

Sorotan Literatur Bersistemik: Faktor Yang Mempengaruhi Pengintegrasian Teknologi Digital Dalam Kalangan Guru Matematik Sekolah Rendah

(Systematic Literature Review: Factors Influencing the Integration of Digital Technology Among Primary School Mathematics Teachers)

Sii Tuong Sieng^{1*}, Siti Mistima Maat¹

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia

*Pengarang Koresponden: p145095@siswa.ukm.edu.my

Received: 29 September 2025 | Accepted: 10 November 2025 | Published: 1 December 2025

DOI: <https://doi.org/10.55057/ijares.2025.7.6.26>

Abstrak: Integrasi teknologi dalam pengajaran menjadi trend utama dalam meningkatkan kualiti pendidikan. Matematik sebagai mata pelajaran teras mendapat perhatian, terutama dalam penggabungan efektif antara pengajaran dan teknologi. Sorotan literatur bersistemik ini telah menganalisis 24 artikel berkaitan faktor mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah. Artikel-artikel ini diperoleh daripada pangkalan Scopus dan Web of Science (WoS) dari tahun 2021 hingga 2025. Model Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) telah digunakan untuk memastikan kajian ini dijalankan secara sistematik. Hasil dapatan menunjukkan bahawa terdapat peningkatan bilangan penerbitan artikel dari tahun 2021 hingga 2023. Selain itu, kajian adalah lebih berfokus kepada negara China berbanding negara-negara lain. Hal ini mencerminkan negara China menerbitkan kajian ilmiah dalam bidang teknologi secara aktif. Kebanyakan kajian telah menggunakan pendekatan kuantitatif berbentuk tinjauan. Faktor utama yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah adalah pengalaman mengajar, kemahiran teknologi dan infrastruktur. Dapatan kajian ini memberikan implikasi kepada pihak sekolah untuk memastikan guru matematik boleh mendapat latihan yang boleh meningkatkan kemahiran teknologi secara berterusan dan infrastruktur yang mencukupi. Justeru, dicadangkan kajian lanjutan untuk memberi tumpuan kepada faktor yang boleh mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital antara negara China dengan negara Eropah dari segi infrastruktur teknologi, pengalaman mengajar guru matematik dan program pembangunan profesional untuk guru matematik.

Kata Kunci: integrasi teknologi, guru matematik sekolah rendah, sorotan literatur bersistemik

Abstract: The integration of technology in teaching has become a major trend in improving education quality. Mathematics as a core subject, has received significant attention, particularly in the effective combination of teaching and technology. This systematic literature review analyzed 24 articles related to factors influencing the integration of digital technology among primary school mathematics teachers. These articles were sourced from the Scopus and Web of Science (WoS) databases between 2021 and 2025. The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) model was used to ensure a systematic research process. The findings indicate an increase in the number of publications from 2021

to 2023. Additionally, research was more focused on China compared to other countries, reflecting China's active publication of scientific work in the field of technology. Most studies employed a quantitative survey approach. The key factors influencing digital technology integration among primary school mathematics teachers were teaching experience, technological skills, and infrastructure. This study's results have implications for schools to ensure that mathematics teachers receive continuous training to enhance their technological skills and adequate infrastructure support. Therefore, future research is recommended to focus on comparative factors influencing digital technology integration between China and European countries, particularly in terms of technological infrastructure, mathematics teachers' teaching experience and professional development programs for mathematics teachers.

Keywords: integration of technology, primary school mathematics teachers, systematic literature review

1. Pendahuluan

Integrasi teknologi digital dalam pendidikan matematik sekolah rendah telah menjadi fokus utama dalam era digitalisasi pendidikan, terutamanya selepas pandemik COVID-19. Teknologi digital telah menjadi alat penting atau pilihan alternatif kepada para murid untuk memastikan kelangsungan pembelajaran secara dalam talian. Peralihan pengajaran tradisional kepada pengajaran dalam talian bukan sahaja memastikan kelangsungan pembelajaran dalam kalangan murid, tetapi juga membuka peluang untuk mentransformasikan pendidikan matematik ke arah pembangunan abad ke-21. Christopoulos & Sprangers (2021) dan Li (2023) menegaskan bahawa teknologi digital memainkan peranan kritikal dalam membolehkan guru matematik meneruskan pengajaran secara hibrid, pada masa yang sama melengkapkan murid dengan kemahiran seperti kolaborasi maya, penyelesaian masalah secara kreatif dan literasi digital. Ini secara tidak langsung telah meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran (Li et al., 2025).

Dari segi murid sekolah rendah, penggunaan alat interaktif seperti permainan pendidikan (*gamification*) (Christopoulos & Sprangers, 2021), realiti maya (VR) (Cao et al., 2024; Villena-Taranilla et al., 2023) dan aplikasi *Quizizz* (Mahmud & Law, 2022) menjadikan pembelajaran lebih menarik. Cuturi et al. (2022) juga menekankan bahawa integrasi teknologi dalam matematik, seperti permainan berasaskan multisensori menyokong pembangunan kemahiran abad ke-21 dalam kalangan murid. Selain itu, papan pintar digital boleh meningkatkan kefahaman konsep abstrak seperti operasi nombor, geometri dan penyelesaian masalah dalam kalangan murid. Kajian menunjukkan bahawa pendekatan ini bukan sahaja meningkatkan minat murid, tetapi juga mengurangkan kebimbangan mereka terhadap mata pelajaran matematik (Antonio Rodriguez-Martinez et al., 2023).

Walaupun pengintegrasian teknologi digital dalam pendidikan matematik mendatangkan banyak faedah, namun literasi teknologi guru matematik merupakan penentu kejayaan integrasi digital. Jurang literasi digital guru matematik yang besar akan menyumbang kepada prestasi akademik murid yang tidak sekata. Kajian Boz (2023) menunjukkan murid di bawah guru kurang mahir digital menunjukkan pencapaian yang rendah dalam STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dan kemahiran abad ke-21 tidak terbentuk tanpa integrasi teknologi yang berkesan (Cuturi et al., 2022).

Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk merumuskan secara sistematik tentang trend penyelidikan, seperti tahun penerbitan, negara yang menjalankan kajian berkenaan, pendekatan dan reka bentuk kajian yang mereka gunakan serta faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah. Kajian ini dijalankan untuk menjawab persoalan seperti berikut:

- i. Apakah trend penyelidikan seperti tahun penerbitan, negara, pendekatan kajian dan reka bentuk kajian yang digunakan bagi penyelidikan pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah?
- ii. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah?

