

Pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran: Sorotan Literatur Bersistematik (SLR)

(STEM approaches in teaching and learning process: Systematic Literature Review (SLR))

Kong Suik Fern¹, Mohd Effendi @ Ewan Mohd Matore^{1*}

¹*Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia*

**Corresponding author: effendi@ukm.edu.my*

Published online: 11 November 2020

To cite this article (APA): Kong, S. F., & Mohd Matore, M. E. @ E. (2020). STEM approaches in teaching and learning process: Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 10(2), 29-44. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol10.2.4.2020>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol10.2.4.2020>

ABSTRAK

Pembelajaran menerusi pendekatan STEM menggalakkan pelajar untuk berfikir secara kreatif, sistematik dan logik. Dua isu utama yang wujud adalah tentang tahap pencapaian Sains dan Matematik pelajar yang rendah melalui pentaksiran antarabangsa TIMSS dan PISA serta kekurangan minat pelajar dalam proses pengajaran dan pembelajaran menerusi kaedah konvensional. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh pengkaji-pengkaji menerusi sorotan kajian-kajian lepas dan membangunkan kerangka konseptual berdasarkan analisis yang dijalankan. Dua pangkalan data iaitu SCOPUS dan ERIC telah digunakan dalam penyaringan artikel kajian lepas. Prosedur sorotan literatur bersistematik adalah merangkumi strategi pencarian, kriteria pemilihan, proses pemilihan, pengumpulan data dan analisis data bagi artikel yang diperolehi. Sebanyak 31 buah artikel dikenal pasti melalui kriteria yang ditetapkan seperti tahun penerbitan dan jenis bahasa. Dapatan kajian menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan inkuiri mempunyai bilangan rujukan yang paling dominan diikuti dengan pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran koperatif. Kerangka konseptual pendekatan STEM dibangunkan berdasarkan pendekatan yang kerap kali digunakan dalam kajian lepas iaitu pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran koperatif. Justeru, penyelidikan lanjutan diperlukan untuk meneliti sama ada pembelajaran koperatif boleh dimasukkan dalam kerangka konseptual yang dibangunkan.

Kata Kunci: Pendekatan STEM, Pengajaran dan Pembelajaran, Sorotan Literatur Bersistematik, Kerangka Konseptual, Pembelajaran Berasaskan Inkuiri

ABSTRACT

STEM approaches are able to help the students to think creatively, systematically and logically. There are two major issues that need to be discussed which are the low level achievement of students in Science and Mathematics through international assessments of TIMSS and PISA and students were less interested in the conventional teaching and learning process. The primary goal of this study is to analyse the articles that are related to STEM approach in teaching and learning and develop conceptual framework based on the analysis carried out. Two databases which are SCOPUS and ERIC were used in screening the articles. A systematic literature review procedure includes the search strategies, selection criteria, selection process, data collection and data analysis from the articles obtained. There are 31 articles that fulfill the criteria of selection such as the year of publication and types of language. The results of the analysis showed that inquiry-based learning has the highest number of referrals followed by project-based learning, multi-mode learning, problem-based learning and cooperative learning. The conceptual framework was developed based on the STEM approaches that are frequently used in past studies which included inquiry-based learning, project-based learning, multi-

mode learning, problem-based learning and cooperative learning. Therefore, further researches are needed to examine whether cooperative learning can be incorporated into the established conceptual frameworks.

Keywords: *STEM Approaches, Teaching and Learning, Systematic Literature Review, Conceptual Frameworks, Inquiry-Based Learning*

PENGENALAN

Pendekatan STEM adalah usaha untuk mengintegrasikan bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik serta berfungsi mendidik pelajar dalam menyelesaikan masalah kehidupan seharian. Pendekatan STEM berupaya membentuk pemikiran yang kreatif, kritikal, sistematik dan logik (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Aktiviti yang dijalankan menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan tahap pemahaman konsep dan merangsang kreativiti pelajar melalui pembelajaran yang aktif (Ong et al., 2017) .

Pendekatan STEM diimplementasikan bermula daripada peringkat sekolah rendah dengan menggunakan silibus Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR) dan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) pada peringkat sekolah menengah. Hal ini disebabkan matlamat pihak Kementerian Pendidikan Malaysia (2013) yang melaksanakan STEM sebagai asas pembelajaran di peringkat sekolah. Perkara ini adalah bagi memastikan negara dapat menghasilkan generasi muda yang berkelayakan dalam bidang STEM untuk memacu ekonomi negara. Seterusnya, pendekatan STEM telah membawa perubahan kepada kaedah pengajaran dan pembelajaran (PdP) subjek Sains dan Matematik dengan menggabungkan bidang teknologi serta kejuruteraan dalam aktiviti pembelajaran pelajar.

Selain itu, pendekatan STEM yang dilaksanakan dalam sistem pendidikan melalui sekolah adalah untuk menyediakan pelajar bagi menghadapi cabaran global dan perubahan pembelajaran pada abad ke-21 (Anggraini & Huzaifah, 2017). English (2015) menegaskan bahawa pendidikan STEM merangkumi pemikiran kritikal, penyelesaian masalah dan proses inkuiri, kerja berpasukan, proses membuat reka bentuk dan teras kejuruteraan. Bicer et al. (2015) telah menjalankan kajian mengenai tahap pencapaian pelajar yang mengikuti sekolah awam biasa dengan sekolah yang menggunakan pendekatan STEM. Dapatan kajian lepas menunjukkan bahawa pelajar yang didedahkan dengan pengajaran dan pembelajaran pendekatan STEM mempunyai tahap pencapaian yang lebih bagus, jika dibandingkan dengan sekolah awam biasa.

Pelaksanaan STEM adalah untuk menangani isu mengenai tahap pencapaian pelajar yang rendah dalam subjek Sains dan Matematik hasil daripada pentaksiran antarabangsa iaitu *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* dan *Programme for International Student Assessment (PISA)*. Malaysia telah menyertai pentaksiran antarabangsa TIMSS pada tahun 1999 dan PISA pada tahun 2009 bagi menguji kemahiran kognitif pelajar dari segi penaakulan dan aplikasi. TIMSS dan PISA merupakan instrumen untuk menilai pencapaian pelajar Malaysia dalam subjek Sains dan Matematik. Perkara ini sangat penting kerana tahap pencapaian tersebut akan mewakili tahap penguasaan pelajar Malaysia dalam subjek Sains dan Matematik. Hasil daripada penilaian yang lepas, keputusan bagi TIMSS dan PISA negara Malaysia tidak memberangsangkan dan menunjukkan pelajar negara Malaysia masih berada pada tahap pencapaian yang rendah. Hal ini demikian kerana keputusan negara Malaysia dalam pentaksiran TIMSS pada tahun 2011 adalah pada kedudukan 26 daripada 42 buah negara. Sebaliknya, pentaksiran PISA pada tahun 2012 adalah berada pada kedudukan 52 daripada jumlah keseluruhan 65 buah negara yang menyertai pentaksiran antarabangsa tersebut (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Pada tahun 2015, negara Malaysia terdapat sedikit peningkatan pada skor keputusan pentaksiran antarabangsa TIMSS dan PISA (Maria Uffa, 2016). Namun begitu, peningkatan yang sedikit ini tetap memerlukan usaha untuk menyediakan pelajar dalam menghadapi pentaksiran antarabangsa melalui usaha penerapan elemen bidang STEM dalam pendidikan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Dengan itu, langkah yang proaktif ini

dijangka dapat memperbaiki dan meningkatkan pencapaian TIMSS dan PISA pada penilaian seterusnya.

