Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH) (e-ISSN : 2504-8562)
2023, Volume 8, Issue 1, e002045
DOI: https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i1.2045

Pemikiran Komputasional Murid dalam Pendidikan Matematik Berdasarkan Tinjauan Literatur Bersistematik

(Students' Computational Thinking in Mathematics Education Based On A Systematic Literature Review)

Wan Yu Chen[1], Mohd Effendi @ Ewan Mohd Matore[2*]

[1]Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.
Email: p112227@siswa.ukm.edu.my
[2]Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.
Email: effendi@ukm.edu.my

CORRESPONDING AUTHOR (*):
Mohd Effendi @ Ewan Mohd Matore
(effendi@ukm.edu.my)

KATA KUNCI:
Pemikiran Komputasional
Pendidikan Matematik
Definisi
Usaha
Aktiviti
Tinjauan Literatur Bersistematik

KEYWORDS:
Computational Thinking
Mathematics Education
Definition
Effort
Activity
Systematic literature review

CITATION:
Wan, Y. C. & Mohd Effendi @ Ewan Mohd Matore. (2023). Pemikiran Komputasional Murid dalam Pendidikan Matematik Berdasarkan Tinjauan Literatur Bersistematik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 8*(1), e002045. https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i1.2045

ABSTRAK

Kemahiran pemikiran komputasional amat berguna bagi penyelesaian masalah dalam pelbagai bidang. Malangnya, tidak banyak kajian lepas membincangkan secara sistematik berkaitan penerapan pemikiran komputasional oleh guru dalam Pendidikan Matematik. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan mengkaji trend kecenderungan kajian lepas tentang pemikiran komputasional mengikut negara, kepelbagaian definisi pemikiran komputasional dalam Pendidikan Matematik, usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional dalam Pendidikan Matematik dan jenis aktiviti pemikiran komputasional yang dilaksanakan guru dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) Matematik. Kajian ini berpandukan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* and *Meta-Analyses* (PRISMA) melibatkan empat fasa iaitu pengenalpastian (*identification*), seterusnya penapisan (*screening*), penyemakan kelayakan (*eligibility*) dan pemeriksaan rangkuman (*included*). Pangkalan data *Scopus* dan *Web of Science* (WoS) digunakan sehingga saringan 20 buah artikel akhir di antara tahun 2018 hingga 2022 mengikut kriteria-kriteria ditetapkan. Dapatan menunjukkan definisi pemikiran komputasional memfokus kepada proses pemikiran, merumuskan masalah, menyelesaikan masalah dan ejen pemprosesan maklumat. Selain itu, usaha menerapkan kemahiran pemikiran komputasional murid seperti penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti, aktiviti pengaturcaraan, bengkel, modul pengajaran, kesedaran kendiri dan pelaksanaan projek boleh dilaksanakan. Sebanyak tiga kategori aktiviti pemikiran komputasional iaitu *plugged activity*, *unplugged activity* dan *plugged activity and unplugged activity* boleh dilaksanakan guru semasa PdP. Dapatan ini boleh memperbaiki penerapan pemikiran komputasional seseorang individu. Kajian lanjutan boleh dilaksanakan dengan mengkaji pengaruh

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

jenis aktiviti (*plugged activity, unplugged activity, plugged activity and unplugged activity*) terhadap kemahiran pemikiran komputasional di dalam diri murid.

ABSTRACT

Computational thinking skill are useful to tackle problems in a myriad of professional settings. Unfortunately, not many preceding studies have systematically covered how teachers in Mathematics Education have been applying computational thinking. Therefore, this study was to investigate the patterns of earlier research on computational thinking by country; the variety of definitions of computational thinking in Mathematics Education; the efforts to utilise students with computational thinking skills in Mathematics Education; and the different computational thinking activities teachers engage in when teaching and learning (PdP) Mathematics. The four phases of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), namely identification, screening, eligibility and inclusion, serve as the foundation for this study. 20 articles published between 2018 and 2022 were screened using the set criteria using the Scopus and Web of Science (WoS) databases. Results demonstrate that the definition of computational thinking emphasises problem formulation, problem-solving and information processing agents as thinking processes. Additionally, activities like creating lesson plans and activities, programming exercises, workshops, teaching modules, self-awareness and project implementation can used to educate students on computational thinking skills. Furthermore, there are three categories of computational thinking activities that teachers can use in PdP mathematics: plugged activity, unplugged activity and plugged activity and unplugged activity. The study's outcomes demonstrate that this finding can maximise initiatives that can be made to encourage computational thinking in an individual. The impact of different activity types (plugged, unplugged, plugged and unplugged activities) on students' computational thinking abilities can be investigated in greater depth.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini menyumbang kepada literatur sedia ada berkaitan dengan pemikiran komputasional murid dalam Pendidikan Matematik.

1. Pengenalan

Pada era globalisasi ini, teknologi di seluruh dunia berkembang dengan pesat di dalam pelbagai bidang. Selaras dengan perkembangan revolusi perindustrian 4.0, sistem pendidikan di sesebuah negara perlulah bercorak dengan pengajian yang berpandukan teknologi digital untuk selaraskan dengan perkembangan dunia semasa. Untuk menghadapi cabaran revolusi perindustrian 4.0, pemikiran komputasional merupakan antara kemahiran penting yang perlu diamalkan oleh generasi dalam abad ke-21 dan ia juga akan menjadi salah satu parameter untuk mendapatkan pekerjaan pada masa

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

hadapan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019). World Economic Forum (2020) mentakrifkan bahawa menjelang tahun 2025, setiap pekerjaan tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak dan ia akan digantikan dengan mesin dan komputer. Oleh itu, pekerjaan pada masa hadapan bukan sahaja memerlukan seseorang mahir menggunakan alat atau teknologi malah seseorang itu juga perlu memahami teknologi tersebut dengan baik.

Seiring dengan revolusi perindustrian 4.0, pemikiran komputasional telah diterapkan dalam sistem pendidikan pada awal peringkat lagi di negara-negara yang maju agar murid dapat membina asas menyelesaikan masalah dengan sistematik dan memupuk kemahiran berfikir secara kritis (Falloon, 2016). Mouza (2017) mentakrifkan negara-negara yang maju seperti Amerika Syarikat, Singapura dan China amat mementingkan serta menitikberatkan murid dengan perkembangan dan pengamalan pemikiran komputasional. Dalam kurikulum negara masing-masing, pengintegrasian kemahiran pemikiran komputasional secara eksplisit dan implisit dapat memberikan manfaat yang banyak kepada murid. Bower dan Falkner (2015) mentakrifkan bahawa pembentukan murid yang berilmu pengetahuan, berfikir secara kritis dan kreatif, meningkatkan kemahiran literasi digital serta mampu menyelesaikan masalah secara sistematik adalah daripada pengamalan kemahiran pemikiran komputasional.

Justeru itu, pemikiran komputasional mempunyai pelbagai maksud dan ia tidak mempunyai satu definisi yang tertentu (Israel & Lash, 2020). Pada tahun 1980, di dalam buku yang bertajuk *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Seymour Papert telah memperkenalkan istilah pemikiran komputasional (Hadad & Lawless, 2017). Pada tahun 2006, Wing (2006) telah mentakrifkan kemahiran pemikiran komputasional merupakan satu set kemahiran penyelesaian masalah berdasarkan penggunaan komputer di mana ia merupakan kunci kejayaan kepada kebanyakan kerjaya bukan sahaja untuk ahli saintis malahan ahli profesional lain seperti peguam, guru, doktor dan lain-lain lagi (Figueiredo & Alberto, 2017). Malah di dalam kajian Tabesh (2017), beliau menyatakan bahawa pemikiran komputasional terdiri daripada beberapa elemen seperti leraian, pengecaman corak, peniskalaan dan algoritma. Daripada tafsiran-tafsiran ini, ia dapat disimpulkan bahawa pemikiran komputasional merupakan satu proses yang dilaksanakan oleh manusia untuk menyelesaikan sesuatu masalah yang rumit kepada sesuatu masalah yang mudah.

