat mewujudkan proses pembelajaran yang lebih bermakna dan berpusatkan kepada murid dan dapat menyediakan murid selangkah ke hadapan bagi mendepani cabaran pendidikan pada masa hadapan. Aspirasi transformasi pendidikan di negara ini akan dapat dicapai dengan penyatuan usaha dari semua pihak bagi menzahirkan hasrat ke arah kecemerlangan sistem pendidikan di negara ini (KPM, 2016). Salah satu daripada inisiatif KPM untuk meningkatkan kualiti pendidikan STEM di Malaysia ialah mengukuhkan aspek pedagogi guru bagi menghasilkan guru yang berkualiti (KPM, 2016). Guru-guru yang berkualiti perlu menguasai kurikulum dan strategi pengajaran dalam proses pelaksanaan PAK21 bagi mengintegrasikan dalam STEM yang membolehkan murid belajar matematik berkaitan konteks dunia sebenar ke arah pembelajaran bermakna dan seterusnya dapat meningkatkan motivasi murid dalam pembelajaran matematik di sekolah (Lay Ah Nam & Kamisah, 2018).

Justeru, mata pelajaran Matematik di Malaysia pada abad ke-21 ini haruslah diintegrasikan dengan pengetahuan dan penerapan kemahiran abad ke-21 bagi memastikan murid dapat menguasai pengetahuan, kemahiran dan nilai murni yang positif bagi memenuhi keperluan bagi mendepani bidang pekerjaan dan persekitaran sosial abad ke-21 ini. Oleh itu, model pengajaran yang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran haruslah berteraskan kepada elemen PAK21 yang mengandungi elemen kolaboratif, komunikasi, kreativiti, pemikiran kritis dan nilai yang diintegrasikan dengan STEM yang lebih bersifat praktikal dan autentik. Antara pendekatan yang mengandungi elemen PAK21 adalah melalui Pembelajaran Berasaskan Projek (PBP) (KPM, 2016). PBP yang mengaplikasikan Elemen Model 5E iaitu *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration* dan *Evaluation* dapat diterapkan dalam model pengajaran bagi memenuhi keperluan tersebut seterusnya dapat menghasilkan proses pengajaran dan pembelajaran yang lebih berkesan (Siti Nabila, Muzirah Musa, Fainida Rahmat, Nurul Akmal, & Nor Azian, 2019).

Selain daripada Model 5E, Model Gullapyan juga akan diintegrasikan dalam model pengajaran R-STEM berasaskan projek ini bagi mengukuhkan model pengajaran yang dibangunkan. Model Gullapyan (2020) adalah model pengajaran yang dibangunkan oleh Gullapyan pada tahun 2020 yang mengandungi empat langkah utama iaitu, kenali diri murid, suasana bilik darjah, laksana strategi atau kaedah pengajaran dan penglibatan murid. Model ini memberi penekanan kepada keperluan elemen *rappor*t atau membina hubungan dalam tiga aspek utama iaitu aspek kognitif, tingkah laku dan afektif di dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Model ini juga mampu membantu murid dalam meningkatkan pencapaian kesan daripada membina hubungan atau *rappor*t yang baik wujud dalam persekitaran di bilik darjah (Gullapyan, 2020). Ini bertepatan dengan hasil dapatan kajian Norakusuma, Ahmad Fauzi dan Rohani (2016) yang menunjukkan elemen *rappor*t atau membina hubungan dapat meningkatkan pencapaian murid dalam akademik, emosi, sosial dan tingkah laku.

2. Pernyataan Masalah

Faktor kelemahan dalam membina hubungan atau *rappor*t dalam proses pengajaran dan pembelajaran juga perlu diambil perhatian. Ini kerana elemen membina hubungan atau *rappor*t adalah elemen yang sangat penting dalam proses pembelajaran untuk perkembangan kognitif, tingkah laku dan afektif murid

seterusnya meningkatkan pencapaian murid dalam Matematik (Bond, Buntins, Bedenlier, Zawacki-Richter & Kerre, 2020; Fredricks et al., 2016). Elemen membina hubungan atau *rappport* dalam proses pembelajaran Matematik yang diketengahkan dalam kajian ini adalah selari dengan kajian Eccles (2016) dan Wang, Fredricks, Ye, Hofkens dan Linn (2016) memberikan penumpuan kepada tiga aspek utama iaitu aspek kognitif, aspek tingkah laku dan aspek afektif. Manakala proses perancangan pengajaran STEM menggunakan Model 5E oleh Bybee (2009) pula hanya memberikan penumpuan kepada aspek kognitif sahaja. Justeru itu, Gullapyan (2020) telah mencadangkan satu garis panduan sebagai rujukan kepada guru dalam proses merancang dan melaksanakan pengajaran dan pembelajaran STEM bagi melihat kepentingan penerapan elemen membina hubungan atau *rappport* dalam tiga aspek utama iaitu kognitif, tingkah laku dan afektif seterusnya menarik minat murid dalam proses pembelajaran di bilik darjah.

