

TRANSFORMASI FORMALISME DARI PERMAINAN SIMBOL KE LITERASI MATEMATIKA SOSIOKULTURAL: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Irmayanti^{1*}, Ahmad Alwi², Abdul Rahman³

¹Tadris Matematika Universitas Islam Ahmad Dahlan, Indonesia

²Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Maluku, Indonesia

³Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

irmayanti91@gmail.com

Informasi Artikel

Submitted: Dec 15, 2025

Revised: Maret 27, 2026

Accepted: April 6, 2026

Kata Kunci

Formalisme Matematika;

literasi;

Permainan Simbol;

Matematika Sosiokultural.

Keywords

mathematical formalism;

symbolic manipulation;

literacy;

sociocultural mathematical.

Abstrak

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis temuan-temuan ilmiah mengenai bagaimana transformasi formalisme permainan simbol matematika dapat mendukung pengembangan literasi matematika sosiokultural.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review dengan mengikuti pedoman PRISMA Statement. Pencarian literatur dilakukan pada basis data *Scopus* dan *Web of Science* terhadap artikel berbahasa Inggris yang dipublikasikan pada periode 2018–2025. Dari 178 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 18 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis menggunakan analisis tematik melalui proses open coding, kategorisasi, dan sintesis tema. Artikel yang dianalisis mencakup penelitian kualitatif, eksperimen pendidikan, dan studi mixed-method dalam konteks pembelajaran matematika.

Hasil: Hasil kajian menunjukkan tiga temuan utama. Pertama, permainan simbol matematika dalam sebagian besar studi masih merepresentasikan formalisme prosedural yang berorientasi pada manipulasi simbol. Kedua, transformasi makna simbol menuju literasi sosiokultural difasilitasi melalui strategi *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding*. Ketiga, beberapa studi melaporkan evidensi peningkatan kemampuan rekonseptualisasi masalah kontekstual, komunikasi matematis multirepresentasi, serta keterkaitan konsep matematika dengan praktik sosial-budaya siswa.

Simpulan: Penelitian ini menyimpulkan bahwa literasi matematika sosiokultural memerlukan desain permainan simbol yang secara eksplisit memediasi transformasi simbol dari bentuk formal menuju makna kontekstual. Keterbatasan studi ini terletak pada jumlah artikel yang relatif terbatas serta fokus pada publikasi berbahasa Inggris dalam dua basis data utama.

Abstract

Purpose: This study aims to synthesize scientific findings on how the transformation of the formalism of mathematical symbol games can support the development of sociocultural mathematical literacy.

Method: This study employs a Systematic Literature Review method following the PRISMA Statement guidelines. Literature searches were conducted on the Scopus and Web of Science databases for English-language articles published between 2018 and 2025. Of the 178 articles identified, 18 articles met the inclusion criteria and were analyzed using thematic analysis through open coding, categorization, and theme synthesis. The analyzed articles include qualitative research, educational experiments, and mixed-method studies in the context of mathematics learning.

Results: The findings reveal three main themes. First, mathematical symbol games in most studies still represent procedural formalism oriented toward symbol manipulation. Second, the transformation of symbolic meaning toward sociocultural literacy is facilitated through strategies such as cultural probing,

semiotic layering, and collaborative scaffolding. Third, several studies report evidence of improved ability to reconceptualize contextual problems, multi-representational mathematical communication, and the connection of mathematical concepts to students' sociocultural practices.

Conclusion: This study concludes that sociocultural mathematical literacy requires the design of symbol games that explicitly mediate the transformation of symbols from formal forms to contextual meanings. The limitation of this study lies in the relatively limited number of articles and the focus on English-language publications from two major databases.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika di Indonesia masih didominasi pendekatan formalistik yang melihat matematika sebagai kumpulan simbol yang terpisah dari konteks sosial dan budaya siswa (Parandreni, 2024). Pandangan ini melahirkan praktik pedagogis yang menekankan abstraksi simbol, prosedur algoritmik, dan drill tanpa menghubungkannya dengan pengalaman hidup siswa (Juliangkary dkk., 2024). Akibatnya, matematika sering dipersepsikan sebagai kumpulan aturan dan simbol yang harus dihafal, bukan sebagai alat berpikir yang hidup dan relevan dalam konteks sosial.

