

Pemikiran Komputasional dalam Pendidikan Matematik dalam kalangan Pelajar Sekolah Rendah: Satu Tinjauan Literatur Sistematis

Computational Thinking in Mathematics Education among Primary School Students: A Systematic Literature Review

Nur Umairah Mohd Hadib¹, Riyan Hidayat^{2*}, Norafiqah Zulkarnin³,
Norashikin Azman⁴, Muhammad Harith Zunaidi⁵

¹SMK Alma Pulau Pinang, Bukit Mertajam, Pulau Pinang, MALAYSIA
^{1,2,3,4}Jabatan Matematik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900
Tanjong Malim, Perak, MALAYSIA

*Corresponding author: riyanhidayat@fsmt.upsi.edu.my

Published: 24 October 2022

To cite this article (APA): Hadib, N. U. M., Hidayat, R., Zulkarnin, N., Azman, N., & Zunaidi, M. H. (2022). Computational Thinking in Mathematics Education among Primary School Students: A Systematic Literature Review: Pemikiran Komputasional dalam Pendidikan Matematik dalam kalangan Pelajar Sekolah Rendah: Satu Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 12(2), 22–38. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.2.2.2022>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.2.2.2022>

ABSTRAK

Perkembangan pemikiran komputasional amat penting dalam era perkembangan teknologi di mana kemahirannya perlu diajar dan diketahui oleh semua orang. Walau bagaimanapun, terdapat kekurangan pendedahan berkenaan dengan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di sekolah rendah. Satu tinjauan literatur sistematik (SLR) telah dijalankan berkenaan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di kalangan pelajar sekolah rendah untuk mengkaji tentang implementasi pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik. Tinjauan literatur sistematik ini dipandu menggunakan protokol *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA). Kajian ini menggunakan pangkalan data Springer, Scopus, ScienceDirect dan Google Scholar. Hanya 20 artikel sahaja yang terpilih selepas proses penyaringan kriteria penerimaan dan penolakan. Keputusan kajian mendapati bahawa kebanyakan kajian melaksanakan pendekatan berasaskan aktiviti berkomputer atau berperanti (*plugged*). Seterusnya, kawasan geografi yang diberi tumpuan lebih adalah kawasan Eropah yang melibatkan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik bagi murid sekolah rendah. Metodologi penyelidikan yang paling banyak digunakan adalah penyelidikan secara kuantitatif. Pemikiran komputasional banyak dikaji dalam konteks konsep pemikiran komputasional, konsep pemikiran matematik, pendekatan penerapan kemahiran pemikiran komputasional, prestasi, minat atau tingkah laku dan teknik penilaian tahap pemikiran komputasional.

Keywords: pemikiran komputasional, pendidikan matematik, PRISMA, sekolah rendah, tinjauan literatur sistematik

ABSTRACT

The development of computational thinking is very important in the era of technological development where the skills need to be taught and known by everyone. However, there is a lack of exposure with respect to computational thinking in mathematics education in primary schools. A systematic literature review (SLR) was

conducted regarding computational thinking in mathematics education among primary school students to study about the implementation of computational thinking in mathematics education. This systematic literature review was guided using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) protocol. The study used Springer, Scopus, ScienceDirect and Google Scholar databases. Only 20 articles were selected through the screening process of the acceptance and rejection criteria. The results of the study indicated that most of the studies implemented a computer-based or plugged-in activity approach. Next, the more focused geographical area that involves computational thinking in mathematics education for primary school students is the European area. The most widely used research methodology is quantitative research. Computational thinking is widely studied in the context of computational thinking concepts, mathematical thinking concepts, approaches to the application of computational thinking skills, performance, interests or behaviors and computational thinking level assessment techniques.

Keywords: *computational thinking, mathematics education, PRISMA, primary school, systematic literature review*

PENGENALAN

Pemikiran komputasional merupakan kaedah penyelesaian masalah yang merangkumi (tetapi tidak terhad kepada) proses merumus masalah untuk penyelesaian pengiraan; menyusun dan menganalisis data secara logik; abstraksi, seperti model dan simulasi; pemikiran algoritma; penilaian untuk kecekapan dan ketepatan; generalisasi dan pemindahan ke domain lain (Li et al., 2021). Dengan erti kata lain, pemikiran komputasional merupakan kaedah yang menggunakan asas sains komputer untuk menyelesaikan sesuatu masalah, mereka bentuk sistem dan memahami tingkah laku manusia. Antara kepentingan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik ialah dapat meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah di kalangan murid, mampu menyelesaikan masalah kompleks dengan cekap, tepat dan juga berkualiti tinggi. Selain itu, pemikiran komputasional ini juga membolehkan pelajar menganalisis dan menyelesaikan masalah dengan menggunakan strategi serta alat yang sesuai sama ada di alam maya mahupun di alam nyata. Terdapat beberapa kajian yang telah dijalankan yang membuktikan pemikiran komputasional ini dapat membantu pelajar menyelesaikan masalah yang kompleks, antaranya ialah kajian yang dilakukan oleh Silva et al., (2021), pelajar sekolah rendah dapat menyelesaikan cabaran yang dijalankan semasa kajian berkaitan pemikiran komputasional.

Menurut Chiazzese et al., (2019), pemikiran komputasional membantu secara efektif dalam meningkatkan penguasaan ilmu pelajar dalam STEM. Mukasheva & Omirzakova (2021) menyatakan bahawa pembangunan pemikiran komputasional mampu menjadi pemangkin dalam menyumbang kepada pendekatan sistematis dan generalisasi, konsep kepada pengiraan serta pengenalanpastian baharu dalam pembangunan pemikiran komputasional. Tambahan pula menurut Cervera et al., (2020), pemikiran komputasional merupakan satu set yang luas yang berkaitan dengan proses berfikir dan kemahiran yang digunakan untuk menyelesaikan masalah serta pemikiran logik dengan cara manusia berfikir. Maka pemikiran komputasional amat penting bagi membantu dalam mengembangkan potensi dari pelbagai sudut dalam konteks pemikiran.

Berdasarkan kajian yang dijalankan oleh Kjällander et al., (2021) yang dilaksanakan secara kualitatif yang melibatkan 1500 orang pelajar berumur 6 hingga 16 tahun bersama guru yang dijalankan selama tiga tahun, hasil dapatan menunjukkan murid menunjukkan tingkah laku yang positif terhadap pengaturcaraan dan keberkesanan yang tinggi. Kajian ini menggunakan keadah reka bentuk pembelajaran untuk mengkaji potensi ingin belajar dalam kalangan murid. Selain itu kajian lain daripada Hsu et al., (2021) yang dijalankan secara kualitatif melibatkan seramai 8 orang pelajar yang berusia 11 tahun. Beberapa peringkat siasatan telah dijalankan ke atas murid tersebut sebelum ujian dijalankan dengan bantuan bahan pengajaran berasaskan reka bentuk. Kajian menjumpai kepentingan corak tingkah laku apabila pelajar mengaplikasikan bahan pengajaran. Seterusnya, dalam pemikiran komputasional, Chevalier et al., (2020), juga melakukan kajian terhadap 29 orang murid sekolah rendah yang berumur 9 hingga 10 tahun. Dalam kajian ini murid diperkenalkan dengan robot *Thymio* dan pengaturcaraan. Kajian ini dibuat bagi mereka bentuk dan menganalisis aktiviti pengajaran robotik sama ada ianya dapat mengatasi masalah yang sering berlaku di dalam kelas.

