

Isu dan Cabaran Guru dalam Pengajaran Matematik Awal di Prasekolah: Sorotan Literatur Bersistematis

Teachers' Issues and Challenges in Teaching Early Mathematics in Preschool: A Systematic Literature Review

Syaza Yasmin¹, Nadia Shahira Amiruddin^{2*}

¹Jabatan Pendidikan Awal Kanak-kanak, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900, Tanjong Malim, Perak, Malaysia

²Pusat Penyelidikan Perkembangan Kanak-kanak Negeri, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900, Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author email: nadiashahira@fpm.upsi.edu.my

SEJARAH ARTIKEL

Diterima: 25 Februari 2026

Disemak: 14 April 2026

Diterima: 19 Mei 2026

Diterbitkan: 26 Mei 2026

KATA KUNCI

Matematik Awal

Cabaran Guru

Pendidikan Prasekolah

Sorotan Literatur Bersistematis

ABSTRAK - Sorotan literatur bersistematis ini bertujuan untuk mengenal pasti dan menganalisis secara kritikal isu serta cabaran utama yang dihadapi oleh guru dalam pengajaran Matematik Awal pada peringkat prasekolah berdasarkan bukti empirikal terkini. Pengajaran Matematik Awal kini diiktiraf sebagai asas pembinaan kognitif dan pencapaian akademik kanak-kanak pada peringkat awal. Namun begitu, pelaksanaannya sering berhadapan dengan pelbagai kekangan yang merangkumi aspek pedagogi, profesionalisme guru, keperluan perkembangan kanak-kanak, serta pengaruh persekitaran pembelajaran. Walaupun pelbagai pendekatan serta inovasi pedagogi diperkenalkan, dapatan kajian berkaitan cabaran sebenar yang dialami oleh guru masih bersifat terpisah dan tidak disintesis secara menyeluruh. Sehubungan itu, kajian ini dijalankan dengan menggunakan kerangka *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) bagi memastikan proses pencarian, saringan dan pemilihan artikel dilaksanakan secara sistematik serta telus. Carian literatur dijalankan menggunakan dua pangkalan data utama, iaitu Scopus dan ERIC, dengan menggunakan kata kunci seperti "issues", "challenges", "early mathematics" dan "preschool". Hanya artikel empirikal yang diterbitkan antara tahun 2021 hingga 2025 dipertimbangkan dan sebanyak 36 kajian primer dikenal pasti memenuhi kriteria kelayakan. Analisis tematik mendapati bahawa isu serta cabaran dalam pengajaran Matematik Awal dapat diklasifikasikan kepada tiga tema utama, iaitu (1) inovasi pedagogi, intervensi dan reka bentuk aktiviti Matematik Awal, (2) aspek guru, latihan profesional dan transformasi kurikulum Matematik Awal, serta (3) faktor perkembangan kanak-kanak, konteks sosial-emosi dan ekologi yang mempengaruhi pembelajaran Matematik Awal. Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini memberikan gambaran yang komprehensif tentang cabaran berbilang dimensi yang dihadapi oleh guru prasekolah, di samping menegaskan keperluan terhadap sokongan profesional, pedagogi serta dasar yang lebih bersepadu bagi memperkukuh kualiti pengajaran Matematik Awal di prasekolah.

ABSTRACT - *This systematic literature review (SLR) aims to identify and critically analyze the key issues and challenges encountered by teachers in early mathematics instruction at the preschool level, based on recent empirical evidence. Early mathematics education is recognized as the cornerstone of cognitive foundations and academic achievement in early childhood; however, its implementation frequently encounters various constraints, including pedagogical aspects, teacher professionalism, developmental needs, and the influence of the learning environment. Despite the introduction of diverse pedagogical approaches and innovations, existing research on the challenges teachers actually face remains fragmented and lacks a comprehensive synthesis. Consequently, this study used the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) framework to ensure a systematic, transparent process for searching, screening, and selecting articles. The literature search was performed across two primary databases, Scopus and ERIC, utilizing keywords such as “issues”, “challenges”, “early mathematics”, and “preschool”. Only empirical articles published between 2021 and 2025 were considered, yielding 36 primary studies that met the eligibility criteria. Thematic analysis revealed that the issues and challenges in early mathematics instruction can be classified into three major themes: (1) pedagogical innovation, intervention, and the design of early mathematics activities; (2) teacher-related factors, professional training, and early mathematics curriculum transformation; and (3) developmental factors, social-emotional contexts, and the ecology influencing early mathematics learning. Overall, the findings provide a comprehensive overview of the multidimensional challenges preschool teachers face and underscore the need for more integrated professional, pedagogical, and policy support to strengthen the quality of early mathematics education in preschools.*

KEYWORDS: *Early Mathematics, Teachers' Challenges, Preschool Education, Systematic Literature Review*

PENGENALAN

Pengajaran Matematik Awal di prasekolah semakin diiktiraf sebagai asas penting bagi perkembangan kognitif, penaakulan, kreativiti dan kejayaan akademik jangka panjang kanak-kanak. Penyelidikan terkini menunjukkan bahawa kemahiran matematik awal bukan sahaja merangkumi penguasaan nombor dan operasi asas, malah turut melibatkan pemikiran kreatif, fleksibiliti kognitif serta keupayaan menyelesaikan masalah dalam konteks yang bermakna. Analisis bibliometrik berskala besar oleh Wen dan Huan (2026) membuktikan bahawa penyelidikan berkaitan kreativiti matematik telah berkembang secara signifikan sejak tiga dekad lalu, termasuk dalam konteks pendidikan awal kanak-kanak. Dapatan ini menegaskan bahawa kreativiti matematik bukan merupakan domain eksklusif kanak-kanak sekolah menengah atau golongan berbakat sahaja, sebaliknya perlu dipupuk seawal peringkat prasekolah. Namun begitu, peluasan fokus penyelidikan ini turut mendedahkan cabaran utama dalam kalangan guru prasekolah, iaitu kekangan kefahaman pedagogi, keterbatasan latihan profesional dan kesukaran untuk menterjemah konsep matematik abstrak kepada pengalaman pembelajaran konkrit yang sesuai dengan tahap perkembangan kanak-kanak.

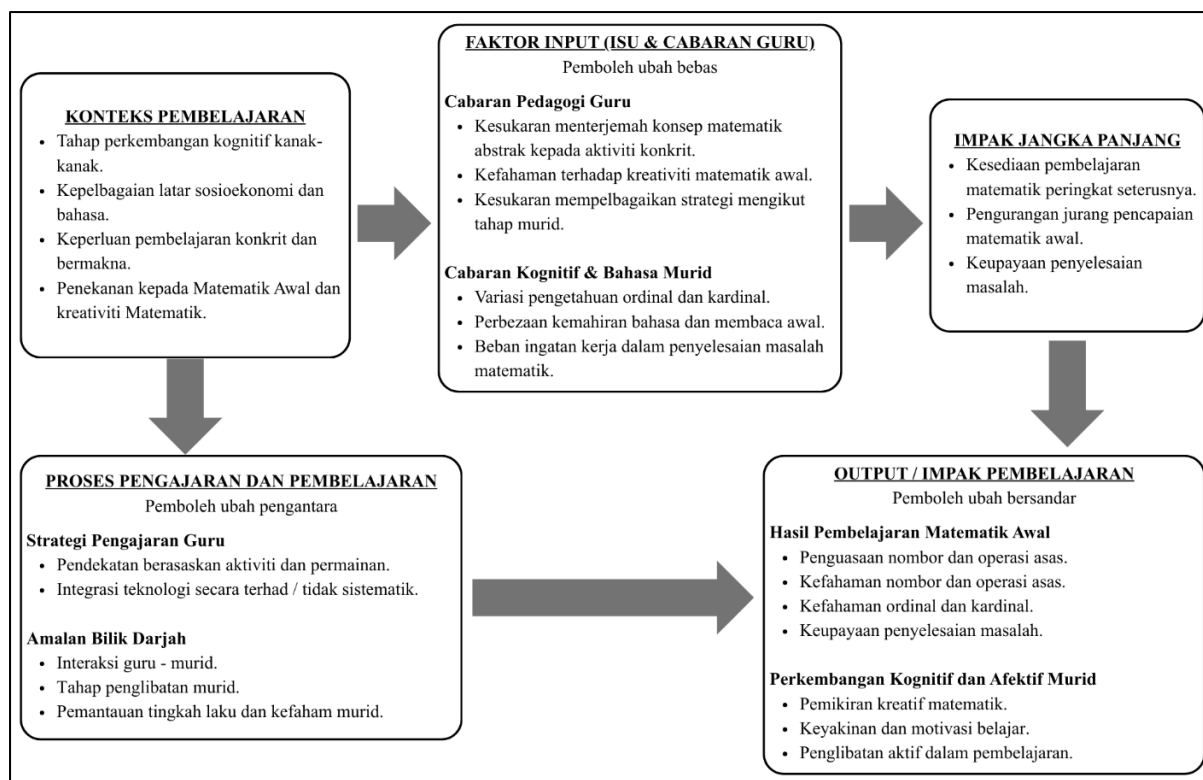
Kajian lepas turut menunjukkan bahawa cabaran utama dalam pengajaran Matematik Awal di prasekolah berkait rapat dengan tahap pengetahuan pedagogi, kesediaan serta kemahiran profesional guru. Tan dan Jamil (2024) melaporkan bahawa walaupun guru prasekolah mempunyai tahap pengetahuan yang baik terhadap pendekatan pembelajaran berasaskan bermain dalam Matematik Awal, pelaksanaan pendekatan tersebut masih memerlukan sokongan latihan profesional yang berterusan. Selain itu, kajian tempatan turut menunjukkan bahawa sebahagian guru prasekolah masih menghadapi kesukaran dalam merancang aktiviti pembelajaran yang benar-benar mengintegrasikan konsep Matematik Awal secara bermakna dalam konteks bilik darjah (Siew & Tee, 2024; Tan & Norly Jamil, 2024). Keadaan ini menunjukkan bahawa cabaran dalam pengajaran Matematik Awal bukan sahaja berkaitan dengan pemahaman konsep oleh kanak-kanak, tetapi juga berkait rapat dengan tahap kesediaan serta kompetensi pedagogi guru.

Dari sudut perkembangan kognitif, kajian empirikal terkini menegaskan bahawa pembelajaran Matematik Awal merupakan proses yang kompleks yang melibatkan interaksi antara pengetahuan konseptual, bahasa, ingatan kerja serta representasi mental. Kesukaran memahami konsep matematik yang bersifat abstrak sering menjadi cabaran utama dalam kalangan kanak-kanak prasekolah, terutamanya dalam pembelajaran operasi asas seperti tambah (Sia & Kamariah Abu Bakar, 2022). Moura (2026) menunjukkan bahawa pengetahuan ordinal seperti pengiraan berurutan dan susunan nombor memainkan peranan perantara yang signifikan antara kefahaman kardinal dengan prestasi aritmetik kanak-kanak prasekolah. Hal ini membuktikan bahawa pembelajaran matematik tidak berlaku secara linear, sebaliknya memerlukan sokongan pedagogi yang teliti dan berperingkat. Dalam konteks bilik darjah prasekolah, guru sering berhadapan dengan cabaran untuk mengenal pasti tahap sebenar kefahaman kanak-kanak. Guru juga perlu menyesuaikan strategi pengajaran mengikut tahap kerumitan tugas. Tambahan pula, Chang (2026) menegaskan bahawa kemahiran membaca awal dan ingatan kerja bertindak sebagai moderator terhadap kesan kemahiran matematik terhadap pencapaian jangka panjang, khususnya bagi kanak-kanak daripada latar belakang sosioekonomi rendah. Situasi ini memperlihatkan cabaran guru prasekolah yang bukan sahaja perlu mengajar matematik, tetapi juga menyokong perkembangan bahasa serta kognitif secara serentak dalam persekitaran yang sering kekurangan sumber.