Tidak boleh dinafikan bahawa pada abad ke-21 ini, sesuatu kemahiran yang baru diintegrasikan di dalam pendidikan merupakan satu perkara yang sukar terutamanya di dalam Pendidikan Matematik. Reichert et al. (2020) di dalam kajiannya mentakrifkan kemahiran pemikiran komputasional amat sukar diintegrasikan dalam pendidikan khususnya dalam Pendidikan Matematik. Pernyataan ini disokong oleh hujahan di dalam kajian (Mahlan et al., 2017) yang menyatakan Pendidikan Matematik adalah satu subjek yang susah, rumit dan membosankan di mana ia merupakan satu cabaran yang baharu kepada guru untuk menerapkan kemahiran pemikiran komputasional di dalam PdP matematik. Selain itu, guru matematik di sekolah sentiasa ingin menghabiskan silibus Pendidikan Matematik dalam masa yang ditetapkan menyebabkan kemahiran pemikiran komputasional kurang diterapkan kepada murid dalam PdP matematik. Ini menyebabkan murid kurang mengenali atau tidak diperkenalkan kemahiran pemikiran komputasional melalui Pendidikan Matematik. Oleh itu, satu tinjauan sistematik terhadap kajian-kajian lepas akan dilaksanakan untuk melihat usaha-usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional dalam Pendidikan Matematik dalam dunia ini.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Bukan itu sahaja, kemahiran pemikiran komputasional sukar diintegrasikan dalam Pendidikan Matematik kerana sesetengah guru salah faham terhadap konsepnya. Hal ini dengan melihat perkataan "komputasional", benda yang pertama dikaitkan dengan perkataan ini ialah komputer atau teknologi. Kebanyakan guru tidak mahir atau tidak mempunyai kepakaran dalam bidang teknologi terutamanya guru yang berpengalaman. Abdul Halim (2020) mentakrifkan bahawa kebanyakan guru yang dari kategori orang lama tidak mempunyai pengetahuan mengenai teknologi maklumat. Pernyataan ini juga disokong dengan dapatan kajian Sumarni dan Zamri (2018) yang menyatakan pendidik-pendidik yang berpengalaman kurang atau tidak menguasai kemahiran teknologi. Namun, kebanyakan guru salah faham bahawa bukan sahaja aktiviti yang menggunakan komputer boleh menerapkan kemahiran pemikiran komputasional malah aktiviti yang tidak melibatkan komputer juga boleh menerapkan kemahiran ini. Daripada kajian Leifheit et al. (2018), hasil kajiannya menyatakan aktiviti yang tidak menggunakan komputer (*unplugged activities*) juga boleh menerapkan kemahiran pemikiran komputasional kepada murid. Dengan ini, satu tinjauan terhadap kajian-kajian lampau akan dilakukan untuk melihat jenis aktiviti pemikiran komputasional yang dilaksanakan oleh guru dalam PdP matematik.

Bahkan juga, pemikiran komputasional mempunyai pelbagai definisi, sesetengah definisi yang diberikan oleh tokoh lain adalah saling berkaitan dan sesetengah definisi yang diberi adalah tidak berkaitan antara satu sama lain. Namun begitu, perkembangan kajian lepas yang dijalankan menunjukkan tidak banyak perbincangan pemikiran komputasional secara sistematik yang menjurus kepada konteks subjek Matematik. Perbincangan sistematik ini penting kerana definisi pemikiran komputasional adalah pelbagai. Sesetengah definisi yang diberikan adalah sesuai dengan bidang pendidikan malah ada sesetengah definisi pemikiran komputasional sesuai dengan bidang lain seperti bidang perindustrian, bidang automotif dan sebagainya. Maka, wujud keperluan untuk melihat definisi-definisi pemikiran komputasional yang biasa digunakan oleh pengkaji lain dalam kajian yang berkaitan dengan Pendidikan Matematik secara sistematik.

Justeru itu, tujuan kajian ini dilaksanakan adalah untuk mengenal pasti trend kecenderungan kajian lepas yang menjalankan pemikiran komputasional berdasarkan negara, mengenal pasti kepelbagaian definisi pemikiran komputasional dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik, mengenal pasti usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik dan juga mengenal pasti jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam PdP matematik. Oleh itu, kajian tinjauan literatur bersistematik ini dijalankan untuk menjawab beberapa objektif kajian seperti berikut:

i. Mengenal pasti trend kecenderungan kajian lepas yang menjalankan pemikiran komputasional berdasarkan negara.
ii. Mengenal pasti kepelbagaian definisi pemikiran komputasional dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik.
iii. Mengenal pasti usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik.
iv. Mengenal pasti jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan dalam pengajaran dan pembelajaran matematik.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

2. Metod Kajian

Kaedah tinjauan literatur sistematik atau di dalam bahasa Inggeris dikenali sebagai *Systematic Literature Revie*w (SLR) telah digunakan di dalam kajian ini untuk mengumpul artikel-artikel yang berkaitan dengan definisi pemikiran komputasional, usaha untuk menerapkan pemikiran komputasional serta jenis aktiviti pemikiran komputasional yang dilaksanakan. Fink (2019) menyatakan bahawa tinjauan literatur sistematik ialah satu kaedah penyelidikan yang komprehensif, bersistematik serta dapat dihasilkan dengan mengenal pasti, menilai, menganalisis dan mensintesiskan kajian-kajian lampau yang penyelidik-penyelidik lain pernah jalankan.

Lantaran itu, kajian tinjauan literatur sistematik ini akan dilaksanakan dengan menggunakan kaedah carta alir PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Di dalam kajian ini, carta alir PRISMA dipilih disebabkan proses yang digunakan agak ketat, teperinci serta memerlukan kuantiti data yang besar. Di dalam kajian Flemming et al. (2018) menyatakan bahawa melalui proses-proses tertentu di dalam kaedah carta alir PRISMA, ia dapat menggambarkan elemen-elemen yang ketelusan dan konsisten dalam menghasilkan sesebuah laporan kajian. Di dalam carta alir PRISMA, ia mengandungi empat peringkat iaitu pengenalpastian (*Identification*), saringan (*Screening*), kelayakan (*Eligibility*) dan kemasukan (*Inclusion*) (Gillath & Karantzas, 2019).

Pertama sekali, di dalam fasa pertama iaitu pengenalpastian, pangkalan-pangkalan data yang bersesuaian telah digunakan untuk mencari artikel yang berkaitan dengan persoalan kajian. Pangkalan-pangkalan data seperti pangkalan data *Scopus* dan pangkalan data *Web of Science* (WoS) telah digunakan. Hal ini kerana kedua-dua pangkalan data ini merupakan pangkalan data yang berpengaruh dan telah digunakan oleh banyak pengkaji lepas untuk membuat kajian tinjauan literatur bersistematik (Kusnan et al., 2020; Mohamed & Maat, 2021). Untuk mendapatkan artikel yang mampu menjawab persoalan kajian, kata-kata kunci yang berkaitan telah dimasukkan ke dalam pangkalan data yang digunakan. Jadual 1 menunjukkan kata kunci yang dimasukkan ke dalam pangkalan data untuk pencarian artikel.

Jadual 1: Kata-kata kunci yang digunakan untuk pencarian artikel

Pangkalan data	Kata kunci
Scopus	*TITLE-ABS-KEY (("Computational thinking" OR "Comput* thinking" OR "CT") AND ("Pupils" OR "Students") AND ("Math" OR "Mathematics" OR "Mathematical" OR "Geometry" OR "Algorithm"))*
WoS	*TS=(("Computational thinking" OR "Comput* thinking" OR "CT") AND ("Pupils" OR "Students") AND ("Math" OR "Mathematics" OR "Mathematical" OR "Geometry" OR "Algorithm"))*

Apabila kata-kata kunci telah dimasukkan di dalam pangkalan data yang digunakan, tahun penerbitan bahan bacaan, bahasa bagi bahan bacaan dan jenis artikel akan dihadkan. Untuk kajian tinjauan literatur sistematik ini, tahun penerbitan bahan bacaan yang dipilih adalah di sekitar 5 tahun yang terkini iaitu di antara tahun 2018 hingga tahun 2022, bahasa bagi bahan bacaan yang dipilih ialah bahasa Inggeris dan bahan bacaan yang dipilih hanya artikel penyelidikan sahaja. Hal ini kerana artikel-artikel yang

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

diterbit di sekitar 5 tahun terkini dapat menunjukkan keadaan yang terkini tentang pemikiran komputasional di dalam PdP matematik. Arsyad et al. (2018) menyatakan bahawa untuk mendapatkan gambaran yang sesuai dan terkini dengan keadaan semasa, artikel yang terkini haruslah digunakan. Bukan itu sahaja, hanya artikel jurnal dipilih kerana maklumat di dalam artikel jurnal adalah terkini dan maklumat di dalam ditunjukkan dengan jelas (Jokic et al., 2019). Oleh itu, mana-mana bahan bacaan yang tidak dapat memenuhi kriteria penerbitan 5 tahun terkini, bahasa bahan bacaan dan jenis bahan bacaan akan dikeluarkan daripada sistem literatur sistematik. Kriteria-kriteria kemasukan dan pengecualian yang lengkap telah ditunjukkan dalam Jadual 2. Daripada pangkalan-pangkalan data yang digunakan, sejumlah 481 artikel telah dikenal pasti iaitu 263 buah artikel daripada pangkalan data *Scopus* dan 218 buah artikel daripada pangkalan *WoS*.