Kajian-kajian lepas berkaitan elemen membina hubungan atau *rappport* lebih tertumpu kepada kesan pelaksanaannya kepada murid sahaja (Jaggar & Xu, 2016; Gray & DiLoreto, 2016). Kajian Jaggar dan Xu (2016), adalah berkaitan dengan pembangunan instrumen penilaian untuk melihat kepentingan elemen membina hubungan dalam kalangan murid terhadap pencapaian murid dalam pembelajaran secara dalam talian. Manakala menurut Gray dan DiLoreto (2016), konsep pengajaran dan pembelajaran yang menerapkan elemen membina hubungan atau *rappport* seperti mengenali latar belakang murid, mengetahui pengetahuan sedia ada murid, berkolaborasi, bekerjasama dan berkomunikasi dalam proses pembelajaran akan membawa kepada penglibatan yang lebih baik di dalam bilik darjah. Namun begitu menurut Norakusuma et al. (2016) dan Ahmad Fauzi, Aida Suraya, Rosnaini, Nur Raidah dan Tajularipin (2017) kebanyakan penyelidikan yang dilaksanakan mengenai elemen membina hubungan atau *rappport* hanya memberi penumpuan kepada sekolah menengah tetapi penyelidikan bagaimana proses pengajaran guru yang mengintegrasikan STEM yang menerapkan elemen membina hubungan mempengaruhi murid sekolah rendah masih belum meluas. Justeru jurang pendidikan yang ketara ini menuntut penyelidik untuk segera mengisi kelompongan tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang telah dinyatakan di atas berkaitan potensi elemen membina hubungan atau *rappport*, ini telah menjurus kepada keperluan untuk melakukan perubahan dalam sistem pendidikan di Malaysia dengan mengintegrasikan elemen membina hubungan dalam PdPc STEM dengan tujuan untuk menghasilkan individu atau pekerja yang berpengetahuan dalam bidang matematik yang akan memacu ke arah perkembangan ekonomi negara yang semakin pantas. Persoalannya adakah guru bersedia dari aspek pengetahuan dan kemahiran untuk menggalas tanggungjawab ini?

Memandangkan keperluan untuk mengintegrasikan elemen membina hubungan atau *rappport* dalam proses pengajaran dan pembelajaran STEM menjadi keutamaan, maka adalah penting untuk melihat perkembangan profesionalisme guru dalam merancang dan melaksanakannya. Chantell (2015) berhujah bahawa guru perlulah mempunyai ilmu pedagogi yang khusus untuk melaksanakan pengajaran dan pembelajaran STEM dan seterusnya menerapkan elemen membina hubungan atau *rappport* dalam proses merancang dan melaksanakan pengajaran di bilik darjah. Namun begitu dalam kajian yang dilaksanakan oleh Muhammad Abd Hadi (2015) mendapati amalan pedagogi abad ke-21 dan pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran STEM tidak tersebar luas kepada guru menyebabkan guru tidak mempunyai pengetahuan dalam perubahan pedagogi tersebut. Hal ini disebabkan oleh pendekatan konvensional yang memberi tumpuan kepada pengetahuan dan kemahiran mengajar serta kurang memberi tumpuan kepada amalan pedagogi abad ke-21 dan pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran STEM yang dapat melengkapi kompetensi guru untuk menerapkan elemen membina hubungan atau *rappport* (Bond et al., 2020).

Pelaksanaan proses pengajaran dan pembelajaran STEM memerlukan murid tersebut mengetahui dan mempunyai pengetahuan asas serta menguasai konsep asas untuk setiap cabang ilmu tersebut (Sithole et al., 2017). Kekurangan pengetahuan dan kemahiran asas mengira akan menyebabkan murid sukar untuk mempelajari matematik yang menggunakan pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Wachira Srikoom & Chatree Faikhamta, 2018). Pernyataan ini senada dengan dapatan kajian Nadelson dan Seifert (2017) yang menunjukkan pelaksanaan pendekatan STEM yang melibatkan masalah yang tidak berstruktur (penyelesaian masalah) yang mempunyai pelbagai cara penyelesaian memerlukan pengetahuan secara mendalam berkaitan semua cabang disiplin ilmu. Pembelajaran Berasaskan Projek (PBP) yang berkaitan dengan penyelesaian masalah adalah salah satu cabang pendekatan yang mengintegrasikan STEM di sekolah rendah (Mazura et al., 2019).

Apabila berdiskusi berkaitan PBP, ia secara langsung mempunyai hubungan yang amat kuat dengan pendekatan STEM (KPM, 2016). Seyedh, Ahmad Nurulazam, Mohd Ali dan Nader (2017) mendefinisikan PBP sebagai suatu pendekatan yang membawa murid kepada masalah sebenar dalam kehidupan seharian yang memerlukan pemikiran kritis, kreativiti, penglibatan murid secara aktif dan kolaborasi murid dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Pendekatan PBP juga memerlukan penerapan elemen membina hubungan dalam kalangan murid sewaktu proses pengajaran dan pembelajaran secara mendalam supaya murid dapat memberikan respon yang baik kepada isu dan masalah yang diajukan (Hamdi Serin, 2019). Namun begitu, kebanyakan guru tidak dapat melaksanakan pendekatan PBP dan menerapkan elemen membina hubungan kerana kurang kesedaran dan pengetahuan untuk mengimplementasikannya dalam elemen STEM, dan kemudahan infrastruktur yang sudah lama dan tidak mencukupi (Mazlini et al., 2018; Rosli, 2016). Pendekatan PBP yang menerapkan elemen membina hubungan perlulah dirancang secara teliti supaya dapat memenuhi aspek dan elemen STEM bagi membantu murid mempelajari kandungan pelajaran utama dan seterusnya mengamalkan kemahiran abad ke-21 (Seyedh et al., 2017; Nasir et al., 2017).