Selain cabaran kognitif dan pedagogi, dimensi sosial serta persekitaran pembelajaran turut memberi implikasi besar terhadap keberkesanan pengajaran Matematik Awal. Kajian oleh DeMaster (2026) menunjukkan bahawa interaksi bahasa matematik antara ibu bapa dengan kanak-kanak dalam aktiviti kejuruteraan tidak formal memberi kesan langsung terhadap penglibatan kanak-kanak dalam proses penyelesaian masalah. Walau bagaimanapun, guru prasekolah sering berdepan kesukaran untuk memanfaatkan sokongan keluarga secara sistematik, terutamanya dalam komuniti berpendapatan rendah atau berbilang bahasa. Pada masa yang sama, kemunculan teknologi digital serta kecerdasan buatan (AI) membuka peluang baharu, namun turut menambah pelbagai cabaran kepada guru. Penggunaan analitik tingkah laku berasaskan pembelajaran mendalam (deep learning) dalam bilik darjah prasekolah, seperti yang dibincangkan oleh Qin (2026), dapat membantu guru memantau kualiti pengajaran secara lebih sistematik. Namun demikian, pendekatan ini memerlukan tahap kemahiran teknologi serta literasi data yang tinggi dalam kalangan guru. Tanpa sokongan latihan dan garis panduan yang jelas, inovasi teknologi ini berisiko menjadi beban tambahan kepada guru.

Dalam konteks transformasi pendidikan digital, cabaran yang dihadapi oleh guru prasekolah menjadi semakin kompleks selari dengan integrasi teknologi pintar, kecerdasan buatan generatif serta pendekatan pembelajaran adaptif. Kajian oleh Yu et al., (2026) menunjukkan bahawa bakal guru pendidikan awal kanak-kanak berpotensi memanfaatkan alat seperti ChatGPT dalam perancangan pengajaran matematik, namun masih menghadapi cabaran dalam menyesuaikan kandungan yang dijana oleh AI tersebut dengan prinsip kesesuaian perkembangan kanak-kanak. Pada masa yang sama, inovasi seperti permainan matematik adaptif berasaskan pembelajaran pengukuhan mendalam (deep reinforcement learning) (Wang, 2025), perisian bantuan matematik berasaskan tulisan tangan (Alkan & Oztel, 2025), penggunaan penjejakan mata (eye-tracking) (Farman et al., 2025) dan penceritaan digital (Deslis et al., 2026) menunjukkan potensi yang signifikan untuk memperkaya pembelajaran Matematik Awal. Namun begitu, kesemua pendekatan ini memerlukan tahap kecekapan pedagogi, teknologi dan refleksi profesional yang tinggi dalam kalangan guru.

Di samping itu, kajian analisis keperluan turut menunjukkan bahawa guru prasekolah memerlukan bahan bantu mengajar yang lebih sistematik untuk menyokong penguasaan kemahiran operasi matematik dalam kalangan kanak-kanak (Atiqah Nadhrah Bahrun & Norly Jamil, 2023). Keperluan terhadap pembangunan bahan pengajaran khusus ini menunjukkan bahawa guru masih memerlukan sokongan pedagogi yang lebih praktikal dalam melaksanakan pengajaran Matematik Awal secara berkesan. Sehubungan dengan itu, isu dan cabaran dalam pengajaran Matematik Awal tidak terhad kepada aspek kandungan kurikulum semata-mata, sebaliknya merangkumi keupayaan guru untuk memperkasa diri sebagai pendidik yang mampu mengintegrasikan pengetahuan matematik, pemahaman terhadap perkembangan kanak-kanak serta inovasi teknologi secara seimbang dan beretika.



Rajah 1. Kerangka Konsep Isu dan Cabaran Guru dalam Pengajaran Matematik Awal di Prasekolah

Rajah 1 memaparkan kerangka konsep yang menjelaskan hubungan antara konteks pembelajaran, isu dan cabaran guru, proses pengajaran dan pembelajaran, serta output dan impak pembelajaran Matematik Awal di prasekolah secara berstruktur. Konteks pembelajaran merangkumi tahap perkembangan kognitif kanak-kanak, kepelbagaian latar sosioekonomi dan bahasa, serta keperluan terhadap pengalaman pembelajaran yang konkrit dan bermakna. Elemen-elemen ini secara tidak langsung menggambarkan sifat persekitaran pengajaran Matematik Awal yang kompleks dan heterogen. Faktor input pula melibatkan cabaran pedagogi, kognitif, serta linguistik kanak-kanak, aspek profesionalisme serta latihan guru dan cabaran berkaitan teknologi serta digital, yang secara langsung mempengaruhi strategi serta amalan pengajaran di bilik darjah. Proses pengajaran dan pembelajaran berfungsi sebagai pengantara yang menyalurkan kesan pelbagai cabaran tersebut kepada hasil pembelajaran kanak-kanak, termasuk penguasaan konsep Matematik Awal, perkembangan kognitif dan afektif, serta pemikiran kreatif matematik. Secara keseluruhannya, kerangka ini menegaskan bahawa keberkesanan pengajaran Matematik Awal tidak hanya bergantung kepada kandungan kurikulum semata-mata, malah turut dipengaruhi oleh keupayaan guru dalam mengelola cabaran secara menyeluruh bagi menghasilkan impak pembelajaran yang bermakna dan berterusan terhadap perkembangan kanak-kanak prasekolah.

Secara keseluruhannya, perbincangan dalam bahagian pengenalan ini menegaskan bahawa pengajaran Matematik Awal di prasekolah merupakan satu proses yang kompleks dan mempunyai pelbagai dimensi. Hal ini menuntut keupayaan guru untuk mengintegrasikan kefahaman kandungan matematik, pengetahuan perkembangan kanak-kanak, serta amalan pedagogi yang responsif dan bermakna. Isu dan cabaran yang dihadapi oleh guru bukan sahaja berkaitan dengan kesukaran menterjemah konsep matematik abstrak kepada pengalaman pembelajaran konkrit, malah turut melibatkan perbezaan kognitif dan bahasa kanak-kanak, kekangan latihan profesional, serta keperluan terhadap integrasi teknologi dan inovasi digital dalam bilik darjah. Cabaran-cabaran ini secara langsung mempengaruhi proses pengajaran dan pembelajaran serta kualiti penglibatan kanak-kanak, yang seterusnya memberi implikasi terhadap penguasaan konsep Matematik Awal, perkembangan kognitif dan afektif, serta pembinaan asas pemikiran kreatif matematik. Oleh itu, satu pemahaman yang menyeluruh dan berasaskan bukti empirikal terhadap isu dan cabaran guru adalah amat penting sebagai asas kepada perancangan intervensi, pembangunan modul, atau strategi

sokongan profesional yang lebih sistematik dan kontekstual. Langkah ini perlu bagi memastikan pengajaran Matematik Awal di prasekolah dilaksanakan secara berkesan serta berimpak tinggi.

METODOLOGI

Kajian sorotan literatur bersistematik ini dijalankan dengan berpandukan kerangka PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), yang diiktiraf secara meluas sebagai garis panduan antarabangsa bagi memastikan ketelusan, konsistensi dan ketelitian dalam pelaksanaan kajian sorotan (Page et al., 2021). Penggunaan PRISMA membolehkan proses sorotan dilaksanakan secara tersusun melalui langkah-langkah yang jelas meliputi fasa pengenalpastian, penapisan dan pemilihan artikel akademik yang relevan. Pendekatan sistematik ini menyokong kebolehpercayaan kajian dengan memastikan setiap peringkat proses dapat dijejaki dan diulang semula. Keadaan ini seterusnya membolehkan prosedur kajian diteliti atau direplikasi oleh penyelidik lain. Selain itu, kerangka PRISMA menekankan kepentingan pemilihan bukti empirikal yang berkualiti, khususnya kajian yang mempunyai reka bentuk penyelidikan yang mantap, bagi mengurangkan potensi pincang laku (bias) dan menghasilkan dapatan yang sah serta berasaskan bukti. Bagi memastikan liputan literatur yang menyeluruh dan kredibiliti akademik, kajian ini menggunakan dua pangkalan data ilmiah utama, iaitu ERIC dan Scopus. Kedua-dua pangkalan data ini dipilih berdasarkan keluasan liputan penerbitan berwasit serta kesesuaiannya dengan bidang pendidikan.

Kerangka PRISMA merangkumi empat fasa utama yang dilaksanakan secara berurutan dan saling berkaitan, iaitu pengenalpastian, penapisan, kelayakan dan pengekstrakan data. Pada fasa pengenalpastian, carian literatur dijalankan secara sistematik dan menyeluruh dalam pangkalan data yang dipilih bagi mengenal pasti semua kajian yang berpotensi mempunyai kaitan dengan fokus sorotan. Fasa penapisan seterusnya melibatkan pemeriksaan tajuk dan abstrak berdasarkan kriteria kelayakan dan pengecualian yang telah ditetapkan bagi menyingkirkan rekod yang tidak relevan atau tidak memenuhi keperluan kajian. Fasa kelayakan pula menumpukan kepada penilaian teks penuh secara lebih terperinci bagi memastikan kajian yang dipilih benar-benar selari dengan kriteria yang telah ditentukan. Akhir sekali, fasa pengekstrakan data melibatkan proses pengambilan dan sintesis maklumat serta dapatan utama daripada kajian terpilih secara berstruktur. Pematuhan terhadap setiap fasa yang ditakrifkan dengan jelas ini memastikan kejelasan dan kesepaduan metodologi kajian. Hal ini seterusnya meningkatkan kebolehpercayaan dapatan serta menyokong penggunaannya sebagai rujukan kepada hala tuju penyelidikan dan amalan pendidikan pada masa hadapan.

Fasa Pengenalpastian

Berdasarkan kerangka PRISMA, fasa pengenalpastian merupakan langkah awal yang kritikal bagi memastikan proses Sorotan Literatur Bersistematik (SLR) dilaksanakan secara telus, sistematik dan boleh diulang. Dalam kajian ini, proses pencarian literatur dijalankan dengan menggunakan dua pangkalan data utama yang diiktiraf dalam bidang pendidikan dan sains sosial, iaitu Scopus dan ERIC. Pemilihan kedua-dua pangkalan data ini mengambil kira liputan jurnal bereputasi tinggi dan artikel empirikal yang telah dinilai secara berwasit serta kesesuaiannya dengan bidang Pendidikan Awal Kanak-Kanak. Rangkaian kata kunci seperti "issues", "challenges", "early mathematics" dan "preschool" digunakan secara sistematik bagi memastikan skop carian kekal sejajar dengan objektif kajian, khususnya untuk mengenal pasti permasalahan dan cabaran yang dihadapi oleh guru dalam pengajaran Matematik Awal di peringkat prasekolah. Hasil carian awal merekodkan sebanyak 273 artikel daripada Scopus serta 598 artikel daripada ERIC, sekali gus menjadikan jumlah keseluruhan sebanyak 871 rekod.