Jadual 2: Kriteria kemasukan dan pengecualian

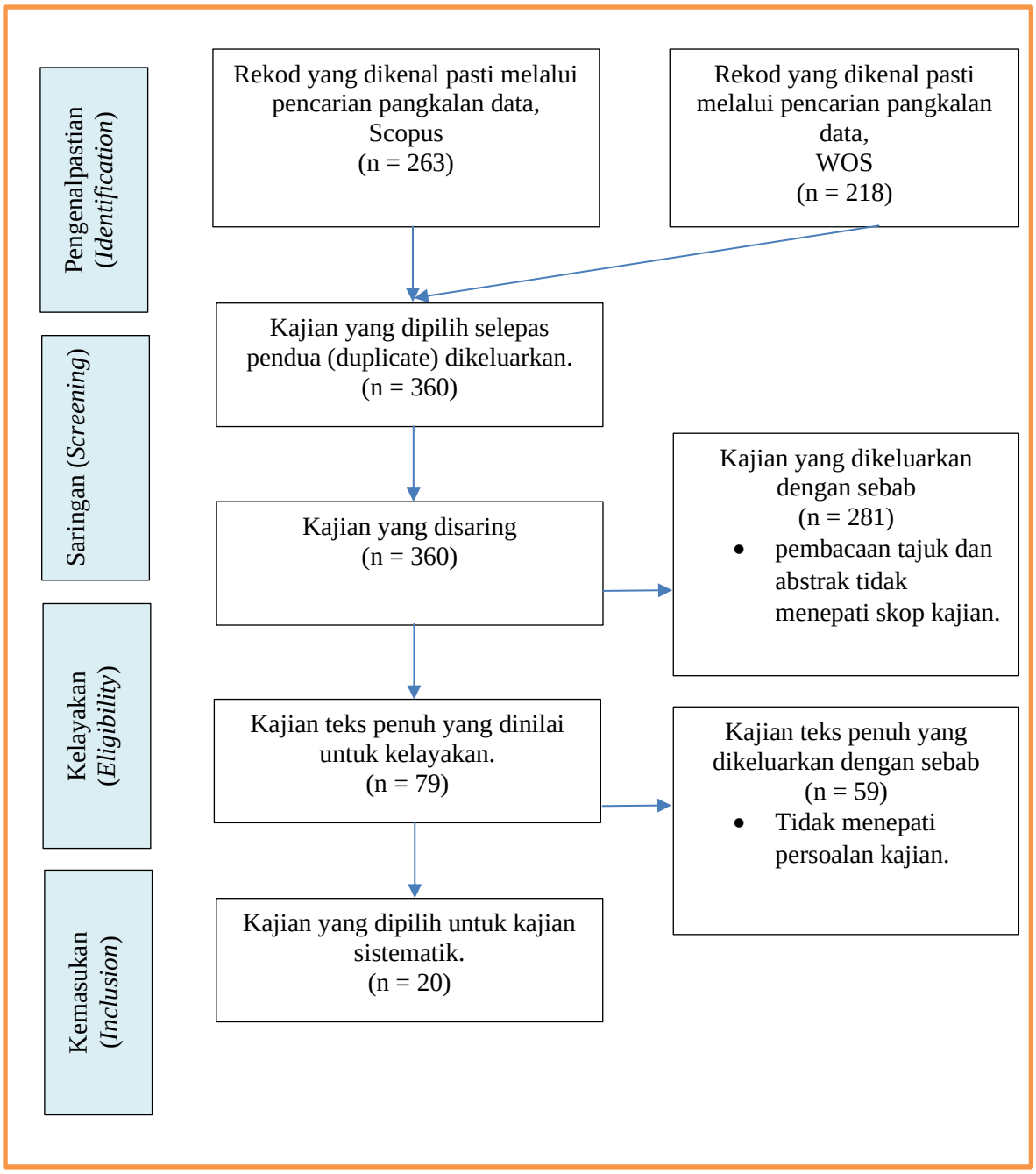
Kriteria	**Kelayakan**	**Pengecualian**
Jenis bahan bacaan	Jurnal (Artikel kajian)	• Jurnal tinjauan literatur sistematik • buku • kertas konsep
Bahasa	Bahasa Inggeris	Bukan Bahasa Inggeris
Tahun	2018 – 2022	< 2018

Fasa kedua iaitu fasa saringan dilaksanakan dengan proses saringan di mana artikel-artikel yang berlaku pertindihan di antara pangkalan data *Scopus* dan *WoS* akan disingkirkan. Terdapat 121 buah artikel daripada jumlah 481 buah artikel telah disingkirkan selepas proses saringan pertama. Proses saringan kedua diteruskan lagi dengan memuat turun sejumlah 360 buah artikel untuk dikaji dan dianalisis dengan bacaan tajuk serta abstrak kajian bagi melihat gambaran keseluruhan artikel agar ia menepati skop kajian iaitu Pendidikan Matematik. Dalam proses ini, terdapat 281 buah artikel daripada jumlah 360 buah artikel disingkirkan lagi.

Seterusnya, fasa ketiga iaitu fasa kelayakan akan dijalankan. Isi kandungan 79 buah artikel dikaji sekali lagi dengan lebih terperinci dan teliti. Sebanyak 59 buah artikel telah disingkirkan daripada 79 buah artikel. Hal ini kerana artikel-artikel yang disingkirkan ini tidak menepati mana-mana persoalan kajian yang telah ditetapkan. Pada fasa terakhir iaitu fasa kemasukan, jumlah 20 buah artikel yang memenuhi kriteria pemilihan telah dipilih serta digunakan sebagai sampel tinjauan literatur sistematik dalam kajian ini. Di dalam Rajah 1 menunjukkan carta alir PRISMA bagi proses pencarian artikel yang menunjukkan proses mencari, mengumpul dan mengkaji artikel-artikel yang dapat menjawab persoalan kajian.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Rajah 1: Carta alir PRISMA bagi proses pencarian artikel.



Jadual 3 menunjukkan 20 artikel yang diterima dalam kajian ini di mana ia memenuhi persoalan kajian 1, 2 dan 3. Selain itu, 20 artikel yang diterima ini juga memenuhi kesemua kriteria yang telah ditetapkan dalam penerimaan artikel.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Jadual 3: Analisis artikel-artikel yang layak diterima dan dikaji alam kajian ini untuk menjawab persoalan kajian 1,2 dan 3

Bil	Pengkaji / Tahun	Negara	Tajuk	Istilah Definisi	Kaedah	Aktiviti
1	Bouck & Yadav (2022)	Amerika Syarikat	*Providing access and opportunity for computational thinking and computer science to support mathematics for students with disabilities.*	Wing (2006) Pendekatan penyelesaian masalah yang menggunakan beberapa konsep asas seperti algoritma, leraian, pengecaman corak dan peniskalaan pada komputer sains.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged and Unplugged*
2	Welch et al. (2022)	Amerika Syarikat	*Exploring measurement through coding: children's conceptions of a dynamic linear unit with robot coding toys.*	Shute et al. (2017) Konsep asas yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan berkesan dan cekap seperti algoritma, menggunakan tanpa bantuan komputer di mana penyelesaian boleh digunakan semula dalam konteks yang berbeza.	Aktiviti pengaturcaraan	*Unplugged*
3	Abdul Hanid et al. (2022)	Malaysia	*Effects of augmented reality application integration with computational thinking in geometry topics.*	Wing (2010) Satu proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan penyelesaian masalah agar penyelesaian ini ditunjukkan dalam bentuk yang boleh dilaksanakan oleh ejen pemprosesan maklumat.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged*
4	Barrón-E	Mexico	*Patrony: A mobile application for pattern*	Wing (2006)	Penyediaan bahan	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