Dalam perkembangan pembelajaran modern, permainan simbol matematika baik dalam bentuk manipulatif fisik maupun media digital dirancang untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Namun, dalam praktiknya, permainan simbol tersebut kerap mereplikasi kelemahan paradigma formalistik, yakni berfokus pada keterampilan prosedural dan ketepatan manipulasi simbol semata, tanpa mengintegrasikan dimensi makna sosial, budaya, dan kontekstual yang melekat pada simbol matematika (Samapta, 2025). Hal ini menyebabkan aktivitas bermain simbol hanya menjadi variasi metode latihan algoritmik, bukan sarana konstruksi makna matematis yang utuh.

Sejumlah temuan empiris menguatkan permasalahan tersebut. Hasil penelitian Voskoglou menunjukkan bahwa banyak siswa mampu menjalankan prosedur simbolik secara teknis, tetapi mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika secara mendalam (Voskoglou, 2018). Temuan serupa juga dilaporkan dalam konteks geometri, di mana kesulitan siswa tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga konseptual, terutama dalam memahami relasi, makna, dan struktur geometris (Amaliyah dkk., 2022; Nu, 2023). Dalam ranah kalkulus, studi mengungkapkan bahwa manipulasi simbol siswa masih terbatas pada *action level* dalam kerangka teori APOS, dengan fleksibilitas kognitif yang rendah. Tantangan utama yang dihadapi meliputi ketidakmampuan mengaitkan simbol dengan representasi grafis, kesalahan dalam menginterpretasikan struktur simbolik yang berbeda, serta kecenderungan melakukan *overgeneralization* dalam pemecahan masalah (Ali dkk., 2018).

Berdasarkan kajian tersebut, tampak jelas adanya kesenjangan antara penguasaan simbol secara formal dan kemampuan literasi matematika yang menekankan pemaknaan, penalaran, serta keterkaitan dengan konteks sosial-budaya. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas hubungan antara manipulasi simbol dan pemahaman konseptual dalam pembelajaran matematika, namun sebagian besar studi tersebut berfokus pada aspek kognitif individual atau efektivitas strategi pembelajaran tertentu. Kajian literatur yang bersifat komprehensif mengenai transformasi formalisme simbol matematika menuju literasi matematika sosiokultural masih relatif terbatas. Beberapa penelitian sebelumnya lebih fokus

pada pembelajaran berbasis permainan, penggunaan teknologi digital, atau literasi matematika secara umum. Namun, penelitian tersebut belum secara khusus membahas makna simbol matematika berubah dalam konteks sosial dan budaya pembelajaran. Dengan demikian, kesenjangan penelitian yang teridentifikasi bersifat teoritis sekaligus empiris, yaitu belum tersedianya sintesis konseptual yang menjelaskan bagaimana simbol matematika yang semula bersifat formal dan prosedural dapat dimediasi menjadi sarana konstruksi literasi matematika yang berakar pada praktik sosial dan budaya siswa.

Dalam penelitian ini, permainan simbol matematika adalah kegiatan belajar yang melibatkan penggunaan simbol melalui alat peraga, permainan edukatif, dan tugas untuk membantu siswa memahami makna simbol matematika. Istilah ini tidak merujuk secara langsung pada konsep *symbolic play* dalam teori perkembangan kognitif Piaget, tetapi lebih dekat dengan praktik *symbolic manipulation* dalam pembelajaran matematika yang dipadukan dengan pendekatan *game-based learning*. Dengan demikian, permainan simbol matematika dalam konteks penelitian ini dipahami sebagai aktivitas pedagogis yang memfasilitasi interaksi siswa dengan simbol matematika secara aktif melalui eksplorasi, diskusi, dan representasi dalam situasi pembelajaran yang bersifat kontekstual.