Jumlah rekod yang tinggi pada peringkat pengenalpastian ini mencerminkan keluasan dan kepelbagaian perbincangan akademik berkaitan Matematik Awal dalam konteks pendidikan prasekolah, sekali gus menunjukkan kepentingan dan kerelevanan bidang kajian ini pada peringkat global. Walau bagaimanapun, bilangan rekod yang besar juga menandakan kewujudan variasi dari segi fokus kajian, konteks pendidikan, metodologi serta perspektif teori yang

memerlukan proses penapisan yang rapi pada fasa seterusnya. Justeru, fasa pengenalanpastian bukan sekadar bertujuan untuk mengumpul sebanyak mungkin artikel. Sebaliknya, fasa ini berfungsi sebagai asas bagi memastikan tiada kajian empirikal yang signifikan terlepas pandang sebelum proses saringan dan kelayakan dilaksanakan. Pendekatan ini mengukuhkan kebolehpercayaan SLR dengan meminimumkan kecenderungan (bias) pemilihan kajian serta memastikan dapatan akhir benar-benar mewakili landskap penyelidikan semasa berkaitan isu dan cabaran pengajaran Matematik Awal di prasekolah.

Jadual 1. Strategi Carian

Scopus	TITLE-ABS-KEY (("issue*" OR "challenge*" OR "problem*") AND ("early mathematics" OR "preschool mathematics" OR "mathematics education" OR "math skills") AND (preschool OR "early childhood" OR "pre-kindergarten" OR "nursery"))
	Tarikh Akses: Feb 2026
ERIC	("issue*" OR "challenge*" OR "problem*") AND ("early mathematics" OR "preschool mathematics" OR "mathematics education" OR "math skills") AND (preschool OR "early childhood" OR "pre-kindergarten" OR "nursery")
	Tarikh Akses: Feb 2026

Fasa Penapisan

Pada fasa penapisan dalam kerangka PRISMA, semua rekod yang dikenal pasti pada peringkat sebelumnya disaring secara sistematik melalui pemeriksaan tajuk dan abstrak berdasarkan kriteria kelayakan dan pengecualian yang telah ditetapkan. Proses ini bertujuan untuk menapis kajian yang tidak selari dengan fokus sorotan literatur bersistematik, khususnya dari segi skop, konteks dan kualiti akademik. Hasil saringan awal menunjukkan bahawa hanya 77 artikel daripada pangkalan data Scopus serta 66 artikel daripada ERIC memenuhi kriteria asas untuk dipertimbangkan ke peringkat seterusnya, sekali gus menjadikan jumlah keseluruhan rekod selepas saringan sebanyak 143 artikel. Penurunan ketara bilangan artikel ini mencerminkan ketegasan proses saringan yang dilaksanakan bagi memastikan hanya kajian yang benar-benar relevan dengan isu dan cabaran pengajaran Matematik Awal di prasekolah dikekalkan.

Sebaliknya, sebanyak 728 rekod telah dikecualikan kerana tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, antaranya termasuk artikel bukan berbahasa Inggeris, diterbitkan sebelum tahun 2020 serta berbentuk prosiding persidangan, buku, artikel ulasan dan penerbitan dalam proses cetakan (in press). Pengecualian ini dibuat bagi memastikan analisis tertumpu kepada bukti empirikal terkini yang telah dinilai secara kritikal melalui proses penilaian berwasit. Selain itu, sebanyak 15 rekod pendua (duplicate) dikenal pasti dan dikeluarkan bagi mengelakkan pengulangan data yang boleh menjejaskan ketepatan sintesis dapatan. Secara keseluruhan, fasa penapisan ini berfungsi sebagai mekanisme kawalan kualiti yang penting kerana fasa ini memastikan hanya kajian yang relevan, mutakhir dan berimpak tinggi diteruskan ke peringkat penilaian kelayakan. Hal ini sekali gus meningkatkan keteguhan metodologi dan kebolehpercayaan dapatan SLR ini.

Jadual 2. Kriteria Pemilihan dalam Proses Carian

Kriteria	Kelayakan	Pengecualian
Bahasa	Bahasa Inggeris	Bukan Bahasa Inggeris
Tahun Terbitan	2021 hingga 2025	Sebelum 2020 dan selepas 2025
Jenis Dokumen	Jurnal (Artikel)	Persidangan, Buku, <i>Review</i>
Peringkat Penerbitan	Akhir	Dalam penerbitan
Subjek	Sains Sosial dan Matematik	Selain Sains Sosial dan Matematik

Fasa Kelayakan

Pada fasa Kelayakan dalam kerangka PRISMA, penilaian dijalankan secara lebih mendalam melalui pemeriksaan teks penuh (full-text) bagi memastikan setiap artikel benar-benar sejajar dengan objektif kajian serta memenuhi semua kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Daripada 143 rekod yang melepasi fasa saringan, hanya 128 artikel berjaya diakses bagi tujuan penilaian kelayakan. Penilaian ini tidak lagi terhad kepada tajuk dan abstrak semata-mata, sebaliknya melibatkan analisis kandungan secara menyeluruh yang merangkumi latar belakang kajian, reka bentuk penyelidikan, konteks pendidikan serta fokus perbincangan berkaitan pengajaran Matematik Awal di prasekolah. Pendekatan ini penting bagi memastikan hanya kajian yang menyumbang secara langsung kepada pemahaman tentang isu dan cabaran guru dikekalkan. Pendekatan ini juga mengelakkan termasuk kajian yang bersifat umum atau tidak berkaitan secara substantif dengan fokus kajian.

Walaupun bagaimanapun, sebanyak 92 artikel telah dikecualikan pada peringkat ini atas beberapa justifikasi utama, termasuk skop bidang yang tidak relevan, tajuk kajian yang tidak signifikan, abstrak yang tidak selari dengan objektif kajian serta kekangan akses kepada teks penuh. Pengecualian artikel di luar bidang dibuat bagi mengekalkan ketulenan fokus kajian terhadap pendidikan prasekolah dan Matematik Awal. Penolakan berdasarkan tajuk dan abstrak yang tidak signifikan pula bertujuan mengelakkan tafsiran yang menyimpang daripada persoalan kajian utama. Selain itu, ketiadaan akses kepada teks penuh dianggap sebagai kekangan metodologi yang serius kerana keadaan tersebut menghalang penilaian kritikal terhadap kualiti serta kesahan dapatan kajian. Secara keseluruhan, fasa Kelayakan ini memperkukuh ketegasan metodologi SLR dengan memastikan hanya kajian yang relevan, boleh diakses sepenuhnya serta berpotensi menyumbang secara bermakna kepada sintesis dapatan dimasukkan ke peringkat analisis seterusnya.

Pengekstrakan dan Analisis Data

Pendekatan analisis integratif digunakan bagi meneliti dan menggabungkan dapatan secara sistematik daripada pelbagai kajian kualitatif. Analisis ini bertujuan untuk mengenal pasti tema dan subtema utama yang selari dengan fokus sorotan literatur. Proses pembentukan tema bermula dengan fasa pembiasaan terhadap data, melalui pembacaan serta penelahan maklumat secara berulang bagi memperoleh pemahaman yang menyeluruh. Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2, penulis meneliti secara menyeluruh 36 penerbitan terpilih dengan mengekstrak pernyataan, dapatan serta bukti yang berkaitan secara langsung dengan fokus kajian. Penekanan khusus diberikan kepada kajian yang membincangkan isu dan cabaran guru dalam pengajaran Matematik Awal di prasekolah, terutamanya dari segi pendekatan metodologi serta hasil kajian yang dilaporkan.

Selepas proses pengekodan awal dan pengekstrakan bukti dilaksanakan, penulis secara kolaboratif membangunkan tema-tema awal berdasarkan corak konteks serta dapatan empirikal yang dikenal pasti merentas kajian yang dianalisis. Sepanjang proses analisis, satu rekod audit (audit trail) telah diselenggara secara sistematik bagi mendokumentasikan keputusan analisis, refleksi penyelidik, tafsiran yang muncul serta persoalan kritikal, sekali gus meningkatkan ketelusan dan keteguhan analisis. Pada peringkat akhir, tema-tema yang dikenal pasti telah disemak silang serta dibandingkan bagi mengesan sebarang ketidakselarasan atau pertindihan dalam struktur tema. Sebarang perbezaan tafsiran telah diselesaikan melalui perbincangan berulang serta persetujuan bersama bagi memastikan konsistensi, kredibiliti dan kesahan dalam pembentukan tema akhir.

Penilaian Kualiti Kajian

Selaras dengan panduan metodologi yang mantap bagi pelaksanaan sorotan literatur bersistematik, kualiti kajian primer yang disertakan telah dinilai secara teliti bagi mengesahkan kecukupan metodologi serta menyokong perbandingan yang boleh dipercayai merentas kajian (Kitchenham, 2007). Proses penilaian ini bertujuan untuk memastikan hanya kajian yang memenuhi standard reka bentuk penyelidikan dan pelaporan yang boleh diterima menyumbang kepada sintesis bukti. Bagi mencapai tujuan tersebut, satu kerangka penilaian kualiti berstruktur telah digunakan dengan merujuk kepada pendekatan yang dicadangkan oleh Abouzahra et al. (2020). Kerangka ini merangkumi enam kriteria penilaian kualiti yang ditakrifkan dengan jelas serta disesuaikan agar sejajar dengan objektif dan skop kajian sorotan ini. Penggunaan kriteria yang telah ditetapkan terlebih dahulu menyediakan asas

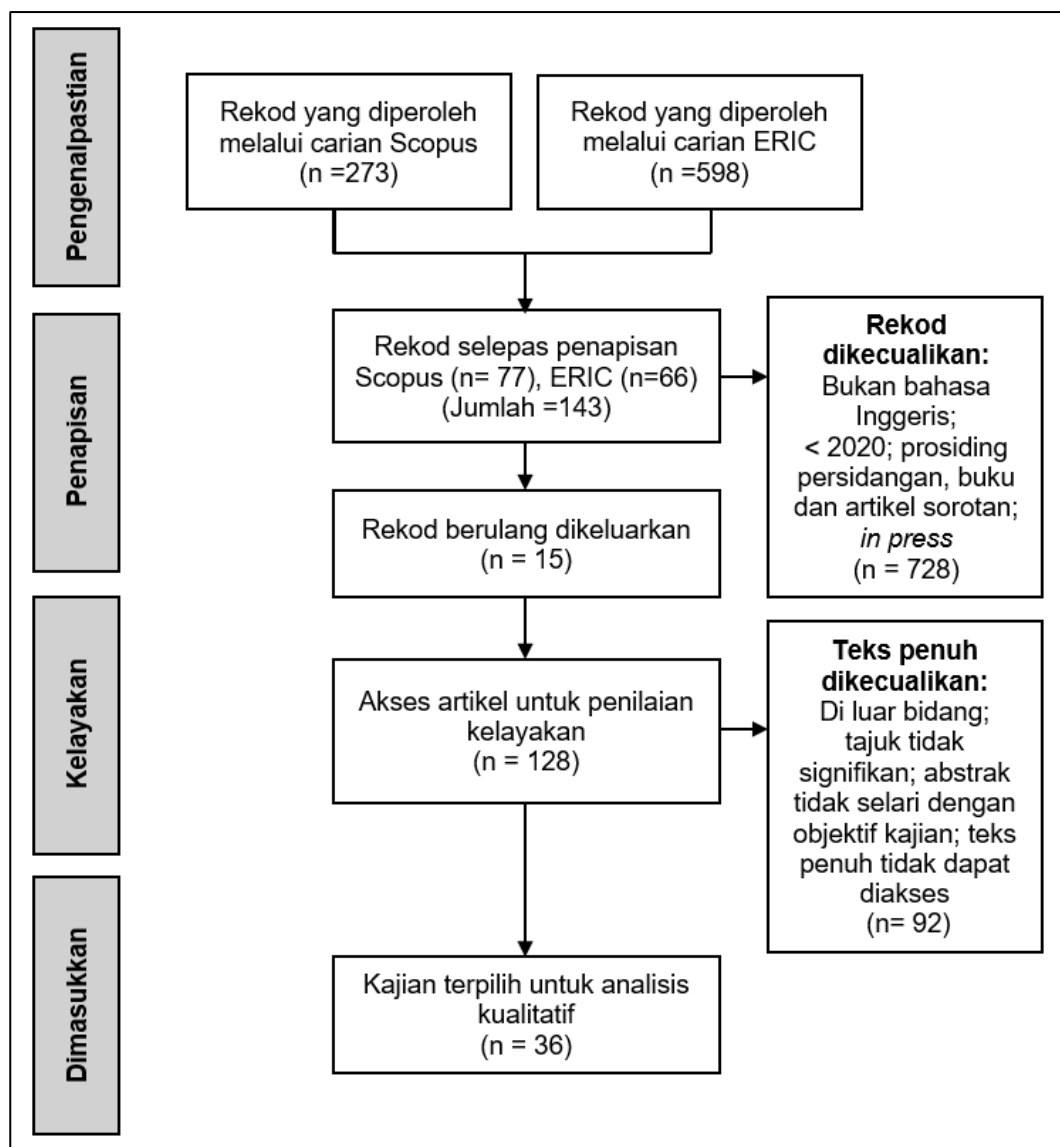
penilaian yang telus dan sistematik, sekali gus mengurangkan unsur subjektiviti dalam proses penilaian kualiti.