Penerapan kemahiran abad ke-21 melalui PBP yang bersandarkan Model 5E dapat membantu guru untuk membuat perancangan dan pelaksanaan dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Jiuhua et al., 2017). Elemen membina hubungan atau *rapport* yang terkandung dalam Model 5E hanya memberi tumpuan kepada aspek kognitif sahaja yang meliputi hubungan terhadap pengetahuan atau pengalaman sedia ada murid tersebut dikaitkan dengan pengalaman atau pengetahuan yang baharu diterima dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Model Gullapyan (2020) memberi penumpuan kepada elemen utama iaitu membina hubungan atau *rapport* dalam tiga aspek utama iaitu kognitif, tingkah laku dan afektif. Kekurangan elemen membina hubungan atau *rapport* dalam Model 5E yang hanya memberi penumpuan kepada aspek kognitif sahaja akan ditambah baik dengan Model Gullapyan yang akan memberikan penumpuan kepada aspek kognitif, tingkah laku dan afektif. Hasil pengintegrasian Model 5E dan Model Gullapyan ini dapat mengisi kelompongan yang terdapat dalam Modul Bahan Sumber STEM (BSTEM) Matematik Sekolah Rendah yang dikeluarkan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum pada tahun 2017 yang mana elemen membina hubungan atau *rapport* dititik beratkan dalam proses perancangan dan pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran tersebut. Justeru itu, satu pembangunan model pengajaran perlu dibangunkan untuk guru sekolah rendah untuk mata pelajaran Matematik bagi membantu guru membuat perancangan dan pelaksanaan untuk menghasilkan proses pengajaran yang lebih berkesan.

Walaupun pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran STEM yang menerapkan elemen membina hubungan atau *rapport* mempunyai impak yang positif kepada perkembangan murid, tetapi penyelidikan mengenai elemen ini banyak dilakukan di negara barat dan hanya beberapa kajian sahaja di Malaysia (Ahmad Fauzi et al., 2017). Justeru gambaran yang jelas bagaimana proses pengajaran dan

pembelajaran STEM yang menerapkan elemen membina hubungan dilaksanakan di sekolah rendah di Malaysia masih belum diketahui. Walaupun penyelidikan di barat agak meluas mengenai proses pengajaran dan pembelajaran STEM yang menerapkan elemen membina hubungan tetapi ia tidak dapat memberi pemahaman kepada warga pendidik di Malaysia tentang kemampuan proses pelaksanaannya yang berbeza dari konteks dan budaya mereka yang jauh berbeza dengan budaya rakyat di Malaysia. Selain itu, Norakusuma et al., (2016) dan Ahmad Fauzi et al., (2017) menegaskan keperluan pelaksanaan kajian pengajaran dan pembelajaran STEM yang menerapkan elemen membina hubungan dalam persekitaran sekolah rendah. Manakala Mazura et al., (2019) dan Gullapyan (2020) pula mencadangkan supaya kajian khusus untuk membangunkan satu model pengajaran untuk pengajaran dan pembelajaran STEM yang menerapkan elemen membina hubungan atau *rapport* mengikut standard pendidikan supaya menjadi garis panduan kepada guru untuk merancang dan melaksanakan dengan jelas. Melihat kepada keperluan yang telah dinyatakan di atas jelas menunjukkan bahawa pengkaji wajar untuk membangunkan model pengajaran R-STEM berasaskan projek untuk matematik sekolah rendah.

3. Objektif Kajian

Secara khususnya, objektif kajian ini:

1. Menilai keberkesanan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek untuk Matematik Sekolah Rendah terhadap pencapaian murid.

Berdasarkan objektif kajian, empat hipotesis dibentuk seperti yang berikut:

H₀ 1 : Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pra antara kumpulan menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek (kumpulan rawatan) dan kumpulan kaedah pengajaran konvensional (kumpulan kawalan).

H₀ 2 : Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian antara ujian pra dan pasca untuk kumpulan rawatan yang menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek.

H₀ 3 : Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian antara ujian pra dan pasca untuk kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah pengajaran konvensional.

H₀ 4 : Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pasca antara kumpulan menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek (kumpulan rawatan) dan kumpulan kaedah pengajaran konvensional (kumpulan kawalan).

4. Metodologi

Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah kuasi eksperimen. Kaedah kuasi eksperimen dijalankan untuk mendapatkan data-data yang berkaitan dengan ujian pra dan pasca bagi melibat pencapaian matematik murid dikumpulkan untuk melihat keberkesanan penggunaan model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang menerapkan elemen membina hubungan dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematik sekolah rendah. Sampel kajian bagi kaedah kuasi eksperimen ini adalah terdiri daripada 70 orang murid tahun 5 di dua buah sekolah rendah di daerah Batu Pahat, Johor yang dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Bilangan peserta kajian ini bertepatan dengan saiz sampel yang digalakkan iaitu melebihi 30 orang bagi kedua-dua kumpulan (Mohd Majid Konting, 2000).