Seterusnya, pendekatan STEM juga dilaksanakan untuk menangani isu sikap pelajar yang kurang berminat dengan pembelajaran subjek Sains dan Matematik melalui kaedah pengajaran dan pembelajaran konvensional. Hal ini demikian kerana pembelajaran kaedah konvensional hanya melibatkan tiga aktiviti iaitu penyampaian pengajaran oleh guru, sesi soal jawab dan pelajar perlu membuat kerja yang diberikan dengan senyap (Fisher, Dwyer, & Yocam, 1996). Namun, Lin et al. (2019) menyatakan bahawa pelajar mempunyai sikap yang positif dengan menggunakan pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Kelebihan pendekatan STEM adalah pelajar dapat menyelesaikan masalah ataupun persoalan melalui pembelajaran berasaskan aktiviti, penemuan serta berpusatkan pelajar bagi subjek Matematik (Ting, Lam, & Shroff, 2019). Oleh itu, subjek Sains dan Matematik digabungkan dengan elemen bidang teknologi serta kejuruteraan dalam PdP iaitu melalui pendekatan STEM untuk menarik minat pelajar. Gabungan ini sesuai kerana pelajar akan mendapat pendedahan awal mengenai bidang teknologi dan kejuruteraan semasa mempelajari subjek Sains dan Matematik.

Terdapat pelbagai jenis pendekatan STEM yang boleh dipraktikkan oleh tenaga pengajar dalam proses PdP iaitu pembelajaran berasaskan masalah, pembelajaran berasaskan inkuiri dan pembelajaran berasaskan projek (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). SLR ini dijalankan bertujuan untuk menganalisis artikel yang berkaitan dengan pendekatan STEM. Analisis yang dijalankan adalah untuk mengenal pasti pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh pengkaji dan membangunkan kerangka konseptual berdasarkan analisis yang dijalankan. Justeru, hasil analisis dan kajian yang dijalankan boleh menjadi rujukan dan panduan kepada tenaga pengajar serta penyelidik mengenai pendekatan STEM dalam pengajaran dan pembelajaran.

METODOLOGI

Sorotan Literatur Bersistematik ataupun *Systematic Literature Review* (SLR) adalah kajian yang memerlukan pembentukan persoalan kajian yang jelas dengan menggunakan kaedah sistematik dan eksplisit dalam mengenal pasti, memilih, menilai, mengumpulkan dan menganalisis data daripada kajian lepas yang relevan (Moher et al., 2009). Kajian yang dijalankan turut menggunakan gambar rajah aliran *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) dalam pemilihan artikel yang berkaitan dengan persoalan kajian yang dikemukakan. Gambar rajah aliran prisma bagi pemilihan artikel merangkumi empat peringkat iaitu pengenalpastian, penyaringan, peringkat kelayakan dan peringkat memasukkan artikel dalam kajian SLR yang dijalankan (Liberati et al., 2009). Dengan itu, kajian SLR yang dijalankan merangkumi strategi pencarian, kriteria pemilihan, proses pemilihan, pengumpulan data dan analisis data bagi artikel yang diperolehi.

Strategi Pencarian Artikel

Pangkalan data terkemuka iaitu SCOPUS dan ERIC digunakan dalam pencarian artikel bagi SLR yang dijalankan. Kata kunci "*STEM education learning*" dan "*STEM education learning approach*" digunakan untuk mencari artikel yang berkaitan menggunakan Bahasa Inggeris. Kata kunci tersebut adalah untuk mendapatkan artikel yang berkaitan dengan pembelajaran yang berkaitan dengan pendidikan STEM dan pembelajaran pendekatan STEM dalam pendidikan. Berdasarkan kata kunci tersebut, artikel yang dipaparkan pada pangkalan data adalah berkaitan dengan pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran.

Kriteria Pemilihan Artikel

Bagi mendapatkan artikel yang menepati kriteria kajian, kriteria pemilihan artikel telah ditetapkan dari segi tahun penerbitan, bahasa, jenis bahan rujukan dan bidang kajian artikel jurnal seperti yang

ditunjukkan dalam Jadual 1 iaitu kriteria bagi penerimaan dan penolakan artikel. Kriteria bagi tahun penerbitan adalah dalam lingkungan lima tahun yang terkini iaitu daripada tahun 2016 hingga tahun 2020. Pemilihan artikel dihadkan dalam lima tahun kerana dalam lingkungan lima tahun merupakan tempoh topik pencarian masih hangat diperbincangkan dan merangkumi isu-isu terkini. Seterusnya, kesemua artikel yang dimasukkan dalam kajian ini adalah artikel dalam Bahasa Inggeris daripada pangkalan data yang dipilih. Artikel yang dipilih adalah dalam Bahasa Inggeris kerana pangkalan data yang dipilih hanya menerbitkan artikel yang berbahasa Inggeris. Manakala, kajian yang dijalankan hanya menggunakan artikel jurnal dan mengecualikan prosiding, persidangan, buku, sorotan kajian dalam pemilihan bahan rujukan. Perkara ini disebabkan oleh artikel jurnal merupakan bahan rujukan yang mempunyai pelaporan yang lengkap dan terperinci.

Jadual 1: Kriteria Penerimaan dan Penolakan Artikel

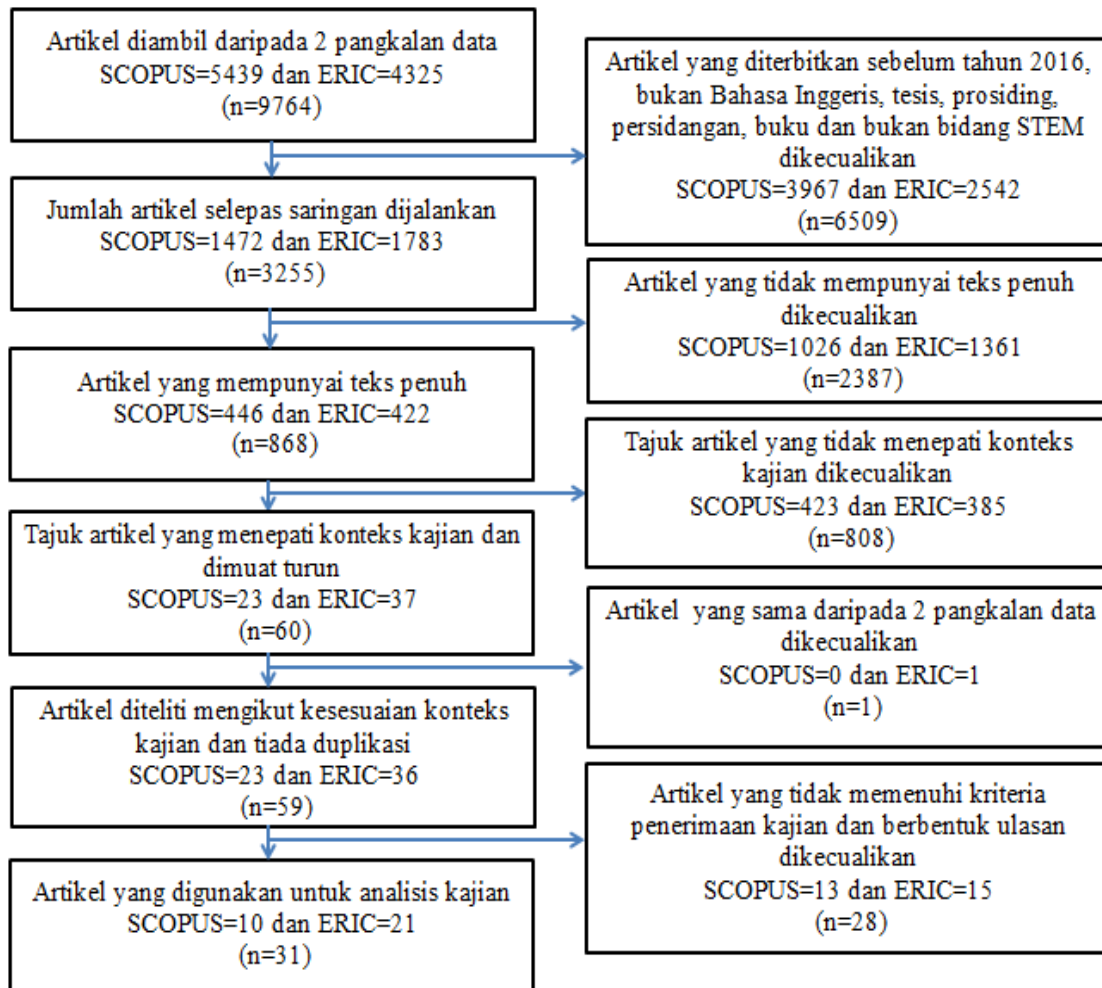
Kriteria	Penerimaan	Penolakan
Tahun Penerbitan	Penerbitan daripada tahun 2016 hingga 2020.	Penerbitan sebelum tahun 2016.
Bahasa	Bahasa Inggeris.	Bahasa Melayu, Bahasa Indonesia dan bahasa lain-lain.
Jenis Bahan Rujukan	Artikel jurnal.	Tesis, prosiding, persidangan dan buku.
Bidang Kajian Artikel Jurnal	Dalam bidang Sains, Teknologi, Matematik dan Kejuruteraan (STEM).	Selain daripada bidang Sains, Teknologi, Matematik dan Kejuruteraan.