Setiap kajian yang dipilih dalam sorotan literatur ini dinilai dari segi kualiti metodologi menggunakan satu set kriteria *Quality Assessment* (QA) yang dibangunkan bagi memastikan ketelitian serta kebolehpercayaan kajian yang dimasukkan dalam analisis. Penilaian kualiti ini bertujuan mengenal pasti tahap kejelasan pelaporan kajian, kekuatan metodologi serta kesesuaian kajian untuk dimasukkan dalam proses sintesis literatur. Dalam kajian ini, enam kriteria penilaian kualiti digunakan, iaitu kejelasan tujuan kajian (QA1), pembentangan kepentingan dan kegunaan kajian (QA2), kejelasan huraian metodologi kajian (QA3), kejelasan definisi konsep pendekatan yang digunakan (QA4), tahap perbandingan kajian dengan penyelidikan lain yang setara (QA5) serta kejelasan pernyataan batasan kajian (QA6). Enam kriteria penilaian kualiti yang digunakan dalam kajian ini ditunjukkan dalam Jadual 3.

Jadual 3: Kriteria *Quality Assessment* (QA) bagi Penilaian Kualiti Kajian

Kod	Kriteria Penilaian
QA1	Adakah tujuan kajian dinyatakan dengan jelas?
QA2	Adakah kepentingan dan kegunaan kajian dibentangkan dengan jelas?
QA3	Adakah metodologi kajian dihuraikan dengan jelas dan terperinci?
QA4	Adakah konsep pendekatan yang digunakan ditakrifkan dengan jelas?
QA5	Adakah kajian dibandingkan dengan kajian lain yang setara?
QA6	Adakah batasan kajian dinyatakan dengan jelas?

Setiap pakar yang dilantik menilai kajian secara bebas berdasarkan kriteria penilaian kualiti yang telah ditetapkan dan skor yang diperolehi kemudiannya digabungkan bagi menghasilkan penarafan kualiti keseluruhan bagi setiap kajian. Untuk dikekalkan ke peringkat seterusnya dalam sorotan literatur, sesuatu kajian dikehendaki mencapai skor kumulatif melebihi 3.0 berdasarkan penilaian gabungan daripada tiga orang pakar. Penanda aras yang telah ditetapkan ini berfungsi sebagai mekanisme kawalan kualiti bagi memastikan hanya kajian yang menunjukkan tahap ketegasan metodologi yang memadai sahaja dipilih untuk analisis lanjut.



Rajah 2. Rajah Aliran Proses Carian Kajian yang Dicapai

DAPATAN KAJIAN

Jadual 4 menunjukkan bahawa majoriti artikel yang dinilai mencapai tahap kualiti metodologi yang memuaskan berdasarkan enam kriteria penilaian yang ditetapkan. Secara keseluruhan, semua artikel yang tersenarai memperoleh peratusan melebihi ambang minimum 50%, sekali gus memenuhi syarat asas untuk disertakan dalam analisis lanjut Sorotan Literatur Bersistematik ini. Kebanyakan artikel mencatat skor tinggi bagi kejelasan tujuan kajian, kepentingan dan sumbangan kajian, kejelasan metodologi serta pendefinisian konsep utama. Dapatan ini mencerminkan amalan pelaporan akademik yang kukuh dalam jurnal berimpak tinggi. Walau bagaimanapun, variasi skor dapat diperhatikan, terutamanya bagi kriteria perbandingan dengan kajian sedia ada serta pelaporan batasan kajian yang lazimnya kurang dihuraikan secara terperinci pada peringkat abstrak. Meskipun demikian, peratusan skor keseluruhan yang konsisten pada tahap sederhana hingga tinggi menunjukkan bahawa artikel-artikel ini mempunyai asas empirikal dan konseptual yang kukuh serta relevan dengan fokus kajian. Oleh itu, kesemua artikel yang melepasi ambang kualiti minimum ini dianggap sesuai untuk dimasukkan ke dalam fasa sintesis dan analisis seterusnya tanpa sebarang penolakan berdasarkan kriteria peratusan yang ditetapkan. Berikut ialah Jadual 3 yang memaparkan penilaian kualiti bagi artikel yang dipilih:

Jadual 4. Prestasi Penilaian Kualiti

Kajian	QA1	QA2	QA3	QA4	QA5	QA6	Jumlah Markah	Peratus (%)
PS1 (Wang, 2025)	Y	Y	Y	Y	Y	N	5.0	83.33
PS2 (Thiel, 2025)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS3 (Hand & Lonigan, 2025)	Y	Y	Y	Y	P	N	4.5	75.00
PS4 (Torres-Peña et al., 2025)	Y	Y	Y	Y	N	P	4.5	75.00
PS5 (Zhou & Yang, 2025)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS6 (Vigule & Helmane, 2025)	Y	Y	Y	Y	Y	N	5.0	83.33
PS7 (Beisly et al., 2025)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS8 (Nguyen et al., 2025)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS9 (Savolainen, 2025)	Y	Y	Y	Y	Y	N	5.0	83.33
PS10 (Croset et al., 2024)	Y	Y	Y	Y	Y	P	5.5	91.67
PS11 (Gulz & Haake, 2024)	Y	Y	Y	Y	P	N	4.5	75.00
PS12 (Payne, 2024)	Y	Y	Y	Y	Y	P	5.5	91.67
PS13 (Elwan et al., 2024)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS14 (Zhang et al., 2024)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS15 (Mattera et al., 2023)	Y	Y	Y	Y	P	Y	5.5	91.67
PS16 (Hardy & Hemmeter, 2023)	Y	Y	Y	Y	N	Y	5.0	83.33
PS17 (Shi et al., 2023)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS18 (Pérez-Suay et al., 2023)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS19 (Burchinal et al., 2023)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS20 (Chen et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS21 (Malaspina & García-Ampudia, 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS22 (Ching & Kong, 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS23 (Anis et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS24 (Moreno-Pino et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS25 (Bojarska-Sokołowska, 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS26 (Rahayu et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS27 (Starkey et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	Y	N	5.0	83.33
PS28 (Sun et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS29 (Weiss et al., 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS30 (Reimer, 2022)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS31 (Dong et al., 2021)	Y	Y	Y	Y	Y	N	5.0	83.33
PS32 (Ren et al., 2021)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS33 (Fisk & Lombardi, 2021)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS34 (Kinzhibaeva et al., 2021)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS35 (Ocal, 2021)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67
PS36 (Mackintosh & Rowe, 2021)	Y	Y	Y	Y	N	N	4.0	66.67

Inovasi Pedagogi, Intervensi dan Reka Bentuk Aktiviti Matematik Awal

Dapatan analisis menunjukkan bahawa inovasi pedagogi bagi Matematik Awal di prasekolah semakin menumpukan kepada reka bentuk pengalaman pembelajaran yang adaptif, menyeronokkan serta berasaskan bukti, khususnya melalui permainan, teknologi dan konteks aktiviti yang dekat dengan dunia kanak-kanak. Inovasi digital yang menekankan penyesuaian pembelajaran secara masa nyata (real time) dilaporkan berupaya meningkatkan ketepatan tugas, penguasaan tahap serta indikator penglibatan, seperti respons yang lebih pantas dan pengurangan isyarat keciciran. Dapatan ini mencadangkan bahawa teknologi adaptif mempunyai potensi sebagai sokongan pengajaran matematik yang lebih responsif terhadap variasi individu dalam kalangan kanak-kanak prasekolah (Wang, 2025).

Pada masa yang sama, bukti daripada penggunaan permainan tradisional dan permainan berstruktur menunjukkan bahawa kemahiran numerasi informal dapat diperkukuh melalui proses pembelajaran berulang yang melibatkan strategi kognitif seperti *directionality*, pengelompokan, bundling dan unitising. Strategi-strategi ini berkait rapat dengan pengurangan ralat asas nombor pada peringkat pembelajaran seterusnya (Thiel, 2025). Corak yang hampir sama turut dikenal pasti dalam pendekatan permainan berasaskan reka bentuk serta cabaran STEM berasaskan cerita, iaitu tahap penglibatan emosi, perhatian dan tingkah laku kanak-kanak dipengaruhi oleh strategi sokongan guru sepanjang fasa persediaan, pelaksanaan serta penilaian aktiviti. Dapatan ini menunjukkan bahawa reka bentuk aktiviti dan cara guru memfasilitasi pembelajaran saling berkait serta berfungsi sebagai satu pakej pedagogi yang tidak dapat dipisahkan (Zhou & Yang, 2025). Seiring dengan itu, pendekatan berasaskan budaya yang memanfaatkan artefak setempat, seperti motif pola pada pakaian etnik, menunjukkan nilai pedagogi yang tinggi dalam memperkukuh pengecaman pola serta pembelajaran berasaskan konteks. Namun demikian, pendekatan ini turut mendedahkan kekangan pelaksanaan yang memerlukan sokongan sistematik dari segi latihan, penyediaan bahan dan tahap kesediaan guru (Nguyen et al., 2025).

Secara keseluruhan, tema-tema ini menyokong hujah bahawa inovasi pedagogi bukan sekadar pengenalan “alat” baharu. Sebaliknya, inovasi tersebut melibatkan usaha menyusun semula pengalaman pembelajaran matematik agar lebih adaptif, bermakna serta berdaya tahan dalam konteks bilik darjah sebenar (Thiel, 2025; Wang, 2025; Zhou & Yang, 2025). Dapatan ini juga menunjukkan bahawa keberkesanan inovasi pedagogi tidak semestinya berpunca daripada penggunaan teknologi atau permainan semata-mata, tetapi lebih bergantung pada cara guru mengintegrasikan elemen tersebut dengan konsep matematik yang ingin dibangunkan. Beberapa kajian menunjukkan bahawa penggunaan teknologi tanpa sokongan pedagogi yang jelas berisiko menjadikan aktiviti pembelajaran sekadar aktiviti interaktif tanpa membina kefahaman konsep matematik secara mendalam. Oleh itu, inovasi pedagogi perlu difahami sebagai gabungan antara reka bentuk aktiviti, sokongan guru dan kesesuaian perkembangan kanak-kanak.