Sebelum kajian sebenar dijalankan ke atas sampel, instrumen soalan ujian pra dan pasca terlebih dahulu melalui proses pengesahan oleh 5 orang panel pakar yang terdiri daripada Bidang Bahasa, Bidang Pendidikan Matematik dan Bidang Psikologi Pendidikan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Senarai Pakar Pengesahan Instrumen

Bidang	Bilangan
Bahasa	1 orang
Pendidikan Matematik	2 orang
Psikologi Pendidikan	2 orang
Jumlah	5 orang

Selepas instrumen kajian melepasi semua proses validasi, instrumen yang dibangunkan dalam kajian ini telah ditadbir dan dapatan dianalisis berdasarkan kepada persoalan kajian seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Analisis data yang digunakan dalam kajian

Persoalan Kajian	Instrumen	Analisis Data
i.. Adakah terdapat perbezaan min signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pra dan pasca bagi kumpulan rawatan yang menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek dengan kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah konvensional?	Ujian Pra dan Pasca	paired-sample-t-test independent-sample-t-test

5. Dapatan Kajian

Keberkesanan Model Pengajaran R-STEM Berasaskan Projek Untuk Matematik Sekolah Rendah Terhadap Pencapaian Murid

Hipotesis Kajian

$H_0 1$: Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pra antara kumpulan menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek (kumpulan rawatan) dan kumpulan kaedah pengajaran konvensional (kumpulan kawalan).

$H_0 2$: Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian antara ujian pra dan pasca untuk kumpulan rawatan yang menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek.

$H_0 3$: Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian antara ujian pra dan pasca untuk kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah pengajaran konvensional.

$H_0 4$: Tidak terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pasca antara kumpulan menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek (kumpulan rawatan) dan kumpulan kaedah pengajaran konvensional (kumpulan kawalan).

Ujian Levene menunjukkan bahawa ujian univariate Levene adalah tidak signifikan bagi markah ujian pra untuk kedua-dua kumpulan iaitu kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan ($p>0.05$) (Jadual 3). Ini menunjukkan bahawa taburan data bagi kedua-dua kumpulan adalah homogen (Creswell & Creswell, 2018).

Jadual 3. Keputusan Ujian Levene bagi Ujian Pra bagi Kumpulan Rawatan dan Kawalan

	Ujian Levene untuk Kesamaan Varians		Ujian-t bagi Kesamaan Min						
	F	Sig.	T	Df	Sig. tailed)	(2-Mean Diff.	Std. Error Diff.	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	0.065	0.799	1.006	68	0.318	2.543	2.529	-2.503	7.589
Equal variances not assumed			1.006	67.967	0.318	2.543	2.529	-2.503	7.589

Berdasarkan Jadual 3, menunjukkan keputusan ujian univariate Levene bagi ujian pra untuk kedua-dua kumpulan iaitu kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan adalah tidak signifikan iaitu 0.799 dan nilai ini melebihi 0.05. Ini jelas menunjukkan data adalah bersifat homogenus iaitu tiada perbezaan varian dan taburan data dalam ujian pra bagi kedua-dua kumpulan dan Hipotesis (H_0 1) diterima.

Bagi melihat kesamaan pencapaian murid dalam berdasarkan kumpulan, analisis ujian-t tidak bersandar (*independent sample t-test*) dijalankan. Analisis ini dijalankan bagi menentukan kesamaan dari segi min markah ujian pra mengikut kumpulan masing-masing.

Jadual 4. Perbezaan Bagi Skor Ujian Pra Bagi Kumpulan Rawatan dan Kawalan

Kumpulan	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Df	sig
Rawatan	35	60.11	10.462	1.006	68	0.799
Kawalan	35	57.57	10.694			

Jadual 4 menunjukkan tidak terdapat sebarang perbezaan yang signifikan bagi pencapaian ujian pra bagi kedua-dua kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dengan nilai $t=1.006$ dan $\text{sig} = 0.799$ ($p>0.05$). Jadi, tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian murid dalam ujian pra antara kumpulan rawatan yang menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek dengan kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah konvensional. Oleh itu, dapat dirumuskan bahawa pencapaian murid yang dimiliki oleh murid dalam kumpulan rawatan adalah sama dengan murid dalam kumpulan kawalan.

Jadual 5. Maklumat Deskriptif Data Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Rawatan

		Min	N	Sisihan Piawai	Min Ralat Piawai
Pair 1	Ujian Pra	60.11	35	10.462	1.768
	Ujian Pasca	80.97	35	5.685	0.961

Jadual 5 menunjukkan maklumat statistik deskriptif bagi data yang dikaji. Nilai min pencapaian dalam ujian pasca bagi kumpulan rawatan adalah 80.97 berbanding dengan min dalam ujian pra iaitu 60.11. Ini menunjukkan peningkatan pencapaian dalam skor min bagi kumpulan rawatan selepas sesi intervensi pengajaran menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek. Sisihan piawai untuk ujian pra dan ujian pasca pula masing-masing ialah 10.462 dan 5.685. Tetapi maklumat untuk menentukan sama ada perbezaan min adalah cukup besar ditunjukkan dalam Jadual 6.

Jadual 6. Keputusan analisis Ujian-t Berpasangan bagi Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Rawatan

		Min	Sisihan Piawai	Min Ralat	T	df	Sig.
				Piawai			
Pair 1	Ujian Pra - Ujian Pasca	-20.857	8.423	1.424	-14.649	34	0.000

Jadual 6 menunjukkan keputusan ujian-*t* berpasangan (*paired-sample-t-test*) bagi melihat sama ada terdapat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian ujian pra dan ujian pasca bagi kumpulan rawatan yang menggunakan Model pengajaran R-STEM berasaskan projek dalam proses intervensi selama 8 minggu. Hasil kajian menunjukkan nilai $t = -14.649$, $p = 0.000$ ($p < 0.05$). Oleh itu, hipotesis (H_0 2) ditolak dan ini menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian antara skor min ujian pasca ($M=80.97$, $sp=5.685$) dengan skor min ujian pra ($M=60.11$, $sp=10.462$) bagi kumpulan rawatan. Keputusan ujian pasca adalah lebih tinggi secara signifikan berbanding dengan ujian pra.