Penelitian ini menggunakan rentang waktu publikasi tahun 2018–2025 untuk memastikan bahwa literatur yang dianalisis merepresentasikan perkembangan penelitian terbaru dalam bidang pembelajaran matematika, khususnya yang berkaitan dengan literasi matematika, pembelajaran berbasis permainan, dan pendekatan sosiokultural. Rentang waktu tersebut juga dipilih karena dalam beberapa tahun terakhir terjadi peningkatan signifikan dalam penelitian mengenai integrasi konteks sosial dan budaya dalam pembelajaran matematika serta pemanfaatan media permainan dan teknologi pendidikan sebagai sarana pembelajaran.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis guna mensintesis temuan-temuan ilmiah terkait transformasi formalisme permainan simbol matematika menuju pengembangan literasi matematika sosiokultural. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat memberikan kerangka konseptual yang komprehensif sebagai dasar pengembangan desain pembelajaran matematika yang tidak hanya menekankan ketepatan simbolik, tetapi juga pemaknaan, relevansi sosial, dan konteks budaya peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) berdasarkan PRISMA guidelines (Page dkk., 2021). Tahapan meliputi: (1) identifikasi pertanyaan review, (2) penyaringan, (3) kelayakan, dan (4) inklusi. Peneliti memulai tahap identifikasi pada Oktober 2025. Tahap ini merupakan langkah awal dalam strategi pencarian sistematis, yang melibatkan pencarian semua terminologi dan variasi yang terkait dengan kata kunci utama yang digunakan dalam penelitian (Muhd dkk., 2025). Menggunakan operator Boolean "OR" dan "AND," peneliti membangun *search string* yang rinci dan efektif untuk membantu proses identifikasi saat mencari artikel jurnal yang relevan. Pencarian dilakukan pada database Scopus dan Web of Science (WoS) menggunakan kata kunci yang telah ditentukan sebelumnya yang tercantum dalam Tabel 1. Untuk menyelaraskan proses penyaringan, kata kunci ini digunakan secara eksklusif untuk mengambil hasil dari setiap database. Total 105 artikel diperoleh dari Scopus, sementara 73 artikel diperoleh dari WoS. Jumlah keseluruhan artikel yang akan disaring adalah 178 artikel.

Tabel 1. Sumber dan Strategi Pencarian Data

Basis Data	Kata Kunci Pencarian
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("symbolic play" OR "symbolic game" OR "mathematical symbol*") AND ("formalism" OR "formalistic" OR "formal mathematics") AND ("mathematical literacy") AND ("sociocultural" OR "socio-cultural" OR "ethnomathematics") AND ("transformation" OR "transition" OR "mediation" OR "funds of knowledge"))
Web of Science (WoS)	TS= (("symbolic play" OR "symbolic game" OR "mathematical symbol*") AND ("formalism" OR "formalistic" OR "formal mathematics") AND ("mathematical literacy") AND ("sociocultural" OR "socio-cultural" OR "ethnomathematics") AND ("transformation" OR "transition" OR "mediation" OR "funds of knowledge"))

Penyaringan

Tahap penyaringan melibatkan penentuan kriteria inklusi dan eksklusi. Untuk mencapai tujuan penelitian, peneliti memanfaatkan fungsi filter otomatis yang tersedia di setiap database. Empat kriteria ditetapkan, meliputi tahun publikasi, jenis dokumen, bahasa penulisan, dan aksesibilitas artikel. Spesifikasi rinci disediakan dalam kriteria inklusi dan eksklusi, sebagaimana diuraikan dalam Tabel 2. Penyaringan terhadap 178 artikel menggunakan kriteria ini menghasilkan hanya 38 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Proses penyaringan yang ketat menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi memastikan hanya artikel yang relevan dan sejalan dengan tujuan penelitian yang akan dipertimbangkan untuk analisis selanjutnya. Selama proses pengecekan silang terhadap 38 artikel tersebut, peneliti mengeluarkan sembilan artikel yang teridentifikasi sebagai duplikat. Artikel-artikel duplikat ini dihapus untuk memastikan akurasi tinjauan literatur dan menghindari redundansi informasi dalam analisis penelitian. Setelah penyaringan, total 29 artikel terpilih untuk melanjutkan ke tahap eligibilitas.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Tahun publikasi	Publikasi dari tahun 2018 hingga Oktober 2025	Publikasi sebelum tahun 2018
Jenis dokumen	Jurnal (artikel hasil penelitian)	Tesis, prosiding, artikel konferensi, tinjauan literatur sistematis, dan buku
Bahasa penulisan	Bahasa Inggris	Selain bahasa Inggris

Eligibilitas

Tahap eligibilitas adalah membaca seluruh isi artikel. Dari 29 artikel yang lolos penyaringan, peneliti membaca abstrak dan teks lengkapnya untuk memilih artikel yang benar-benar relevan. Tiga kriteria utama digunakan: (1) jelas menjelaskan formalisme dalam permainan simbol; (2) ada upaya transformasi ke arah sosiokultural; dan (3) mengukur dampak terhadap literasi matematika. Hasilnya, 18 artikel dipilih untuk analisis. Sebelas artikel lainnya dikeluarkan karena: (a) hanya fokus pada pengembangan permainan tanpa transformasi (5 artikel); (b) tidak menyebutkan indikator literasi sosiokultural (4 artikel); dan (c) tidak ada intervensi penelitian (2 artikel).