Proses Pemilihan Artikel

Proses pemilihan artikel untuk sorotan literatur adalah dikendalikan pada Mei 2020. Rajah 1 menunjukkan gambar rajah aliran proses pemilihan artikel yang diadaptasi daripada gambar rajah aliran PRISMA (Tawfik et al., 2019). Kajian ini menggunakan artikel yang dikenal pasti daripada dua pangkalan data yang digunakan adalah 9764 buah artikel. Selepas itu, artikel tersebut disaring menggunakan kriteria yang telah ditetapkan sebelum dimasukkan kepada peringkat kelayakan untuk penapisan yang lebih teliti dan terperinci.

Seterusnya, berdasarkan gambar rajah aliran proses pemilihan artikel yang disertakan terdapat empat kriteria tambahan bagi pengecualian artikel sebelum dimasukkan dalam kajian SLR yang dijalankan. Pertama sekali adalah artikel yang tidak mempunyai teks penuh, kedua adalah tajuk artikel yang tidak menepati konteks kajian, ketiga ialah artikel yang sama daripada dua pangkalan data dan keempat adalah artikel yang tidak memenuhi kriteria penerimaan kajian seperti artikel yang tidak mempunyai data empirikal serta berbentuk ulasan turut dikecualikan. Manakala, bagi kriteria penerimaan tambahan pula yang pertama ialah artikel yang mempunyai teks penuh, kedua adalah tajuk artikel yang menepati konteks kajian, ketiga adalah artikel yang diteliti mengikut kesesuaian konteks kajian serta tiada duplikasi dan akhir sekali adalah artikel yang memenuhi kriteria penerimaan kajian seperti artikel yang mempunyai data empirikal dan bukan berbentuk ulasan.

Justeru, setelah menjalani saringan dan penelitian terhadap artikel yang telah dimuat turun, terdapat 31 buah artikel yang dikenal pasti. Sejumlah 31 buah artikel tersebut merupakan artikel yang menepati kesemua kriteria pemilihan yang telah ditetapkan dan akan dimasukkan dalam kajian SLR yang dijalankan.



Rajah 1: Gambar Rajah Aliran Proses Pemilihan Artikel

Pengumpulan Data Dan Analisis Data

Pengumpulan data dijalankan dengan menggunakan 31 buah artikel yang diperolehi daripada dua pangkalan data yang terkemuka iaitu SCOPUS dan ERIC. Data dikumpul dengan mengekstrak tajuk, nama penulis, tahun, tujuan kajian dan jenis pendekatan STEM bagi setiap artikel kajian lepas ke dalam jadual yang dibina menggunakan perisian *Microsoft Excel* 2016. Analisis data dijalankan dengan menggunakan jadual yang telah dibina dan mengkategorikan pendekatan STEM yang digunakan oleh setiap artikel. Tambahan pula, hasil analisis data yang dijalankan akan dipersembahkan dalam bentuk jadual dan graf bar. Jadual 2 menunjukkan senarai artikel kajian lepas berserta dengan nama dan negara penulis yang digunakan dalam kajian yang dijalankan. Kesemua artikel yang dipilih adalah berdasarkan kriteria penerimaan dan penolakan yang telah ditetapkan.

Selepas itu, kajian SLR yang dijalankan turut digunakan untuk membangunkan kerangka konseptual berdasarkan kajian-kajian lepas (Kumar, 2012). Berdasarkan analisis data kajian SLR yang dijalankan, pendekatan STEM yang paling kerap akan digunakan untuk membentuk kerangka konseptual bagi pendekatan STEM. Kerangka konseptual yang dibina dapat dijadikan rujukan dan menyumbang pada bahagian literatur kajian pada masa hadapan.

Jadual 2: Senarai Artikel Kajian Lepas

NAMA PENULIS		TAJUK KAJIAN
1	Ardianti et al. (2020)	<i>The impact of the use of STEM education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills.</i>
2	Seage et al. (2020)	<i>The effects of blended learning on STEM achievement of elementary school students.</i>
3	Changtong, Maneejak & Yasri (2020)	<i>Approaches for implementing STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) activities among middle school students in Thailand.</i>
4	Carbonell-carrera et al. (2019)	<i>Enhancing creative thinking in STEM with 3D CAD modelling.</i>
5	Lin et al. (2019)	<i>Effects of 6E-oriented STEM practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability.</i>
6	Chutrtong et al. (2019)	<i>Service learning by STEM activity in secondary school at Prachin Buri province, Thailand.</i>
7	Ting et al. (2019)	<i>Active learning via problem-based collaborative Games in a large Mathematics university course in Hong Kong.</i>
8	Apriyani et al. (2019)	<i>Analyzing student's problem solving abilities of direct current electricity in STEM-based learning.</i>
9	Karaahmetoğlu & Korkmaz (2019)	<i>The effect of project-based Arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic STEM skill levels.</i>
10	Çaycı & Örnek (2019)	<i>Effect of STEM-based activities conducted in Science classes on various variables.</i>
11	Timur et al. (2019)	<i>Effects of STEM based activities on in-service teachers' views.</i>
12	Bozkurt Altan et al. (2019)	<i>Preparation of out-of-school learning environment based on Science, Technology, Engineering and Mathematics education and investigating its effects.</i>
13	Baran et al. (2019)	<i>The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers.</i>
14	Ergün & Külekci (2019)	<i>The effect of problem based STEM education on the perception of 5th grade students of Engineering, Engineers and Technology.</i>
15	Lee et al. (2019)	<i>Affective Mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus non-STEM PBL instruction.</i>
16	Hanif et al. (2019)	<i>Enhancing students' creativity through STEM project-based learning.</i>
17	Beier et al. (2019)	<i>The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM.</i>
18	Mirici et al. (2019)	<i>The impact of STEM project writing education on candidate female teachers' attitudes, their semantic perceptions and project writing skills towards STEM education.</i>
19	Parno et al. (2019)	<i>The influence of STEM-based 7E learning cycle on students critical and creative thinking skills in Physics.</i>
20	Julià & Antolí (2018)	<i>Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation.</i>
21	Lin et al. (2018)	<i>Effects of web-based versus classroom-based STEM learning</i>