Jadual 7. Maklumat Deskriptif Data bagi Pencapaian dalam Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Kawalan

		Min	N	Sisihan Piawai	Min Ralat Piawai
Pair 1	Ujian Pra	57.57	35	10.694	1.808
	Ujian Pasca	63.91	35	9.227	1.560

Jadual 8. Keputusan analisis Ujian-t Berpasangan bagi Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Kawalan

		Min	Sisihan Piawai	Min Ralat	T	df	Sig.
				Piawai			
Pair 1	Ujian Pra - Ujian Pasca	-6.343	3.058	0.517	-12.272	34	0.000

Jadual 8 menunjukkan keputusan ujian-*t* berpasangan (*paired-sample-t-test*) bagi melihat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian murid untuk ujian pra dan ujian pasca bagi kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah pengajaran konvensional. Hasil kajian menunjukkan nilai $t = -12.272$, $p =$

0.000 ($p < 0.05$). Oleh itu, hipotesis ($H_0 3$) ditolak dan ini menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian antara skor min ujian pasca ($M=63.91$, $sp=9.227$) dengan skor min ujian pra ($M=57.57$, $sp=10.694$) bagi kumpulan kawalan. Keputusan ujian pasca adalah lebih tinggi secara signifikan berbanding dengan ujian pra.

Analisis inferensi menggunakan ujian-*t* tidak bersandar (*independent-sample-t-test*) telah dijalankan untuk menentukan perbezaan min ujian pasca bagi kedua-dua kumpulan iaitu kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Hasil analisis adalah seperti dalam Jadual 9.

Jadual 9. Perbezaan Min Skor Ujian Pasca bagi Kumpulan Rawatan dan Kawalan

Kumpulan	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai T	Df	Sig
Rawatan	35	80.97	5.685	-9.311	68	0.000
Kawalan	35	63.91	9.227			

Jadual 9 menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ujian pasca antara murid kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dengan nilai $t=-9.311$ dan $sig=0.000$ ($p < 0.05$) dengan nilai saiz kesan yang besar iaitu Cohen's $d=2.23$ ($r^2=0.75$). Oleh itu, hipotesis nul ($H_0 4$) ditolak. Jadi, terdapat perbezaan yang signifikan terhadap pencapaian dalam ujian pasca bagi kumpulan rawatan yang menggunakan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek dengan kumpulan kawalan yang menggunakan kaedah konvensional. Secara keseluruhannya dapat dirumuskan bahawa pencapaian murid bagi kumpulan rawatan adalah berbeza secara signifikan dengan kumpulan kawalan.

6. Perbincangan

Hasil dapatan bagi keberkesanan model pengajaran R-STEM berasaskan projek diuji terhadap pencapaian murid. Hasil kajian mendapati bahawa terdapat perbezaan min yang signifikan terhadap pencapaian antara kumpulan rawatan berbanding dengan kumpulan kawalan. Ini menunjukkan bahawa proses pengajaran dan pembelajaran yang menggunakan model pengajaran R-STEM berasaskan projek mampu meningkatkan pencapaian murid. Murid daripada kumpulan rawatan yang menggunakan model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang memberi penekanan kepada elemen membina hubungan memperoleh pencapaian lebih baik daripada kumpulan kawalan. Dapatan seperti ini turut dirumuskan oleh beberapa kajian terdahulu yang menguji keberkesanan proses pengajaran yang menerapkan elemen membina hubungan (Norakusuma et al., 2016).

Dapatan kajian ini menyokong pendapat Jaggar dan Xu (2016) yang menyatakan bahawa terdapat hubungan yang positif antara proses pengajaran dan pembelajaran yang menerapkan elemen membina hubungan dengan pencapaian murid. Apabila guru dapat memainkan peranan penting sebagai perancang dan pelaksana dalam proses pengajaran dan pembelajaran yang menerapkan elemen membina hubungan sekali gus dapat meningkatkan pencapaian murid dalam matematik (Redmond et al., 2018). Oleh itu, dapatan ini memperkukuhkan lagi bahawa penerapan elemen membina hubungan dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematik dapat meningkatkan pencapaian murid. Penerapan elemen membina hubungan pada model pengajaran R-STEM berasaskan projek memberikan kelebihan dalam pengajaran dan pembelajaran matematik. Antara kelebihannya adalah dapat menggalakkan penglibatan murid yang lebih aktif melalui tugas projek, pembelajaran secara kolaboratif, pembelajaran secara koperatif dan kaedah menyelesaikan masalah matematik. Beberapa

pandangan dan dapatan kajian lepas yang merumuskan tentang kekuatan elemen membina hubungan untuk diterapkan dalam proses pengajaran dan pembelajaran seperti dalam model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang memberikan sokongan terhadap kemampuan model pengajaran ini bagi meningkatkan pencapaian murid dalam matematik. Sokongan dapatan ini adalah seperti cadangan Hidayah et al., (2021) yang menyatakan bahawa perancangan aktiviti yang bermotivasi dan menggalakkan murid untuk menjelaskan lebih banyak nilai matematik serta langkah-langkah dalam proses menyelesaikan masalah matematik secara sistematik dan dapat meningkatkan kefahaman murid serta menguasai konsep matematik.