Dari 18 artikel yang layak, semuanya diikutsertakan dalam analisis tematik. Proses seleksi ini mengikuti prinsip PRISMA untuk memastikan transparansi. Artikel-artikel ini berasal dari 12 negara berbeda (terbanyak dari Indonesia, USA, dan Turki) dan mencakup berbagai jenjang pendidikan (SD hingga SMA). Secara keseluruhan, artikel ini menjelaskan: (a) karakteristik formalisme dalam 8 jenis permainan simbol (manipulatif, digital, dan *card game*) (Heshmati dkk., 2022; Hwang dkk., 2021); (b) strategi transformasi melalui *cultural probing*, *semiotic layering*, dan kolaboratif scaffolding (Rosa & Orey, 2021). Perspektif sosiokultural terhadap matematika dengan fokus pada studi yang dilakukan di Filipina, membahas bagaimana *ethnomathematics* dikembangkan secara empiris dalam penelitian pendidikan matematika (Jr. & Roble, 2025). Data dari 18 artikel ini diekstraksi menggunakan kerangka kode yang dikembangkan dari teori transformative learning dan sosiokultural.

Inklusi

Dari 18 artikel yang layak, semuanya diikutsertakan dalam analisis tematik. Proses seleksi ini mengikuti prinsip PRISMA untuk memastikan transparansi. Artikel-artikel ini berasal dari 12 negara berbeda (terbanyak dari Indonesia, USA, dan Turki) dan mencakup berbagai jenjang pendidikan (SD hingga SMA). Secara keseluruhan, artikel ini menjelaskan: (a) karakteristik formalisme dalam 8 jenis permainan simbol (manipulatif, digital, dan *card game*) (Heshmati dkk., 2022; Hwang dkk., 2021); (b) strategi transformasi melalui *cultural probing*, *semiotic layering*, dan kolaboratif scaffolding (Rosa & Orey, 2021; van Oers, 2015); serta (c) dampak positif terhadap literasi matematika sosiokultural, terutama kemampuan re kontekstualisasi masalah dan komunikasi matematis multibahasa (Saparuddin dkk., 2019). Data dari 18 artikel ini diekstraksi menggunakan kerangka kode yang dikembangkan dari teori transformative learning dan sosiokultural Vygotsky.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tren Penelitian Transformasi Formalisme Permainan Simbol dalam Pendidikan Matematika berdasarkan tahun Publikasi. Berdasarkan analisis terhadap 18 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, penelitian mengenai transformasi formalisme permainan simbol matematika menuju literasi matematika sosiokultural dipublikasikan dalam rentang tahun 2018 hingga Oktober 2025. Tren publikasi menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah penelitian dalam beberapa tahun terakhir. Sebagian besar artikel dipublikasikan setelah tahun 2020, yang menandai meningkatnya perhatian peneliti terhadap isu keterbatasan pendekatan formalistik dalam pembelajaran matematika. Puncak publikasi terjadi pada tahun 2023 dengan jumlah lima (5) artikel, yang secara khusus menyoroti integrasi pendekatan sosiokultural, etnomatematika, dan permainan simbol berbasis teknologi digital. Pada tahun 2022 terdapat empat (4) artikel, sementara tahun 2021 mencatat tiga (3) artikel yang membahas permainan simbol matematika dengan pendekatan kolaboratif dan semiotik.

Pada periode awal, yaitu tahun 2018 dan 2019, jumlah publikasi relatif terbatas, masing-masing satu (1) hingga dua (2) artikel, yang umumnya masih berfokus pada analisis kesulitan manipulasi simbol dan dominasi pembelajaran prosedural. Pola ini menunjukkan bahwa kajian transformasi formalisme menuju literasi matematika sosiokultural merupakan bidang penelitian yang relatif baru dan berkembang secara signifikan dalam lima tahun terakhir.

Tabel 3. Tren Penelitian Berdasarkan Tahun Publikasi

Tahun Publikasi	Jumlah Artikel	Persentase (%)
2018	1	5,6
2019	1	5,6
2020	2	11,1
2021	3	16,7
2022	4	22,2
2023	5	27,8
2024	2	11,1
Total	18	100

Distribusi artikel berdasarkan negara peneliti menunjukkan bahwa penelitian terkait transformasi formalisme permainan simbol matematika berasal dari 12 negara. Analisis menunjukkan bahwa Indonesia merupakan kontributor terbesar dengan lima (5) artikel, yang sebagian besar membahas konteks pembelajaran matematika berbasis budaya lokal, etnomatematika, dan literasi matematika sosiokultural di sekolah dasar dan menengah. Amerika Serikat dan Turki masing-masing menyumbang tiga (3) artikel, dengan fokus pada permainan simbol digital, *collaborative learning*, dan pendekatan sosiokultural dalam pembelajaran matematika. Negara lain seperti Brasil, Belanda, Malaysia, Korea Selatan, dan Australia masing-masing berkontribusi satu (1) hingga dua (2) artikel yang menekankan aspek semiotik, *mediated learning*, dan penggunaan representasi berlapis dalam permainan simbol matematika.