		<i>environments on the development of collaborative problem-solving skills in junior high school students.</i>
22	MD-Ali & Kim (2018)	<i>GeoGebra in learning of Mathematics towards supporting “STEM” education.</i>
23	Mutakinati et al. (2018)	<i>Analysis of students’ critical thinking skill of middle school through STEM education project-based learning.</i>
24	Sarican et al. (2018)	<i>The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in Science education.</i>
25	Yasin et al. (2018)	<i>Learning electricity using Arduino-android based game to improve STEM literacy.</i>
26	Aslam et al. (2018)	<i>STEM outreach activities: An approach to teachers’ professional development</i>
27	Lai & Lai (2018)	<i>Using inquiry-based strategies for enhancing students’ STEM education learning.</i>
28	Burrows et al. (2018)	<i>Integrated STEM: Focus on informal education and community collaboration through Engineering.</i>
29	Vennix (2017)	<i>Perceptions of STEM-based outreach learning activities in secondary education.</i>
30	Sari et al. (2017)	<i>The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions.</i>
31	Mosley et al. (2016)	<i>Robotic cooperative learning promotes student STEM interest.</i>

DAPATAN DAN PERBINCANGAN KAJIAN

Objektif utama kajian Sorotan Literatur Bersistematik ataupun *Systematic Literature Review* (SLR) yang dijalankan adalah untuk mengenal pasti pendekatan STEM yang paling kerap digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Selain itu, kajian dijalankan turut membangunkan kerangka konseptual berdasarkan pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh pengkaji lepas. Hasil penelitian daripada artikel kajian lepas, terdapat 31 buah artikel yang menepati semua kriteria yang telah ditetapkan.

Pengajaran dan pembelajaran STEM memfokuskan kepada pelajar dengan menghasilkan pengalaman pembelajaran yang bermakna dan menyeronokkan. Pendekatan STEM berasaskan pembelajaran pelbagai mod menyepadukan pengajaran bersemuka dengan pengajaran yang dibantu oleh teknologi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Selain itu, pendekatan STEM turut menekankan pengetahuan dan kemahiran bagi suatu subjek secara terperinci melalui pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek dan pembelajaran berasaskan masalah dalam konteks dunia sebenar (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Sementara itu, pembelajaran koperatif turut digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran STEM untuk mendapatkan proses interaktif antara pelajar dalam meningkatkan keupayaan menganalisis dan menjana idea baru (Aziz & Andin, 2018).

Hasil daripada kajian yang dijalankan mendapati bahawa kesemua artikel kajian lepas dibahagikan kepada lima pendekatan STEM yang telah digunakan dalam proses PdP. Jadual 3 menunjukkan senarai artikel kajian lepas mengikut pendekatan STEM yang digunakan. Lima kategori pendekatan STEM yang didapati daripada kajian lepas iaitu pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan

inkuiri, pembelajaran berasaskan masalah, pembelajaran berasaskan projek dan pembelajaran koperatif.

Pembelajaran Pelbagai Mod

Pendekatan STEM berasaskan pembelajaran pelbagai mod yang melibatkan bahan bantuan mengajar yang berbentuk teknologi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Pembelajaran pelbagai mod melibatkan enam artikel daripada sorotan kajian literatur yang telah dikaji. Dua artikel daripada kajian lepas adalah menggunakan pendekatan pembelajaran pelbagai mod dalam kajian yang dijalankan (Ardianti et al., 2020; Seage et al., 2020). Sementara itu, empat artikel yang lain melibatkan pembelajaran pelbagai mod dengan menggunakan aplikasi teknologi dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Carbonell-carrera et al. 2019; MD-Ali & Kim 2018; Yasin et al. 2018; Lin et al. 2018).

Pembelajaran Berasaskan Inkuiri

Pembelajaran berasaskan inkuiri merangsang sifat ingin tahu pelajar sehingga pelajar dapat menyiasat untuk mendapatkan jawapan ataupun penyelesaian suatu persoalan yang dikemukakan. Tambahan pula, proses pengajaran dan pembelajaran inkuiri adalah berfokus kepada belajar melalui pelaksanaan iaitu aktiviti penerokaan, penyiasatan dan penyolaan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Terdapat 12 artikel kajian lepas yang menggunakan pembelajaran berasaskan inkuiri dalam kajian yang telah dijalankan. Menurut artikel Lai dan Lai (2018), pembelajaran berasaskan inkuiri merupakan satu strategi meningkatkan tahap pembelajaran pelajar melalui pendidikan STEM. Manakala, 11 artikel yang lain adalah mengkaji pembelajaran berasaskan inkuiri menggunakan aktiviti dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Aslam et al. 2018; Baran et al. 2019; Bozkurt Altan et al. 2019; Çaycı & Örnek 2019; Changtong et al. 2020; Chutrtong et al. 2019; Julià & Antolí 2019; Lin et al. 2019; Parno et al. 2019; Timur et al. 2019; Vennix 2017).

Pembelajaran Berasaskan Masalah

Pelajar perlu menyelesaikan soalan ataupun masalah yang diberikan secara kolaboratif ataupun berpusatkan pelajar untuk melatih kemahiran berfikir aras tinggi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Terdapat empat artikel kajian lepas yang melibatkan pembelajaran berasaskan masalah dalam pengajaran dan pembelajaran. Hasil daripada SLR yang dijalankan, satu artikel kajian lepas menggunakan pembelajaran berasaskan masalah secara kolaboratif dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Ting et al. 2019). Tambahan pula, tiga artikel lain daripada kajian lepas membincangkan kesan penggunaan pendekatan pembelajaran berasaskan masalah pendidikan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Ergün & Külekci, 2019; Sarican et al., 2018; Sari et al., 2017).

Pembelajaran Berasaskan Projek

Pembelajaran berasaskan projek memerlukan jangka masa yang lebih panjang berbanding dengan pembelajaran melalui pendekatan STEM yang lain. Projek yang diberikan kepada pelajar adalah berbentuk tugas untuk menyelesaikan masalah ataupun isu dan menghasilkan sesuatu keputusan ataupun produk (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Hasil daripada tinjauan artikel kajian lepas, terdapat lapan kajian yang menggunakan pendekatan STEM melalui pembelajaran berasaskan projek dalam artikel kajian lepas yang dipilih (Apriyani et al., 2019; Beier et al., 2019; Burrows et al., 2018; Hanif et al., 2019; Karaahmetoğlu & Korkmaz, 2019; Lee et al., 2019; Mirici et al., 2019; Mutakinati et al., 2018). Pemberian tugas berbentuk projek memberi peluang kepada pelajar untuk merancang, menyiasat dan menjalankan projek yang diberikan.