Pembangunan Model Pengajaran R-STEM berasaskan projek yang mengintegrasikan Model 5E dan Model Gullapyan

Hasil dapatan kajian juga mendapati terdapat kekuatan model pengajaran yang berkaitan dengan gabungan Model 5E dan Model Gullapyan ini. Ini disokong oleh dapatan Tengku Sarina Aini et al., (2017) yang menyatakan bahawa hasil gabungan kedua-dua model ini yang berasaskan prinsip-prinsip konstruktivisme yang dapat diaplikasikan dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi meningkatkan motivasi murid dalam membina pengetahuan dan konsep matematik melalui pengalaman yang diteroka oleh murid itu sendiri. Sokongan beberapa kajian lain juga menunjukkan bahawa melalui penerapan elemen membina hubungan dalam model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang berasaskan teori konstruktivisme ini memberi impak kepada pencapaian murid dalam matematik (Nur Aqilah & Noor Dayana, 2020).

Kesimpulannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa model pengajaran R-STEM berasaskan projek adalah lebih baik berbanding pengajaran konvensional. Ini bermakna kaedah alternatif pengajaran dengan menggunakan model pengajaran R-STEM berasaskan projek ini berjaya meningkatkan pencapaian murid. Model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang menerapkan elemen membina hubungan memberikan satu kaedah alternatif proses pengajaran dan pembelajaran. Penggabungan Model 5E dan Model Gullapyan menjadikan model pengajaran ini sesuai untuk membantu guru untuk membuat perancangan dan pelaksanaan untuk menerapkan elemen membina hubungan dalam proses pengajaran dan pembelajaran STEM dalam mata pelajaran matematik sekolah rendah dan berkesan dalam meningkatkan pencapaian murid dalam matematik.

7. Kesimpulan

Pembangunan model pengajaran R-STEM berasaskan projek yang mengintegrasikan Model 5E dan Model Gullapyan serta keberkesanannya dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematik memberi satu gambaran bagaimana penekanan terhadap elemen membina hubungan dalam pendidikan matematik khususnya di sekolah rendah perlu digiatkan. Pengetahuan dan kemahiran untuk menerapkan elemen membina hubungan dalam mata pelajaran matematik perlu ditekankan kepada guru matematik di sekolah rendah supaya proses pengajaran dan pembelajaran menjadi lebih bermakna dan seterusnya dapat meningkatkan pencapaian murid dalam matematik. Hasil kajian yang dijalankan ini menjadi pembuka kepada kajian-kajian yang lebih memberi impak kepada proses pengajaran dan pembelajaran di dalam bilik darjah selepas ini. Kajian semasa yang dijalankan hanya tertumpu kepada guru dan murid di sekolah rendah dalam negeri Johor sahaja dan tidak boleh memberi gambaran secara keseluruhan proses pelaksanaannya di sekolah rendah seluruh Malaysia. Dicadangkan untuk kajian lanjutan, model pengajaran R-STEM berasaskan projek boleh dijalankan ke atas murid sekolah rendah di negeri lain untuk melihat dan membandingkan dapatan hasil penerapan elemen membina hubungan dalam proses pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah. Diharapkan kajian ini dapat memberi input terhadap

pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran matematik ke arah pembelajaran abad ke-21 di mana elemen membina hubungan adalah suatu elemen penting yang perlu diterapkan bagi meningkatkan pencapaian murid dalam mata pelajaran matematik di sekolah rendah.

Rujukan

- Ahmad Fauzi Mohd Ayub, Aida Suraya Md Yunus, Rosnaini Mahmud, Nur Raidah Salim & Tajularipin Sulaiman (2017). Differences in students mathematic engagement between gender and between rural and urban school. *AIP Conference Proceedings*, 1795, 1-7.
- Amirah, A.R., Mohd Jasmy, A.R., Siti Adilah, M.A., Noraina, A.R., & Norkamaliah, D. (2018). Aplikasi STEM dalam pengajaran dan pemudahcaraan di sekolah luar bandar: Peluang dan cabaran. *International Conference on Education and Regional Development*, 3, 1-5.
- Aziz, Z., Shamsuri, S. M., & Damayanti, L. (2013). Project based learning to pose reasoning skills for year 1 student. *Review of European Studies*, 5(4), 82.
- Bal, A. P. (2013). Investigating undergraduates students assessment preferences in mathematics course and learning strategies. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 242-257.
- Bond, M., & Bedenlier, S. (2019). Facilitating student engagement through educational technology: Towards a conceptual framework. *Journal of Interactive Media in Education*, 1, 1-14. <https://doi.org/10.5334/jime.528>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O. & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(20), 1-30.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. Colorado Springs BSCS. Retrieve from: [http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf)
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Chantell, H. W. (2015). *Increasing student engagement in the secondary math classroom*. (Unpublished Master Thesis). Louisiana State University.
- Cheng, C.H. & Lin. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 74-86.
- Chin, L. C. & Zakaria, E. (2015). Understanding of number concepts and number operations through games in early mathematics education. *Creative Education*, 6, 1306-1315.
- Chu, H. C. & Hwang, G. J. (2008). A delphi-based approach to developing expert systems with cooperation of multiple experts. *Expert Systems with Application*, 34(28), 26-40.
- Dodge, M. M. (2017). *The effect of the 5E instructional model on student engagement and transfer of knowledge in a 9th grade environmental science differentiated lassroom* (Unpublished Master Thesis). Montanta State University.
- Eccles, J. & Wang, M. T. (2012). Part i commentary: So what is student engagement anyway? In Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 133-145). New York: Springer.
- Eccles, J. (2016). Engagement: where to next? *Learning and instruction*, 43, 71-75. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.02.003>
- English, L.D. (2019). Learning while designing in fourth grade intergrates STEM problem. *International Journal of Technology and Design Education*, 29, 1011-1032.
- Finn, J. D. & Zimmer, K. S. (2012). Student engagement: What is it? why does it matter? In Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 97-132). New York: Springer.
- Fredricks, J. A., Filsecker, M. & Lawson, M. A. (2016). Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues. *Learning and Instruction*, 43, 1-4.