2. Metod Kajian

2.1 PRISMA

Sorotan literatur bersistematik ini dilaksanakan berdasarkan garisan panduan *Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021). PRISMA merupakan satu set item minimum berasaskan bukti untuk pelaporan dalam kajian sistematik dan meta-analisis bagi menyampaikan gambaran yang komprehensif mengenai literatur Page et al. (2021). PRISMA merangkumi empat fasa, iaitu fasa pengenalpastian (*Identification*), penyaringan (*Screening*), kelayakan (*Eligibility*) dan rangkuman (*Included*). Pengkaji mensintesis penyelidikan sepenuhnya dan menghasilkan sorotan literatur bersistematik yang teratur melalui empat fasa tersebut.

2.2 Strategi Pencarian Bersistematik

Pengkaji telah menjalankan sorotan literatur bersistematik (SLR) terhadap faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan murid sekolah rendah. Proses pencarian untuk SLR dijalankan dalam dua pangkalan data, iaitu *Scopus* dan *Web of Science* (*WoS*) dari tahun 2021 hingga 2025.

2.2.1 Fasa Pengenalpastian

Berdasarkan PRISMA, fasa pertama adalah fasa pengenalpastian. Bagi mengenal pasti artikel yang tepat, dua pangkalan data telah digunakan, iaitu *Scopus* dan *WoS*. Pencarian data melalui kata kunci “*factor*”, “*integrate technology*”, “*mathematics*” dan “*primary school*” dalam bahasa Inggeris. Kata kunci turut dimasukkan untuk mendapatkan artikel yang lebih banyak. Selain itu, pengkaji mendapati bahawa istilah “*tech*” mempunyai skop yang lebih luas berbanding “*technology*” dalam kajian pendidikan. Pengkaji tidak mengambil kira istilah seperti “*integrasi teknologi*” dalam rentetan carian. Ini adalah kerana hanya terdapat 2 rekod yang diperolehi apabila frasa ini dimasukkan.

Oleh itu, carian umum dicipta untuk dua pangkalan data ini bagi mengumpulkan lebih banyak kajian dan mengenal pasti kajian lain yang relevan untuk SLR ini. Jadual 1 menunjukkan kata-kata kunci yang digunakan dalam *Scopus* dan *WoS* untuk memilih artikel-artikel yang berkaitan dengan topik pengkaji. Dapatan artikel menunjukkan sebanyak 145 artikel dicapai pada peringkat ini, di mana 62 artikel diperolehi daripada *Scopus* dan 83 artikel diperolehi daripada *WoS*.

Jadual 1: Kata kunci yang digunakan untuk proses sorotan literatur bersistematik

Pangkalan Data	Kata Kunci
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY(("factor*" OR "influence*" OR "relation*" OR "element*" OR "affect") AND ("teacher*") AND ("integrat*") AND ("math*") AND ("tech*") AND ("primary school")
<i>Web of Science (WoS)</i>	TS=(("factor*" OR "influence*" OR "relation*" OR "element*" OR "affect") AND ("teacher*") AND ("integrat*") AND ("math*") AND ("tech*") AND ("primary school")

2.2.2 Fasa Penyaringan

Selepas fasa pengenalpastian, fasa seterusnya adalah fasa penyaringan. Bagi mengenal pasti artikel dengan tepat, sorotan ini ditetapkan oleh kriteria penolakan berikut untuk jenis dokumen buku, prosiding dan sorotan literatur bersistematik, bahasa selain daripada bahasa Inggeris dan tahun terbitan hendaklah melebihi tahun 2021.

Pengkaji memilih artikel terbitan pada tahun 2021 kerana pandemik COVID-19 yang bermula pada tahun 2020 telah menjadi pemangkin dalam mempercepat penggunaan teknologi digital dalam pendidikan. Kajian mulai tahun 2021 menyediakan analisis empirikal yang lebih stabil tentang faktor-faktor atau keberkesanan intervensi digital, termasuk penilaian terhadap guru matematik dan adaptasi kurikulum digital. Pengkaji menerima artikel-artikel berdasarkan kriteria penerimaan dan mengecualikan artikel-artikel berdasarkan kriteria penolakan seperti yang ditetapkan di Jadual 2.

Jadual 2: Kriteria penerimaan dan penolakan artikel

Kriteria	Penerimaan	Penolakan
Tahun Penerbitan	Antara tahun 2021 hingga 2025	Sebelum tahun 2021
Jenis Sumber	Jurnal (artikel berbentuk empirikal)	Jurnal (prosiding, buku, sorotan literatur bersistematik)
Bahasa	Bahasa Inggeris	Bahasa Spanish, Portugese, Russian, Slovenian

Hasil daripada proses penyaringan telah menunjukkan terdapat 62 artikel yang layak diakses, di mana 28 artikel diperoleh daripada *Scopus* dan 34 artikel diperoleh daripada *WoS*. Saringan diteruskan lagi dengan mengecualikan artikel yang berulang. Langkah ini membantu pengkaji menapis 12 buah artikel, baki 50 artikel, di mana 22 artikel diperoleh daripada *Scopus* dan 28 artikel diperoleh daripada *WoS* layak masuk ke fasa seterusnya.