Berdasarkan penulisan tinjauan literatur sistematik yang lepas, Bati (2021) telah menulis tentang pemikiran komputasional dan pengaturcaraan dalam pendidikan awal kanak-kanak yang menjelaskan bahawa umur mempengaruhi pemikiran komputasional dalam pendidikan awal. Selain itu, Kakavas et al., (2019) telah membuat satu tinjauan berkenaan dengan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik sekolah rendah. Tinjauan ini dibuat untuk melihat bagaimana pemikiran komputasional ini berkembang dalam pendidikan sekolah rendah. Namun berdasarkan perbandingan dengan persoalan kajian bagi kedua-dua tinjauan literatur sistematik, tinjauan mengenai pendidikan matematik tersebut tidak mempunyai persoalan kajian seperti tiada reka bentuk kajian. Seterusnya, penambahbaikan yang boleh dibuat adalah dengan mencari artikel yang menjawab semua soalan kajian yang lebih terkini dan mengikuti isu semasa. Walau bagaimanapun, penulisan tentang tinjauan literatur sistematik terhadap pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di kalangan pelajar sekolah adalah terhad. Oleh sebab itu, penelitian yang baik diambil untuk membuat satu tinjauan literatur sistematik bagi pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di kalangan pelajar sekolah rendah.

Soalan Kajian

1. Apakah pendekatan atau kaedah yang dilaksanakan bagi menerapkan kemahiran pemikiran komputasional di kalangan pelajar sekolah rendah?
2. Bagaimanakah kajian lepas diterbitkan dalam konteks taburan geografi yang tertumpu?
3. Apakah reka bentuk kajian atau metodologi penyelidikan yang telah dijalankan dalam kajian lepas?
4. Apakah fokus dan tema yang telah digunakan dalam kajian lepas?
5. Apakah jenis instrumen yang digunakan untuk mengumpul data dalam kajian lepas?

TINJAUAN LITERATUR

Gaya pemikiran komputasional merupakan salah satu cara berfikir yang mengintegrasikan konsep asas sains komputer dalam proses penyelesaian masalah. Menurut Mukasheva dan Omirzakova, (2021), konsep pemikiran komputasional adalah berdasarkan teori kesan pemikiran abstrak dan komputer terhadap perkembangan pemikiran manusia. Menurut Chiazzese et al., (2019), seorang pemikir komputasional memiliki kemampuan mengaplikasi secara aktif dan autonomi, proses pemikiran kritis serta menyelesaikan masalah dalam pelbagai disiplin dan konteks kehidupan sebenar. Gaya pemikiran ini cenderung untuk memberi fokus kepada perkembangan kognitif seseorang. Pemikiran ini menggunakan teknik pengumpulan data secara logik dan sistematik sebelum memulakan proses penyelesaian masalah. Proses penyelesaian masalah yang dihasilkan adalah menggunakan kaedah meringkaskan masalah yang kompleks. Masalah itu kemudian disusun mengikut ketertiban bagi menghasilkan satu cara penyelesaian.

Pemikiran komputasional memberikan pelbagai kesan kepada manusia yang berfikir. Kesan-kesan ini mempunyai kebaikan dan keburukannya yang tersendiri. Menurut Araya (2021) penggunaan algoritma keturunan paling curam yang digunakan untuk memodelkan tingkah laku haiwan menggambarkan bagaimana matematik sekolah rendah boleh meluaskan bidang aplikasinya melangkaui transaksi komersial biasa dan membolehkan pelajar sekolah rendah mengetahui dan menghargai kuasa matematik untuk memahami fenomena lain yang lebih baik yang berlaku dalam kehidupan seharian mereka. Hal ini sangatlah bermakna bagi mereka. Namun begitu, penggunaan pemikiran ini dalam kalangan pelajar sekolah rendah masih belum diaplikasikan secara meluas. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kajian yang dilaksanakan dalam mengintegrasikan pemikiran komputasional dalam sistem pendidikan. Walau bagaimanapun, terdapat sesetengah guru menggunakan konsep pemikiran ini dalam mendidik pelajar mereka kerana ianya memberikan kesan dalam proses pembelajaran para pelajar.

Salah satu kesan baik bagi penerapan pemikiran komputasional adalah dapat meningkatkan kemahiran analisis pelajar. Gaya pemikiran ini memberikan fokus kepada cara penyelesaian masalah secara berperingkat. Hal ini secara tidak langsung memberikan latihan kepada pelajar berkaitan

permasalahan, penyelesaian dan pemudahcaraan. Kajian Psycharis dan Kotzampasaki (2019) menunjukkan bahawa pelajar gred rendah yang mengambil bahagian dalam penyelidikan mempunyai gred yang lebih tinggi selepas intervensi pemikiran komputasional. Pelajar akan menggunakan elemen analisis dan sintesis bagi mencari cara yang terbaik untuk menyelesaikannya. Menurut Psycharis dan Kotzampasaki (2019), pembelajaran berasaskan permainan memberi impak dalam pemikiran komputasional dan keyakinan diri pelajar untuk melibatkan diri dengan penggunaan komputer. Dengan ini, jelaslah bahawa penggunaan pemikiran komputasional dalam proses pendidikan dapat membantu proses perkembangan pelajar dalam menganalisis sebuah situasi atau masalah.

Menurut Chevalier et al., (2020), penyelesaian masalah dapat merangka satu atau lebih proses reka bentuk penyelesaian bagi sebuah robot yang memenuhi semua syarat berdasarkan masalah dalam fasa menjana idea. Pemikiran komputasional juga memberikan impak positif iaitu melatih nilai kreativiti dalam diri pelajar. Ketika proses analisis dilakukan, pelajar akan mencari segala pembolehubah yang mempengaruhi masalah. Susunan langkah penyelesaian yang dilakukan oleh pelajar mempunyai kemungkinan besar untuk menghasilkan hasil yang unik. Penyelesaian yang hadir dalam pelbagai bentuk menzahirkan cara pelajar berfikir memandangkan tidak semua pelajar mempunyai cara berfikir yang sama. Menurut Chevalier et al., (2020), proses penyelesaian masalah biasanya merupakan pernyataan yang memerlukan pengubahsuaian persepsi realiti tertentu (maya atau konkrit) melalui tindakan kreatif untuk memenuhi satu set syarat. Pemikiran yang kreatif ini mampu mengubah diri pelajar daripada menjadi seorang pengguna pasif kepada seorang pencipta yang inovatif.

Sebaliknya pula, pemikiran komputasional mempunyai impak negatif iaitu pemikiran ini memerlukan tahap-tahap kognitif yang tertentu. Hal ini akan menyebabkan para pelajar yang tidak menepati syarat akan mengalami kesukaran ketika mempelajarinya. Menurut Chiazzese et al., (2019), proses pembelajaran secara komputasional berkembang berdasarkan tugas yang mencabar di mana pemerhatian dan pemahaman fenomena berlaku dalam persekitaran eksperimen dan bukannya melalui pelajaran teori tradisional. Pelajar yang tidak dapat melihat gambaran carta alir sebuah algoritma dengan jelas akan merasakan pemikiran ini membebankan diri mereka. Kemahiran pengumpulan data dan analisis yang sepatutnya dipelajari tidak dapat dikembangkan dengan efisien. Kajian bagi mengkaji tahap kesukaran dalam menguasai pemikiran komputasional adalah terbatas. Pengkaji sukar untuk mencari suatu kaedah yang sesuai untuk semua pelajar memahami algoritma. Penggunaan algoritma dalam menyelesaikan sesuatu masalah juga mempunyai pelbagai atur cara berbeza tetapi tetap memberikan jawapan yang betul. Bentuk penyelesaian yang berbagai ini menyebabkan tiada algoritma khusus dalam menyelesaikan masalah. Bidang matematik juga tidak terkecuali dari masalah ini. Penukaran bentuk formula dan tertib menghasilkan pelbagai bentuk penyelesaian.