Pembelajaran Koperatif

Menurut kajian Cornelius-Ukpepi et al. (2016), strategi pembelajaran koperatif sebagai alat dalam pengurusan bilik darjah. Pembelajaran koperatif terbahagi kepada beberapa jenis iaitu pembelajaran secara formal, pembelajaran secara tidak formal dan pembelajaran berasaskan kumpulan. Kajian yang dijalankan oleh Mosley et al. (2016) mengimplementasikan pembelajaran koperatif robotik dengan membahagikan pelajar dalam kumpulan dan melakukan aktiviti secara praktikal.

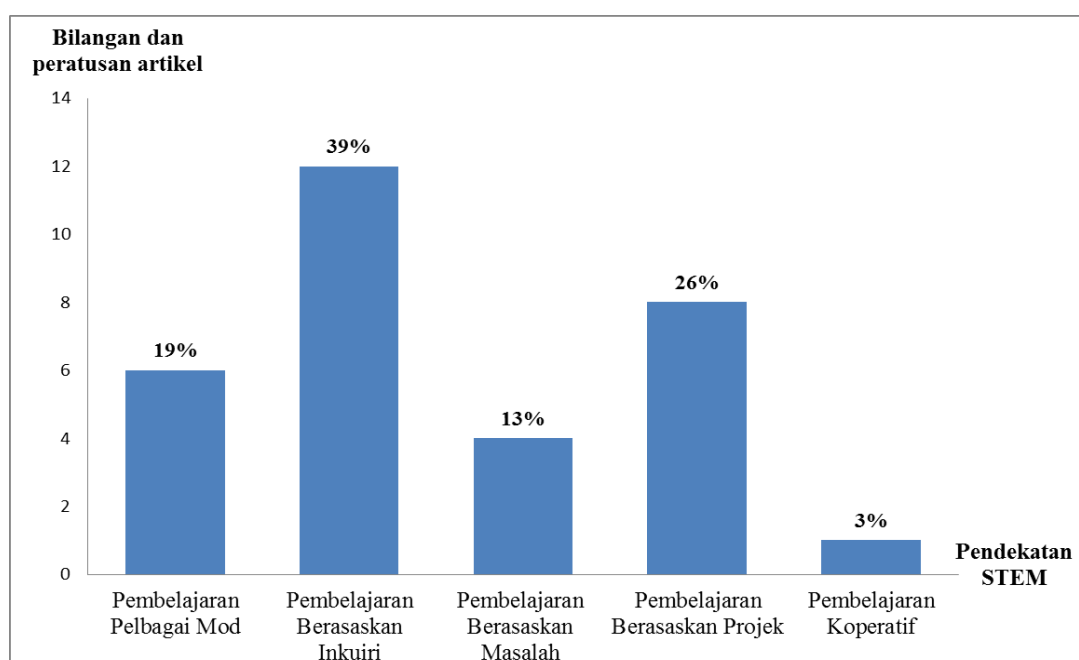
Jadual 3: Senarai Artikel Mengikut Pendekatan STEM

Nama Penulis	Pendekatan STEM					
	Pembelajaran Pelbagai Mod	Pembelajaran Berasaskan Inkuiri	Pembelajaran Berasaskan Masalah	Pembelajaran Berasaskan Projek	Pembelajaran Koperatif	
Ardianti et al. (2020)	*					
Seage et al. (2020)	*					
Changtong, Maneejak & Yasri (2020)		*				
Carbonell-carrera et al. (2019)	*					
Lin et al. (2019)		*				
Chutrtong et al. (2019)		*				
Ting et al. (2019)			*			
Apriyani et al. (2019)				*		
Karahmetoğlu & Korkmaz (2019)				*		
Çaycı & Örnek (2019)		*				
Timur et al. (2019)		*				
Bozkurt Altan t al. (2019)		*				
Baran et al. (2019)		*				
Ergün & Külekci (2019)			*			
Lee et al. (2019)				*		
Hanif et al. (2019)				*		
Beier et al. (2019)				*		
Mirici et al. (2019)				*		
Parno et al. (2019)		*				
Julià & Antolí (2018)		*				
Lin et al. (2018)	*					
MD-Ali & Kim (2018)	*					
Mutakinati et al. (2018)				*		
Sarican et al. (2018)			*			
Yasin et al. (2018)	*					
Aslam et al. (2018)		*				
Lai & Lai (2018)		*				
Burrows et al. (2018)				*		
Vennix (2017)		*				

Sari et al. (2017)			*		
Mosley et al. (2016)					*
Jumlah Artikel Pendekatan STEM	6	12	4	8	1

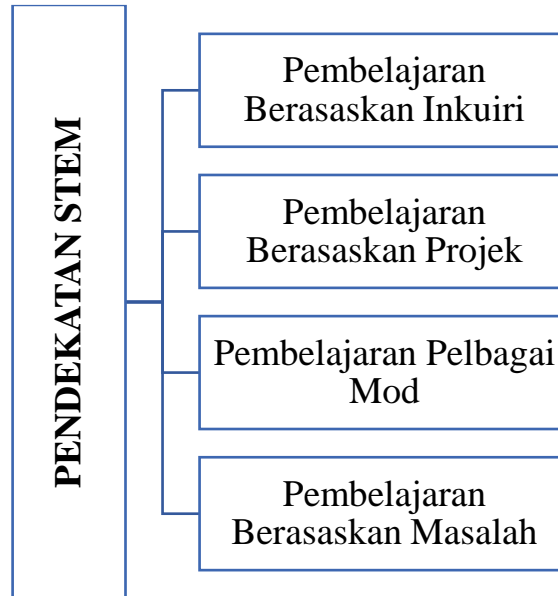
Kerangka Konseptual

Jenis pendekatan STEM yang didapati daripada artikel kajian lepas adalah pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan masalah, pembelajaran berasaskan projek dan pembelajaran koperatif. Rajah 2 menunjukkan bilangan dan peratusan artikel mengikut pendekatan STEM yang digunakan oleh artikel kajian lepas. Hasil kajian yang dijalankan mendapati bahawa terdapat lima jenis pendekatan STEM yang telah dikenal pasti. Pertama sekali adalah pembelajaran berasaskan inkuiri iaitu pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh pengkaji, sebanyak 12 artikel bersamaan dengan 39%. Sementara itu, pembelajaran berasaskan projek pula mempunyai lapan artikel kajian lepas (26%), diikuti dengan pembelajaran pelbagai mod yang mempunyai enam artikel kajian lepas (19%), pembelajaran berasaskan masalah mempunyai empat artikel kajian lepas (13%) dan akhir sekali pembelajaran koperatif dengan satu artikel kajian lepas (3%). Hasil penemuan daripada kajian ini adalah sangat menarik untuk dibincangkan mengenai pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh pengkaji-pengkaji yang lepas. Hal ini disebabkan bidang STEM telah dilaksanakan dalam sistem pendidikan Malaysia bermula daripada tahun 2013. Justeru, perbincangan yang dijalankan sedikit sebanyak dapat memberikan sumbangan pada bahagian literatur pada kajian berfokus kepada pendekatan STEM.



Rajah 2: Bilangan Artikel dan Peratusan Mengikut Pendekatan STEM

Kajian SLR yang dijalankan turut digunakan untuk membangunkan kerangka konseptual berdasarkan pendekatan STEM yang paling kerap digunakan oleh artikel kajian lepas. Merujuk kepada Jadual 3, pendekatan yang paling kerap digunakan oleh pengkaji lepas adalah pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod dan pembelajaran berasaskan masalah. Rajah 3 menunjukkan kerangka konseptual yang telah dibangunkan melalui hasil analisis kajian SLR yang dijalankan. Dengan itu, kerangka konseptual yang dibangunkan berdasarkan pendekatan STEM yang kerap kali digunakan pada artikel kajian lepas adalah merangkumi pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod dan pembelajaran berasaskan masalah.