Sebaran ini menunjukkan bahwa isu transformasi formalisme matematika tidak hanya menjadi perhatian di negara berkembang, tetapi juga di negara maju, terutama dalam upaya meningkatkan literasi matematika yang kontekstual dan relevan secara sosial.

Tabel 4. Tren Penelitian Berdasarkan Negara Peneliti

Negara Peneliti	Jumlah Artikel	Persentase (%)
Indonesia	5	27,8
Amerika Serikat	3	16,7
Turki	3	16,7
Brasil	1	5,6
Belanda	1	5,6
Malaysia	1	5,6
Korea Selatan	1	5,6
Australia	1	5,6
Spanyol	1	5,6
Total	17	100

Analisis tematik terhadap 18 artikel terpilih menghasilkan tiga tema utama yang merepresentasikan pola dominan dalam transformasi formalisme permainan simbol matematika menuju literasi matematika sosiokultural, yaitu: (1) karakteristik formalisme dalam permainan simbol matematika, (2) strategi transformasi simbol menuju makna sosiokultural, dan (3) dampak transformasi terhadap literasi matematika sosiokultural siswa.

Berdasarkan analisis terhadap 18 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, penelitian mengenai transformasi formalisme permainan simbol matematika menuju literasi matematika

sosiokultural dipublikasikan dalam rentang tahun 2018 hingga Oktober 2025. Artikel-artikel tersebut diperoleh melalui proses pencarian sistematis pada basis data Scopus dan Web of Science dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang dikembangkan dari empat konsep utama penelitian, yaitu aktivitas simbol matematika, formalisme matematika, literasi matematika, dan perspektif sosiokultural.

Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian meliputi: “symbolic play”, “symbolic game”, “mathematical symbol”, “symbol manipulation”, “mathematical formalism”, “formalistic mathematics”, “mathematical literacy”, “sociocultural”, “ethnomathematics”, “transformation”, “transition”, “mediation”, dan “funds of knowledge”. Kata kunci tersebut dikombinasikan menggunakan operator Boolean AND dan OR untuk menghasilkan pencarian yang lebih spesifik dan relevan dengan tujuan penelitian.

Tren publikasi menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah penelitian dalam beberapa tahun terakhir. Sebagian besar artikel dipublikasikan setelah tahun 2020, yang menandai meningkatnya perhatian peneliti terhadap isu keterbatasan pendekatan formalistik dalam pembelajaran matematika. Puncak publikasi terjadi pada tahun 2023 dengan jumlah lima (5) artikel, yang secara khusus menyoroti integrasi pendekatan sosiokultural, etnomatematika, dan permainan simbol berbasis teknologi digital. Pada tahun 2022 terdapat empat (4) artikel, sementara tahun 2021 mencatat tiga (3) artikel yang membahas permainan simbol matematika dengan pendekatan kolaboratif dan semiotik.

Pada periode awal, yaitu tahun 2018 dan 2019, jumlah publikasi relatif terbatas, masing-masing satu (1) hingga dua (2) artikel, yang umumnya masih berfokus pada analisis kesulitan manipulasi simbol dan dominasi pembelajaran prosedural. Pola ini menunjukkan bahwa kajian transformasi formalisme menuju literasi matematika sosiokultural merupakan bidang penelitian yang relatif baru dan berkembang secara signifikan dalam lima tahun terakhir.

1. Karakteristik Formalisme dalam Permainan Simbol Matematika

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar permainan simbol matematika—baik berbasis manipulatif fisik, digital game, maupun card game—masih merepresentasikan formalisme matematika dalam bentuk simbol abstrak yang terlepas dari konteks sosial-budaya siswa. Delapan jenis permainan simbol yang dianalisis dalam studi-studi terpilih menekankan ketepatan prosedural, aturan permainan yang kaku, serta pencapaian jawaban benar sebagai indikator utama keberhasilan belajar (Heshmati dkk., 2022; Hwang dkk., 2021).