Di dalam kajian ini, terdapat beberapa isu yang timbul dalam menerapkan pemikiran komputasional dalam kalangan pelajar sekolah rendah. Isu yang pertama adalah kaedah mengajar yang akan digunakan. Kaedah yang digunakan mestilah memberi fokus kepada subjek yang diajar. Sebuah keseimbangan perlu diwujudkan dalam mengintegrasikan pemikiran komputasional. Dalam kajian Chevalier et al., (2020) menyatakan bahawa pendedahan pemikiran komputasional tidak mencukupi dalam mencapai sasaran kurikulum. Para guru perlu untuk meneliti dan merangka kaedah pembelajaran yang tersendiri mengikut tahap penguasaan pelajar. Integrasi pemikiran komputasional dan matematik mempunyai asas yang berbeza. Pemikiran komputasional lebih kepada mengikut atur logik manakala matematik pula memberi fokus kepada ilmu perhitungan serta pembuktian.

Pemikiran komputasional juga mengalami isu dalam proses menjadikannya sebagai pembelajaran sepanjang hayat. Penerapan pemikiran ini perlu mempunyai fasanya yang tersendiri. Perkembangan perlulah berlaku sepanjang proses integrasi untuk diguna pakai dalam mengaplikasikan matematik dalam kehidupan seharian. Mukasheva dan Omirzakova (2021) menyatakan bahawa amatlah penting menjaga keseimbangan dalam perkembangan pemikiran komputasional untuk memastikan kemahiran itu dapat diguna pakai dalam semua tahap pendidikan. Oleh hal yang demikian, sebuah kajian perlu dilaksanakan bagi tujuan menganalisis tahap perkembangan pemikiran komputasional dalam kalangan pelajar sekolah rendah sebelum ianya diadaptasi untuk dijadikan garis panduan guru.

METODOLOGI

Tinjauan Literatur Sistematis ini dipandu menggunakan protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*). Protokol PRISMA adalah set item minimum untuk pelaporan dalam tinjauan sistematik dan meta-analisis yang berdasarkan bukti. Protokol PRISMA membantu penyelidik mengenal pasti hasil kajian yang mempunyai literatur yang tepat menurut objektif kajian melalui tiga proses, termasuk proses pengenalpastian (*identification*), saringan (*screening*) dan kelayakan (*eligibility*) (Gillath & Karantzas, 2019). Tujuan protokol PRISMA adalah untuk meningkatkan kualiti pelaporan dalam tinjauan literatur sistematik. Hingga kini, terdapat beberapa penerapan tinjauan literatur sistematik dalam pendidikan matematik (Hamzah, & Hidayat, 2022; Man et al., 2022; Mohamed et al., 2022) dan pendidikan sains (Sabudin & Halim, 2020).

Strategi Carian

Menurut Tamilchelvan dan Rashid (2017), strategi utama untuk kekal fokus dalam proses pencarian artikel adalah dengan menilai tajuk, kata kunci dan abstrak. Oleh hal yang demikian, dalam proses pencarian artikel ini, enjin carian seperti *Springer*, *Scopus* dan *ScienceDirect* yang terdapat dalam pangkalan data telah dimanfaatkan untuk mendapatkan sejumlah artikel yang akan disaring dan dianalisis. *Google Scholar* juga telah digunakan untuk mencari artikel tambahan yang paling relevan. Seterusnya, bahasa Inggeris adalah bahasa yang telah diguna pakai semasa proses pencarian artikel dalam enjin carian dengan menggunakan rentetan kata kunci seperti berikut: ((“*computational thinking*” AND (“*mathematics education*” OR “*mathematics*”) AND (“*primary school*” OR “*elementary school*”))). Berdasarkan rentetan kata kunci tersebut, sejumlah 493 artikel telah dikenal pasti dan diguna pakai dalam proses saringan yang melibatkan penilaian tajuk, kata kunci dan abstrak.

Kriteria Penerimaan

Dalam proses pencarian artikel dan proses saringan, hanya artikel yang diterbitkan serta mengikuti kriteria-kriteria di bawah sahaja yang akan diguna pakai dan dimasukkan ke dalam tinjauan literatur sistematik ini:

1. Artikel yang diterbitkan pada tahun 2017 hingga 2021 untuk memastikan artikel-artikel tersebut relevan dan sesuai dengan situasi semasa.
2. Artikel yang diterbitkan dalam bahasa Inggeris supaya maklumat yang diperolehi lebih luas.
3. Artikel yang mempunyai akses penuh supaya maklumat penuh artikel dapat diteliti dan dianalisis.
4. Jenis sumber penerbitan adalah daripada artikel jurnal.
5. Kajian dalam artikel adalah empirikal.
6. Kajian dalam artikel yang berfokuskan kepada pelajar sekolah rendah.
7. Artikel yang sesuai dengan skop kajian serta memaparkan kata kunci yang dikehendaki.
8. Artikel yang paling relevan (*Google Scholar* sahaja).

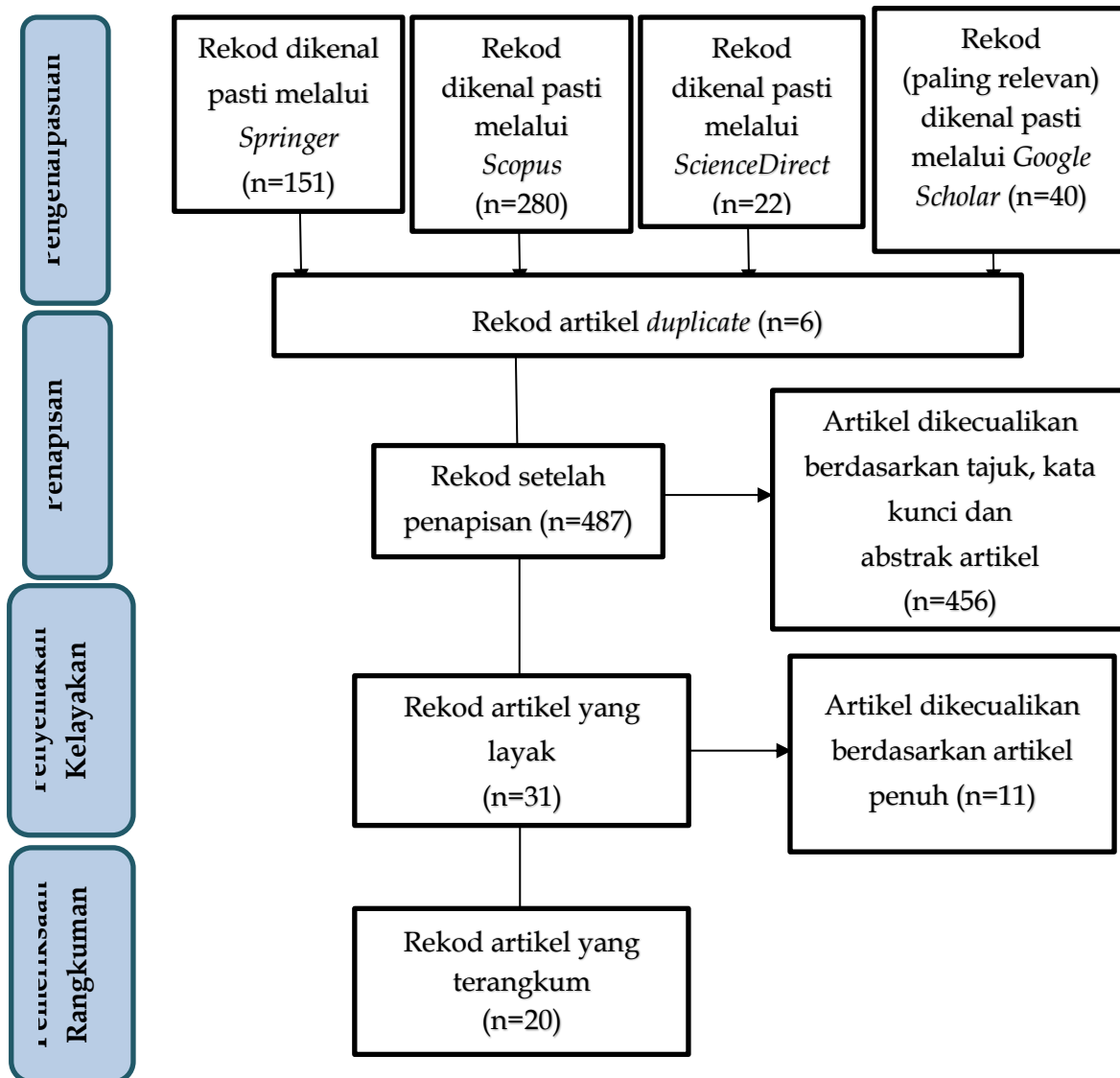
Kriteria Penolakan

Artikel-artikel yang mempunyai kriteria-kriteria seperti berikut akan dikecualikan daripada tinjauan sistematik ini:

1. Artikel yang diterbitkan pada tahun 2017 dan ke bawah.
2. Artikel yang berulang (duplicate).
3. Kajian dalam artikel yang berfokuskan kepada guru atau pelajar sekolah menengah.
4. Artikel yang luar dari skop kajian serta tidak memaparkan kata kunci yang dikehendaki.
5. Artikel yang kurang relevan (*Google Scholar* sahaja).