2.2.3 Fasa Kelayakan

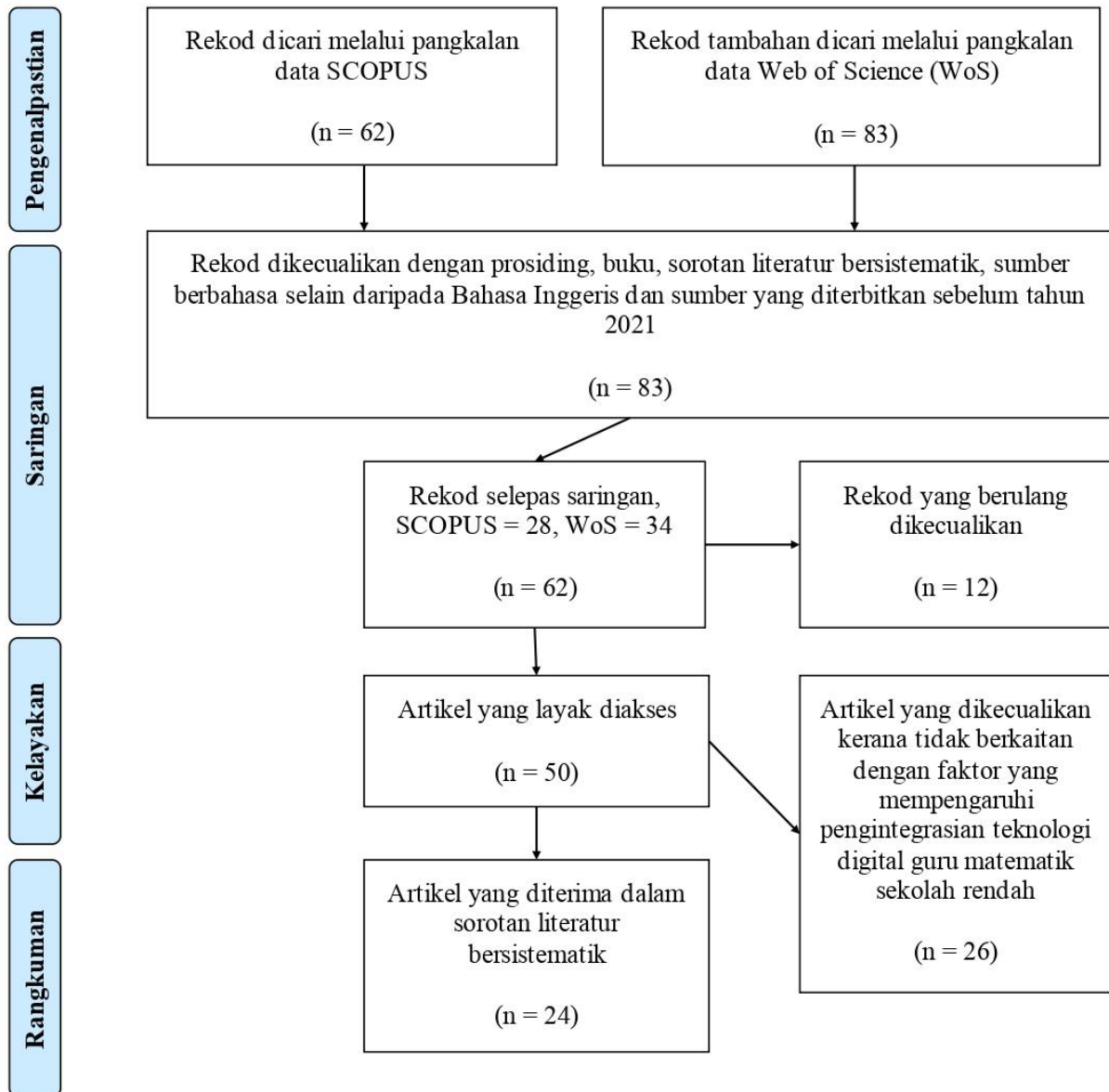
Fasa ketiga adalah fasa kelayakan. Fasa ini merupakan langkah kritikal untuk memastikan hanya kajian yang benar-benar relevan boleh dipilih untuk analisis. Dalam fasa ini, pengkaji menapis kesemua 50 artikel dengan membaca tajuk kajian dan abstrak. Jika terdapat artikel yang bukan berbentuk empirikal, bercanggah dan tiada fokus pada tajuk kajian pengkaji, maka artikel tersebut akan dikecualikan. Proses ini telah dijalankan secara teliti bagi meningkatkan kesahan hasil sorotan literatur bersistematik ini. Sejumlah 26 artikel tidak menepati tajuk sorotan literatur bersistematik ini.

2.2.4 Fasa Penerimaan

Fasa ini adalah fasa penerimaan, di mana hanya 24 artikel yang mempunyai potensi tinggi dipilih bagi melaksanakan sorotan literatur bersistematik ini. Jadual 2 menunjukkan gambaran keseluruhan kajian tentang 24 artikel yang dipilih. Rajah 1 memaparkan carta alir PRISMA yang diadapatisakan untuk Sorotan Literatur Bersistematik (SLR).

Jadual 3: Gambaran keseluruhan kajian

Bil.	Penulis / Tahun	Tajuk Kajian
1	Antonio Rodriguez-Martinez et al. (2023)	<i>Building personalised homework from a learning analytics based formative assessment: Effect on fifth-grade students' understanding of fractions</i>
2	Calder & Murphy (2023)	<i>A socio-technological assemblage when teaching with mobile technology apps</i>
3	Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez (2022)	<i>Primary School Teachers' Perceptions of the Level of Development of Low-Order Cognitive Skills Under the Content and Language Integrated Learning Approach</i>
4	Christopoulos & Sprangers (2021)	<i>Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: Analysis of teacher and student receptions</i>
5	Cuturi et al. (2022)	<i>Informing the design of a multisensory learning environment for elementary mathematics learning</i>
6	Ghani et al. (2025)	<i>Beliefs and Attitudes of Primary School Mathematics Teachers Towards STEM Education</i>
7	Jenßen et al. (2023)	<i>Comparison of pre- and in-service primary teachers' dispositions towards the use of ICT</i>
8	Kibirige (2023)	<i>Primary Teachers' Challenges in Implementing ICT in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in the Post-Pandemic Era in Uganda</i>
9	Kostaki & Linardakis (2024)	<i>Revealing primary teachers' preferences for general characteristics of ICT-based teaching through discrete choice models</i>
10	Kurebay et al. (2023)	<i>Competence of Primary School Teachers in the Use of Internet Resources</i>
11	Li et al. (2025)	<i>Factors influencing the use of digital technologies in primary mathematics teaching: Voices from Chinese educators</i>
12	Li et al. (2024)	<i>Exploring the factors affecting elementary mathematics teachers' innovative behavior: an integration of social cognitive theory</i>
13	Li (2023)	<i>Chinese mathematics teachers' TPACK and attitudes toward ICT integration in the post-pandemic era</i>
14	Li et al. (2023)	<i>A case study of teacher learning in enacting maker pedagogy through lesson study</i>
15	Lin et al. (2022)	<i>Modeling Chinese Teachers' Efficacies for the Teaching of Integrated STEM With Interdisciplinary Communication and Epistemic Fluency</i>
16	Mahmud & Law (2022)	<i>Mathematics Teachers' Perceptions on the Implementation of the Quizizz Application</i>
17	McCoy & Lynam (2022)	<i>How field experience shapes pre-service primary teachers' technology integration knowledge and practice</i>
18	Naimanova et al. (2023)	<i>Investigation of Primary School Teachers' Student-Centered Teaching and Technology Integration Competencies</i>
19	Nguyen & Tran (2024)	<i>Uncovering the Challenges and Requirements of Elementary School Teachers in Implementing STEM Educational Activities in Vietnam</i>
20	Saal & Graham (2023)	<i>Comparing the Use of Educational Technology in Mathematics Education between South African and German Schools</i>
21	Sacristan & Santacruz-Rodriguez (2024)	<i>Paths of integration of digital resources for geometry by two primary-school teachers</i>
22	Soto et al. (2024)	<i>Technopedagogical and disciplinary knowledge of primary school teachers in different sociodemographic contexts</i>
23	Zhakiyanova et al. (2023)	<i>Investigation of Primary School Teachers' Professional Competencies and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Competencies</i>
24	Zhan et al. (2024)	<i>Primary school teachers' classroom-based e-assessment practices: Insights from the theory of planned behaviour</i>