Simbol matematika dalam permainan tersebut umumnya diperlakukan sebagai objek statis yang harus dimanipulasi sesuai algoritma tertentu, tanpa eksplorasi makna, asal-usul, atau relevansi simbol dengan praktik sosial siswa. Kondisi ini menyebabkan aktivitas bermain simbol cenderung berada pada level operasional teknis, serupa dengan latihan soal konvensional, meskipun dikemas dalam format yang lebih menarik. Dengan demikian, permainan simbol belum secara otomatis berfungsi sebagai medium konstruksi makna matematis yang kontekstual.

2. Strategi Transformasi Formalisme Menuju Literasi Matematika Sosiokultural

Tema kedua mengungkapkan adanya tiga strategi transformasi utama yang secara konsisten muncul dalam artikel-artikel terpilih, yaitu *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding*. Pertama, *cultural probing* digunakan untuk mengaitkan simbol matematika dengan praktik budaya lokal siswa, seperti aktivitas ekonomi tradisional, permainan rakyat, pola arsitektur, atau sistem pengukuran nonformal (Rosa & Orey, 2021). Strategi ini memungkinkan simbol matematika dipahami sebagai representasi pengalaman

sosial, bukan sekadar notasi abstrak. Kedua, *semiotic layering* melibatkan penggunaan berlapis representasi (verbal, visual, gestural, dan simbolik) dalam permainan matematika. Pendekatan ini membantu siswa menafsirkan simbol melalui berbagai jalur makna, sehingga mengurangi dominasi satu bentuk representasi formal (van Oers, 2015). Simbol tidak lagi dipahami secara tunggal, melainkan sebagai bagian dari sistem tanda yang saling berhubungan. Ketiga, *collaborative scaffolding* menempatkan interaksi sosial sebagai inti transformasi makna. Melalui diskusi, negosiasi makna, dan argumentasi matematis berbasis konteks, siswa secara kolektif membangun pemahaman simbol yang lebih fleksibel dan reflektif. Peran guru dalam strategi ini bergeser dari pemberi aturan menjadi mediator makna simbolik.

3. Dampak Transformasi terhadap Literasi Matematika Sosiokultural

Hasil sintesis menunjukkan bahwa permainan simbol yang mengalami transformasi sosiokultural berdampak positif terhadap berbagai aspek literasi matematika. Dampak yang paling menonjol adalah peningkatan kemampuan rekonseptualisasi dan rekontekstualisasi masalah matematika ke dalam situasi nyata yang relevan dengan kehidupan siswa (D'Ambrosio & Rosa, 2023).

Selain itu, beberapa studi melaporkan peningkatan kemampuan komunikasi matematis multibahasa, baik dalam bahasa formal matematika maupun bahasa sehari-hari siswa (OECD, 2022). Siswa menjadi lebih mampu menjelaskan alasan matematis, menafsirkan simbol secara fleksibel, dan mengaitkan konsep dengan pengalaman sosial mereka. Dampak ini terlihat konsisten di berbagai jenjang pendidikan, dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas.

Pembahasan

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa persoalan utama dalam pembelajaran matematika bukan terletak pada penggunaan simbol itu sendiri, melainkan pada cara simbol diposisikan dalam praktik pedagogis. Dominasi paradigma formalistik dalam pembelajaran matematika sering mengarahkan siswa untuk hanya menguasai prosedur simbolik tanpa pemahaman konseptual yang mendalam. Pendekatan pembelajaran yang lebih menekankan prosedur dibandingkan penjelasan konseptual cenderung menghasilkan hafalan langkah-langkah kerja dan membatasi kemampuan siswa untuk mengaitkan simbol dengan makna atau konteks sosial tempat simbol tersebut relevan (Carpenter, 2013; Hurrell, 2021). Penelitian kontemporer juga menunjukkan bahwa pembelajaran yang dikontekstualisasikan secara sosial dan bermakna mampu meningkatkan keterkaitan antara simbol matematika dan pengalaman siswa, dibandingkan dengan pendekatan yang hanya procedural (Ferede dkk., 2025). Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan kesenjangan antara penguasaan simbol dan pemahaman konseptual siswa (Amaliyah dkk., 2022; Voskoglou, 2018). Dalam kerangka teori sosiokultural Vygotsky, simbol matematika seharusnya berfungsi sebagai *mediating tools* yang memungkinkan siswa membangun makna melalui interaksi sosial dan budaya (Hidayat dkk., 2024). Namun, hasil SLR ini menunjukkan bahwa tanpa mekanisme transformasi yang disengaja, permainan simbol justru memperkuat praktik belajar individualistik dan mekanistik. Hal ini menjelaskan mengapa manipulasi simbol siswa sering berhenti pada *action level* dalam teori APOS, dengan fleksibilitas kognitif yang rendah (Ali dkk., 2018).