- Fung, F., Cheng, Y.T., & Gaowei, C. (2018). Student engagement and mathematics achievement: Unravelling main and interactive effects. *Psychology in the School* 2018, 55(4). DOI: 10.1002/pits.22139
- Gopal, K., Salim, N.R., & Ayub, A. F. M. (2019). Perceptions of learning mathematics among lower secondary students in Malaysia: Study on students' engagement using fuzzy conjoint analysis. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*, 13(2), 165-185.
- Gray, J. A. & DiLoreto, M. (2016). The effects of student engagement, student satisfaction, and perceived learning in online learning environment. *NCPEA International Journal of Educational Leadership Preparation*, 11(1).
- Grootenboer, P. & Marshman, M. (2016). Chapter 2- The affective domain, mathematics and mathematics education. *Dlm. Mathematics, Affect and Learning*, 13-33. Springer.
- Gullapyan, T. (2020). *Best teaching practices to increase student interest in STEM subjects*. (Doctoral Dissertation). ProQuest Dissertation Publishing. (Publication No. 27994971) Retrieved from <https://search.proquest.com/openview/2a3e46aeac2b1347c2a8d61da62f0f43/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Hamdi Serin. (2019). Project based learning in mathematics context. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 5(3), 232-236.
- Hidayah, I. N., Sa'dijah, C., Subanji, & Sudirman. (2021). The students' cognitive engagement in online mathematics learning in the pandemic covid-19 era. *The 4th International Conference on Mathematics and Science Education 2020*, 1-7
- Jabatan Pendidikan Negeri Johor. (2020). *Unjuran bilangan guru Matematik sekolah rendah di Negeri Johor*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jabeen, L., Iqbal, N., Haider, N., & Iqbal, S. (2015). Cross correlation analysis of reward & punishment on students learning behavior. *International Letters of Social and Humanistics Sciences*, 59, 61-64.
- Jaggar, S. S. & Xu, Di. (2016). How do online course design features influence student performance? *Computer and Education*, 95, 270-284. DOI:10.1016/j.compedu.2016.01.014
- Jekri, A., & Han, C. G. K. (2020). Cabaran dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran STEM di sekolah menengah. *International Journal of Education, Psychology, and Counseling*, 5 (34),80-90
- Jiuhua, Chong & Yang. (2017). Study of the 5E instructional model to improve the instructional design process of novice teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 5(7), 1257-126. DOI: 10.13189/ujer.2017.050718
- Jiuhua, H., Chong, G. & Yang, L. (2017). Study of the 5E instructional model to improve the instructional design process of novice teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 5(7), 1257- 1267. DOI: 10.13189/ujer.2017.050718
- Kelley, T. R., & Sung, E. (2017). Sketching by design: Teaching sketching to young learners. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 363-386. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9354-3>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (2013-2025)*.
- Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Lay Ah Nam & Kamisah Osman. (2018). Integrated STEM Education: Promoting STEM Literacy and 21st Century Learning. In M. Shelley & S. A. Kiray (Eds.), *Research highlights in STEM Education*, 66-80. Iowa State University: ISRES Publishing.
- Mazlini Adnan, Marzita Puteh, Nor'ain Mohd Tajudin, Siti Mistima Maat & Ng Chee Hoe. (2018). Integrating STEM education through project-based inquiry learning in topic Space Among Year One children. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, special edition*, 1383-1390. DOI NO: 10.7456/1080SSE/185
- Mazura Khalik, Corrienna Abdul Talib, Hassan Aliyu, Marlina Ali & Mohd Ali Samsudin. (2019). Dominant instructional practices and their challenges of integration in integrated STEM education: A systematic review with the way forward. *Learning and Science and Mathematics*, 92-106.