Rajah 3: Kerangka Konseptual Pendekatan STEM

Bagi bahagian perbincangan, dapatan kajian SLR menunjukkan pembelajaran berasaskan inkuiri kerap kali digunakan oleh pengkaji dalam pelaksanaan proses PdP pendidikan STEM. Perkara ini adalah selari dengan beberapa kajian pengkaji lepas seperti Lai dan Lai (2018), Aslam et al. (2018), Baran et al. (2019), Bozkurt Altan et al. (2019), Çaycı dan Örnek (2019), Changtong et al. (2020), Chutrtong et al. (2019), Julià dan Antolí (2019), Lin et al. 2019, Parno et al. (2019), Timur et al. (2019) serta Vennix (2017). Pembelajaran berasaskan inkuiri adalah berkesan dalam proses pengajaran dan pembelajaran terutamanya untuk meningkatkan kefahaman dan penglibatan pelajar.

Berdasarkan kajian Lai dan Lai (2018) mendapati bahawa pembelajaran berasaskan inkuiri melalui pendidikan STEM dapat meningkatkan tahap pencapaian akademik pelajar. Kajian tersebut menggunakan kaedah penyelidikan kuantitatif dan kualitatif untuk membuktikan keberkesanan pembelajaran berasaskan inkuiri dalam proses PdP. Selain itu, pembelajaran berasaskan inkuiri boleh ditakrifkan sebagai pembelajaran berasaskan aktiviti. Terdapat kajian yang menggunakan program jangkauan STEM untuk memberikan pengalaman dan melatih peserta dengan mengimplementasikan disiplin STEM (Aslam et al., 2018). Menurut kajian Baran et al. (2019), program di luar sekolah boleh meningkatkan minat dan kefahaman pelajar tentang bidang STEM melalui hubungan antara kerja sekolah dengan kehidupan seharian yang dilakukan. Aktiviti yang dijalankan memerlukan pelajar untuk menyelesaikan masalah yang dikemukakan dengan menggunakan disiplin STEM secara praktikal. Tambahan pula, Bozkurt Altan et al. (2019) turut mengkaji tentang program pendidikan STEM di luar sekolah. Hasil kajian menunjukkan program tersebut dapat meningkatkan minat, kesedaran serta persepsi pelajar untuk menceburi bidang kerjaya STEM melalui aktiviti yang dijalankan sepanjang program berlangsung. Kajian Vennix (2017) juga mendapati persepsi pelajar yang positif dan memberangsangkan dalam pembelajaran berasaskan inkuiri melalui aktiviti STEM. Tatkala, pelajar mendapat pengalaman yang bermakna dan mempunyai persepsi yang positif terhadap aktiviti STEM yang dijalankan.

Kajian yang dijalankan oleh Çaycı dan Örnek (2019) mendapati tiada kesan yang signifikan dalam pembelajaran menggunakan aktiviti berasaskan STEM terhadap kemahiran proses saintifik ataupun kemahiran penyelesaian pelajar. Kajian Changtong et al. (2020) pula, menyatakan pembelajaran berasaskan aktiviti STEM boleh merangsang keinginan pelajar untuk mempelajari sesuatu, tetapi dengan hanya menggunakan aktiviti reka bentuk kejuruteraan tidak mencukupi untuk memperkembangkan kemahiran penaakulan dan kemahiran penyelesaian masalah pelajar. Justeru, bagi pelaksanaan pembelajaran menggunakan pembelajaran berasaskan aktiviti STEM ataupun

pembelajaran berasaskan inkuiri STEM akan memberikan impak yang positif jika memperbanyakkan masa pembelajaran dan aktiviti untuk pelajar berinteraksi.

Di samping itu, kajian Chutrtong et al. (2019) menyatakan pembelajaran berasaskan inkuiri dengan menggunakan aktiviti STEM menunjukkan kesan ataupun impak yang positif di kalangan peserta yang mengikuti aktiviti tersebut. Kesan yang positif di kalangan peserta dilihat melalui pengalaman yang diperolehi daripada aktiviti yang dijalankan. Bagi kajian Timur et al. (2019) pula, mendapati pembelajaran berasaskan inkuiri melalui aktiviti STEM mempunyai kesan yang positif kepada peserta yang mengikuti program yang dijalankan. Walaupun kajian yang dijalankan oleh Julià dan Antolí (2019) mendapati tiada perubahan yang ketara dalam penggunaan aktiviti dalam pembelajaran melalui perubahan masa terhadap motivasi pelajar. Namun demikian, kajian yang dijalankan mendapati aktiviti pembelajaran STEM secara praktikal dapat menarik minat pelajar dan memberikan pengalaman yang bermakna kepada pelajar. Dengan ini, pembelajaran berasaskan inkuiri menggunakan aktiviti STEM dapat memberikan kesan yang positif dan menarik minat peserta atau pelajar dalam mempelajari sesuatu.

Hasil kajian yang dijalankan oleh Lin et al. (2019) menunjukkan aktiviti STEM secara praktikal mempunyai kesan yang positif pada sikap pelajar terhadap teknologi dan keupayaan inkuiri pelajar. Namun demikian, sikap pelajar tidak memberi kesan yang ketara dalam strategi pengajaran penyelesaian masalah. Kajian Parno et al. (2019) mendapati pembelajaran berasaskan inkuiri berdasarkan aktiviti STEM boleh meningkatkan pemikiran kritikal dan pemikiran kreatif pelajar. Justeru, aktiviti STEM melalui pembelajaran berasaskan inkuiri memberikan kesan yang positif terhadap sikap pelajar dan mampu meningkatkan pemikiran kritikal serta pemikiran kreatif pelajar dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan kajian-kajian lepas yang diulas, persamaan yang menyokong pembelajaran berasaskan inkuiri adalah aktiviti yang dijalankan dan memberikan kesan positif dalam pembelajaran pelajar. Pembelajaran berasaskan inkuiri juga dapat meningkatkan pemikiran kreatif dan pemikiran pelajar. Dalam konteks Malaysia, pendekatan STEM dalam pembelajaran berasaskan inkuiri ataupun pembelajaran berasaskan aktiviti masih berada pada tahap pelaksanaan yang minimum. Kajian Wong dan Kamisah (2018) merupakan contoh kaedah inkuiri dalam konteks Malaysia dengan pelaksanaan pembelajaran berasaskan permainan dalam subjek Kimia.

Pembelajaran berasaskan inkuiri dapat meningkatkan skor atau keputusan TIMMS dan PISA menerusi pembelajaran yang aktif dengan melibatkan pelajar secara langsung. Hal ini demikian kerana pembelajaran berasaskan inkuiri melalui pendidikan STEM bagi subjek Sains dan Matematik boleh dilaksanakan menggunakan pelbagai kaedah seperti penerokaan, eksperimen, projek, penyelesaian masalah, penggunaan teknologi dan penggunaan sumber luar. Kaedah ini menggalakkan pelajar untuk mempelajari sesuatu menerusi penerokaan dan penglibatan secara aktif. Secara ringkas, pembelajaran berasaskan inkuiri turut digunakan untuk membantu dalam pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran berasaskan projek bagi menggalakkan pembelajaran secara mendalam. Pembelajaran secara mendalam bermaksud pelajar akan menyelesaikan masalah yang diberikan secara inkuiri ataupun menerusi penerokaan. Justeru, pembelajaran berasaskan inkuiri membolehkan pelajar untuk menguasai konsep, aplikasi dan kemahiran proses Sains dan Matematik secara mendalam. Pelajar turut dapat mengukuhkan kemahiran berfikir, berkomunikasi, berkolaboratif, kreativiti, membuat keputusan dan menyelesaikan masalah (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016).