Selain inovasi permainan dan reka bentuk aktiviti, corak dapatan turut menunjukkan bahawa intervensi awal yang terarah berupaya memberikan kesan positif terhadap subkemahiran matematik yang spesifik, khususnya apabila intervensi disesuaikan dengan profil kanak-kanak serta menekankan proses berfikir. Intervensi penyelesaian masalah serta unit didaktik yang memfokuskan seriasi dan pengiraan berstruktur didapati menunjukkan peningkatan pencapaian selepas pelaksanaan. Dapatan ini seterusnya mengukuhkan rasional penggunaan diagnostik awal bagi mengenal pasti kelemahan setempat sebelum strategi pembelajaran yang lebih bersasar dan berkesan dibangunkan (Torres-Peña et al., 2025). Dalam kalangan kanak-kanak berisiko, intervensi penyelesaian masalah yang melibatkan masalah ayat aritmetik dengan penggunaan strategi jari dilaporkan memberikan kesan positif dalam ujian pasca bagi kemahiran sasaran tertentu serta manfaat yang relatif lebih besar kepada kanak-kanak yang pada awalnya berprestasi rendah.

Walau bagaimanapun, kesan ini tidak semestinya merangkumi semua tugas aritmetik. Keadaan ini menunjukkan kewujudan isu pemindahan pembelajaran merentas tugas (transfer of learning) (Croset et al., 2024). Dapatan yang seiring turut dikenal pasti dalam persekitaran pembelajaran “math talk” yang menggabungkan permainan berkumpulan berasaskan bahasa matematik, apabila peningkatan kemahiran matematik umum dan numerasi spesifik dilaporkan berbanding kumpulan pembandingan.

Namun demikian, perbezaan antara varian intervensi tidak semestinya ketara. Keadaan ini menandakan keperluan untuk meneliti komponen aktif yang benar-benar mendorong perubahan pembelajaran (Payne, 2024). Dalam konteks keterangkuman, pendekatan pemodelan sistematik dan prompting bagi kanak-kanak prasekolah berkeperluan khas menunjukkan tahap keberkesanan yang tidak seragam. Keadaan ini sering dikaitkan dengan cabaran dalam menilai kemahiran sasaran serta pengaruh domain perkembangan lain, seperti motor halus dan bahasa. Dapatan ini memberi isyarat bahawa reka bentuk intervensi Matematik Awal perlu mengambil kira sifat kemahiran matematik sebagai kemahiran bersepadu yang saling berkait dengan aspek perkembangan kanak-kanak yang lain (Hardy & Hemmeter, 2023).

Pada skala yang lebih besar, replikasi intervensi awal bagi kanak-kanak daripada latar sosioekonomi rendah melaporkan dapatan yang positif serta menekankan kepentingan kesinambungan sokongan bagi mengekalkan keberkesanan pembelajaran. Keadaan ini menjadikan isu ketekalan pelaksanaan dan kelangsungan program sebagai fokus utama dalam reka bentuk intervensi (Starkey et al., 2022). Secara sintesis, literatur ini menunjukkan bahawa isu dan cabaran dalam pengajaran Matematik Awal tidak hanya tertumpu pada aspek pemilihan aktiviti, tetapi turut merangkumi ketepatan penentuan sasaran kemahiran, keupayaan memindahkan pembelajaran serta kebolehlaksanaan intervensi dalam konteks bilik darjah yang sebenar dan pelbagai (Croset et al., 2024; Starkey et al., 2022; Torres-Peña et al., 2025).

Walaupun kebanyakan kajian intervensi melaporkan peningkatan dalam kemahiran matematik tertentu, kesan tersebut tidak semestinya konsisten merentas semua domain Matematik Awal. Sebahagian kajian menunjukkan peningkatan dalam kemahiran spesifik seperti pengiraan atau seriasi. Namun demikian, kesan tersebut tidak semestinya dipindahkan kepada tugas matematik lain yang lebih kompleks. Hal ini mencadangkan bahawa pembangunan kemahiran Matematik Awal mungkin bersifat domain-spesifik dan memerlukan pengalaman pembelajaran yang pelbagai untuk menyokong pemindahan pembelajaran merentas konteks.

Pada peringkat reka bentuk dan pelaksanaan, dapatan daripada analisis abstrak menunjukkan bahawa keberkesanan inovasi pedagogi sering bergantung pada elemen sokongan (scaffolding), ketelitian struktur program serta cara aktiviti disepadukan ke dalam rutin institusi. Intervensi permainan “bermain sambil belajar” (play-and-learn) yang melibatkan populasi kanak-kanak prasekolah yang pelbagai, termasuk kanak-kanak berkeperluan bahasa kedua dan kanak-kanak dengan kerentanan pembelajaran (learning vulnerability), melaporkan bahawa andaian awal guru tentang ketidakupayaan kanak-kanak untuk mengekalkan fokus tidak semestinya tepat. Sebaliknya, data menunjukkan bahawa sebahagian besar kanak-kanak mampu mempamerkan tahap ketekunan dan perhatian yang baik apabila aktiviti direka secara bersesuaian serta disokong dengan bimbingan yang terancang. Dapatan ini mengalihkan naratif cabaran daripada tanggapan bahawa “kanak-kanak tidak mampu” kepada keperluan untuk menyelaraskan reka bentuk aktiviti dan sokongan pedagogi yang disediakan (Gulz & Haake, 2024).

Pada aras reka bentuk kajian dan program, penggunaan reka bentuk rawak berfasa serta berbilang peringkat dalam program Matematik Awal menunjukkan kelebihan dari segi pengimbangan kuasa kajian, kecekapan penggunaan sumber dan keluasan soalan kajian. Namun demikian, pendekatan ini turut menonjolkan kerumitan aspek logistik dan analitik yang perlu diurus dengan teliti bagi memastikan ketepatan inferens serta kesetaraan antara kumpulan kajian (Mattera et al., 2023). Dalam jalur inovasi yang semakin berkembang, pengintegrasian pemikiran komputasional melalui robot pendidikan turut dilaporkan meningkatkan keberhasilan kejayaan aktiviti serta menonjolkan keberkesanan strategi prapengoperasian tertentu dalam tugas matematik. Walau bagaimanapun, implikasinya menunjukkan keperluan terhadap reka bentuk urutan didaktik yang jelas serta sokongan pedagogi yang konsisten bagi mengelakkan aktiviti menjadi sekadar “teknologi tanpa tujuan matematik” (Pérez-Suay et al., 2023). Satu lagi pola yang signifikan ialah pembinaan trajektori pembelajaran melalui permainan serta pendekatan realistik bagi pengukuran yang menekankan peranan komunikasi, pemilihan masalah realistik serta penggunaan objek sekitar sebagai pemacu pembelajaran bermakna. Keadaan ini memperlihatkan bahawa inovasi yang berjaya lazimnya menggabungkan struktur aktiviti dengan konteks persekitaran yang autentik (Rahayu et al., 2022).

Secara keseluruhan, cabaran pengajaran Matematik Awal di prasekolah dalam tema ini boleh dirumuskan sebagai cabaran “rekabentuk-implemmentasi”, iaitu bagaimana memastikan inovasi seperti digital, permainan, masalah ayat, math talk, STEM, robotik dan budaya benar-benar selari dengan objektif kemahiran matematik, boleh dilaksanakan secara stabil serta mempunyai sokongan yang memadai untuk konteks kanak-kanak yang heterogen (Gulz & Haake, 2024; Mattera et al., 2023; Pérez-Suay et al., 2023). Keadaan ini menunjukkan bahawa cabaran utama dalam pengajaran Matematik Awal bukan sekadar berkaitan dengan pemilihan aktiviti yang menarik, tetapi berkait rapat dengan keupayaan guru untuk merancang pengalaman pembelajaran yang mempunyai trajektori konsep yang jelas. Tanpa perancangan yang sistematik, inovasi pedagogi berisiko menjadi aktiviti tematik yang tidak memberikan kesan yang signifikan terhadap perkembangan pemikiran matematik kanak-kanak.

Guru, Latihan Profesional dan Transformasi Kurikulum Matematik Awal

Reformasi dan transformasi kurikulum Matematik Awal di prasekolah lazimnya digambarkan sebagai peralihan daripada penekanan kandungan semata-mata kepada pembinaan kemahiran holistik yang lebih interaktif, bersesuaian dengan peringkat umur serta berorientasikan amalan bilik darjah. Dapatan analisis menunjukkan bahawa penerimaan terhadap agenda reformasi wujud, namun keberkesanan pelaksanaan banyak dipengaruhi oleh kefahaman guru tentang perubahan matlamat, kandungan, strategi pengajaran serta bentuk pentaksiran baharu. Kajian oleh Vigule dan Helmane (2025) memperlihatkan sokongan guru pelatih terhadap hala tuju reformasi tersebut, terutama apabila arahan pengajaran lebih jelas serta reka bentuk aktiviti lebih menepati perkembangan kanak-kanak. Pada masa yang sama, jurang kefahaman masih ketara dalam aspek pentaksiran formatif, penglibatan ibu bapa serta penerapan pemikiran aras tinggi dan penyelesaian masalah dunia sebenar. Corak cabaran yang seiring turut muncul apabila pedagogi berasaskan bermain perlu disesuaikan dengan pelbagai tuntutan konteks seperti harapan masyarakat, ibu bapa serta keperluan kanak-kanak. Implikasinya, keupayaan merancang aktiviti “bermain secara kolektif” bagi tujuan matematik memerlukan pembangunan profesional yang lebih tersusun dan sensitif terhadap budaya (Zhang et al., 2024).

Dari sudut sumber kurikulum dan bahan rujukan guru, analisis kandungan buku rujukan pengajaran menunjukkan penekanan yang kuat pada penguasaan konsep dan kemahiran asas, tetapi integrasi komponen penyelesaian masalah bukan rutin serta aplikasi kehidupan sebenar masih terhad. Hal ini menggambarkan bahawa transformasi kurikulum bukan hanya isu dokumen, malah melibatkan terjemahan amalan melalui bahan sokongan serta peranan guru dalam mod pengajaran kolektif (Sun et al., 2022).

Secara keseluruhan, dapatan tema ini menegaskan keperluan penajajaran antara reka bentuk kurikulum, latihan guru, bahan rujukan serta mekanisme pentaksiran agar transformasi Matematik Awal dapat dilaksanakan secara bermakna, bukannya sekadar perubahan istilah atau struktur. Dapatan ini juga menunjukkan bahawa latihan profesional guru tidak seharusnya tertumpu kepada penyampaian strategi pengajaran secara teknikal semata-mata, tetapi perlu menangani dimensi kepercayaan dan sikap guru terhadap matematik. Tanpa perubahan dalam kepercayaan pedagogi guru, usaha reformasi kurikulum berpotensi terhad kepada perubahan dokumen kurikulum tanpa transformasi sebenar dalam amalan pengajaran di bilik darjah.

Selain isu struktur kurikulum, dapatan kajian menunjukkan bahawa faktor guru, khususnya kepercayaan, aspek afektif terhadap matematik serta pengalaman latihan, memberikan kesan besar terhadap kesiapsiagaan melaksanakan amalan pengajaran Matematik Awal yang selari dengan reformasi. Hubungan antara kebimbangan matematik, perasaan terhadap matematik dan kepercayaan pedagogi memberi gambaran bahawa kompetensi pengajaran tidak boleh dipisahkan daripada dimensi afektif.

Selain itu, faktor latar belakang seperti umur serta tahap pendidikan mempunyai kaitan tertentu dengan variasi kebimbangan dan kepercayaan yang berorientasikan reformasi (Beisly et al., 2025). Dapatan ini seiring dengan kajian tentang pengalaman matematik yang sukar dilupakan dalam kalangan guru pelatih. Pengalaman lampau didapati membentuk kepercayaan tentang peranan guru, cara kanak-kanak belajar, penggunaan bahan dan kaedah, serta sifat persekitaran pembelajaran yang dianggap “berkesan”. Percanggahan tema kepercayaan juga menunjukkan bahawa latihan perlu menangani kepercayaan yang tidak konsisten, bukannya sekadar menambah teknik pengajaran semata-mata (Ocal, 2021). Dalam konteks pembangunan profesional, Reimer (2022) melaporkan bahawa konsep guru prasekolah tentang pengajaran dan pembelajaran matematik bertumpu kepada amalan mengasuh dan melibatkan kanak-kanak, keupayaan “mengesan” aktiviti matematik yang spontan dalam bermain serta tindakan membimbing pembelajaran matematik secara sengaja.