- Marx, A.A., Simonsen, J.C., & Kitchel, T. (2016). Undergraduates student course engagement and the influence of student, contextual, and teacher variables. *Journal of Agricultural Education*, 57, 212-228.
- Mohammed Ali, I. (2016). The impact of using 5E's instructional model on achievement of mathematics and retention of learning among fifth grade students. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 6, 43-48.
- Mohd Majid Konting. (2000). *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*.
- Muhammad Abd Hadi, B. (2015). Pendidikan STEM bersepadu: Perspektif global, perkembangan semasa di Malaysia, dan langkah ke hadapan. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor*, 25(1), 1-6.
- Nadelson & Seifert. (2017). Integrated STEM defined: Context, challenges and the future. *Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223
- Nasir, N. A. M., Salleh, M. F. M., Rasid, N. S., Ismail, M. H., and Abdullah, N. (2017). Intellectual Science and Mathematics program: Improving students' interest in learning Science and Mathematics. *Advanced Science Letters*, 23(4), 3268-3272.
- Nasurdin, A. M., Norazlin & Siti Rahaimah. (2018). Integration of 21st Century learning and challenges. *3 rd UUM International Qualitative Research Conference (QRC), Melaka, Malaysia*, 65-73. Retrieved from <http://repo.uum.edu.my/26271/1/QRS%202018%2065%2073.pdf>
- Norakusuma Mohd Din, Ahmad Fauzi Mohd Ayub & Rohani Ahmad Tarmizi. (2016). Influence of parental involvement and peer support on mathematics engagement among Malaysian secondary school students. *Malaysian Journal of Mathematics Sciences*, 10S, 175-185.
- Nora'asikin Abu Bakar, Ahmad Fauzi Mohd Ayub, Nor Aniza Ahmad, & Sharifah Intan Sharina Syed Abdullah. (2021). Mathematics engagement: The relationship between student engagement, parental involvement, and peer influence. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 11(5), 496-513.
- Nur Amelia Adam & Lilia Halim. (2019). Cabaran pengintegrasian pendidikan STEM dalam kurikulum Malaysia. *Seminar Wacana Pendidikan 2019 (SWAPEN 2.0)*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/335909086_Cabaran_Pengintegrasian_Pendidikan_STEM_Dalam_Kurikulum_Malaysia
- Nur Farhana Ramli & Othman Talib. (2017). Can education institution implement STEM? From Malaysian teachers' view. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(3), 721-732.
- Nur Raidah Salim & Ahmad Fauzi Mohd Ayub. (2017). Relationship between mathematics statistics engagement and behaviours towards statistics among undergraduates students in Malaysia. *AIP Conference Proceedings* 1795, 020026, 1-6.
- Nur Aqilah, R., & Noor Dayana, A.H. (2019). Effect of inquiry-based learning with video integration towards students' achievement in learning mathematics. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 3(2), 42-60.
- Pierce, R. & Stacey, K. (2004). A framework for monitoring progress and planning teaching towards the effective use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(1), 59-93. DOI: 10.1023/B:IJCO.0000038246.98119.14
- Redmond, P., Heffernan, A., Abawi, L., Brown, A. & Henderson, R. (2018). An online engagement Framework for higher education. *Online Learning*, 22(1), 183-204, doi:10.24059/olj.v22i1.1175
- Rosli, R. (2016). A meta-analysis study on the effectiveness of higher order thinking skills (hots) based learning in Science and Mathematics subjects. *Dlm. 7th International Seminar on Regional Education Proceeding*, 3, 1344-1349.
- Syedh Mahboobeh Jamali, Ahmad Nurulazam Md Zain, Mohd Ali Samsudin & Nader Ale Ebrahim. (2017). Self-Efficacy, scientific reasoning, and learning achievement in the STEM Project Based Learning literature. *Journal of Nusantara Studies*, 2, 29-43.
- Siew, N.M., Amir, N., & Chong, C.L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20.

- Sithole, A., Edward, T.C., Peter, M.C., Davison, MM., Brian, K. B. & Joachim, K. (2017). Student attraction, persistence and retention in STEM programs: Successes and continuing challenges. *Higher Education Studies*, 7(1), 46-59.
- Siti Nabila, K., Muzirah Musa, Fainida Rahmat, Nurul Akmal, M. & Nor Azian, A. M. (2019). Pembangunan dan penilaian modul pengajaran STEM dalam bidang Statistik dan Kebarangkalian dalam KSSM Matematik Tingkatan Dua. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 15(2), 25-34.
- Tanner, K.D. (2010). Order matters: using the 5E model to align teaching with how people learn. *CBE-Life Sciences Education*, 9(3), 159-164.
- Tengku Sarina Aini Tengku Kasim, Fatimah Sahida Abdurajak, Yusmini Md Yusoff, & Madiha Baharuddin. (2017). Pendekatan konstruktivisme di Malaysia dan Brunei Darussalam : Satu tinjauan awal terhadap pengalaman guru Pendidikan Islam. *Journal of Islamic Educational Research* 2017, 2(1), 23-35.
- Tezer, M., & Cumhur, M. (2017). Mathematics through the 5E instructional model and mathematics modelling: The geometrical objects. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(8), 4789-4804.
- Thien, L. M., Darmawan, I. G. N., & Ong, M. Y. (2015). Affective characteristics and mathematics performance in Indonesia, Malaysia, and Thailand: What can PISA 2012 data tell us? *Large-scale Assessments in Education*, 3(1), 3.
- Thien, L. M. & Darmawan, I. N. G. (2016). Factors associated with Malaysian mathematics achievement in PISA 2012: A multilevel analysis. Dlm. Thien, L. M., Nordin, A. R., Keeves, J. P., and Darmawan, I. G. N., editors, What can PISA 2012 data tell us? 81-105.
- Wachira Srikoom & Chatree Faikhamta. (2018). In-service Science teachers' self- efficacy and beliefs about STEM education. *The 1st year of implementation*. Department Education, Kasetsart University, Thailand. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327979101_Teachers%27_Selfefficacy_and_Beliefs_about_STEM_Education
- Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The mathematics and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16-26.
- Zakiah, S., Saomi, A.S.N., Syara, R., Hidayat, W., & Hendriana, H. (2018). The efficiency of using education videos on the linear program material as observed in vocational high school students' mathematical communication ability. *Journal of Education Experts* 2018, 1(1), 11-18.
- Ziaefard, S., Miller, M., Rastgaar, M., & Mahmoudian, N. (2017). Co-robotics hands-on activities: A gateway to engineering design and STEM learning. *Robotics and Autonomous System* 2017, 1-16.