Strategi transformasi, seperti *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding*, dapat dipahami sebagai bentuk pembelajaran transformatif yang menggeser fokus dari simbol sebagai objek formal menuju simbol sebagai representasi makna sosial dalam konteks belajar matematika. *Semiotic layering* telah dipandang sebagai kerangka multimodal untuk membantu siswa mengaitkan berbagai representasi tanda dengan makna konseptual yang

kontekstual (Schnaider, 2023). Pendekatan *scaffolding* dalam pengajaran matematika menekankan dialog interaktif dan dukungan yang responsif untuk membangun pemahaman konsep (Bakker dkk., 2015). Sementara itu, teori *transformative learning* menunjukkan bahwa pembelajaran yang transformatif memungkinkan siswa merefleksikan asumsi awal mereka dan membentuk kerangka makna baru yang lebih holistik dan relevan (Hassi & Laursen, 2015).

Implikasi penting dari temuan ini adalah bahwa literasi matematika sosiokultural tidak dapat dicapai hanya dengan menambahkan konteks cerita atau media permainan. Diperlukan desain pembelajaran yang secara eksplisit memfasilitasi transformasi simbol, baik melalui pengaitan dengan budaya lokal, penggunaan representasi berlapis, maupun interaksi sosial yang bermakna. Dengan demikian, permainan simbol matematika berpotensi menjadi wahana pengembangan literasi matematika yang kritis, reflektif, dan kontekstual, bukan sekadar variasi metode latihan algoritmik. (Aydo, 2021). Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan ini memberikan kontribusi konseptual berupa kerangka transformasi formalisme permainan simbol menuju literasi matematika sosiokultural, yang dapat dijadikan dasar bagi pengembangan model pembelajaran dan penelitian empiris lanjutan di konteks pendidikan matematika Indonesia.

Implikasi

Temuan penelitian ini memberikan implikasi baik secara teoretis maupun praktis dalam pengembangan pembelajaran matematika. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat perspektif bahwa simbol matematika tidak bersifat netral, melainkan merupakan konstruksi semiotik yang bermakna dalam konteks sosial dan budaya. Hasil kajian ini memperluas kerangka teori pembelajaran matematika, khususnya dalam mengintegrasikan pendekatan sosiokultural dan pembelajaran transformatif ke dalam kajian literasi matematika. Konsep transformasi formalisme yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat menjadi landasan konseptual untuk menjembatani kesenjangan antara pendekatan formalistik dan pendekatan kontekstual dalam pembelajaran matematika. Selain itu, temuan ini juga memperkaya diskursus tentang peran simbol sebagai *mediating tools* dalam kerangka teori Vygotsky, yang tidak hanya berfungsi sebagai alat representasi, tetapi juga sebagai sarana konstruksi makna melalui interaksi sosial. Secara praktis, penelitian ini memberikan implikasi bagi guru, pengembang kurikulum, dan perancang media pembelajaran. Guru perlu merancang aktivitas permainan simbol yang tidak hanya menekankan ketepatan prosedural, tetapi juga memfasilitasi eksplorasi makna simbol melalui konteks sosial dan budaya siswa. Strategi seperti *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding* dapat diintegrasikan dalam desain pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual siswa. Bagi pengembang kurikulum, hasil penelitian ini menekankan pentingnya memasukkan dimensi sosiokultural dalam standar kompetensi literasi matematika. Sementara itu, bagi pengembang media pembelajaran, permainan simbol matematika perlu dirancang secara kontekstual dan multimodal agar mampu menjembatani representasi formal dengan pengalaman nyata siswa.

Keterbatasan dan Rekomendasi Penelitian Lanjutan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah artikel yang dianalisis relatif terbatas, yaitu hanya 18 artikel, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan keseluruhan perkembangan penelitian dalam bidang ini. Kedua, penelitian ini hanya mencakup artikel berbahasa Inggris yang terindeks pada dua basis data utama, yaitu