Dapatan ini menunjukkan bahawa latihan profesional yang berkesan memerlukan kemahiran pemerhatian pedagogi serta keupayaan membuat keputusan semasa interaksi berlaku. Pendekatan latihan yang memupuk persekitaran inkuiri melalui aktiviti manipulatif dan penyelesaian masalah individu juga dilaporkan berpotensi menggalakkan penerokaan sendiri dalam kalangan guru pelatih, sekali gus menyokong peralihan kepada pedagogi yang lebih berasaskan proses dan penaakulan (Bojarska-Sokolowska, 2022). Dari perspektif latihan di institusi pengajian tinggi, integrasi agenda pendidikan untuk pembangunan lestari dalam latihan pendidikan matematik memerlukan perubahan

sikap serta kesepaduan perspektif antara pendidik universiti. Hal ini menunjukkan bahawa transformasi kurikulum juga bergantung pada ekosistem latihan guru yang lebih luas dan konsisten (Moreno-Pino et al., 2022). Sintesis dapatan menonjolkan bahawa isu dan cabaran guru dalam Matematik Awal melibatkan gabungan komponen kognitif, afektif dan struktur latihan, serta memerlukan intervensi latihan yang menyasarkan kepercayaan, keyakinan, kemahiran pedagogi serta penajajaran dengan agenda reformasi.

Pada tahap pelaksanaan, dapatan turut mengisyaratkan wujudnya jurang antara standard atau hasrat kurikulum dengan realiti aplikasi di bilik darjah, termasuk dalam aspek proses matematik, teknologi dan reka bentuk aktiviti. Penilaian kurikulum Matematik Awal berasaskan standard menunjukkan bahawa komponen tertentu seperti representasi, komunikasi dan keterhubungan dicapai pada tahap yang tinggi, manakala penyelesaian masalah serta pemikiran logik berada pada tahap yang lebih rendah dari sudut amalan bilik darjah. Pola ini menunjukkan bahawa proses yang kritikal untuk membina konsep matematik yang kukuh masih kurang diberikan tumpuan dalam pengajaran harian (Elwan et al., 2024). Dapatan berkaitan penggunaan teknologi pula mencadangkan beberapa halangan seperti kekurangan bahan, teknik dan aktiviti, serta kecenderungan yang lebih tinggi untuk memilih kaedah klasik berbanding strategi baharu.

Isu kesinambungan antara prasekolah dengan sekolah rendah turut menambah kompleksiti transformasi kerana pelaksanaan memerlukan sokongan sumber serta perubahan amalan secara berperingkat (Kinzhibaeva et al., 2021). Dalam konteks rujukan pengajaran, kekaburan peranan guru dalam aktiviti "learning corner" serta kekurangan integrasi penyelesaian masalah dalam bahan rujukan memperlihatkan keperluan panduan yang lebih operasional agar guru dapat menterjemah matlamat reformasi ke dalam rutin aktiviti yang pelbagai (Sun et al., 2022). Usaha membangunkan kerangka permainan bukan digital melalui teknik konsensus pakar menggambarkan satu respons terhadap kekurangan rujukan khusus untuk melaksanakan aktiviti matematik yang menekankan kemahiran penyelesaian masalah. Komponen seperti objektif, persediaan, peranan guru dan penilaian dirumuskan sebagai elemen penting bagi membantu guru merancang aktiviti secara lebih sistematik (Anis et al., 2022).

Apabila digabungkan dengan dapatan tentang jurang kefahaman pentaksiran formatif dan penglibatan ibu bapa dalam agenda reformasi (Vigule & Helmane, 2025), literatur tema ini menunjukkan bahawa transformasi kurikulum Matematik Awal memerlukan penyelarasan tiga lapisan serentak, iaitu standard dan kandungan kurikulum, latihan profesional termasuk aspek afektif dan kepercayaan, serta sokongan praktikal berbentuk bahan rujukan, kerangka aktiviti dan sumber pelaksanaan.

Faktor Perkembangan, Konteks Sosial-Emosi dan Ekologi yang Mempengaruhi Matematik Awal

Faktor perkembangan kognitif-regulatori muncul sebagai asas yang mempunyai perkaitan rapat dengan variasi pencapaian Matematik Awal, khususnya melalui fungsi eksekutif, kawalan diri serta tuntutan penaaakulan yang berubah mengikut jenis tugas. Hand dan Lonigan (2025) menunjukkan bahawa proses inhibisi dalam sampel prasekolah lebih sesuai difahami sebagai konstruk tunggal berbanding dua dimensi berasingan. Konstruk inhibisi tunggal tersebut berkait secara serupa dengan kemahiran akademik awal termasuk matematik serta mempunyai hubungan yang signifikan dengan tingkah laku berkaitan kecelaruan hiperaktif kurang tumpuan (ADHD). Hal ini secara tidak langsung menonjolkan implikasi pengawalseliaan tingkah laku dalam konteks pembelajaran matematik. Dapatan ini selari dengan pemerhatian longitudinal tentang regulasi emosi-tingkah laku yang lebih luas. Shi et al. (2023) melaporkan bahawa profil disregulasi awal kanak-kanak tidak menentukan keanggotaan trajektori pertumbuhan membaca dan matematik, namun tahap disregulasi yang lebih tinggi berkait dengan skor awal yang lebih rendah serta kadar peningkatan yang lebih perlahan merentas tempoh persekolahan.

Dapatan ini menegaskan peranan regulasi sebagai faktor risiko yang konsisten bagi perkembangan akademik. Pada masa yang sama, tuntutan kognitif dalam tugas matematik tertentu membentuk corak perkembangan yang berbeza. Ching dan Kong (2022) mendapati bahawa pemahaman pembahagian tidak formal melalui perkongsian dipengaruhi oleh situasi masalah sama ada partitif atau quotitif dan tahap kerumitan penaaakulan dengan pembahagi berbeza yang lebih sukar, serta sumbangan memori kerja yang stabil dan unik merentas usia. Keperluan penilaian yang peka terhadap kapasiti perhatian serta strategi kanak-kanak turut digariskan. Dalam pada itu, Dong et al. (2025)

menekankan cabaran psikometrik dalam menilai kognisi matematik awal serta menunjukkan bahawa instrumen ringkas yang telah disahkan mampu mengekalkan liputan konstruk dan menangkap prestasi serta strategi penyelesaian. Langkah ini secara tidak langsung dapat membantu penentuan profil perkembangan yang lebih tepat dalam persekitaran prasekolah.

Selain komponen perkembangan individu, konteks sosial-emosi serta rakan sebaya turut mempengaruhi trajektori pembelajaran matematik melalui mekanisme tingkah laku bilik darjah, hubungan guru-kanak-kanak dan kebolehan prososial yang menjadi prasyarat kepada penglibatan pembelajaran. Weiss et al. (2022) mengelaskan trajektori masalah tingkah laku dalam konteks rakan sebaya daripada prasekolah hingga awal sekolah rendah. Dapatan kajian menunjukkan bahawa kelas dengan masalah tingkah laku rakan sebaya yang lebih tinggi cenderung dikaitkan dengan hubungan kanak-kanak-guru yang lebih lemah, lebih banyak masalah tingkah laku yang diperhatikan oleh ibu bapa serta pencapaian membaca dan matematik yang lebih rendah pada gred awal. Corak ini menandakan bahawa isu tingkah laku bukan sekadar hasil sampingan, malah mempunyai perkaitan dengan hasil akademik.

Hubungan silang domain juga disokong oleh Fisk dan Lombardi (2021) yang melaporkan kaitan antara kemahiran matematik dengan kemahiran tingkah laku dari usia 4 hingga 6 tahun. Selepas mengawal perbezaan antara individu, kemahiran prososial pada peringkat awal meramal perkembangan prososial dan matematik pada masa berikutnya, manakala kemahiran matematik pada usia pertengahan meramal perkembangan matematik serta prososial pada peringkat seterusnya. Keadaan ini menunjukkan hubungan dinamik yang berubah mengikut masa. Penemuan tentang jurang awal turut menekankan bahawa perbezaan kemahiran sosial pada permulaan prasekolah boleh bertindak sebagai moderator terhadap kadar pertumbuhan matematik. Mackintosh dan Rowe (2021) mendapati bahawa kanak-kanak berpendapatan rendah dengan kemahiran penyelesaian masalah sosial adaptif yang lebih tinggi belajar matematik awal pada kadar yang lebih pantas, namun berpotensi memperbesarkan jurang pencapaian apabila sokongan tidak diagihkan secara bersasar.

Dalam ekologi bilik darjah yang lebih luas, Burchinal et al. (2023) menilai kesan pendedahan rakan sebaya yang mempunyai pengalaman pra-K terhadap kemajuan pelbagai hasil kanak-kanak di tadika. Walaupun terdapat sedikit peningkatan dalam perbendaharaan kata dan kawalan inhibitori, corak peningkatan tersebut tidak menyokong anggapan bahawa pendedahan pra-K dalam kalangan rakan sebaya akan meningkatkan pencapaian matematik secara langsung. Gabungan dapatan ini membawa kepada tafsiran bahawa cabaran pengajaran Matematik Awal tidak terhad pada kandungan, tetapi turut berakar pada pengurusan tingkah laku, pemupukan kemahiran prososial serta penyusunan konteks rakan sebaya yang menyokong perhatian dan regulasi.

Pada aras ekologi yang lebih luas, persekitaran pembelajaran, amalan keibubapaan serta penglibatan dalam aktiviti terancang menjadi lapisan penting yang mempengaruhi kesiapsiagaan dan perkembangan Matematik Awal, termasuk melalui saluran regulasi sendiri dan peluang pembelajaran yang berbeza. Malaspina dan García-Ampudia (2022) menunjukkan bahawa regulasi sendiri kanak-kanak berfungsi sebagai pemboleh ubah pengantara (mediator) yang signifikan antara dimensi sokongan atau penglibatan dalam tingkah laku keibubapaan dengan perkembangan matematik awal.

Hal ini menandakan bahawa sokongan keluarga tidak beroperasi secara langsung semata-mata, sebaliknya bertindak melalui pembentukan kapasiti kawalan diri yang menyokong pembelajaran matematik. Dari sudut tetapan prasekolah, Savolainen (2025) melaporkan bahawa prasekolah berasaskan alam semula jadi menghasilkan kemahiran kesiapsiagaan sekolah, termasuk bahasa dan matematik, yang setara dengan prasekolah tipikal tanpa perbezaan signifikan mengikut jantina atau tahap pendidikan ibu bapa.

Dapatan ini mencadangkan bahawa variasi ekologi persekitaran tidak semestinya menjejaskan hasil matematik secara negatif, selagi pengalaman pembelajaran kekal bermakna. Corak penyertaan aktiviti kokurikulum juga memperlihatkan kepelbagaian. Ren et al. (2021) mengenal pasti trajektori berbeza dari segi keluasan dan intensiti penyertaan dalam aktiviti tersusun, dengan pertambahan keluasan atau kebarangkalian dalam kelas intensiti tinggi berkait dengan kemahiran matematik awal yang lebih baik, namun tidak semestinya meramal domain kesiapsiagaan lain. Pada peringkat makro penyelidikan, Chen et al. (2022) memetakan trend literasi matematik dan mengaitkan literasi matematik dengan pembelajaran terkawal sendiri, sambil mengenal pasti fokus utama seperti memori kerja dan

pencapaian matematik. Pemetaan ini menguatkan rasional bahawa faktor perkembangan kognitif dan regulatori perlu dianalisis bersama-sama faktor ekologi, sosial serta keluarga.