Diadaptasi daripada Page et al. (2021)

Rajah 1: Carta Alir PRISMA

3. Hasil Kajian

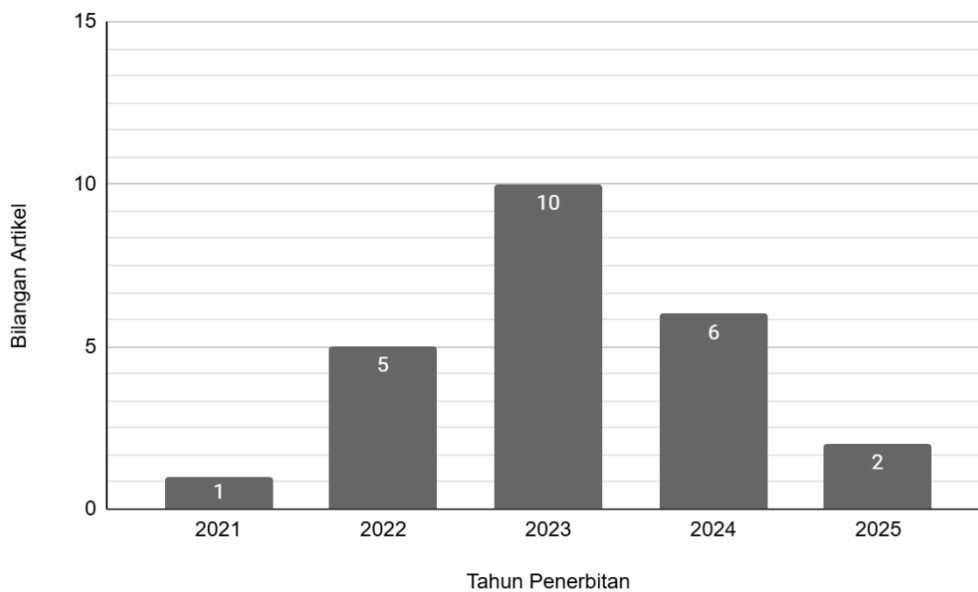
3.1 Trend Penyelidikan Faktor Mempengaruhi Pengintegrasian Teknologi Digital Dalam Kalangan Guru Matematik Sekolah Rendah

Data-data telah diekstrak daripada artikel yang disertakan berdasarkan kriteria-kriteria di bawah.

- Tahun penerbitan dan negara asal penyelidik
- Pendekatan penyelidikan untuk mengkaji faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah.
- Reka bentuk kajian yang digunakan untuk mengkaji faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah.

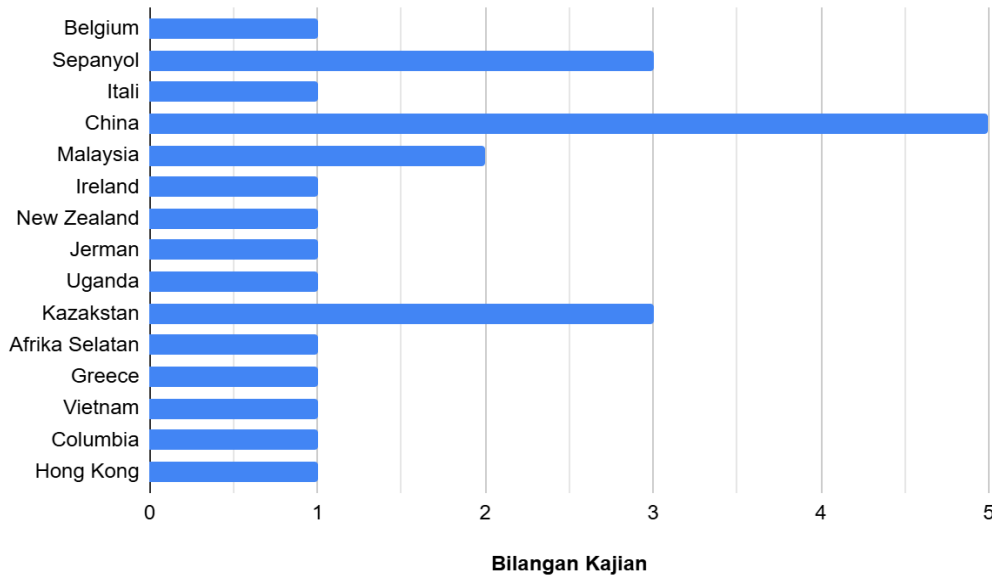
Berdasarkan Rajah 2, didapati bahawa dari tahun 2021 hingga 2025, bilangan artikel yang berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan

guru matematik sekolah rendah telah diterbitkan. Namun, peningkatan ketara boleh dilihat pada tahun 2021 ke 2023 dan penurunan daripada tahun 2023 ke 2025. Terdapat satu artikel pada tahun 2021 (Christopoulos & Sprangers, 2021), 5 artikel pada tahun 2022 (Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez, 2022; Cuturi et al., 2022; Lin et al., 2022; Mahmud & Law, 2022; McCoy & Lynam, 2022), 10 artikel pada tahun 2023 (Antonio Rodriguez-Martinez et al., 2023; Calder & Murphy, 2023; Jenßen et al., 2023; Kibirige, 2023; Kurebay et al., 2023; Li et al., 2023; Li, 2023; Naimanova et al., 2023; Saal & Graham, 2023; Zhakiyanova et al., 2023), 6 artikel pada tahun 2024 (Kostaki & Linardakis, 2024; Li et al., 2025; Nguyen & Tran, 2024; Sacristan & Santacruz-Rodriguez, 2024; Soto et al., 2024; Zhan et al., 2024) dan 2 artikel pada tahun 2025 (Ghani et al., 2025; Li et al., 2025).