Analisis Data

Berdasarkan kriteria penerimaan dan kriteria penolakan, sebanyak 20 artikel yang sesuai dan layak telah berjaya ditentukan seperti dalam rajah 1. Sepanjang proses saringan, kesesuaian artikel telah dikenal pasti dengan menganalisis tajuk, kata kunci dan abstrak artikel, diikuti dengan membaca artikel penuh. Sejumlah 20 artikel tersebut seterusnya dikaji dan diteliti menerusi proses analisis tematik untuk tujuan pengelasan artikel mengikut tema. Setelah itu, artikel-artikel tersebut telah dirujuk dan diguna pakai bagi melengkapkan tinjauan literatur sistematik ini.



Rajah 1. Carta Alir Protokol PRISMA

Analisis Tematik

Dalam proses analisis tematik ini, sebanyak lima tema telah dikenal pasti melalui 20 artikel yang telah dijumpai dan tema-tema itu telah ditentukan mengikut kesesuaian kajian. Tema-tema tersebut adalah seperti berikut konsep pemikiran komputasional, konsep pemikiran matematik, pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional, prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran dan Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional. Berikut merupakan nama penulis artikel dan tahun serta tema-tema yang paling sesuai bagi setiap artikel:

Penulis Artikel & Tahun	Tema
Hsu et al., (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Città et al., (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Konsep pemikiran matematik ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Silva et al., (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional
Miller (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Konsep pemikiran matematik ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Ng dan Cui (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Chevalier et al., (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional
Valovičová et al., (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Kjällander et al., (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Li et al., (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Nur Hasheena Anuar et al., (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Cervera et al., (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran

Mukasheva dan Omirzakova (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Araya (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Konsep pemikiran matematik ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional
Varhol et al., (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran matematik ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Chiazzese et al., (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Psycharis dan Kotzampasaki (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran
Benton et al., (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Konsep pemikiran matematik ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Shen et al., (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Boticki et al., (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional ● Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran ● Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional
Kong (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Konsep pemikiran komputasional ● Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional

DAPATAN KAJIAN

Dalam kajian ini, sebanyak 20 artikel yang menepati syarat kelayakan telah digunakan bagi tujuan sistematik analisis. Kajian ini memfokuskan tentang lima persoalan kajian untuk melengkapkan ulasan mengenai 20 artikel yang terpilih. Persoalan-persoalan kajian yang difokuskan adalah mengenai pendekatan atau kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional, taburan geografi yang tertumpu, reka bentuk kajian atau metodologi penyelidikan, fokus dan tema yang telah digunakan serta jenis instrumen yang digunakan untuk mengumpul data. Jadual 1 menunjukkan rumusan mengenai persoalan-persoalan kajian dalam sistematik analisis ini.

Jadual 1. Rumusan persoalan-persoalan kajian

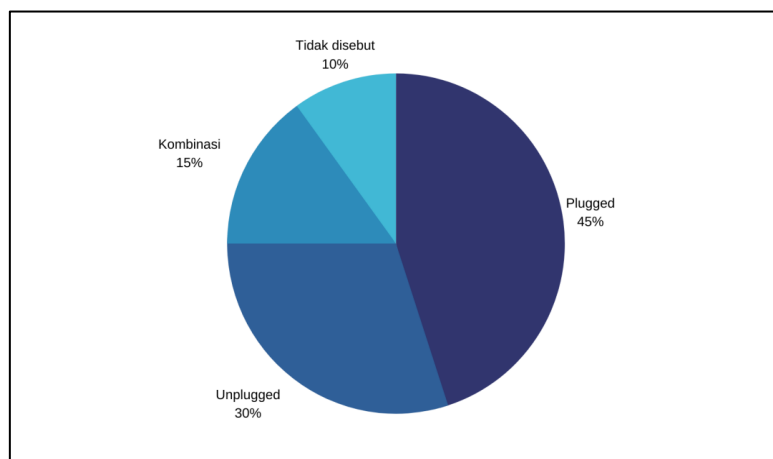
Penulis & Tahun	Persoalan kajian 1	Persoalan kajian 2	Persoalan kajian 3	Persoalan kajian 4	Persoalan kajian 5
Hsu et al., (2021)	<i>Unplugged</i>	Asia & Amerika	Kombinasi (kualitatif & kuantitatif)	Tema (1), (3) & (4)	Projek
Città et al., (2019)	<i>Unplugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1), (2), (3) & (5)	Projek
Silva et al., (2021)	Kombinasi	Eropah	Kualitatif	Tema (1) & (3)	Projek
Miller (2019)	<i>Plugged</i>	Eropah	Kombinasi (kualitatif & kuantitatif)	Tema (1), (2), (3) & (4)	Projek
Ng dan Cui (2020)	<i>Plugged</i>	Asia	Penyelidikan berasaskan reka bentuk (DBR)	Tema (1), (3) & (5)	Projek
Chevalier et al., (2020)	<i>Unplugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1) & (3)	Projek
Valovičová et al., (2020)	Kombinasi	Eropah	Penyelidikan berasaskan reka bentuk (DBR)	Tema (1), (3) & (4)	Projek
Kjällander et al., (2021)	<i>Plugged</i>	Eropah	Kombinasi (kualitatif & kuantitatif)	Tema (1), (3) & (4)	Projek
Li et al., (2021)	Tidak disebut	Asia	Kuantitatif	Tema (1) & (5)	Ujian bertulis
Nur Hasheena Anuar et al., (2020)	Kombinasi	Asia	Kuantitatif	Tema (1), (3) & (4)	Projek
Cervera et al., (2020)	<i>Unplugged</i>	Eropah	Kombinasi (kualitatif & kuantitatif)	Tema (1), (3) & (4)	Projek
Mukasheva dan Omirzakova (2021)	<i>Plugged</i>	Asia	Kombinasi (kualitatif & kuantitatif)	Tema (1), (3) & (5)	Ujian bertulis
Araya (2021)	<i>Unplugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1), (2) & (3)	Projek
Varhol et al., (2021)	Tidak disebut	Eropah	Kualitatif	Tema (2) & (4)	Ujian bertulis
Chiazzese et al., (2019)	<i>Unplugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1), (3) & (5)	Ujian bertulis
Psycharis dan Kotzampasaki	<i>Plugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1), (3) & (4)	Projek

(2019)					
Benton et al., (2018)	<i>Plugged</i>	Eropah	Kuantitatif	Tema (1), (2), (3) & (5)	Ujian bertulis
Shen et al., (2020)	<i>Plugged</i>	Amerika	Kuantitatif	Tema (1), (3) & (5)	Projek
Boticki et al., (2018)	<i>Plugged</i>	Asia	Kuantitatif	Tema (1), (3), (4) & (5)	Projek
Kong (2019)	<i>Plugged</i>	Asia	Kualitatif	Tema (1) & (3)	Laporan

Pendekatan atau Kaedah Penerapan Kemahiran Pemikiran Komputasional

Soalan kajian yang pertama adalah berkaitan dengan pendekatan atau kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional. Berdasarkan kajian-kajian yang lepas, kebanyakan kajian melaksanakan pendekatan berasaskan aktiviti berkomputer atau berperanti (*plugged*). Terdapat sebanyak 9 kajian (45%) yang menggunakan pendekatan berasaskan aktiviti berperanti (Benton et al., 2018; Boticki et al., 2018; Kjällander et al., 2021; Kong, 2019; Miller, 2019; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng & Cui, 2020; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020). Selain itu, 6 daripada kajian yang lain (30%) menggunakan pendekatan aktiviti tanpa peranti atau komputer (*Unplugged*) dan 3 daripada kajian yang lain (15%) menggunakan pendekatan kombinasi di antara aktiviti berperanti dan aktiviti tanpa peranti (Araya, 2021; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Hsu et al., 2021; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020). Selebihnya, 2 daripada kajian yang lain (10%) tidak menyatakan tentang pendekatan atau kaedah yang dilaksanakan dalam kajian mereka.