KESIMPULAN

Sorotan Literatur Bersistematik ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengenal pasti, mensintesis serta menstrukturkan bukti empirikal berkaitan isu dan cabaran guru dalam pengajaran Matematik Awal di prasekolah melalui kajian yang diterbitkan antara tahun 2021 hingga 2025 serta diindeks dalam pangkalan data Scopus dan ERIC. Dengan berpandukan protokol PRISMA, kajian ini menilai secara sistematik 36 kajian primer yang memenuhi kriteria inklusi bagi menjawab persoalan kajian yang memfokuskan bentuk cabaran pedagogi, profesional serta kontekstual yang mempengaruhi pelaksanaan Matematik Awal di prasekolah. Skop sorotan ini juga merangkumi inovasi dan intervensi pengajaran, latihan profesional serta transformasi kurikulum, di samping faktor perkembangan dan ekologi yang mempengaruhi pembelajaran kanak-kanak. Melalui pendekatan sintesis tematik, kajian ini menangani jurang pengetahuan yang wujud akibat dapatan kajian terdahulu yang bersifat terpisah, sekali gus menyumbang kepada pemahaman yang lebih menyeluruh tentang kompleksiti pengajaran Matematik Awal sebagai satu proses pendidikan yang berlapis dan dinamik dalam konteks pendidikan awal kanak-kanak.

Secara keseluruhan, dapatan kajian menunjukkan bahawa isu dan cabaran guru dalam pengajaran Matematik Awal dapat dikategorikan kepada tiga tema utama yang saling berkait. Tema pertama menekankan inovasi pedagogi, intervensi serta reka bentuk aktiviti Matematik Awal, yang memperlihatkan peningkatan penggunaan permainan, teknologi digital, pendekatan adaptif serta aktiviti berasaskan konteks kehidupan kanak-kanak. Walau bagaimanapun, keberkesanan inovasi ini sering bergantung pada keupayaan guru menyediakan sokongan pedagogi, kesesuaian dengan tahap perkembangan kanak-kanak serta kebolehlaksanaan dalam situasi bilik darjah sebenar. Tema kedua, berkaitan peranan guru dalam latihan profesional serta transformasi kurikulum Matematik Awal, menunjukkan bahawa perubahan kurikulum tidak dapat dilaksanakan secara berkesan tanpa penajajaran yang kukuh antara matlamat kurikulum, kepercayaan dan keyakinan guru terhadap matematik, serta latihan profesional yang berterusan dan bermakna. Tema ketiga pula menegaskan peranan faktor perkembangan kognitif, sosial-emosi serta ekologi, termasuk fungsi regulasi sendiri, tingkah laku sosial, sokongan keluarga dan persekitaran pembelajaran, yang secara kolektif mempengaruhi penglibatan serta pencapaian Matematik Awal kanak-kanak. Dari segi metodologi, kebanyakan kajian yang dianalisis menggunakan reka bentuk kuantitatif serta intervensi jangka pendek, manakala kajian longitudinal dan pendekatan pelbagai kaedah masih terhad. Sintesis ini memperluas sumbangan teori dengan menegaskan bahawa pengajaran Matematik Awal perlu difahami sebagai interaksi antara pedagogi, faktor afektif guru dan kanak-kanak, serta konteks ekologi pembelajaran, bukan sekadar penyampaian kandungan matematik asas semata-mata.

Dari sudut implikasi praktikal, dapatan kajian ini memberikan beberapa panduan khusus kepada guru prasekolah dalam merancang pengajaran Matematik Awal. Pertama, guru perlu merancang aktiviti matematik yang menghubungkan pengalaman bermain dengan konsep matematik yang jelas seperti pengelasan, seriasi, kuantiti dan operasi asas. Kedua, guru disarankan menggunakan penyediaan matematik secara sengaja semasa aktiviti bermain bagi membantu kanak-kanak membuat hubungan antara pengalaman konkrit dengan idea matematik. Ketiga, penggunaan bahan manipulatif, permainan berstruktur serta konteks kehidupan sebenar dapat membantu meningkatkan penglibatan kanak-kanak dan memudahkan pembinaan konsep matematik secara bermakna. Selain itu, dapatan kajian ini turut menunjukkan kepentingan penyediaan bahan sokongan pengajaran yang lebih operasional bagi membantu guru melaksanakan aktiviti Matematik Awal secara sistematik. Modul pengajaran, kerangka aktiviti serta panduan pelaksanaan yang jelas dapat membantu guru menterjemah matlamat kurikulum kepada aktiviti pembelajaran yang lebih terancang dan bermakna dalam bilik darjah prasekolah. Secara keseluruhannya, sorotan literatur ini menunjukkan bahawa pengajaran Matematik Awal di prasekolah merupakan satu proses pendidikan yang kompleks serta dipengaruhi oleh interaksi antara reka bentuk pedagogi, kompetensi guru, faktor perkembangan kanak-kanak dan konteks ekologi pembelajaran. Oleh itu, usaha meningkatkan kualiti pengajaran Matematik Awal memerlukan pendekatan yang lebih sistematik yang menggabungkan inovasi pedagogi, pembangunan profesional guru serta penyediaan sumber pengajaran yang praktikal dan berasaskan bukti.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan sokongan dalam menjayakan kajian ini. Sokongan tersebut termasuk bantuan dari segi penyediaan kemudahan penyelidikan, sokongan institusi serta kerjasama semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung sepanjang pelaksanaan kajian ini. Penulis juga merakamkan penghargaan kepada semua responden yang telah meluangkan masa dan memberikan kerjasama dalam proses pengumpulan data kajian.

PEMBIAYAAN KAJIAN

Kajian ini tidak menerima sebarang pembiayaan daripada mana-mana agensi pembiayaan awam, swasta atau organisasi bukan berasaskan keuntungan. Walau bagaimanapun, penulis merakamkan penghargaan kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) atas sokongan institusi serta kemudahan penyelidikan yang disediakan sepanjang pelaksanaan kajian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada sebarang konflik kepentingan sama ada dari segi kewangan, profesional atau peribadi yang boleh mempengaruhi hasil atau tafsiran kajian yang dilaporkan dalam manuskrip ini.

SUMBANGAN PENULIS

Semua penulis yang disenaraikan telah memberikan sumbangan ilmiah yang signifikan terhadap kajian ini serta telah menyemak dan meluluskan versi akhir manuskrip untuk penerbitan.

Syaza Yasmin: Konseptualisasi kajian, pembangunan metodologi, pengumpulan dan analisis data, penyediaan visualisasi dapatan, serta penulisan draf asal manuskrip.

Nadia Shahira Amiruddin: Penyeliaan kajian, pengesahan metodologi dan dapatan kajian, serta penulisan semakan dan penyuntingan manuskrip.

KETERSEDIAAN DATA DAN BAHAN

Data yang menyokong dapatan kajian ini diperoleh daripada artikel-artikel yang dikenal pasti melalui proses carian dan saringan literatur secara sistematik. Semua data yang dianalisis dalam kajian ini telah dilaporkan dalam artikel ini melalui jadual sintesis dan perbincangan dapatan yang berkaitan.

PENGISYTIHARAAN PENGGUNAAN AI GENERATIF

Semasa penyediaan manuskrip ini, penulis menggunakan ChatGPT bagi membantu meningkatkan kejelasan bahasa dan kebolehbacaan penulisan. Selepas penggunaan alat tersebut, penulis telah menyemak dan menyunting kandungan manuskrip sepenuhnya serta bertanggungjawab sepenuhnya terhadap kandungan penerbitan ini.

PERNYATAAN ETIKA

Kajian ini tidak melibatkan pengumpulan data primer daripada responden manusia atau haiwan. Kajian ini dilaksanakan sebagai sorotan literatur bersistematik yang menggunakan data sekunder daripada artikel-artikel yang telah diterbitkan dalam pangkalan data akademik. Oleh itu, kelulusan daripada Jawatankuasa Etika Penyelidikan tidak diperlukan.

RUJUKAN

- Abouzahra, A., Sabraoui, A., & Afdel, K. (2020). Model composition in Model Driven Engineering: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 125(May), 106316. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106316>
- Alkan, A., & Oztel, G. Y. (2025). Handwriting-Based Mathematical Assistant Software System Using Computer Vision Methods. *Mathematics*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105026487911&partnerID=40&md5=b19d6d033f17c8f0f2c4e88f027f5677>
- Anis, S. K., Masek, A., Nurtanto, M., & Kholifah, N. (2022). Nominal group technique application towards design of components and elements of non-digital game framework. *International Journal of Evaluation and Research in Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85126979048&partnerID=40&md5=0cef5f302d48b6e2886a5c3b71fa2eb9>
- Atiqah Nadhrah Bahrun, N., Jamil, N., Pendidikan Awal Kanak-kanak, J., Pembangunan Manusia, F., Pendidikan Sultan Idris, U., & Malim, T. (2023). A Need Analysis for The Development of Math Addition Bags to Enhance Two-Digit Addition Skills in Preschool Childrenmy 2* *Corresponding Author. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 12(2), 2023–2114. <https://ejournal.upsi.edu.my/journal/JPAK>
- Beisly, A., Evans, S., & Latta, L. (2025). Process over product: associations among math anxiety, feelings about math, and instructional beliefs in early childhood preservice teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85183718425&partnerID=40&md5=3156f21efe1a38d68a61af3269fb273b>
- Bojarska-Sokolowska, A. (2022). Inspiring pre-service teachers of early years education to create an inquiry environment for children to learn mathematics. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Ad Didacticam Mathematicae Pertinentia*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85169319526&partnerID=40&md5=53bab3c5485f7868a8ab03e9840ee08c>
- Burchinal, M., C. Pianta, R., Ansari, A., Whittaker, J., & Vitiello, V. (2023). Kindergarten academic and social skills and exposure to peers with pre-kindergarten experience. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85136484734&partnerID=40&md5=421927473f508b651cba80b783c719c3>
- Chang, I. (2026). Influences of reading skills in mathematics achievement: A moderated mediation model. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105018066228&partnerID=40&md5=8a0ed49a60189a61503eddd7315e0a34>
- Chen, X., Zhou, J., Wang, J., Wang, D., Liu, J., Shi, D., Yang, D., & Pan, Q. (2022). Visualizing Status, Hotspots, and Future Trends in Mathematical Literacy Research via Knowledge Graph. *Sustainability (Switzerland)*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85146812269&partnerID=40&md5=f605bad05066e3606baa28171af480>
- Ching, B. H.-H., & Kong, K. H. C. (2022). Development of children's informal understanding of division through sharing: Contributions of reasoning demands and problem situations. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85122531054&partnerID=40&md5=2fbcc5ddd6f1556c3bd38743f630fa5>
- Croset, M.-C., Caudron, S., Mondelain, L., Zaher, A., Chaachoua, H., & Mazens, K. (2024). An arithmetical word problem-solving intervention for disadvantaged French kindergarten children. *European Journal of Psychology of Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85196779624&partnerID=40&md5=e507ef672e925b3c66023576e4e8eda0>
- DeMaster, D. (2026). How to Support "Little Engineers:" Exploring Preschool Parent–Child Talk during an Engineering Bridge Challenge. *Early Childhood Education Journal*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105029268720&partnerID=40&md5=dbef1ea5d4e1a1acd103b50543f084aa>
- Deslis, D., Moutsios-Rentzos, A., Kaskaouti, P., Giakoumi, M., Siswono, T. Y. E., Lukito, A., Dewi, R. S., Hali, F., Wang, L., Yu, H. M., Lee, H., Kim, S. H., Alkan, A., Oztel, G. Y., Moura, R., Wen, T. J., Huan, C., Qin, G., & Chang, I. (2026). Integrating ChatGPT in Teacher Education: Examining Early Childhood and Elementary Pre-Service Teachers' Experiences in AI-Assisted Math Lesson Planning. *Journal of Education and Learning*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105018066228&partnerID=40&md5=8a0ed49a60189a61503eddd7315e0a34>