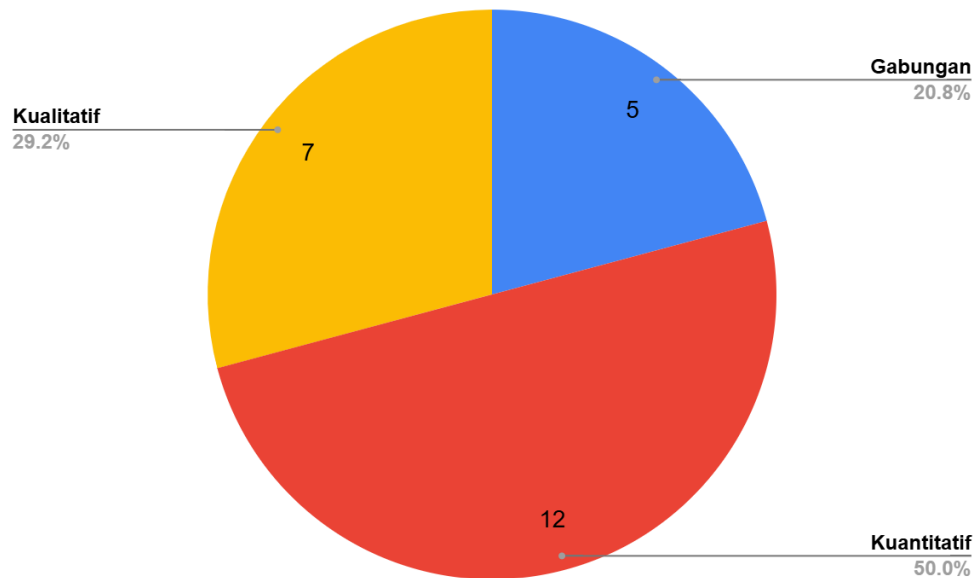
Rajah 2: Bilangan artikel mengikut tahun penerbitan

Kajian telah dijalankan di 15 negara, iaitu Ireland, Columbia, Itali, Sepanyol, Jerman, Belgium, Afrika Selatan, Kazakstan, Uganda, Greece, China, Hong Kong, Vietnam, Malaysia dan New Zealand. Rajah 3 menunjukkan bilangan kajian yang dijalankan oleh penyelidik mengikut negara. Berdasarkan Rajah 3, China menghasilkan bilangan kajian yang tertinggi ($n = 5$) (Li et al., 2023; Li et al., 2024; Li, 2023; Li et al., 2025; Lin et al., 2022), Kazakstan (Kurebay et al., 2023; Naimanova et al., 2023; Zhakiyanova et al., 2023) dan Sepanyol (Antonio Rodriguez-Martinez et al., 2023; Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez, 2022; Soto et al., 2024) menghasilkan 3 kajian masing-masing. Malah, Malaysia (Ghani et al., 2025; Mahmud & Law, 2022) menghasilkan 2 kajian. Baki 11 negara hanya menghasilkan satu kajian masing-masing (Calder & Murphy, 2023; Christopoulos & Sprangers, 2021; Cuturi et al., 2022; Jenßen et al., 2023; Kibirige, 2023; Kostaki & Linardakis, 2024; McCoy & Lynam, 2022; Nguyen & Tran, 2024; Saal & Graham, 2023; Sacristan & Santacruz-Rodriguez, 2024; Zhan et al., 2024).



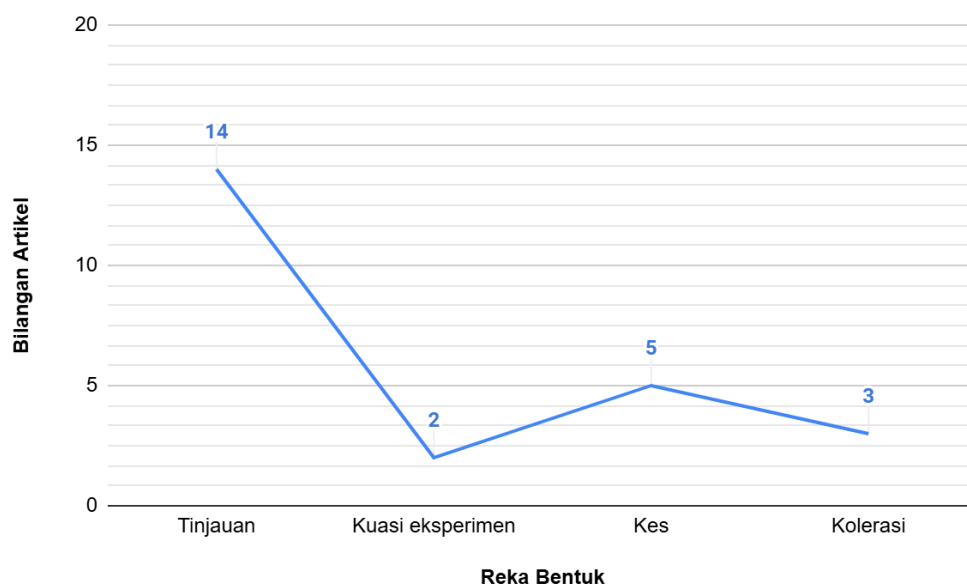
Rajah 3: Senarai artikel yang mengikut negara

Carta pai di bawah menunjukkan tentang jenis pendekatan kajian yang digunakan dalam artikel yang dicari. Analisis menunjukkan 3 jenis pendekatan diaplikasikan, iaitu kuantitatif, kualitatif dan gabungan. 12 daripada 24 artikel (50%) menggunakan pendekatan kuantitatif (Cuturi et al., 2022; Ghani et al., 2025; Jenßen et al., 2023; Kurebay et al., 2023; Li et al., 2024; Li, 2023; Lin et al., 2022; Mahmud & Law, 2022; Naimanova et al., 2023; Soto et al., 2024; Zhakiyanova et al., 2023; Zhan et al., 2024). Ini menunjukkan bahawa kajian dalam bidang ini lebih menumpukan kepada analisis berbentuk deskriptif dan eksploratori berbanding analisis statistik. Manakala, hanya 7 artikel yang menggunakan pendekatan kualitatif (29.2%) (Antonio Rodriguez-Martinez et al., 2023; Calder & Murphy, 2023; Kibirige, 2023; Li et al., 2023; Li et al., 2025; McCoy & Lynam, 2022; Sacristan & Santacruz-Rodriguez, 2024). Ini mencerminkan kecenderungan penyelidik untuk meneroka fenomena secara mendalam. Malah, terdapat 5 artikel yang menggunakan pendekatan gabungan (20.8%), iaitu menggabungkan kaedah kualitatif dan kuantitatif dalam kajian mereka (Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez, 2022; Christopoulos & Sprangers, 2021; Kostaki & Linardakis, 2024; Nguyen & Tran, 2024; Saal & Graham, 2023).