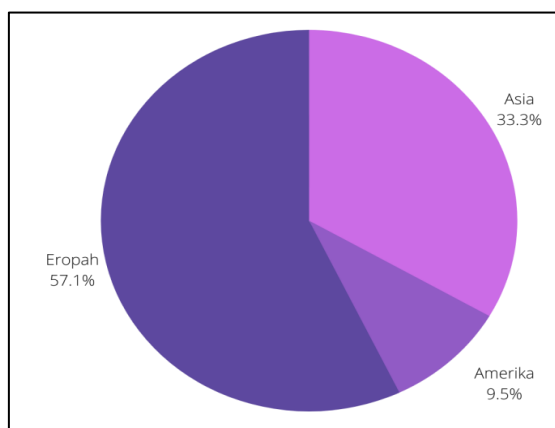
Dalam kajian-kajian yang melaksanakan pendekatan berasaskan aktiviti berperanti, kebanyakannya mengaplikasikan aktiviti pengaturcaraan dengan menggunakan perisian Scratch ataupun ScratchJr (Boticki et al., 2018; Kjällander et al., 2021; Miller, 2019; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng & Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Silva, 2021). Bagi kajian yang melaksanakan pendekatan berasaskan aktiviti tanpa peranti pula, integrasi robot pendidikan banyak diaplikasikan dengan menggunakan robot-robot seperti Robot-Tino Walk, Robot Thymio dan Bee-bot Robot (Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Città et al., 2019). Rajah 2 menunjukkan peratusan bagi pendekatan atau kaedah-kaedah penerapan kemahiran komputasional yang diaplikasikan dalam kajian-kajian lepas.



Rajah 2. Pendekatan atau Kaedah Penerapan Kemahiran Pemikiran Komputasional

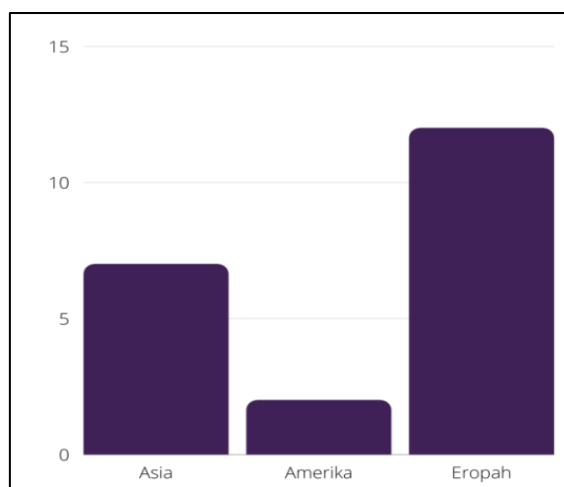
Taburan Geografi Tertumpu

Persoalan kajian kedua ialah melibatkan taburan atau kawasan geografi yang diberi tumpuan pada kajian sebelum ini. Kawasan geografi yang diberi tumpuan lebih adalah kawasan Eropah di mana terdapat 12 kajian yang telah dijalankan (57.1%) melibatkan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik bagi murid sekolah rendah (Araya, 2021; Benton et al., 2018; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Kjällander et al., 2021; Miller, 2019; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020; Varhol et al., 2021). Seterusnya diikuti dengan kawasan Asia iaitu terdapat 7 kajian (Boticki et al., 2018; Hsu et al., 2021; Kong, 2019; Li et al., 2021; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng dan Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020) yang telah dilaksanakan (33.3%) dan diikuti dengan kawasan Amerika yang telah menjalankan 2 kajian (Hsu et al., 2021; Shen et al., 2020) iaitu sebanyak (9.5%) seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3 dibawah.



Rajah 3. Taburan Geografi Tertumpu

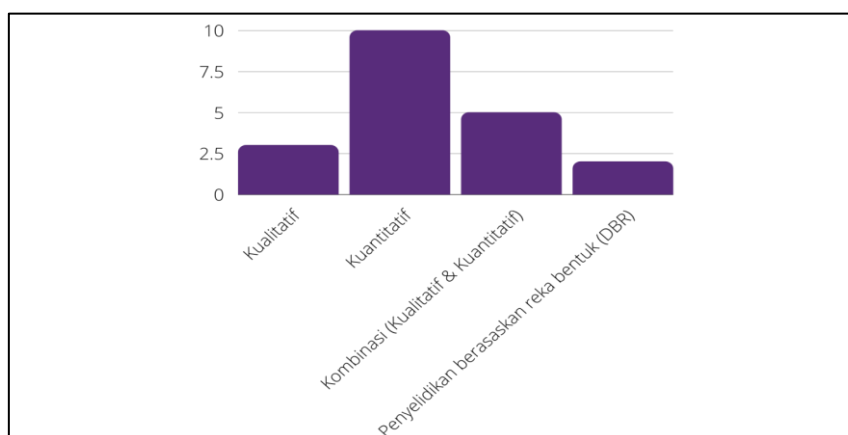
Taburan geografi dalam sesebuah negara secara spesifik tidak dinyatakan untuk mengiktiraf negara yang menjalankan penyelidikan. Namun, penerbitan penyelidikan mengikut negara-negara dalam sesebuah kawasan geografi ditunjukkan dalam Rajah 3 di mana Eropah mendahului (N=12, 57.1%), diikuti oleh negara Asia (N=7, 33.3%) dan seterusnya Amerika (9.5%, N=2). Rajah 4 menggambarkan kajian yang telah dijalankan berkaitan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik bagi murid sekolah rendah di negara seperti Eropah, Amerika dan juga Asia.



Rajah 4. Bilangan Negara dalam Taburan Geografi Tertumpu

METODOLOGI PENYELIDIKAN

Soalan kajian yang ketiga ialah melibatkan metodologi penyelidikan pada kajian lepas. Metodologi penyelidikan yang paling banyak digunakan adalah penyelidikan secara kuantitatif (50%, $n = 10$) iaitu pada kajian (Araya, 2021; Benton et al., 2018; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Li et al., 2021; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020) dan seterusnya diikuti oleh kombinasi antara kualitatif dan juga kuantitatif (25%, $n = 5$) (Cervera et al., 2020; Hsu et al., 2021; Kjällander et al., 2021; Miller, 2019; Mukasheva & Omirzakova, 2021). Selain itu, diikuti dengan penyelidikan secara kualitatif (15%, $n = 3$) (Boticki et al., 2018; Kong, 2019; Silva, 2021; Varhol et al., 2021) dan akhir sekali menggunakan penyelidikan berasaskan reka bentuk (DBR) (10%, $n = 2$) (Ng & Cui, 2020; Valovičová et al., 2020) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.