- Dong, Y., Clements, D. H., Day-Hess, C. A., Sarama, J., & Dumas, D. (2021). Measuring Early Childhood Mathematical Cognition: Validating and Equating Two Forms of the Research-Based Early Mathematics Assessment. *Journal of Psychoeducational Assessment*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85112195604&partnerID=40&md5=cee9ee2c6455b26d92e28f6ee3549fb6>
- Dong, Y., Clements, D. H., Mulcahy, C., & Sarama, J. (2025). How Teaching Practices Relate to Early Mathematics Competencies: A Non-Linear Modeling Perspective. *Education Sciences*, 15(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/educsci15091175>
- Elwan, R. H., Hussain, I. A. Y., Ebrahim, H. A. A., Norhan, A., Nounou, H. H., Labib, S. A., Alqahtani, R. F. A., & Altamimi, S. M. (2024). Early Childhood Mathematics Curriculum in the light of the standards of the National Council of Mathematics Teachers. *Journal of Statistics Applications and Probability*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172917723&partnerID=40&md5=a0c8f983d3fb6d780c524fb7ab64cb4c>
- Farman, Siswono, T. Y. E., Lukito, A., Dewi, R. S., Hali, F., & H. (2025). The Use of Eye-Tracking Technology in Mathematics Education: A Mapping Study with Bibliometric Analysis. *Emerging Science Journal*, 9(6), 3441–3457.
- Fisk, E., & Lombardi, C. M. (2021). Are Math and Behavioral Skills Interrelated? A Longitudinal Analysis in Early Childhood. *Developmental Psychology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85122844537&partnerID=40&md5=aa06e47d10f95de91bfb6ecd8765277d>
- Gulz, A., & Haake, M. (2024). Scaffolding attention and perseverance skills in a diverse population of preschool children in Sweden. *Learning and Individual Differences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85195598855&partnerID=40&md5=6e3b9ef3cc171edd717ec6b591600ca5>
- Hand, E. D., & Lonigan, C. J. (2025). Examining the dimensions of inhibition and its relations to early academic skills and externalizing behaviors in a preschool-age sample. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105007609721&partnerID=40&md5=30118008736546d653fe1fef091f23da>
- Hardy, J. K., & Hemmeter, M. L. (2023). Systematic Modeling and Prompting to Teach Math Skills to Preschoolers With Disabilities. *Topics in Early Childhood Special Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106411810&partnerID=40&md5=120d618ad07216dcf379ec0abe6b49f9>
- Kinzhibaeva, K., Akpayeva, A., Ergalieva, Y., & Marzhangul, M. (2021). Evaluation of teachers' views on the use of learning technologies in mathematics lessons in preschool and primary schools. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119087570&partnerID=40&md5=0c3de94de182a57c0638b4eaa89be31d>
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- Mackintosh, B. B., & Rowe, M. (2021). Baseline Inequalities: Social Skills at Preschool Entry Moderate Math Development. *Journal of Research in Childhood Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082497952&partnerID=40&md5=f7d2c0b751dbdff39d7a92725fcffd8a>
- Malaspina, M., & García-Ampudia, L. (2022). The Mediating Role of Self-Regulation in the Relationship between Parenting Behaviors and Early Mathematical Development in Peruvian Preschool Children. *International Journal of Educational Psychology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140257198&partnerID=40&md5=b2323bcabd17cbeb000f07e7b94a0b5e>
- Mattera, S., Somers, M.-A., Jacob, R., & Morris-Perez, P. (2023). The Design of Making Pre-K count and High Fives: Two-Stage, Multiyear Random Assignment at Different Levels. *Evaluation Review*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85149934955&partnerID=40&md5=55b17f2c332f17e4712ba4319be0d5eb>
- Moreno-Pino, F. M., Jiménez-Fontana, R., Cardeñoso Domingo, J. M. C., & Azcárate Goded, P. A. (2022). Training in Mathematics Education from a Sustainability Perspective: A Case Study of University Teachers' Views. *Education Sciences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85126744561&partnerID=40&md5=3a11b984914f9267edda0e8c027983da>

- Moura, R. (2026). Distinct ordinal representations mediate the influence of cardinal knowledge on Preschoolers' arithmetic performance. *Journal of Experimental Child Psychology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105020404035&partnerID=40&md5=e1245359ad29fc5332b1cc12f7cf5edb>
- Nguyen, M.-T., Vu, T.-V., Mai, H.-A., & Tran Thi Tuyet, M. (2025). Exploiting traditional ethnic costumes from Northern mountainous regions of Vietnam in teaching preschool children mathematical patterns: potential and barriers. *Cogent Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105011518266&partnerID=40&md5=34bdbbe2d4bfdf93bfb5458bdcd94da4>
- Ocal, T. (2021). 'I remembered this mathematics course because ...': how unforgettable mathematics experiences of pre-service early childhood teachers are related to their beliefs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099381154&partnerID=40&md5=99787b6b4e7d8b03fcc1bd05448ca634>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, R., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The prisma 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Medicina Fluminensis*, 57(4), 444–465. https://doi.org/10.21860/medflum2021_264903
- Payne, T. (2024). The math talk learning environment: Testing an early childhood math intervention. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85175577921&partnerID=40&md5=03be754ef7a6c03a08ec79efafa8f572>
- Pérez-Suay, A., García-Bayona, I., Van Vaerenbergh, S., & Pascual-Venteo, A. B. (2023). Assessing a Didactic Sequence for Computational Thinking Development in Early Education Using Educational Robots. *Education Sciences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85166232295&partnerID=40&md5=487c6546173097dc2e995b250ed52a9d>
- Qin, G. (2026). Behavior Analysis Of Students In Preschool Mathematics Teaching Based On Deep Learning. *Journal of Applied Science and Engineering*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105014878901&partnerID=40&md5=2a596ba5e762ba51af6f6ed2fd821b1b>
- Rahayu, C., Putri, R. I. I., Zulkardi, Z., & Hartono, Y. (2022). Curiosity: A game-based early mathematics case. *Journal on Mathematics Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85141787000&partnerID=40&md5=63833ea469f41f8e339162eb9d42c3a6>
- Reimer, P. N. (2022). Head Start educators' conceptions of early childhood mathematics teaching and learning. *Journal of Early Childhood Teacher Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090585954&partnerID=40&md5=1a3c4a7fc5c9ba0743ab84a7dbf447ab>
- Ren, L., Tong, X., Xu, W., Wu, Z., Zhou, X., & Hu, B. Y. (2021). Distinct patterns of organized activity participation and their associations with school readiness among Chinese preschoolers. *Journal of School Psychology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105276185&partnerID=40&md5=d913decd8e1b4dc98aa6bfa0d71b4288>
- Savolainen, K. (2025). Nature preschool offers school readiness skills comparable to those of a typical preschool. *Environmental Education Research*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105004039314&partnerID=40&md5=0e6f461471703a64bb9aecd2c251df64>
- Shi, Q., Erbeli, F., Rice, M., & Butner, J. E. (2023). The predictive role of early childhood dysregulation profile on the parallel growth trajectories of reading and math performance across elementary and middle school. *Contemporary Educational Psychology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85167987645&partnerID=40&md5=dad958682d5d1b4b95960df4c853f1b2>
- Sia, S. P., & Abu Bakar, K. (2022). Improving the Addition of Preschool Children Through the use of Concrete and Visual Materials. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 11(1), 103–113. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol11.sp.9.2022>
- Siew, S. K., & Tee, Y. Q. (2024). Perspectives of Early Mathematics Implementation among Malaysian Public Preschool Teachers: Issues, Challenges, and Way Forward. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(2), 343–360. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i2/21234>

- Starkey, P., Klein, A., Clarke, B., Baker, S., & Thomas, J. (2022). Effects of early mathematics intervention for low-SES pre-kindergarten and kindergarten students: a replication study. *Educational Research and Evaluation*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124839449&partnerID=40&md5=ffe5187f543024cfa2f4da6e48dad756>
- Sun, J., Qin, H., Lee, K., Bautista, A., & Zhang, Q. (2022). Early mathematics learning and teaching in chinese preschools: A content analysis of teaching reference books for preschool teachers. *Mathematics*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121583299&partnerID=40&md5=5a53cec29e87ad234f3214d3473342e8>
- Thiel, O. (2025). Playing Gebeta in Preschool: Informal Pathways to Early Numeracy Through Directionality and Bundling. *Education Sciences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105020031834&partnerID=40&md5=688c8ecec92d8d68030e6ab25a42f5df>
- Torres-Peña, R. C., Peña González, D., & Ariza-Echeverri, E. A. (2025). Mathematical Thinking in Preschool: Strengthening Seriation and Counting Through Problem Solving. *International Journal of Early Childhood*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85218756446&partnerID=40&md5=7afcd99d4d9fd84e0e3d5a8035eb91b>
- Vigule, D., & Helmane, I. (2025). Prospective Teachers' Views on Mathematics Education Curriculum Transformation in Preschool in Latvia. *Education Sciences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105014376456&partnerID=40&md5=6f3859ac2143bbc2232ffb212ea67abd>
- Wang, L. (2025). Design and evaluation of personalised early childhood mathematics enlightenment games based on deep reinforcement learning. *Discover Computing*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105022645895&partnerID=40&md5=39402eba7660365be4206a759cbeb8ce>
- Weiss, E. M., McDermott, P. A., Rovine, M. J., & Oh, J. (2022). Latent Growth Trajectories of Peer Context Behavior Problems across Preschool, Kindergarten and First Grade. *Early Education and Development*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85107349327&partnerID=40&md5=be9c02505545a3922f18ea122d998f7a>
- Wen, T. J., & Huan, C. (2026). Capturing research landscape and foci of mathematical creativity research (1994-2024). *Journal of Education and Learning*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105026000143&partnerID=40&md5=b0ffaa94237b52c6c448e227ccc3dda5>
- Xuan, T. X., Jamil, N., Manusia, F. P., Pendidikan, U., Idris, S., & Malim, T. (2024). TAHAP PENGETAHUAN GURU PRASEKOLAH MELAKSANAKAN PEMBELAJARAN MATEMATIK AWAL The Level of Knowledge of Preschool Teachers in Implementing Play-Based Learning Approach in Early Mathematics Education. 13(1), 66–79.
- Yu, H. M., Lee, H., & Kim, S. H. (2026). Integrating ChatGPT in Teacher Education: Examining Early Childhood and Elementary Pre-Service Teachers' Experiences in AI-Assisted Math Lesson Planning. *Journal of Research in Childhood Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105024819568&partnerID=40&md5=696efb3781d5f8e95e6839d95fb471a2>
- Zhang, W., Li, L., & Disney, L. (2024). Chinese early childhood teachers' perspectives on mathematics education in play-based contexts. *Early Years*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85165511443&partnerID=40&md5=10a1bd2720ff8d142c8c75bdd1d52ba8>
- Zhou, W., & Yang, W. (2025). Story-Based STEM Design Challenges in Early Childhood Education: Child Engagement and Pedagogical Strategies. *Early Childhood Education Journal*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85200971134&partnerID=40&md5=f6a0742642649b18772af62c55762371>