Rajah 4: Jenis pendekatan kajian yang digunakan dalam artikel

Dari segi reka bentuk kajian, terdapat empat jenis reka bentuk yang digunakan, iaitu kajian tinjauan, kajian kes, kajian kolerasi dan kajian kuasi-eksperimen. Taburan reka bentuk kajian yang digunakan dalam artikel adalah seperti yang ditunjukkan di Rajah 5. Terdapat 14 artikel telah menggunakan reka bentuk tinjauan (Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez, 2022; Christopoulos & Sprangers, 2021; Cuturi et al., 2022; Kostaki & Linardakis, 2024; Li et al., 2024; Li, 2023; Li et al., 2025; Lin et al., 2022; Mahmud & Law, 2022; Naimanova et al., 2023; Nguyen & Tran, 2024; Soto et al., 2024; Zhakiyanova et al., 2023; Zhan et al., 2024), 5 artikel menggunakan kajian kes (Calder & Murphy, 2023; Kibirige, 2023; Li et al., 2023; Saal & Graham, 2023; Sacristan & Santacruz-Rodriguez, 2024) dan 2 artikel menggunakan reka bentuk kuasi eksperimen (Antonio Rodriguez-Martinez et al., 2023; McCoy & Lynam, 2022) dan 3 artikel menggunakan reka bentuk kolerasi (Ghani et al., 2025; Jenßen et al., 2023; Kurebay et al., 2023) masing-masing.



Rajah 5: Reka bentuk kajian yang digunakan dalam artikel

3.2 Faktor Mempengaruhi Pengintegrasian Teknologi Digital Dalam Kalangan Guru Matematik Sekolah Rendah

Daripada 24 artikel yang diterima dalam sorotoan literatur bersistematik ini, faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah boleh dikategorikan kepada tiga faktor utama, iaitu faktor demografi, faktor persekitaran dan faktor dalaman. Faktor demografi merangkumi jantina, umur, pengalaman mengajar dan latar belakang pendidikan. Faktor persekitaran merangkumi pengaruh sosial, ganjaran dan keadaan infrastruktur, manakal faktor dalaman merangkumi kemahiran teknologi, efikasi sendiri, sikap guru matematik dan kebimbangan. Kajian yang berkenaan dengan faktor mencatat dalam Jadual 4, Jadual 5 dan Jadual 6.

Jadual 4 menunjukkan bahawa 11 daripada 24 artikel telah menghuraikan faktor demografi secara terperinci. Terdapat 4 artikel yang menyatakan faktor jantina, 3 artikel yang menyatakan faktor umur guru matematik, 9 artikel yang menyatakan faktor pengalaman mengajar guru matematik dan 2 artikel yang menyatakan faktor tahap kelulusan akademik telah mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah.

Jadual 4: Senarai artikel yang membincangkan faktor demografi

Bil.	Artikel	Faktor Demografi			
		Jantina	Umur	Pengalaman Mengajar	Tahap Kelulusan Akademik
1.	Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez (2022)			/	/
2.	Jenßen et al. (2023)		/	/	
3.	Kostaki & Linardakis (2024)	/			
4.	Kurebay et al. (2023)	/	/		
5.	Lin et al. (2022)			/	
6.	Li (2023)			/	
7.	McCoy & Lynam (2022)		/	/	
8.	Naimanova et al. (2023)			/	
9.	Soto et al. (2024)	/		/	/
10.	Zhakiyanova et al. (2023)	/		/	
11.	Zhan et al. (2024)			/	

Seterusnya, Jadual 5 menunjukkan bahawa 17 daripada 24 artikel telah menghuraikan faktor persekitaran secara terperinci. Terdapat 16 artikel yang menyatakan faktor infrastruktur, 13 artikel yang menyatakan faktor pengaruh sosial, 2 artikel yang menyatakan faktor literasi teknologi murid dan 4 artikel yang menyatakan faktor budaya sekolah telah mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah.

Jadual 5: Senarai artikel yang membincangkan faktor persekitaran

Bil.	Artikel	Faktor Persekitaran			
		Infrastruktur	Pengaruh sosial	Literasi Teknologi Murid	Budaya Sekolah
1.	Antonio Rodriguez-Martinez et al., (2023)	/			
2.	Calder & Murphy (2023)	/			

3.	Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez (2022)	/	/		/
4.	Christopoulos & Sprangers (2021)	/	/		
5.	Cuturi et al. (2022)	/	/		
6.	Kibirige (2023)	/	/		
7.	Kostaki & Linardakis (2024)	/			
8.	Li et al. (2025)	/	/	/	
9.	Li et al. (2024)	/	/		
10.	Lin et al. (2022)	/	/	/	
11.	Mahmud & Law (2022)	/	/		/
12.	McCoy & Lynam (2022)	/	/		
13.	Naimanova et al. (2023)	/	/		/
14.	Nguyen & Tran (2024)	/	/		/
15.	Saal & Graham (2023)	/	/		
16.	Soto et al. (2024)	/			
17.	Zhan et al. (2024)		/		

Akhirnya, Jadual 6 menunjukkan bahawa semua artikel telah menghuraikan faktor dalaman secara terperinci. Terdapat 19 artikel yang menyatakan faktor kemahiran teknologi guru matematik, 15 artikel yang menyatakan faktor efikasi sendiri, 3 artikel yang menyatakan faktor sikap guru matematik dan 2 artikel yang menyatakan faktor kebimbangan telah mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah.

Jadual 6: Senarai artikel yang membincangkan faktor dalaman

Bil.	Artikel	Faktor Dalaman			
		Kemahiran teknologi	Efikasi Kendiri	Sikap guru	Kebimbangan
1.	Antonio Rodriguez-Martinez et al., (2023)	/			
2.	Calder & Murphy (2023)	/	/		
3.	Campillo-Ferrer & Miralles-Martinez (2022)	/	/		
4.	Christopoulos & Sprangers (2021)	/			/
5.	Cuturi et al. (2022)		/		
6.	Ghani et al. (2025)				
7.	Jenßen et al. (2023)	/	/		
8.	Kibirige (2023)	/			
9.	Kostaki & Linardakis (2024)	/			
10.	Kurebay et al. (2023)	/	/		
11.	Li et al. (2025)	/	/		
12.	Li et al. (2024)	/	/	/	/
13.	Li (2023)	/			
14.	Li et al. (2023)	/			
15.	Lin et al. (2022)	/	/		
16.	Mahmud & Law (2022)	/			
17.	McCoy & Lynam (2022)	/	/		
18.	Naimanova et al. (2023)		/	/	
19.	Nguyen & Tran (2024)	/	/	/	

20.	Saal & Graham (2023)		/		
21.	Sacristan & Santacruz-Rodriguez (2024)	/	/		
22.	Soto et al. (2024)	/			
23.	Zhakiyanova et al. (2023)	/	/		
24.	Zhan et al. (2024)		/		

4. Perbincangan Kajian

Perbincangan kajian dijalankan berasaskan trend penyelidikan dan faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah. Terdapat kenaikan yang ketara penerbitan artikel pada tahun 2021 hingga 2023. Ini adalah kerana pandemik telah mempercepatkan penerimaan teknologi digital pendidikan (Christopoulos & Sprangers, 2021). Guru-guru matematik didesak untuk menguasai kemahiran digital atas keperluan. Selain itu, terdapat juga penyelidikan lebih berfokus di negara Asia, khususnya China (Li et al., 2023; Li et al., 2024; Li, 2023; Li et al., 2025; Lin et al., 2022), negara Eropah masih kurang diterokai (Saal & Graham, 2023; Li 2023) juga menekankan bahawa guru matematik China telah menunjukkan terdapat peningkatan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) selepas pandemik. Kebanyakan kajian dijalankan melalui pendekatan kuantitatif dan reka bentuk tinjauan. Ini menunjukkan kajian sedemikian adalah sesuai untuk mengukur pemboleh ubah, membuat generalisasi serta cekap masa dan kos (Kurebay et al., 2023).