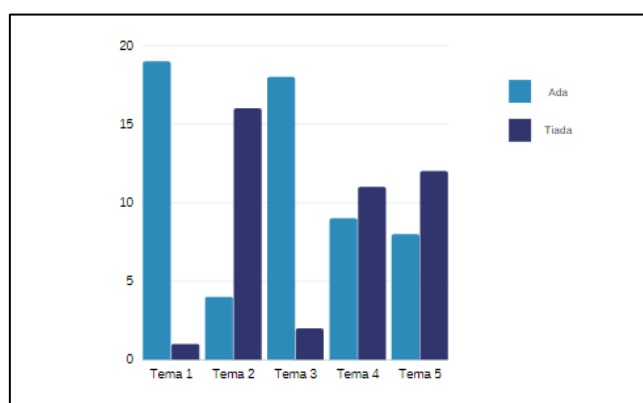
Rajah 5. Metodologi Penyelidikan

FOKUS KAJIAN LEPAS

Untuk soalan kajian yang keempat adalah berkenaan dengan fokus dan tema yang telah digunakan dalam kajian lepas. Terdapat 6 tema yang dijumpai daripada 20 kajian. Antaranya adalah seperti berikut; (1) Konsep pemikiran komputasional, (2) Konsep pemikiran matematik, (3) Pendekatan dan kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional, (4) Prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran dan akhir sekali, (5) Teknik penilaian tahap pemikiran komputasional. Berdasarkan kajian lepas, kebanyakan tema (1) telah dijumpai dalam kajian-kajian yang dijalankan. Terdapat sebanyak 19 daripada 20 kajian yang menggunakan tema konsep pemikiran komputasional dan 1 kajian yang tidak menggunakan tema pemikiran komputasional (Varhol et al., 2021). Tema (1) banyak dijumpai kerana tajuk yang dipilih adalah sangat berkait rapat dengan tema ini. Seterusnya, 4 daripada 20 kajian ada menggunakan tema (2) (Araya, 2021; Benton et al., 2018; Città et al., 2019; Miller, 2019). Selebihnya, 16 kajian yang lain tidak menggunakan tema (2) dalam kajian mereka (Boticki et al., 2018; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Hsu et al., 2021; Kjällander et al., 2021; Kong, 2019; Li et al., 2021; Ng & Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020; Varhol et al., 2021).

Selain itu sebanyak 18 daripada 20 kajian ada menggunakan tema (3), manakala 2 lagi kajian tidak menggunakan tema (3) dalam kajian mereka (Araya, 2021; Benton et al., 2018; Boticki et al., 2018; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Hsu et al., 2021; Kjällander et al., 2021; Kong, 2019; Li et al., 2021; Miller, 2019; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng & Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020; Varhol et al., 2021). Kajian-kajian yang menunjukkan

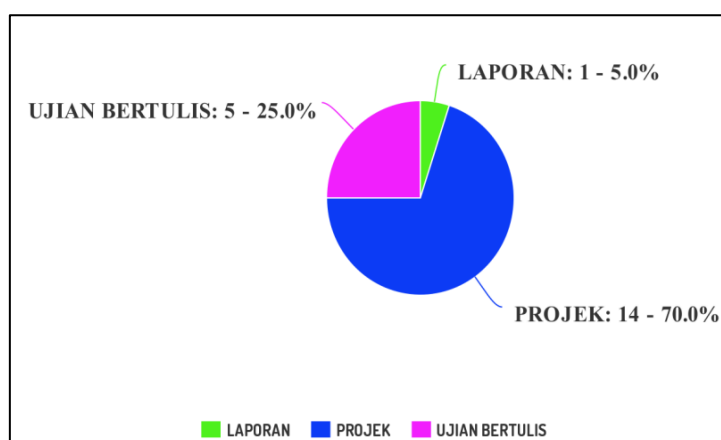
tema yang keempat iaitu tema prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran adalah sebanyak 9 kajian dan selebihnya, sebanyak 11 kajian tidak menunjukkan tema ini pada kajian mereka (Araya, 2021; Benton et al., 2018; Boticki et al., 2018; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Hsu et al., 2021; Kjällander et al., 2021; Kong, 2019; Li et al., 2021; Miller, 2019; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng & Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020; Varhol et al., 2021). Akhir sekali untuk tema (5), sebanyak 8 kajian daripada 20 ada menggunakan tema (5) dan selebihnya tidak (Benton et al., 2018; Boticki et al., 2018; Chiazzese et al., 2019; Città et al., 2019; Li et al., 2021; Mukasheva & Omirzakova, 2021; Ng & Cui, 2020; Shen et al., 2020).



Rajah 6. Fokus dan Tema yang telah digunakan

Jenis Instrumen

Soalan kajian yang kelima adalah berkaitan dengan jenis instrumen yang digunakan dalam kajian lepas. Jenis instrumen yang digunakan bagi mengkaji pemikiran komputasional adalah projek dan ujian bertulis. Data yang diperolehi daripada kajian digunakan untuk proses analisis dalam pemikiran komputasional. Berdasarkan Rajah 7, majoriti instrumen yang digunakan dalam kajian adalah projek (N=14), diikuti oleh ujian bertulis (N=5) dan laporan (N=1). Kaedah projek (Araya, 2021; Boticki et al., 2018; Cervera et al., 2020; Chevalier et al., 2020; Città et al., 2019; Hsu et al., 2021; Kjällander et al., 2021; Miller, 2019; Ng dan Cui, 2020; Nur Hasheena Anuar et al., 2020; Psycharis dan Kotzampasaki, 2019; Shen et al., 2020; Silva, 2021; Valovičová et al., 2020) telah digunakan secara meluas dalam mencari dasar dan kaedah pengajaran pemikiran komputasional yang sesuai diterapkan dalam kurikulum sekolah. Contohnya, kajian Cervera et al., (2020) yang menggunakan pembelajaran berasaskan permainan robot *Bee-bot* sebagai sebuah garis ukur dalam menilai penguasaan pemikiran komputasional.



Rajah 7. Jenis instrumen yang digunakan

PERBINCANGAN

Dapatan kajian yang pertama mengenai pendekatan atau kaedah penerapan kemahiran pemikiran komputasional menunjukkan bahawa pendekatan berasaskan aktiviti berkomputer atau berperanti (*plugged*) adalah paling banyak diaplikasikan dalam kajian lepas. Aktiviti pengaturcaraan menjadi tumpuan utama dalam kajian berkaitan matematik yang menggunakan pendekatan berasaskan peranti seperti komputer dan tablet. Hal ini bertepatan dengan pandangan Miller (2019) yang menyatakan bahawa pemikiran komputasional iaitu pemikiran yang digunakan dalam pengaturcaraan dan perkembangan konsep dalam matematik sangat berkait rapat di antara satu sama lain. Pendekatan berasaskan peranti atau komputer ini juga bersesuaian dengan revolusi industri 4.0 yang mementingkan tentang penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan. Menurut Valovičová et al., (2020), untuk mempelajari matematik pada abad ke-21 ini, bukan sahaja penting untuk memperolehi kecekapan matematik, tetapi juga penting untuk memiliki pemikiran kritis, kreatif dan celik teknologi. Oleh hal yang demikian, pendekatan berasaskan peranti terutamanya yang melibatkan pengaturcaraan perlu diperluaskan lagi secara lebih terperinci serta mengikut peredaran zaman pada kajian akan datang. Hal ini selari dengan pendapat Kjällander et al., (2021) yang menyatakan bahawa kecekapan digital dan pengaturcaraan sedang diketengahkan secara aktif dalam bidang pendidikan di seluruh dunia.