	strada et al. (2022)		*recognition learning.*	Konsep yang melibatkan proses pemikiran dalam perumusan masalah dan perwakilan penyelesaian supaya penyelesaian sedemikian boleh diselesaikan oleh ejen pemprosesan maklumat secara berkesan.	pengajaran dan aktiviti	
5	Araya et al. (2021)	Amerika Syarikat	*Developing computational thinking teaching strategies to model pandemics and containment measures.*	CSTA & ISTE (2011) Proses penyelesaian masalah yang merangkumi mengenal pasti corak, menyusun dan menganalisis data secara logik, membuat abstrak serta membangunkan algoritma dan merumus masalah agar komputer dapat menyelesaikannya.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged and Unplugged*
6	Chan et al. (2021)	Singapura	*Learning number patterns through computational thinking activities: A rasch model analysis.*	Wing (2011) Proses pemikiran yang terlibat dalam merumus masalah dan membangunkan pendekatan untuk menyelesaikannya dengan cara yang boleh dilaksanakan dengan komputer.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged and Unplugged*
7	Cui & Ng (2021)	Hong Kong	*The interplay between mathematical and computational thinking in primary school students' mathematical problem-solving within a programming environment.*	Wing (2006) Cara berfikir yang melibatkan proses merumus masalah, menyusun dan menyampaikan penyelesaiannya supaya manusia dapat memahami dan	Bengkel	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

				mesin boleh memprosesnya.		
8	Fanchamps et al. (2021)	Belanda	*The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using lego robotics in two types of instruction.*	Barr et al. (2011) Proses yang terlibat dalam merumus masalah dan menyatakan penyelesaian dengan cara yang komputer boleh menyelesaikan masalah dengan berkesan.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged*
9	Soboleva et al. (2021)	Rusia	*Formation of computational thinking skills using computer games in teaching mathematics.*	Khenner (2016) Proses berfikir semasa merumuskan masalah dan memyelesaikannya serta dipersembahkan dalam bentuk yang boleh dilaksanakan dengan berkesan menggunakan alat pemprosesan maklumat.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged*
10	Maraza-Quispe et al. (2021)	Sepanyol	*Towards the development of computational thinking and mathematical logic through scratch.*	Moreno León (2014) Keupayaan untuk menyelesaikan masalah melalui keupayaan seperti algoritma dan kaedah pengiraan, pemikiran ini dibahagikan kepada empat proses utama: leraian, abstraksi, pengecaman corak dan algoritma.	Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	*Plugged*
11	Brating & Kilhamn (2021)	Sweden	*Exploring the intersection of algebraic and computational thinking.*	Wing (2006) Kemahiran asas untuk semua orang, pada asasnya	Aktiviti pengaturcaraan	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

				cara berfikir manusia membolehkan kita menggunakan komputer untuk menyelesaikan masalah.		
12	Rodríguez-Martínez et al. (2020)	Sepanyol	*Computational thinking and mathematics using Scratch: An experiment with sixth-grade students.*	Wing (2008) Keupayaan untuk menyelesaikan masalah, mereka sistem dan memahami tingkah laku manusia berdasarkan konsep komputer dan proses yang berbeza.	Aktiviti pengaturcaraan	*Plugged*
13	Wiedemann et al. (2020)	Amerika Syarikat	*Mathematical modeling with R: Embedding computational thinking into high school math classes.*	Wing (2006) Proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan merancang penyelesaian yang dapat dilaksanakan oleh ejen pemprosesan maklumat.	Modul pengajaran	*Plugged*
14	Sırakaya (2020)	Turki	*Investigating computational thinking skills based on different variables and determining the predictor variables.*	Shute et al. (2017) Satu cara berfikir dan bertindak dengan menggunakan kemahiran seperti leraian, abstraksi, generalisasi, reka bentuk algoritma, dan pengulangan.	Aktiviti pengaturcaraan	*Plugged*
15	Sáez-López et al. (2019)	Sepanyol	*The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot.*	Wing (2006) Penyelesaian masalah, reka bentuk sistem dan pemahaman tingkah laku manusia yang dicapai dengan menggunakan konsep asas	Aktiviti pengaturcaraan	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

				pengkomputeran.		
16	Masfingatin & Maharani (2019)	Indonesia	*Computational thinking : Students on proving geometry theorem.*	Wing (2006) Kebolehan pelajar untuk belajar abstrak, algoritma dan berfikir secara logik dan juga bersedia untk menyelesaikan masalah yang kompleks dan terbuka.	Kesedaran kendiri	*Unplugged*
17	Sinclair & Patterson (2018)	Belgium	*The dynamic geometrisation of computer programming.*	Hoyles & Noss (2015) Abstraksi (melihat masalah pada tahap perincian yang berbeza), pemikiran algoritma (melihat tugas dari segi langkah-langkah diskret yang lebih kecil yang disambungkan), penguraian (menyelesaikan masalah melibatkan penyelesaian satu set masalah yang lebih kecil) dan pengecaman corak (melihat masalah baharu seperti yang berkaitan dengan masalah sebelum ini dihadapi).	Pelaksanaan projek	*Plugged*
18	diSessa (2018)	Amerika Syarikat	*Computational literacy and "the big picture"* *concerning computers in mathematics education.*	Wing (2014) Proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan menyatakan penyelesaiannya dalam cara komputer, manusia atau mesin di mana ia boleh dijalankan dengan berkesan.	Kesedaran kendiri	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

19	Kynigos & Grizioti (2018)	Greece	*Programming approaches to computational thinking: Integrating turtle geometry, dynamic manipulation and 3D space.*	Wing (2006) Proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan merancang penyelesaian yang dapat dilaksanakan oleh ejen pemprosesan maklumat.	Aktiviti pengaturcaraan	*Plugged*
20	Ng & Cui (2020)	Hong Kong	*Examining primary students' mathematical problem-solving in a programming context: Towards computationally enhanced mathematics education.*	Wing (2006) Proses pemikiran yang terlibat dalam merumus sesuatu masalah dan menyatakan penyelesaiannya dengan cara yang komputer boleh melaksanakan urutan dengan berkesan.	Bengkel	*Plugged*

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH) (e-ISSN : 2504-8562)
2023, Volume 8, Issue 1, e002045
DOI: https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i1.2045

3. Dapatan Kajian

3.1. Trend kecenderungan kajian lepas yang menjalankan pemikiran komputasional berdasarkan negara

Jadual 4 menunjukkan negara-negara yang menjalankan kajian mengenai pemikiran komputasional bagi subjek Matematik bagi 20 buah artikel yang dipilih. Antara negara ialah Amerika Syarikat, Belanda, Belgium, Greece, Hong Kong, Indonesia, Malaysia, Mexico, Rusia, Sepanyol, Singapura, Sweden dan Turki. Negara yang paling banyak dalam mendominasi kajian ini ialah negara Amerika Syarikat. Daripada 20 buah artikel yang dipilih, 5 buah artikel adalah dari negara Amerika Syarikat (Araya et al., 2021; Bouck & Yadav, 2022; diSessa,2018; Welch et al., 2022; Wiedemann et al., 2020).

Jadual 4: Trend negara kajian

Negara	Bilangan	Kajian
Amerika Syarikat	5	Araya et al. (2021), Bouck & Yadav (2022), diSessa (2018), Welch et al. (2022), Wiedemann et al. (2020)
Belanda	1	Fanchamps et al. (2021)
Belgium	1	Sinclair & Patterson (2018)
Greece	1	Kynigos & Grizioti (2018)
Hong Kong	2	Cui & Ng (2021), Ng & Cui (2020)
Indonesia	1	Masfingatin & Maharani (2019)
Malaysia	1	Abdul Hanid et al. (2022)
Mexico	1	Barrón-Estrada et al. (2022)
Rusia	1	Soboleva et al. (2021)
Sepanyol	3	Maraza-Quispe et al. (2021), Rodríguez-Martínez et al. (2020), Sáez-López et al. (2019)
Singapura	1	Chan et al. (2021)
Sweden	1	Brating & Kilhamn (2021)
Turki	1	Sırakaya (2020)

Selain itu, terdapat 3 buah artikel adalah dari negara Sepanyol (Maraza-Quispe et al., 2021; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019), 2 buah artikel dari negara Hong Kong (Cui & Ng, 2021; Ng & Cui, 2020) dan masing-masing 1 artikel dari negara Belanda (Fanchamps et al., 2021), Belgium (Sinclair & Patterson, 2018), Greece (Kynigos & Grizioti, 2018), Indonesia (Masfingatin & Maharani, 2019), Malaysia (Abdul Hanid et al., 2022), Mexico (Barrón-Estrada et al., 2022), Rusia (Soboleva et al., 2021), Singapura (Chan et al., 2021), Sweden (Brating & Kilhamn, 2021) dan Turki (Sırakaya, 2020). Daripada hasil kajian ini, dapat disimpulkan bahawa banyak penyelidik di negara lain masih kurang membuat kajian tentang pemikiran komputasional yang berkaitan dengan subjek Matematik.