Terdapat beberapa kekangan yang menghalang pengintegrasian STEM dalam pendidikan. Pertama sekali, kekangan dari segi kekurangan pendedahan guru Sains dan Matematik mengenai bidang kejuruteraan. Guru Sains dan Matematik mengalami kesukaran untuk mengintegrasikan elemen kejuruteraan dalam proses PdP. Seterusnya, isi kandungan pengajaran pendidikan STEM yang tersirat akan menyukarkan pelajar dalam memahami sepenuhnya objektif yang disampaikan dalam pembelajaran. Guru-guru juga perlu kreatif dalam mengintegrasikan pendidikan STEM berdasarkan topik-topik tertentu supaya pelajar mendapat kefahaman dan ilmu pengetahuan yang ingin

disampaikan (Amelia & Lilia, 2019). Bagi mengatasi kekangan-kekangan yang dinyatakan, Kementerian Pendidikan Malaysia telah melantik Guru Cemerlang sebagai ikon STEM dan menjadi panduan kepada guru-guru dalam melaksanakan pendidikan STEM.

Selain itu, merujuk kepada Rajah 3 iaitu kerangka konseptual yang telah dibangunkan melibatkan pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod dan pembelajaran berasaskan masalah kecuali pembelajaran koperatif. Pengecualian pembelajaran koperatif dalam kerangka konseptual yang dibangunkan adalah disebabkan oleh pembelajaran koperatif hanya dibincangkan dalam satu artikel sahaja, perkara ini menunjukkan pendekatan tersebut kurang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran STEM. Namun begitu, kajian SLR oleh pengkaji lepas menyatakan pembelajaran koperatif adalah termasuk dalam kerangka konseptual yang dibina (Thibaut et al., 2018). Tatkala, penyemakan semula dan penelitian perlu dilakukan pada bahagian kerangka konseptual yang dibina untuk kajian pada masa hadapan.

Kajian yang dijalankan mempunyai beberapa limitasi. Limitasi pertama, kajian Sorotan Literatur Bersistematik ataupun *Systematic Literature Review* (SLR) yang dijalankan mengurangkan pemilihan yang bias, tetapi berkemungkinan masih terdapat artikel yang mempunyai kriteria pemilihan yang ditetapkan wujud di pangkalan data yang lain. Hal ini disebabkan oleh kajian yang dijalankan hanya melibatkan dua pangkalan data. Limitasi yang kedua ialah penggunaan set data ataupun bilangan artikel yang sedikit menyebabkan sesetengah artikel tidak dimasukkan dalam kajian SLR yang dijalankan. Perkara ini terjadi apabila terdapat jenis pendekatan STEM yang sama tetapi dilabel menggunakan nama ataupun kata kunci yang berlainan.

Limitasi yang ketiga ialah kriteria pemilihan artikel yang melibatkan teks penuh. Dengan memasukkan kriteria teks penuh bagi artikel yang dicari bermaksud artikel yang tidak mempunyai teks penuh akan dikecualikan. Artikel yang tidak mempunyai teks penuh adalah artikel yang memerlukan pengkaji untuk membeli artikel tersebut daripada pangkalan data yang digunakan. Limitasi kriteria pemilihan artikel teks penuh ini menyebabkan segelintir artikel yang berkaitan dengan kajian SLR yang dijalankan turut dikecualikan kerana pengkaji tidak mempunyai teks penuh ataupun teks yang lengkap untuk dirujuk dan dianalisis. Limitasi yang keempat adalah kerangka konseptual cadangan yang dibangunkan berasaskan kajian SLR merupakan sumbangan yang boleh dijadikan sebagai rujukan dalam mengimplementasikan pendekatan STEM, tetapi bukan sebagai garis panduan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Pelaksanaan pendidikan STEM bukan hanya bergantung pada pendekatan yang digunakan sahaja, tetapi memerlukan masa dan usaha tenaga pengajar untuk menyampaikan pendekatan STEM agar mencapai matlamat yang ditetapkan. Justeru, kajian yang dijalankan memerlukan bilangan pengkaji, bahan rujukan, infrastruktur dan kewangan yang mencukupi untuk melaksanakan kajian serta implementasi STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran.

Kajian SLR yang dijalankan boleh ditambahbaikkan agar dapatan kajian yang diperolehi adalah lebih tepat dan terperinci. Kajian empirikal perlu dijalankan untuk mengesahkan kesahihan kerangka konseptual yang dibentuk dengan menggunakan kaedah eksperimental bagi membandingkan empat pendekatan STEM yang kerap kali digunakan oleh pengkaji lepas. Tambahan pula, penelitian dan pemeriksaan yang sistematik perlu dijalankan untuk mengkaji sama ada pembelajaran koperatif ataupun terdapat pembelajaran lain yang tidak diteroka melalui kajian SLR yang dijalankan. Hal ini demikian kerana jika terdapat pendekatan STEM yang lain, kerangka konseptual yang dibangunkan perlu diubah dan diperhalusi berdasarkan dapatan kajian yang terbaru. Dengan itu, berdasarkan penambahbaikan yang dijalankan, hasil dapatan kajian pada masa hadapan akan lebih mantap dan menyumbang kepada pelaksanaan pendekatan STEM dalam proses PdP.

KESIMPULAN

Kajian SLR yang dijalankan adalah melibatkan dua pangkalan data yang terkemuka iaitu SCOPUS dan ERIC. Berdasarkan pangkalan data yang digunakan sebanyak 31 buah artikel yang telah dikenal pasti dan memenuhi kriteria pemilihan yang ditetapkan. Artikel yang diperolehi dikategorikan mengikut pendekatan STEM yang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Hasil daripada analisis yang dijalankan menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan inkuiri mempunyai bilangan artikel kajian lepas yang paling banyak. Selepas itu, diikuti dengan pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran koperatif. Di samping itu, kerangka konseptual pendekatan STEM yang dibangunkan adalah merangkumi pembelajaran berasaskan inkuiri, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran pelbagai mod, pembelajaran berasaskan masalah. Namun begitu, pembelajaran koperatif dikecualikan daripada kerangka konseptual kerana pembelajaran koperatif hanya mempunyai satu artikel kajian lepas. Kepentingan pembelajaran koperatif tidak boleh dinafikan melalui bilangan artikel. Perkara ini mungkin disebabkan oleh pembelajaran koperatif dimasukkan dalam kategori yang berlainan. Justeru, pada kajian masa hadapan, pengkaji perlu menggunakan kata kunci yang lebih umum bagi melibatkan semua kategori artikel yang berkaitan dengan kajian yang hendak dijalankan.