Mengenai kajian daripada taburan atau kawasan geografi yang tertumpu, penemuan menunjukkan bahawa kawasan Eropah merupakan kawasan utama yang banyak menjalankan kajian tentang pemikiran komputasional murid sekolah rendah dalam subjek Matematik dan diikuti dengan beberapa penyelidikan yang melibatkan kawasan Asia dan Amerika. Hal ini menunjukkan murid sekolah rendah di negara-negara Eropah lebih terdedah dengan pemikiran komputasional bagi subjek matematik berbanding negara lain. Selain itu, penemuan penyelidikan ini menunjukkan lebih banyak lagi negara yang tidak menjalankan penyelidikan ataupun kajian tentang pemikiran komputasional bagi pendidikan Matematik yang melibatkan murid sekolah rendah terutamanya di Malaysia. Menurut Nur Hasheena Anuar et al., (2020), Walaupun kebanyakan kajian yang dikaji telah dijalankan di negara maju, adalah jelas bahawa cabaran dalam mengajar kemahiran berfikir secara komputasional dalam bilik darjah yang pelbagai seperti Malaysia adalah berbeza. Dalam konteks kajian ini, guru di sekolah terpencil mungkin mendapati pengajaran kemahiran berfikir komputasi kepada kanak-kanak orang asli adalah perlu. Walaupun dorongan daripada kurikulum kebangsaan ke arah aliran global yang lebih progresif dalam cara pembelajaran bersepadu secara digital, guru di sekolah terpencil nampaknya terikat pada persekitaran pembelajaran luar bandar mereka. Berbeza dengan negara-negara Eropah, kajian menunjukkan bahawa terutamanya untuk kanak-kanak di kelas pertama sekolah rendah adalah perlu untuk menambat konsep pengkodan kepada pengalaman sebenar dan terletak. Malah, semasa sesi pengenalan, konsep algoritma telah disampaikan kepada kanak-kanak merujuk kepada contoh kehidupan sebenar seperti urutan arahan berpakaian, resipi untuk memasak dan pembinaan bangunan dengan permainan LEGO.

Seterusnya, kaedah metodologi penyelidikan menunjukkan bahawa kaedah penyelidikan kuantitatif digunakan adalah separuh daripada kajian kombinasi (kuantitatif & kualitatif) diikuti penyelidikan secara kualitatif dan penyelidikan berasaskan reka bentuk. Perkara ini sebahagiannya menyokong penyelidikan dikendalikan oleh Silva, R. (2021), aplikasi pemikiran komputasional dalam penyelesaian masalah, menonjolkan penggunaan blok pengaturcaraan dan prinsip rekursif mengenal pasti pepijat dan kemudian menyahpepijat (*bugs and debugging*), membolehkan murid sekolah rendah ini mengembangkan kemahiran yang boleh dipindahkan ke konteks lain. Hal ini menunjukkan bahawa beliau menggunakan kaedah kualitatif untuk mengembangkan kemahiran murid-murid tersebut. Seterusnya, mengikut Città, (2019), penyelidikan secara kuantitatif digunakan bagi meneliti latihan pemikiran pengiraan secara eksplisit yang melibatkan lima kelas sebuah sekolah rendah Itali, daripada gred 1 hingga gred 5 serta sembilan puluh dua pelajar telah terlibat dalam lingkungan umur 6 hingga 10 tahun menggunakan konstruk sedemikian, oleh itu, menggunakan fungsi kognitif peringkat tinggi yang merupakan bahagian asas daripada apa yang lazimnya diiktiraf sebagai kebolehan pengiraan.

Kebanyakan kajian yang dijalankan mengikut tema menunjukkan bahawa hampir kesemua iaitu sebanyak 19 daripada 20 kajian menerangkan tema (1) iaitu konsep pemikiran komputasional di dalam hasil penulisan mereka. Hal ini kerana tema pemikiran komputasional merupakan fokus utama yang diketengahkan di dalam kajian ini. Menurut Hsu et al., (2021), pemikiran komputasional merupakan kaedah yang menggunakan asas sains komputer untuk menyelesaikan masalah serta dapat membantu dalam memahami tingkah laku manusia. Penerangan yang meluas berkenaan dengan pemikiran komputasional membantu dalam pemahaman yang mendalam terhadap suatu kajian itu. Hanya satu sahaja artikel yang tidak mempunyai konsep pemikiran komputasional ini (Varhol et al., 2019). Tema (3) pula menjadi tema kedua terbanyak yang diterangkan di dalam kajian ini. Tema ini menunjukkan pendekatan yang sesuai dalam penerapan pemikiran komputasional seperti kajian yang dilakukan oleh Chevalier et al., (2020) yang mempunyai persoalan kajian tentang memupuk perkembangan kemahiran pemikiran komputasional. Ini akan memberi impak positif kepada responden yang terlibat. Seterusnya, tema (4) adalah tema yang ketiga paling banyak digunakan iaitu sebanyak 9 artikel menerangkan tema ini dan selebihnya tidak iaitu sebanyak 11 artikel. Tema (4) merupakan tema prestasi, minat atau tingkah laku pelajar dalam aktiviti pembelajaran. Impak daripada tema ini berdasarkan hasil kajian daripada Hsu et al., (2021), pelajar menunjukkan tingkah laku mendapatkan kebaikan daripada pembelajaran kajian tersebut. Akhir sekali, tema yang kurang diterangkan di dalam artikel-artikel yang terpilih adalah tema (2). Tema (2) iaitu konsep pemikiran matematik tidak dijelaskan di dalam artikel-artikel yang terpilih dan hanya 4 sahaja artikel yang terkandung tema (2) ini. Kebanyakan artikel hanya menggariskan tentang subjek matematik dan bukan tentang pemikiran matematik.

Hasil pemerhatian berkenaan instrumen yang digunakan menunjukkan 70% daripada kajian lepas menggunakan instrumen projek dan selebihnya menggunakan ujian bertulis. Penggunaan instrumen soal selidik, portfolio dan pertandingan tidak didapati dalam artikel terpilih dari kajian lepas. Pemikiran komputasional masih mempunyai banyak perkara yang masih belum diterokai. Penggunaan projek sebagai instrumen kajian juga adalah sesuai dalam mencari pelbagai teori baharu bagi melengkapi pemahaman pemikiran komputasional. Kajian Ng dan Cui (2020) menyatakan bahawa projek yang digunakan adalah untuk menilai persoalan kajian serta menghasilkan teori baharu. Penerapan pemikiran komputasional mempunyai fokus kepada pelajar. Sebuah projek yang menggunakan pelajar sebagai sampel membolehkan kajian menuju kearah kajian berpusatkan pelajar. Pemusatan kajian kepada sasaran kajian memberikan hasil yang lebih efektif.

Walau bagaimanapun, dalam keseluruhan kajian ini terdapat beberapa perkara yang membataskan dalam proses melengkapkan tinjauan literatur ini memandangkan pemilihan artikel hanya berdasarkan kata kunci yang digunakan serta tahun artikel dalam lingkungan 5 tahun terkini. Walaupun kata kunci telah digunakan, masih banyak artikel tidak terpilih untuk dimasukkan ke dalam kajian tinjauan literatur sistematik ini kerana tidak memenuhi kriteria yang diperlukan. Selain itu, bilangan artikel yang digunakan sedikit kerana tidak ramai yang mengkaji berkenaan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di sekolah rendah. Oleh itu, pemilihan artikel adalah sangat terhad. Akhir sekali, pemilihan artikel yang diterbitkan adalah yang terkini bagi memastikan keseluruhan kajian adalah relevan. Berkenaan dengan kata kunci yang melibatkan pemikiran komputasional dalam pendidikan matematik di kalangan pelajar sekolah rendah juga membuatkan pengumpulan artikel yang bersesuaian dengan kajian yang dibuat terbatas. Antara contoh kajian yang menepati syarat kelayakan adalah seperti kajian Kjällander et al., (2021) yang mengaplikasikan instrumen projek diteruskan dengan menggunakan gabungan kaedah kuantitatif (soal selidik) dan kualitatif (kerja lapangan). Penggunaan projek mampu untuk menampung hasil dapatan kajian yang diperlukan dalam memperluaskan skop kajian.