3.2 Kepelbagaian definisi pemikiran komputasional dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik

Jadual 5 menunjukkan pencetus idea bagi definisi pemikiran komputasional yang dirujuk oleh pengkaji-pengkaji di dalam 20 buah artikel yang terpilih. Berdasarkan Jadual 5, kebanyakan artikel merujuk definisi yang dikemukakan oleh Wing (2006) iaitu sebanyak

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

9 buah artikel (Barrón-Estrada et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Brating & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; Kynigos & Grizioti, 2018; Masfingatin & Maharani, 2019; Ng & Cui, 2020; Sáez-López et al., 2019; Wiedemann et al., 2020). Di samping itu, terdapat 2 buah artikel yang merujuk kepada definisi yang dikemukakan oleh Shute et al. (2017) (Sırakaya, 2020; Welch et al., 2022) manakala pencetus idea pemikiran komputasional yang lain masing-masing seperti Barr et al. (2011), CSTA & ISTE (2011), Hoyles & Noss (2015), Khenner (2016), Moreno León (2014), Wing (2008), Wing (2010), Wing (2011) dan Wing (2014) dirujuk oleh 1 buah artikel sahaja. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat merumuskan bahawa kebanyakan pengkaji merujuk definisi yang dikemukakan oleh Wing (2006, 2008, 2010, 2011, 2014).

Jadual 5: Pendefinisian

Pencetus idea definisi	Bilangan	Kajian
Barr et al. (2011)	1	Fanchamps et al. (2021)
CSTA & ISTE (2011)	1	Araya et al. (2021)
Hoyles & Noss (2015)	1	Sinclair & Patterson (2018)
Khenner (2016)	1	Soboleva et al. (2021)
Moreno León (2014)	1	Maraza-Quispe et al. (2021)
Wing (2006)	9	Barrón-Estrada et al. (2022), Bouck & Yadav (2022), Brating & Kilhamn (2021), Cui & Ng (2021), Kynigos & Grizioti (2018), Masfingatin & Maharani (2019), Ng & Cui (2020), Sáez-López et al. (2019), Wiedemann et al. (2020)
Wing (2008)	1	Rodríguez-Martínez et al. (2020)
Wing (2010)	1	Abdul Hanid et al. (2022)
Wing (2011)	1	Chan et al. (2021)
Wing (2014)	1	diSessa (2018)
Shute et al. (2017)	2	Sırakaya (2020), Welch et al. (2022)

3.3. Usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik

Jadual 6 menunjukkan usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik. Daripada 20 buah artikel yang dipilih sebagai sampel kajian, usaha-usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional adalah penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti, aktiviti pengaturcaraan, bengkel, modul pengajaran, kesedaran kendiri dan pelaksanaan projek. Kebanyakan artikel iaitu sebanyak 8 buah artikel (Abdul Hanid et al., 2022; Araya et al., 2022; Barrón-Estrada et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Chan et al., 2021; Fanchamps et al., 2021; Maraza-Quispe et al., 2021; Soboleva et al., 2021) menunjukkan usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional adalah penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti. Bahkan juga, terdapat 6 buah artikel (Brating & Kilhamn, 2021; Kynigos & Grizioti, 2018; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019; Sırakaya, 2020; Welch et al., 2022) menunjukkan usaha yang boleh dilaksanakan adalah melalui aktiviti pengaturcaraan. Bukan itu sahaja, terdapat usaha lain yang ditunjukkan di dalam artikel seperti bengkel (2 buah artikel), modul pengajaran (1 buah artikel), kesedaran kendiri (2 buah artikel) dan pelaksanaan projek (1 buah artikel). Melalui analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahawa kebanyakan artikel menunjukkan

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

usaha yang boleh menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional adalah penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti.

Jadual 6: Usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional

Bil	Kajian	Usaha					
		Penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti	Aktiviti pengaturcaraan	Bengkel	Modul pengajaran	Kesedaran kendiri	Pelaksanaan projek
1	Bouck & Yadav (2022)	✓					
2	Welch et al. (2022)		✓				
3	Abdul Hanid et al. (2022)	✓					
4	Barrón-Estrada et al. (2022)	✓					
5	Araya et al. (2022)	✓					
6	Chan et al. (2021)	✓					
7	Cui & Ng (2021)			✓			
8	Fanchamps et al. (2021)	✓					
9	Soboleva et al. (2021)	✓					
10	Maraza-Quispe et al. (2021)	✓					
11	Brating & Kilhamn (2021)		✓				
12	Rodríguez-Martínez et al. (2020)		✓				
13	Wiedemann et al. (2020)				✓		
14	Sırakaya (2020)		✓				
15	Sáez-López et al. (2019)		✓				
16	Masfingatin & Maharani (2019)					✓	
17	Sinclair & Patterson (2018)						✓
18	diSessa (2018)					✓	
19	Kynigos & Grizioti (2018)		✓				
20	Ng & Cui (2020)			✓			
	Jumlah	8	6	2	1	2	1

3.4. Jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam pengajaran dan pembelajaran matematik

Jadual 7 menunjukkan jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam PdP matematik. Aktiviti pemikiran komputasional ini boleh dikategorikan kepada tiga jenis iaitu pelaksanaan aktiviti dengan komputer (*plugged activity*), pelaksanaan aktiviti tanpa komputer (*unplugged activity*) dan pelaksanaan aktiviti dengan komputer

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

serta tanpa komputer (*plugged and unplugged activity*). Daripada 20 buah artikel yang dipilih, terdapat 15 buah artikel yang menerangkan guru melaksanakan aktiviti pemikiran komputasional di dalam PdP matematik dengan menggunakan komputer (Abdul Hanid et al., 2022; Barrón-Estrada et al., 2022; Brating & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; diSessa, 2018; Fanchamps et al., 2021; Kynigos & Grizioti, 2018; Maraza-Quispe et al., 2021; Ng & Cui, 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019; Sinclair & Patterson, 2018; Sırakaya, 2020; Soboleva et al., 2021; Wiedemann et al., 2020).

Jadual 7: Jenis aktiviti pemikiran komputasional

Bil	Kajian	Jenis Aktiviti		
		Plugged	Unplugged	Plugged and Unplugged
1	Bouck & Yadav (2022)			✓
2	Welch et al. (2022)		✓	
3	Abdul Hanid et al. (2022)	✓		
4	Barrón-Estrada et al. (2022)	✓		
5	Araya et al. (2022)			✓
6	Chan et al. (2021)			✓
7	Cui & Ng (2021)	✓		
8	Fanchamps et al. (2021)	✓		
9	Soboleva et al. (2021)	✓		
10	Maraza-Quispe et al. (2021)	✓		
11	Brating & Kilhamn (2021)	✓		
12	Rodríguez-Martínez et al. (2020)	✓		
13	Wiedemann et al. (2020)	✓		
14	Sırakaya (2020)	✓		
15	Sáez-López et al. (2019)	✓		
16	Masfingatin & Maharani (2019)		✓	
17	Sinclair & Patterson (2018)	✓		
18	diSessa (2018)	✓		
19	Kynigos & Grizioti (2018)	✓		
20	Ng & Cui (2020)	✓		
	Jumlah	15	2	3

Di samping itu, terdapat 2 buah artikel menerangkan guru melaksanakan aktiviti pemikiran komputasional di dalam PdP matematik tanpa menggunakan komputer (Masfingatin & Maharani, 2019; Welch et al., 2022) dan 3 buah artikel menerangkan guru melaksanakan aktiviti pemikiran komputasional di dalam PdP matematik secara gabungan iaitu dengan menggunakan komputer dan tanpa menggunakan komputer (Araya et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Chan et al., 2021). Oleh itu, kesimpulan boleh dibuat bahawa kebanyakan guru melaksanakan aktiviti pemikiran komputasional dengan menggunakan komputer.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

4. Perbincangan Kajian

4.1. Trend kecenderungan kajian lepas yang menjalankan pemikiran komputasional berdasarkan negara.

Melalui artikel-artikel yang dikaji, pengkaji-pengkaji yang membuat penyelidikan tentang pemikiran komputasional adalah terdiri daripada pelbagai negara seperti Amerika Syarikat, Belanda, Hong Kong, Greece dan lain-lain lagi (Abdul Hanid et al., 2022; Araya et al., 2022; Barrón Estrada et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Brating & Kilhamn, 2021; Chan et al., 2021; Cui & Ng, 2021; diSessa, 2018; Fanchamps et al., 2021; Kynigos & Grizioti, 2018; Maraza-Quispe et al., 2021; Masfingatin & Maharani, 2019; Ng & Cui, 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019; Sinclair & Patterson, 2018; Sırakaya, 2020; Soboleva et al., 2021; Welch et al., 2022; Wiedemann et al., 2020). Pengkaji-pengkaji yang membuat kajian penyelidikan tentang pemikiran komputasional bagi subjek Matematik bukan tertumpu di sesebuah negara sahaja, malah ia adalah terdiri daripada pengkaji dari seluruh dunia. Ini menunjukkan kemahiran pemikiran komputasional mula diterapkan di dalam PdP di sekolah rendah, sekolah menengah atau universiti di seluruh dunia.