Bagi menjawab persoalan kajian kedua, faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah telah dianalisis dan dibahagikan kepada tiga kategori Tiga kategori merangkumi faktor demografi (jantina, umur, pengalaman mengajar dan tahap kelulusan akademik), faktor persekitaran (infrastruktur, pengaruh sosial, literasi teknologi murid dan budaya sekolah) serta faktor dalaman (kemahiran teknologi guru matematik, efikasi sendiri, sikap guru matematik dan kebimbangan).

Dari segi faktor demografi, hasil dapatan menunjukkan pengalaman mengajar merupakan faktor utama yang boleh mempengaruhi seseorang guru matematik untuk mengintegrasikan teknologi digital dalam pengajaran dan pembelajaran. Guru matematik berpengalaman yang menerima latihan teknologi menunjukkan keyakinan dalam penggunaan alat digital, tetapi mereka masih lebih cenderung bergantung pada kaedah tradisional jika tiada sokongan berterusan (Kibirige, 2023). Kajian Li et al. (2025) juga menunjukkan bahawa guru matematik yang mempunyai TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) yang kukuh lebih berupaya menyesuaikan teknologi dengan keperluan pedagogi matematik.

Malah, hasil dapatan dari segi faktor persekitaran menunjukkan infrastruktur merupakan faktor utama yang boleh mempengaruhi seseorang guru matematik untuk mengintegrasikan teknologi digital dalam pengajaran dan pembelajaran dalam bilik darjah. Memang tidak dapat dinafikan bahawa peranti seperti komputer, tablet atau alat teknologi yang lain boleh membantu guru matematik melaksanakan pengajaran berasaskan teknologi. Kajian Kostaki & Linardakis (2024) juga menunjukkan bahawa guru matematik lebih cenderung menggunakan teknologi jika mereka mempunyai akses kepada sumber digital yang interaktif.

Akhirnya, dapatan juga menunjukkan kemahiran teknologi merupakan faktor utama yang boleh mempengaruhi seseorang guru matematik untuk mengintegrasikan teknologi digital dalam pengajaran dan pembelajaran dalam bilik darjah. Seorang guru matematik perlu

berpengetahuan dan berkemampuan untuk memilih dan menyesuaikan alat digital dengan kandungan matematik agar PdP boleh diberikan secara berkesan. Hal ini selari dengan kajian (Mahmud & Law, 2022) yang mendapati bahawa guru matematik yang mahir dalam aplikasi seperti *Kahoot!* dan *Quizizz* menunjukkan keberkesanan yang lebih tinggi dalam melaksanakan penilaian formatif dan pengukuhan konsep matematik. Oleh itu, pendekatan holistik yang menggabungkan TK, PK dan CK perlu ditekankan, bukannya sekadar kemahiran teknikal (Li (2023). Sebagai contoh, program pembangunan profesional yang menggabungkan *Lesson Study* (Li et al., 2023) boleh meningkatkan keyakinan guru matematik dalam mengintegrasikan teknologi digital.

5. Kesimpulan

Sorotan literatur bersistematis ini telah menganalisis sejumlah 24 artikel dari pangkalan data *Scopus* dan *WoS* antara tahun 2021 hingga April 2025 telah memberi maklumat tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah. Didapati bahawa kajian lepas lebih memberi fokus kepada negara China dan kurang memberi tumpuan kepada negara Eropah. Ini adalah selaras dengan hujah Saal & Graham (2023), di mana penggunaan teknologi pendidikan matematik di Afrika Selatan dan Jerman perlu ada lebih banyak kajian di konteks negara Eropah. Oleh itu, pengkaji mencadangkan membuat perbandingan faktor pengintegrasian teknologi digital dalam pendidikan matematik antara negara China dengan negara Eropah untuk mengenal pasti perbezaan kontekstual dari segi infrastruktur teknologi, pengalaman mengajar guru matematik dan program pembangunan profesional untuk guru matematik. Selain itu, kajian secara mendalam dengan melibatkan kajian berbentuk kualitatif juga dicadangkan untuk mengatasi kelemahan kajian kuantitatif yang sedia ada.

Kebanyakan artikel telah menentukan faktor kritikal yang mempengaruhi keberkesanan mengintegrasian teknologi digital dalam kalangan guru matematik sekolah rendah adalah pengalaman mengajar guru matematik, kemahiran teknologi yang ada dalam guru matematik tersebut dan infrastruktur yang mencukupi. Guru matematik yang berpengalaman dan berkemahiran teknologi bukan sahaja lebih yakin dan mahir dalam menggunakan teknologi, tetapi juga lebih mampu menyesuaikan sumber ini dengan keperluan pedagogi dan mengatasi cabaran yang mungkin timbul pada bila-bila masa.

Secara tuntasnya, program pembangunan profesional untuk guru matematik baharu harus memberi penekanan kepada pendedahan latihan khusus untuk alat-alat digital yang berkaitan dengan pengajaran matematik. Sokongan daripada institusi dan pentadbir perlu diberi secara berterusan bagi meningkatkan keyakinan mereka dalam menggunakan teknologi. Infrastruktur yang lengkap termasuk peranti, capaian internet, sokongan teknikal dan sumber adalah asas untuk memastikan pengintegrasian teknologi digital berjaya. Tanpa infrastruktur yang mencukupi, usaha guru matematik untuk menggunakan teknologi dalam PdP matematik adalah terhad. Ini secara tidak langsung akan mengurangkan motivasi guru matematik untuk membantu murid mengadaptasikan sendiri dengan teknologi moden. Oleh itu, pihak kerajaan dan pihak sekolah haruslah memastikan bantuan kewangan yang mencukupi dalam infrastruktur teknologi untuk menyokong guru matematik dalam era pendidikan teknologi digital.

Penghargaan

Pengkaji merakamkan setinggi-tinggi ucapan penghargaan kepada semua pihak yang terlibat dalam menyumbangkan kepakaran dalam sorotan literatur ini.