KESIMPULAN

Pemikiran komputasional merupakan sebuah konsep pemikiran yang kreatif menggunakan gabungan kemahiran analisis dan kognitif sebagai teknik penyelesaian masalah. Penggunaan imaginasi juga memberi impak positif dalam membantu pemikir untuk menguasainya. Konsep pemikiran

komputasional seharusnya merangkumi proses berfikir, abstrak dan penguraian. Sifat pemikiran ini yang bergantung kepada abstrak menyukarkan pengkaji meletakkan sebuah definisi yang sesuai secara umum. Hasil kajian Mukasheva dan Omirzakova (2021) menyatakan bahawa pembangunan pemikiran komputasional mestilah sebuah proses perkembangan berterusan yang mampu diterapkan ke semua tahap pendidikan. Pelbagai model pembelajaran dirangka dalam kajian lepas bagi membolehkan pemikiran komputasional diterapkan dalam kurikulum pendidikan sekolah rendah. Penggunaan permainan, pengaturcaraan dan aplikasi robotik dilihat sebagai salah satu alternatif yang sesuai dalam membantu para pelajar sekolah rendah memahami pemikiran komputasional. Walau bagaimanapun, kajian demi kajian perlu dilaksanakan lagi bagi mencari sebuah model yang sesuai digunakan secara umum terutama dari segi pendekatan dan penilaian. Sukar bagi pengkaji merangka sebuah penilaian yang menepati setiap peringkat yang diperlukan bagi menguasai pemikiran komputasional ini.

Kajian lepas mampu menjadi sumber yang diperlukan untuk merangka sebuah model pembelajaran pemikiran komputasional yang baik. Pelbagai jenis idea instrumen kajian yang digunakan dalam kajian lepas mampu untuk memberi gambaran yang lebih jelas bagi pemilihan skop dan analisis kajian. Menurut Silva et al., (2021), semakin banyak negara mula mengintegrasikan pengaturcaraan dalam kurikulum sekolah kerana membantu meningkatkan kemahiran matematik dan penyelesaian masalah. Sebelum pemikiran komputasional diintegrasikan sepenuhnya ke dalam sistem pendidikan, sebuah perancangan awal mestilah dirangka terlebih dahulu yang merangkumi objektif, dasar dan penilaian. Objektif yang konsisten mampu membantu pendidik untuk merangka sebuah rancangan pembelajaran yang lebih teratur dan efisien. Penilaian pula diperlukan bagi menguji tahap penguasaan pemikiran komputasional yang dipelajari. Proses pengajaran yang efektif perlu dikaji bagi membantu penguasaan pemikiran ini dalam diri pelajar. Kajian lepas juga telah menunjukkan impak positif antara integrasi pemikiran komputasional dan sistem pendidikan. Kajian masa hadapan perlu mencari pendekatan yang lain bagi mempelbagaikan bentuk kajian untuk menentukan konsep yang sesuai diterapkan. Pemikiran komputasional bukan sahaja membantu bidang matematik dan komputer tetapi mampu membantu pelbagai bidang lain terutama dalam kemahiran penaakulan. Bidang fizik, kimia dan biologi juga mampu menggunakan bentuk abstrak pemikiran komputasional sebagai proses mencari impak perubahan pembolehubah. Akhir sekali, penguasaan pemikiran komputasional membantu dalam perkembangan kognitif pelajar dan seharusnya dimanfaatkan semaksimal mungkin.

RUJUKAN

- Araya, R. (2021). Enriching elementary school mathematical learning with the Steepest Descent algorithm. *Mathematics*, 9(11), 1197. <http://dx.doi.org/10.3390/math9111197>
- Bati, K. (2021). A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2>
- Benton, L., Kalas, I., Saunders, P., Hoyles, C. & Noss, R. (2018). Beyond Jam Sandwiches and Cups of Tea: An exploration of primary pupils' algorithm-evaluation strategies. *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Boticki, I., Pivalica, D. & Seow, P. (2018). The use of computational thinking concepts in early primary school. *CTE*. <https://www.bib.irb.hr/930955>
- Cervera, N., Diago, P. D., Orcos, L., & Yáñez, D. F. (2020). The acquisition of computational thinking through mentoring: An exploratory study. *Education Sciences*, 10(8), 202. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10080202>
- Città, G., Gentile, M., Allegra, M., Arrigo, M., Conti, D., Ottaviano, S., Reale, F. & Sciortino, M. (2019). The effects of mental rotation on computational thinking. *Elsevier*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103613>
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A. & Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational Robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(39), 1-18. <http://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., Tosto, C. (2019). Educational Robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks. *Informatics*, 6(4), 43. <http://dx.doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Gillath, O., & Karantzas, G. (2019). Attachment security priming: A systematic review. *Current Opinion in Psychology*, 25, 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.03.001>

- Hamzah, N. A. H., & Hidayat, R. (2022). The Role of Geogebra Software in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 12(1), 24-38. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.1.3.2022>
- Hsu, T.C., Abelson, H., Lao, N., Tseng, Y.H. & Lin, Y.T. (2021). Behavioral - pattern exploration and development of an instructional tool for young children to learn AI. *Elsevier*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100012>
- Kakavas, P., Ugolini, F.C. (2019). Computational thinking in primary education: a systematic literature review. *Research on Education and Media*, 11(2), 64–94. <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0023>
- Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A., & Heintz, F. (2021). Elementary students' first approach to computational thinking and programming. *Education Sciences*, 11(2), 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci11020080>
- Kong, S.-C. (2019). Learning composite and prime numbers through developing an app: An example of computational thinking development through primary mathematics learning. *Computational Thinking Education*, 145-166. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_9
- Li, Y., Xu, S., & Liu, J. (2021). Development and validation of computational thinking assessment of chinese elementary school students. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15. <https://doi.org/10.1177/18344909211010240>
- Man, M. Z. G., Hidayat, R., Kashmir, M. K., Suhaimi, N. F., Adnan, M., & Saswandila, A. (2022). Design thinking in mathematics education for primary school: a systematic literature review. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 4(1), 17-36. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2022.v4i1.17-36>
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: Using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZDM Mathematics Education*, 51, 915–927. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Mohamed, M. Z., Hidayat, R., binti Suhaizi, N. N., bin Mahmud, M. K. H., & binti Baharuddin, S. N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Mukasheva, M., & Omirzakova, A. (2021). Computational thinking assessment at primary school in the context of learning programming. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 13(3), 336–353. <https://doi.org/10.18844/wjet.v13i3.5918>
- Nur Hasheena Anuar, Fitri Suraya Mohamad, Minoi, J.-L. (2020). Contextualising computational thinking: A case study in remote rural sarawak borneo. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(8), 98–116. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.8.6>
- Ng, O.-L. & Cui, Z. (2020). Examining primary students' mathematical problem-solving in a programming context: towards computationally enhanced mathematics education. *ZDM Mathematics Education* 53, 847–860. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01200-7>
- Psycharis, S., Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a STEM inquiry game learning scenario on computational thinking and computer self-confidence. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/103071>
- Sabudin, G., & Halim, L. (2020). Kajian sistematik: Pendekatan pengajaran dan impak khazanah pengetahuan dalam pembelajaran sains. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 10(1), 21-38. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol10.1.4.2020>
- Shen, J., Chen, G., Barth-Cohen, L., Jiang, S., & Eltoukhy, M. (2020). Connecting computational thinking in everyday reasoning and programming for elementary school students. *Journal of Research on Technology in Education*, 1–21. doi:10.1080/15391523.2020.1834474
- Silva, R., Fonseca, B., Costa, C. & Martins, F. (2021). Computational thinking skills: A didactic proposal for elementary school grades. *Education Sciences*, 11, 518. <https://doi.org/10.3390/educsci11090518>
- Valovičová, L., Ondruška, J., Zelenický, L., Chytrý, V., & Medová, J. (2020). Enhancing computational thinking through interdisciplinary steam activities using tablets. *Mathematics*, 8(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/math8122128>
- Varhol, A., Drageset, O.G. & Hansen, M.N. (2021) Discovering key interactions. How student interactions relate to progress in mathematical generalization. *Math Ed Res J*, 33, 365–382. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00308-z>