4.2. Kepelbagaian definisi pemikiran komputasional di dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik.

Daripada artikel-artikel yang layak diterima untuk dibaca serta dikaji secara terperinci, kajian ini menunjukkan bahawa terdapat banyak definisi pemikiran komputasional diberikan oleh tokoh yang berbeza. Pertama sekali, Wing (2006) menyatakan pemikiran komputasional adalah proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan merancang penyelesaian yang dapat dilaksanakan oleh ejen pemprosesan maklumat. Selain itu, beliau juga menyatakan bahawa pemikiran komputasional terdiri daripada beberapa konsep asas seperti algoritma, peleraian masalah, pengecaman corak dan peniskalaan. Seterusnya, Wing (2008) mendefinisikan pemikiran komputasional sebagai keupayaan untuk menyelesaikan masalah, mereka sistem dan memahami tingkah laku manusia berdasarkan konsep komputer dan proses yang berbeza (Rodríguez-Martínez et al., 2020). Manakala Wing (2010) mentakrifkan pemikiran komputasional ialah satu proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan penyelesaian masalah agar penyelesaian ini ditunjukkan dalam bentuk yang boleh dilaksanakan oleh ejen pemprosesan maklumat (Abdul Hanid et al., 2022).

Di samping itu, pada tahun 2011, Wing (2011) mengubahsuai definisi pemikiran komputasional sebagai proses pemikiran yang terlibat dalam merumus masalah dan membangunkan pendekatan untuk menyelesaikannya dengan cara yang boleh dilaksanakan dengan komputer (Chan et al., 2021). Kemudian, pada tahun 2014, Wing (2014) mentakrifkan pemikiran komputasional adalah proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan menyatakan penyelesaiannya dalam cara komputer, manusia atau mesin di mana ia boleh dijalankan dengan berkesan (diSessa, 2018).

Sehubungan itu, Barr et al. (2011) pula memberikan definisi pemikiran komputasional sebagai proses yang terlibat dalam merumus masalah dan menyatakan penyelesaian dengan cara yang komputer boleh menyelesaikan masalah dengan berkesan (Fanchamps et al., 2021). Bukan itu sahaja, CSTA & ISTE (2011) pula memberikan definisi pemikiran komputasional yang berlainan iaitu pemikiran komputasional merupakan proses penyelesaian masalah yang merangkumi mengenal pasti corak, menyusun dan

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

menganalisis data secara logik, membuat abstrak serta membangunkan algoritma dan merumus masalah agar komputer dapat menyelesaikannya (Araya et al., 2021).

Justeru itu, Moreno León (2014) serta Hoyles dan Noss (2015) memberikan definisi yang sama di mana pemikiran komputasional melibatkan abstraksi, peleraian, pemikiran algoritma, dan pengecaman corak (Maraza-Quispe et al., 2021; Sinclair & Patterson, 2018). Bahkan juga, Khenner (2016) mentakrifkan pemikiran komputasional merupakan satu proses berfikir semasa merumuskan masalah dan memyelesaikannya serta dipersembahkan dalam bentuk yang boleh dilaksanakan dengan berkesan menggunakan alat pemprosesan maklumat Soboleva et al. (2021) dan Shute et al. (2017) mentakrifkan pemikiran komputasional sebagai konsep asas yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan berkesan dan cekap seperti algoritma, menggunakan tanpa bantuan komputer di mana penyelesaian boleh digunakan semula dalam konteks yang berbeza (Sırakaya, 2020; Welch et al., 2022).

Selepas mentaksirkan definisi-definisi yang dikemukakan oleh tokoh-tokoh yang berlainan, didapati bahawa definisi-definisi ini adalah saling berkaitan antara satu sama lain. Definisi-definisi ini mempunyai empat konsep yang sama iaitu peleraian masalah (*decomposition*), pemikiran algoritma (*algorithmic thinking*), peniskalaan (*abstraction*) dan pengecaman pola (*pattern recognition*). Bukan itu sahaja, definisi-definisi ini berfokus kepada proses pemikiran, merumuskan masalah, menyelesaikan masalah dan ejen pemprosesan maklumat. Dengan ini, dapat merumuskan bahawa definisi pemikiran komputasional di dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik ialah pemikiran komputasional adalah suatu proses pemikiran yang terlibat dalam merumuskan masalah dan menyelesaikan masalah menggunakan beberapa konsep (peleraian masalah, pemikiran algoritma, peniskalaan dan pengecaman pola) melalui ejen pemprosesan maklumat.

4.3. Usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik.

Bukan itu sahaja, melalui hasil sorotan kajian, terdapat banyak usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik. Antaranya ialah penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti, aktiviti pengaturcaraan, bengkel, modul pengajaran, kesedaran kendiri serta pelaksanaan projek. Namun, kebanyakan artikel menerangkan bahawa guru menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional melalui penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti. Sebagai contohnya, guru akan menyediakan bahan pengajaran menggunakan perisian SRA, perisian *Scratch* dan lain-lain lagi serta menjalankan aktiviti seperti aktiviti *binary code bracelet*, aktiviti penyusunan kad nombor, aktiviti mewarna, aktiviti penyusunan bola, aktiviti penandaan, aktiviti *Math + C* dan sebagainya dalam PdP matematik (Abdul Hanid et al., 2022; Araya et al., 2022; Barrón-Estrada et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Chan et al., 2021; Fanchamps et al., 2021; Maraza-Quispe et al., 2021; Soboleva et al., 2021). Hasil kajian Maraza-Quispe et al. (2021) menyatakan bahawa guru mengajar murid menggunakan perisian *Scratch* dapat memperkembangkan kemahiran pemikiran komputasional mereka.

Di samping itu, usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional ialah aktiviti pengaturcaraan. Melalui artikel yang dikaji, aktiviti pengaturcaraan seperti aktiviti *robot coding toys*, permainan komputer *lightbot*, program *visual programming language*, *text-based programming language*,

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

program Block-based programming dan lain-lain lagi dapat menerapkan kemahiran pemikiran komputasional di kalangan murid (Brating & Kilhamn, 2021; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019; Sırakaya, 2020; Welch et al.,2022). Aktiviti pengaturcaraan ini bukan sahaja dapat meningkatkan kemahiran pemikiran komputasional murid malah ia juga dapat membantu murid meningkatkan kemahiran menyelesaikan masalah, memotivasikan murid belajar dan membantu murid berfikir secara kritis (Sáez-López et al., 2019).

Lantaran itu, pelaksanaan bengkel seperti bengkel "*Digital Making*" (Cui & Ng, 2021; Ng & Cui, 2020) dan juga penggunaan modul pengajaran seperti The *CodeR-4MATH modules* (Wiedemann et al., 2020) juga merupakan usaha untuk menerapkan kemahiran pemikiran komputasional. Bahkan juga, usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan kemahiran pemikiran komputasional adalah pelaksanaan projek seperti *Rube Goldberg Machine Project* (Sinclair & Patterson, 2018). Lantaran itu, usaha yang boleh dilaksanakan untuk menerapkan kemahiran komputasional di kalangan murid ialah kesedaran kendiri (diSessa, 2018; Masfingatin & Maharani, 2019). Jika seseorang murid tidak mempunyai kesedaran untuk menghadapi perubahan baharu ini, maka tidak kira apa jua usaha yang dilakukan, murid tersebut juga tidak akan mengamalkan kemahiran pemikiran komputasional. Di dalam kajian diSessa (2018), beliau menyatakan bahawa kesedaran kendiri murid akan menyediakan mereka untuk mengamalkan kemahiran pemikiran komputasional dengan lebih cepat dan berkesan.