Kewangan

Kajian dan penerbitan ini tidak menerima sebarang tajaan atau bantuan kewangan.

Konflik Kepentingan

Pengkaji tidak mempunyai konflik kepentingan berkenaan penyelidikan, pengarang atau penerbitan kajian ini.

Rujukan

- Antonio Rodriguez-Martinez, J., Antonio Gonzalez-Calero, J., del Olmo-Munoz, J., Arnau, D., & Tirado-Olivares, S. (2023). Building personalised homework from a learning analytics based formative assessment: Effect on fifth-grade students' understanding of fractions. *British Journal of Educational Technology*, *54*(1), 76–97. <https://doi.org/10.1111/bjet.13292>
- Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan. (2024). Perangkaan Pendidikan Malaysia 2024.
- Boz, T. (2023). Teacher professional development for STEM integration in elementary/primary schools: a systematic review. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *15*(5), 371 – 382. <https://doi.org/10.26822/iejee.2023.306>
- Calder, N., & Murphy, C. (2023). A socio-technological assemblage when teaching with mobile technology apps. *Waikato Journal of Education*, *28*(1), 55 – 72. <https://doi.org/10.15663/wje.v28i1.1028>
- Campillo-Ferrer, J.-M., & Miralles-Martinez, P. (2022). Primary school teachers' perceptions of the level of development of low-order cognitive skills under the content and language integrated learning approach. *Frontiers in Education*, *7*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.815027>
- Cao, S., Chu, J., Zhang, Z., & Liu, L. (2024). The effectiveness of VR environment on primary and secondary school students' learning performance in science courses. *Interactive Learning Environments*, *32*(10), 7321–7337. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2312921>
- Christopoulos, A., & Sprangers, P. (2021). Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions. *Cogent Education*, *8*(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1964690>
- Cuturi, L. F., Cappagli, G., Yiannoutsou, N., Price, S., & Gori, M. (2022). Informing the design of a multisensory learning environment for elementary mathematics learning. *Journal on Multimodal User Interfaces*, *16*(2), 155–171. <https://doi.org/10.1007/s12193-021-00382-y>
- Ghani, A. A., Rosli, R., & Maat, S. M. (2025). Beliefs and attitudes of primary school mathematics teachers towards STEM education. *Educational Process: International Journal*, *14*. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.14.6>
- Jenßen, L., Eilerts, K., & Grave-Gierlinger, F. (2023). Comparison of pre- and in-service primary teachers' dispositions towards the use of ICT. *Education and Information Technologies*, *28*(11), 14857 – 14876. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11793-7>
- Kibirige, I. (2023). Primary teachers' challenges in implementing ICT in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) in the post-pandemic era in Uganda. *Education Sciences*, *13*(4). <https://doi.org/10.3390/educsci13040382>
- Kong, S.-C., & Wang, Y.-Q. (2021). Investigating primary school principals' programming perception and support from the perspective of reasoned action: A mixed methods approach. *Computers & Education*, *172*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104267>

- Kostaki, S.-M., & Linardakis, M. (2024). Revealing primary teachers' preferences for general characteristics of ICT-based teaching through discrete choice models. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13182-0>
- Kurebay, B., Seitenova, S., Khassanova, I., Kazetova, A., Bayukanskaya, S., & Mailybaeva, G. (2023). Competence of primary school teachers in the use of internet resources. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 11(4). <https://doi.org/10.46328/ijemst.3466>
- Li, J., Goei, S. L., & Van Joolingen, W. R. (2023). A case study of teacher learning in enacting maker pedagogy through lesson study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-04-2023-0042>
- Li, K., Wijaya, T. T., Chen, X., & Harahap, M. S. (2024). Exploring the factors affecting elementary mathematics teachers' innovative behavior: an integration of social cognitive theory. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52604-4>
- Li, M. (2023). Chinese mathematics teachers' TPACK and attitudes toward ICT integration in the post-pandemic era. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13346>
- Li, M., Vale, C., Tan, H., & Blannin, J. (2025). Factors influencing the use of digital technologies in primary mathematics teaching: Voices from Chinese educators. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13309-3>
- Lin, P.-Y., Chai, C. S., Di, W., & Wang, X. (2022). Modeling chinese teachers' efficacies for the teaching of integrated STEM with interdisciplinary communication and epistemic fluency. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.908421>
- Mahmud, M. S., & Law, M. L. (2022). Mathematics teachers' perceptions on the implementation of the Quizizz application. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(4), 134 – 149. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.4.8>
- McCoy, S., & Lynam, A. M. (2022a). How field experience shapes pre-service primary teachers' technology integration knowledge and practice. *Teacher Development*, 26(4), 567–586. <https://doi.org/10.1080/13664530.2022.2074086>
- Naimanova, D., Lebedeva, L., Akpayeva, A., Astambayeva, Z., Ryabova, E., & Yessenova, K. (2023). Investigation of primary school teachers' student-centered teaching and technology integration competencies. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 11(6), 1386–1404. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3681>
- Nguyen, N. T. P., & Tran, L. H. (2024). Uncovering the challenges and requirements of elementary school teachers in implementing STEM educational activities in Vietnam. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(6), 373 – 390. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.6.17>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*, 88, 105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105906>
- Saal, P. E., & Graham, M. A. (2023). Comparing the use of educational technology in mathematics education between South African and German schools. *Sustainability (Switzerland)*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/su15064798>

- Sacristan, A. I., & Santacruz-Rodriguez, M. (2024). Paths of integration of digital resources for geometry by two primary-school teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(1), 139–163. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2268101>
- Soto, M. A. P., Salvat, B. G., & Herrera, P. A. (2024). Technopedagogical and disciplinary knowledge of primary school teachers in different sociodemographic contexts. *Campus Virtuales*, 13(1), 69–82. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1296>
- Villena-Taranilla, R., Cozar-Gutierrez, R., Gonzalez-Calero, J. A., & Diago, P. D. (2023). An extended technology acceptance model on immersive virtual reality use with primary school students. *Technology Pedagogy and Education*, 32(3), 367–388. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2023.2196281>
- Zhakiyanova, Z., Zhaitapova, A., Orakova, A., Baizhekina, S., Shnaider, V., & Nametkulova, F. (2023). Investigation of primary school teachers' professional competencies and technological pedagogical content knowledge (TPACK) competencies. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 11(5), 1154–1172. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3604>
- Zhan, Y., Sun, D., Kong, H. M., & Zeng, Y. (2024). Primary school teachers' classroom-based e-assessment practices: Insights from the theory of planned behaviour. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2740–2759. <https://doi.org/10.1111/bjet.13478>