RUJUKAN

- Amelia, N., & Lilia. (2019). Cabaran Pengintegrasian Pendidikan STEM Dalam Kurikulum Malaysia. *Seminar Wacana Pendidikan*, (September), 1–10.
- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*, (1998), 722–731.
- Apriyani, R., Ramalis, T. R., & Suwarma, I. R. (2019). Analyzing Student's Problem Solving Abilities of Direct Current Electricity in STEM-based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(3), 85–91. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i3.17559>
- Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The Impact of the Use of STEM Education Approach on the Blended Learning to Improve Student's Critical Thinking Skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 24–32. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081503>
- Aslam, F., Adefila, A., & Bagiya, Y. (2018). STEM outreach activities: an approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching*, 44(1), 58–70. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422618>
- Aziz, A., & Andin, C. (2018). Penggunaan Strategi Pembelajaran Koperatif untuk Meningkatkan Tahap Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Pelajar. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 43(1), 1–9. <https://doi.org/10.17576/JPEN-2018-43.01-01>
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*, 119(4), 223–235. <https://doi.org/10.1111/ssm.12330>
- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3–23. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>
- Bicer, A., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Oner, T., & Boedeker, P. (2015). STEM Schools vs. Non-STEM Schools: Comparing Students' Mathematics Growth Rate on High-Stakes Test Performance. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138–150.
- Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Öztürk, N. (2019). Preparation of Out-of-School Learning Environment based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education and Investigating its Effects. *Science Education International*, 30(2), 138–148. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i2.7>
- Burrows, A., Lockwood, M., Borowczak, M., Janak, E., & Barber, B. (2018). Integrated STEM: Focus on informal education and community collaboration through engineering. *Education Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/educsci8010004>
- Carbonell-carrera, C., Saorin, J. L., Melian-diaz, D., & Torre-cantero, J. De. (2019). Enhancing Creative Thinking in STEM with 3D CAD Modelling. *Sustainability*, 11, 2–15.
- Çaycı, B., & Örnek, G. T. (2019). Effect of Stem-Based Activities Conducted in Science Classes on Various Variables. *Asian Journal of Education and Training*, 5(1), 260–268. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2019.51.260.268>

- Changtong, N., Maneejak, N., & Yasri, P. (2020). Approaches for Implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities among Middle School Students in Thailand. *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 185–198. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.1.185>
- Chutrtong, J., Boonman, N., & Chutrtong, W. (2019). Service Learning by STEM Activity in Secondary School at Prachin Buri Province, Thailand. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(8), 580–583. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.8.1270>
- Cornelius-Ukpepi, B. U., Aglazor, G. N., & Odey, C. O. (2016). Cooperative Learning Strategy as Tool for Classroom Management. *Advances in Multidisciplinary Research Journal*, 2(2), 67–76.
- English, L. D. (2015). Stem: Challenges and Opportunities for Mathematics Education. *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4–18.
- Ergün, A., & Külekcı, E. (2019). The Effect of Problem Based STEM Education on the Perception of 5th Grade Students of Engineering, Engineers and Technology. *Pedagogical Research*, 4(3). <https://doi.org/10.29333/pr/5842>
- Fisher, C., Dwyer, D. C., & Yocam, K. (1996). *Education and Technology: Reflections on Computing in Classrooms*. San Francisco: Jossey- Bass Publishers.
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>
- Julià, C., & Antolí, J. O. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303–327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- Karaahmetoğlu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.17275/per.19.8.6.2>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (Pendidikan Prasekolah hingga Lepas Menengah)*. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) Dalam Pengajaran dan Pembelajaran*. Retrieved from <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Panduan Pengajaran dan Pembelajaran Berasaskan Inkuiri*.
- Kumar, R. (2012). *Research Methodology A Step-By-Step Guide for Beginners*. London: SAGE Publications Ltd.
- Lai, C., & Lai, C. (2018). Using Inquiry-Based Strategies for Enhancing Students' STEM Education Learning To cite this article: Using Inquiry-Based Strategies for Enhancing Students' STEM Education Learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 4(1), 110–117. <https://doi.org/10.21891/jeseh.389740>
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270–289. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Lin, K. Y., Hsiao, H. S., Williams, P. J., & Chen, Y. H. (2019). Effects of 6E-oriented STEM practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561432>
- Lin, K. Y., Yu, K. C., Hsiao, H. S., Chang, Y. S., & Chien, Y. H. (2018). Effects of web-based versus classroom-based STEM learning environments on the development of collaborative problem-solving skills in junior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(1), 21–34. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9488-6>
- Maria Uffa. (2016, November 29). Malaysia Perbaiki Kedudukan Dalam TIMSS 2015. *Berita Harian*. Retrieved from <https://www.bharian.com.my/node/218122>
- MD-Ali, R., & Kim, K. M. (2018). Geogebra in Learning of Mathematics Towards Supporting “Stem” Education. *The Journal of Social Sciences Research*, 776–782. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Olimpia_Pino/publication/328307480_The_Role_of_Personality_in_Predicting_the_Effect_of_a_Road-Safety_Education_Program_on_the_Decrease_of_Reported_Violations/links/5bc5caa5299bf17a1c559f70/The-Role-of-Personality-in-Pr

- Mirici, S., Gencer, I., & Gündüz, S. (2019). The Impact of STEM Project Writing Education on Candidate Female Teachers' Attitudes, Their Semantic Perceptions and Project Writing Skills towards Stem Education. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 11(2), 255–272. Retrieved from <http://proxy.libraries.smu.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1232750&site=ehost-live&scope=site>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest. *American Journal of Engineering Education*, 7(2), 117–128.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Ong, E. T., Safiee, N., Mat Jusoh, Z., Mohd Salleh, S., & Mohamed Noor, A. (2017). STEM EDUCATION THROUGH PROJECT-BASED INQUIRY LEARNING : AN EXPLORATORY STUDY ON ITS IMPACT AMONG YEAR 1 PRIMARY. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 7(2), 43–51.
- Parno, Supriana, E., Yulianti, L., Widarti, A. N., Ali, M., & Azizah, U. (2019). The influence of STEM-based 7E learning cycle on students critical and creative thinking skills in physics. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2 Special Issue 9), 761–769. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1158.0982S919>
- Sarican, G., Technology, I., & Akgunduz, D. (2018). Cypriot Journal of Educational reflective thinking skills towards problem solving and permanence in. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94–107.
- Sarı, U., Alıcı, M., & Şen, Ö. F. (2017). The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-based Learning Environment and Student Opinions. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1), 1–21. Retrieved from <http://ejse.southwestern.edu>
- Seage, S. J., Türegün, M., The, M., Seage, S. J., & Türegün, M. (2020). The Effects of Blended Learning on STEM Achievement of Elementary School Students To cite this article : The Effects of Blended Learning on STEM Achievement of Elementary School Students. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(1), 133–140.
- Tawfik, G. M., Dila, K. A. S., Mohamed, M. Y. F., Tam, D. N. H., Kien, N. D., Ahmed, A. M., & Huy, N. T. (2019). A step by step guide for conducting a systematic review and meta-analysis with simulation data. *Tropical Medicine and Health*, 47(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s41182-019-0165-6>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Timur, S., Timur, B., & Cetin, N. I. (2019). Effects of Stem Based Activities on In-Service Teachers & rsquo ; Views Effects of STEM Based Activities on In- Service Teachers ' Views. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 14(4). <https://doi.org/10.29329/epasr.2019.220.6>
- Ting, F. S. T., Lam, W. H., & Shroff, R. H. (2019). Active learning via problem-based collaborative games in a large mathematics university course in Hong Kong. *Education Sciences*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/educsci9030172>
- Vennix, J. (2017). Perceptions of STEM-based outreach learning activities in secondary education. *Learning Environments Research*, 20(1), 21–46. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9217-6>
- Wong, W. S., & Kamisah, O. (2018). Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan Stem dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Social Sciences and Humanities*, 3, 128–2875.
- Yasin, A. I., Prima, E. C., & Sholihin, H. (2018). Learning Electricity using Arduino-Android based Game to Improve STEM Literacy. *Journal of Science Learning*, 1(3), 77–94. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11789>