4.4. Jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam PdP matematik.

Justeru itu, jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam PdP matematik boleh dikategorikan kepada tiga jenis iaitu pelaksanaan aktiviti dengan bantuan komputer (*plugged activity*), pelaksanaan aktiviti tanpa bantuan komputer (*unplugged activity*) dan gabungan bagi kedua-dua pelaksanaan ini iaitu *plugged activity* dan *unplugged activity*. Melalui analisis 20 buah artikel, didapati bahawa guru melaksanakan *plugged activity* biasanya dibantu dengan menggunakan perisian *Scratch*, perisian *augmented reality*, permainan komputer *lightbot*, perisian *mBot* dan lain-lain lagi (Abdul Hanid et al., 2022; Barrón-Estrada et al., 2022; Brating & Kilhamn, 2021; Cui & Ng, 2021; diSessa, 2018; Fanchamps et al., 2021; Kynigos & Grizioti, 2018; Maraza-Quispe et al., 2021; Ng & Cui, 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2020; Sáez-López et al., 2019; Sinclair & Patterson, 2018; Sırakaya, 2020; Soboleva et al., 2021; Wiedemann et al., 2020). Namun begitu, di dalam kajian Majumder et al. (2020) menyatakan penggunaan teknologi di dalam bilik darjah berkemungkinan mengalami kekangan seperti kerosakan komputer, tidak mempunyai capaian internet dan komputer yang lama di mana ia memerlukan masa yang panjang untuk membuka sesuatu perisian dan lain-lain lagi.

Bukan itu sahaja, guru juga boleh melaksanakan aktiviti pemikiran komputasional tanpa menggunakan komputer (*unplugged activity*) seperti aktiviti *robot coding toy* (Welch et al., 2022). Biasanya *unplugged activity* sesuai digunakan untuk murid pra sekolah atau murid sekolah rendah. Pernyataan ini disokong dengan hujahan Humble et al. (2020) yang menyatakan *unplugged activity* sesuai dijalankan kepada murid yang berumur rendah. Hynes et al. (2019) menyatakan bahawa *unplugged activity* boleh memberikan pengalaman yang konkrit kepada murid serta memberi pendedahan awal kepada mereka sebelum mereka diberikan pendedahan yang lebih rumit pada masa akan datang.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Bahkan juga, aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan boleh dikategorikan sebagai gabungan *plugged activity* dan *unplugged activity*. Terdapat 3 buah artikel yang dianalisis menunjukkan guru menggunakan gabungan *plugged activity* dan *unplugged activity* di dalam PdP matematik (Araya et al., 2022; Bouck & Yadav, 2022; Chan et al., 2021). Sebagai contohnya, semasa guru mengajar subjek Matematik di dalam kelas, guru menjalankan aktiviti penyusunan kad number (*unplugged activity*) untuk menjelaskan tajuk nombor dan menggunakan perisian *Scratch* (*plugged activity*) untuk mengukuhkan pemahaman murid terhadap tajuk ini di dalam PdP matematik.

5. Kesimpulan

Pendek kata, kajian tinjauan literatur bersistematik ini bertujuan untuk meninjau trend kecenderungan kajian lepas mengikut negara, kepelbagaian definisi pemikiran komputasional di dalam kajian penyelidikan Pendidikan Matematik, usaha yang dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik dan jenis aktiviti pemikiran komputasional yang guru laksanakan di dalam PdP matematik. Berdasarkan hasil dapatan daripada 20 buah artikel yang dipilih, definisi-definisi pemikiran komputasional memfokuskan kepada proses pemikiran, merumuskan masalah, menyelesaikan masalah dan ejen pemprosesan maklumat. Usaha-usaha boleh dilaksanakan untuk menerapkan murid dengan kemahiran pemikiran komputasional di dalam Pendidikan Matematik adalah seperti penyediaan bahan pengajaran dan aktiviti, aktiviti pengaturcaraan, bengkel, modul pengajaran, kesedaran kendiri dan pelaksanaan projek. Bukan itu sahaja, aktiviti pemikiran komputasional yang guru boleh laksanakan di dalam PdP matematik boleh diklasifikasikan kepada tiga kategori iaitu *plugged activity*, *unplugged activity* dan *plugged activity and unplugged activity*. Di samping itu, implikasi kajian ini adalah dengan meningkatkan pemahaman maksud atau definisi pemikiran komputasional selain menerapkan kemahiran ini dalam diri sendiri atau masyarakat. Cadangan penambahbaikan boleh dilaksanakan melalui penerapan kemahiran pemikiran komputasional pada sesi PdP seperti murid sekolah rendah, murid sekolah menengah dan sebagainya. Justeru, kajian lanjutan boleh dibuat dengan mengkaji pengaruh jenis aktiviti (*plugged activity, unplugged activity, plugged activity and unplugged activity*) yang dilaksanakan oleh guru atau pensyarah di sesebuah institusi terhadap kemahiran pemikiran komputasional di dalam PdP kepada murid.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Ribuan terima kasih diucapkan kepada kepada Fakulti Pendidikan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), penyelia penulis Prof. Madya Ts. Dr. Mohd Effendi @ Ewan Bin Mohd Matore dan rakan-rakan yang banyak menyumbang dalam menjayakan kajian ini.

Kewangan (*Funding*)

Kajian dan penerbitan ini tidak menerima sebarang tajaan atau bantuan daripada mana-mana pihak.

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Penulis melaporkan tiada sebarang konflik kepentingan berkenaan penyelidikan, pengarangan atau penerbitan kajian ini.

Rujukan

Abdul Halim Abdullah. (2020, Mac 28). COVID-19 buka mata warga pendidik dan pelajar. *Berita Harian*. https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2020/03/670374/COVID-19-buka-mata-warga-pendidik-pelajar

Abdul Hanid, M. F., Mohamad, Said M. N. H., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). Effects of augmented reality application integration with computational thinking in geometry topics. *Education and Information Technologies*. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10994-w

Araya, R., Isoda, M., & Moris, J.M. (2021). Developing computational thinking teaching strategies to model pandemics and containment measures. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(23), 1-30. https://doi.org/10.3390/ijerph182312520

Arsyad, S., Zaim, M., & Susyla, D. 2018. Review and citation style in research article introductions: a comparative study between national and international English-medium journals in medical sciences. *Discourse and Interaction, 11*(1), 28–51. http://dx.doi.org/10.5817/DI2018-1-28

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23. http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ918910.pdf

Barrón-Estrada, M.L., Zatarain-Cabada, R., Romero-Polo J.A., & Monroy, J.N. (2022). Patrony: A mobile application for pattern recognition learning. *Education and Information Technologies, 27*, 1237–1260. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10636-7

Bower, M., & Falkner, K. (2015). "Computational thinking, the notional machine, pre-service teachers, and research opportunities." *Proceedings of the 17th Australasian Computing Educatio Conference*, 27-30 January 2015. https://crpit.scem.westernsydney.edu.au/abstracts/CRPITV160Bower.html

Bouck, E. C., & Yadav, A. (2022). Providing access and opportunity for computational thinking and computer science to support mathematics for students with disabilities. *Journal of Special Education Technology, 37*(1), 1-10. https://doi.org/10.1177/0162643420978564

Bråting, K., & Kilhamn, C. (2021). Exploring the intersection of algebraic and computational thinking. *Mathematical Thinking and Learning, 23*(2), 170-185. https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1779012

Chan, S. W., Looi, C. K., Ho, W. K., Huang, W., Seow, P., & Wu, L. (2021). Learning number patterns through computational thinking activities: A rasch model analysis. *Heliyon, 7*(9),1-14. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07922

CSTA, & ISTE (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf

Cui, Z., & Ng, O. L. (2021). The interplay between mathematical and computational thinking in primary school students'mathematical problem-solving within a programming environment. *Journal of Educational Computing Research, 59*(5), 988–1012. https://doi.org/10.1177/0735633120979930

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

diSessa A.A. (2018). Computational literacy and "the big picture" concerning computers in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning, 20*(1), 3-31. https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403544

Falloon, G. (2016). An analysis of young students' thinking when completing basic coding tasks using scratch jnr on the ipad. *Journal of Computer Assisted Learning, 32*(6), 576–593. https://doi.org/10.1111/jcal.12155

Fanchamps, N. L. J. A., Slangen, L., Hennissen, P., & Specht, M. (2021). The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using lego robotics in two types of instruction. *International Journal of Technology and Design Education, 31*, 203–222. https://doi.org/10.1007/s10798-019-09559-9

Figueiredo, Q., & Alberto, J. (2017). How to improve computational thinking: A case study education in the knowledge society. *Education in the Knowledge Society, 18*(4), 35-51. https://doi.org/10.14201/eks20171843551

Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper* (Fifth ed). Sage Publications, Inc.

Flemming, K., Booth, A., Hannes, K., Cargo, M., & Noyes, J. (2018). Cochrane qualitative and implementation methods group guidance paper 5: reporting guidelines for qualitative, implementation and process evaluation evidence syntheses. *Journal of Clinical Epidemiology, 97*, 79-85. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.10.022

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

Hadad, R., & Lawless, K.A. (2015). Assessing Computational Thinking. In M. Khosrow-Pour, D.B.A. (Eds), *Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition* (pp.1568-1578). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch150

Hoyles, C., & Noss, R. (2015). *Revisiting programming to enhance mathematics learning*. Math + Coding Symposium Western University. London.

Humble, N., Mozelius, P., & Lisa, S. (2020). Remaking and reinforcing mathematics and technology with programming – teacher perceptions of challenges , opportunities and tools in K-12 settings. *The International Journal of Information and Learning Technology, 37*(5), 309–321. https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2020-0021

Hynes, M. M., Cardella, M. E., Moore, T. J., Brophy, S. P., Purzer, S., Tank, K. M., Menekse, M., Yeter, I. H., & Ehsan, H. (2019). Inspiring young children to engage in computational thinking in and out of school. 2019 *ASEE Annual Conference and Exposition* (pp. 1–19). http://dx.doi.org/10.18260/1-2--32970

Israel, M., & Lash, T. (2020). From classroom lessons to exploratory learning progressions: mathematics + computational thinking. *Interactive Learning Environments, 28*(3), 362–382. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674879

Jokic, M., Mervar, A., &Mateljan, S. (2019). Comparative analysis of book citations in social science journals by Central and Eastern European authors. *Scientometrics, 120*(3), 1005–1029. http://dx.doi.org/10.1007/s11192-019-03176-y

Kementerian Pendidikan Malaysia. (2019). *Teks Ucapan Ucaptama Dan Majlis Perasmian YB Dr. Maszlee Malik Menteri Pendidikan Sempena Kolokium Pendidikan Revolusi 4.0. Kolokium Pendidikan Revolusi Industri 4.0.* https://www.moe.gov.my/muat-turun/teks-ucapan-dan-slide/2019-7/3043-kolokium-pendidikan-revolusi-industri-4-0

Khenner, E.K. (2016). Computational thinking. *The Education and Science Journal, 2*, 18-33. https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33

Kusnan, A., Sulastrianah, S., & Rhenislawaty, R. (2020). Peningkatan peran civitas perguruan tinggi dalam upaya tanggap bencana nasional melalui edukasi dan

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

pencegahan penyebaran wabah pada masa pandemi Covid 19 di Kabupaten Kolaka. *Journal of Community Engagement in Health*, *3*(2), 257–265. https://jceh.org/index.php/JCEH/article/view/77

Kynigos, C., & Grizioti, M. (2018). Programming approaches to computational thinking: Integrating turtle geometry, dynamic manipulation and 3D space. *Informatics in Education, 17*(2), 321–340. https://doi.org/10.15388/infedu.2018.17

Leifheit, L., Jabs, J., Ninaus, M., Moeller, K., & Ostermann, K. (2018). Programming unplugged: an evaluation of game-based methods for teaching computational thinking in primary school. In ECGBL. *12th European Conference on Game-Based Learning* (pp.344). https://www.researchgate.net/publication/339850179_Programming_Unplugged_An_Evaluation_of_GameBased_Methods_for_Teaching_Computational_Thinkingin_Primary_School

Mahlan, S. T., Razak, N.A. A., Shamsuddin, M., & Alias, F. A. (2017). Kesalahan pelajar dalam asas matematik: kajian kes pelajar pra-diploma perdagangan, uitm cawangan pulau pinang. *International Academic Research Journal of Social Science, 3*(1), 179-185. http://www.iarjournal.com/wp-content/uploads/IARJSS2017_1_179-185.pdf

Majumder, S., Khaloozadeh, K., Czerniak, C. M., Oluoch, J., Shockey, T., Javaid, A., Mentzer, G., Ducket, R., & Ponnaiyan, T. (2020). A study of common concerns inhibiting teacher enactment of computational thinking into project-based mathematics and career technical education. *Proceedings Of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU2020)* (pp. 341–349). https://doi.org/10.5220/0009337403410349

Maraza-Quispe, B., Sotelo-Jump, A. M., Alejandro-Oviedo, O. M., Quispe-Flores, L. M., Cari Mogrovejo, L. H., Fernandez-Gambarini, W. C., & Cuadros-Paz L. E. (2021). Towards the development of computational thinking and mathematical logic through scratch. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12*, 2. https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120242

Masfingatin, T., & Maharani, S. (2019). Computational thinking: Students on proving geometry theorem. *International Journal Of Scientific & Technology Research, 8*(9), 2216-2223. https://www.ijstr.org/final-print/sep2019/Computational-Thinking-Students-On-Proving-Geometry-Theorem.pdf

Mohamed, H., & Maat, S. M. (2021). Sorotan literatur bersistematik terhadap komuniti pembelajaran profesional dalam kalangan guru matematik sekolah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 6*(10), 164 - 176. https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i10.1066

Moreno León, J. (2014, March 23). Programamos. Obtenido de Videojuegos y "apps". https://programamos.es/que-es-el-pensamiento-computacional/

Mouza, C., Yang, H., Pan, Y. C., Yilmaz Ozden, S., & Pollock, L. (2017). Resetting educational technology coursework for pre-service teachers: A computational thinking approach to the development of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Australasian Journal of Educational Technology*, *33*(3), 61–76. https://doi.org/10.14742/ajet.3521

Ng, OL., & 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

Reichert, J. T., Couto Barone, D. A., & Kist, M. (2020). Computational thinking in K-12: An analysis with mathematics teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), 1-14. https://doi.org/10.29333/EJMSTE/7832

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments, 28*(3), 316-327. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448

Sáez-López, J.-M., Sevillano-García, M.-L., & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Education Tech Research Dev. 67*, 1405–1425. https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review, 22*, 142–158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Sinclair, N., & Patterson, M. (2018). The dynamic geometrisation of computer programming. *Mathematical Thinking and Learning, 20*(1), 54-74. http://dx.doi.org/10.1080/10986065.2018.1403541

Sırakaya, D.A. (2020). Investigating computational thinking skills based on different variables and determining the predictor variables. *Participatory Educational Research (PER*), 7(2),102-114. http://dx.doi.org/10.17275/per.20.22.7.2

Soboleva, E. V., Sabirova, E. G., Babieva, N. S., Sergeeva, M. G., & Torkunova, J. V. (2021). Formation of computational thinking skills using computer games in teaching mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education,17*, 10. https://doi.org/10.29333/ejmste/11177

Sumarni, L., & Zamr, M. (2018). Tahap pengetahuan, sikap dan kesediaan pelajar tingkatan 4 terhadap penggunaan pembelajaran persekitaran maya VLE Frog dalam pembelajaran bahasa melayu. *Jurnal Pendidikan Bahasa* Melayu, 8 (1), 53-62. https://spaj.ukm.my/jpbm/index.php/jpbm/article/view/166

Tabesh, Y. (2017). Computational thinking: A 21st century skill. *Olympiads in Informatics 11*, 65-70. https://doi.org/10.15388/ioi.2017.special.10

World Economic Forum (WEF). (2020). *The future of jobs report. Geneva. Switzerland: Centre for the new economy and society.*

Welch, L. E., Shumway, J. F., Clarke-Midura, J., & Lee, V. R. (2022). Exploring measurement through coding: Children's conceptions of a dynamic linear unit with robot coding toys. *Education Sciences, 12*, 143. https://doi.org/10.3390/educsci12020143

Wiedemann, K., Chao, J., Galluzzo, B., & Simoneau, E. (2020). Mathematical modeling with R: Embedding computational thinking into high school math classes. *ACM Inroads, 11*(1), 33-42. https://doi.org/10.1145/3380956

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118

Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? *The link - The Magaizne of the Varnegie Mellon University School of Computer Science*. https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf

Wing, J. M. (2011), Research Notebook: Computational thinking -what and why? The Link Magazine. https://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-And-Why.pdf

Wing, J. M. (2014, January 11). *Computational thinking benefits society*. *Social Issues in Computing New York: Academic Press*. http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html

© 2023 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).