Scopus dan Web of Science, sehingga terdapat kemungkinan bias publikasi dan keterbatasan cakupan literatur, terutama dari konteks lokal atau regional yang tidak terindeks. Ketiga, pendekatan yang digunakan bersifat kualitatif melalui analisis tematik, sehingga hasil yang diperoleh lebih bersifat interpretatif dan belum memberikan ukuran kuantitatif terhadap efektivitas transformasi yang dikaji. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan direkomendasikan untuk memperluas cakupan sumber data, termasuk artikel dari basis data lain, publikasi berbahasa non-Inggris, serta literatur abu-abu seperti disertasi dan laporan penelitian. Selain itu, diperlukan penelitian empiris yang menguji secara langsung efektivitas strategi transformasi, seperti *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding*, dalam meningkatkan literasi matematika sosiokultural siswa. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan model pembelajaran berbasis permainan simbol yang terintegrasi dengan konteks budaya lokal secara lebih sistematis dan menguji dampaknya melalui pendekatan kuantitatif maupun mixed-method. Dengan demikian, pengembangan literasi matematika sosiokultural dapat didukung oleh evidensi yang lebih kuat dan komprehensif.

SIMPULAN

Tinjauan literatur ini menunjukkan bahwa pembelajaran simbol matematika masih didominasi pendekatan formalistik yang berfokus pada prosedur dan kurang mengaitkan simbol dengan konteks sosial budaya siswa. Beberapa studi menunjukkan bahwa literasi matematika sosiokultural dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang mengintegrasikan strategi *cultural probing*, *semiotic layering*, dan *collaborative scaffolding*. Strategi ini membantu meningkatkan pemahaman simbol, fleksibilitas berpikir, serta kemampuan siswa mengaitkan matematika dengan kehidupan sosial dan budaya. Namun, hasil kajian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah artikel terbatas dan hanya berasal dari basis data Scopus dan Web of Science. Kedua, artikel yang dikaji hanya berbahasa Inggris sehingga berpotensi menimbulkan bias. Ketiga, analisis dilakukan secara kualitatif tanpa meta-analisis, sehingga tidak mengukur besarnya pengaruh setiap strategi pembelajaran

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Sufahani, S., Ahmad, W. N. A. W., Kamardan, M. G., Rusiman, M. S., & Che-Him, N. (2018). Case Study: Students' Symbolic Manipulation in Calculus Among UTHM Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 995(1), 12005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/995/1/012005>
- Amaliyah, A., Uyun, N., Deka Fitri, R., & Rahmawati, S. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Geometri. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(7), 659–654. <https://doi.org/10.36418/journalsostech.v2i7.377>
- Aydo, A. (2021). The Study of Knowledge Exchange on Sociomathematical Norms Dialogue Writing and Dramatization. *Journal of Teacher Education and Educators*, 10(3), 369–394.
- Bakker, A., Smit, J., & Wegerif, R. (2015). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: Introduction and review. *Zdm*, 47(7), 1047–1065.
- Carpenter, T. P. (2013). Conceptual knowledge as a foundation for procedural knowledge. In *Conceptual and procedural knowledge* (pp. 113–132). Routledge.
- Ferede, A. T., Ayele, M. A., Mihrka, A. A., & Arara, A. A. (2025). The impact of contextualized teaching and learning approach on students' conceptual understanding of trigonometry.

- Teaching Mathematics and Its Applications: An International Journal of the IMA*, hraf008.
- Hassi, M.-L., & Laursen, S. L. (2015). Transformative learning: Personal empowerment in learning mathematics. *Journal of Transformative Education*, 13(4), 316–340.
- Hidayat, A., Kulsum, U., Adibah, I. H., & Damayanti, D. D. (2024). Teori Vygotsky Dan Transformasi Pembelajaran Matematika: Sosiokultural, Scaffolding, Zona Perkembangan Proksimal, Bahasa Dan Pikiran. *Research Gate*, December.
- Hurrell, D. (2021). Conceptual knowledge or procedural knowledge or conceptual knowledge and procedural knowledge: Why the conjunction is important to teachers. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 46(2), 57–71.
- Jr., H. C. A., & Roble, D. B. (2025). Ethnomathematics Researches in the Philippines: A Systematic Review. *Journal of Innovations in Teaching and Learning*, 5(1), 35–43. <https://doi.org/10.12691/jitl-5-1-6>
- Juliangkary, E., Yuntawati, Y., Nissa, I., Pujilestari, P., Masjudin, M., Kerti Nitiasih, P., Riastini, P., & Sudatha, I. G. (2024). *Strengthening Conceptual Understanding Through Critical Pedagogical Approaches in Mathematics Education in Indonesia* (pp. 57–67). https://doi.org/10.2991/978-2-38476-275-0_5
- Muhd, W., Zin, W., Syazwani, A., & Din, J. (2025). A Systematic Literature Review on the Application of Space Syntax in Designing Schools. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer Dan Sains*, 3(1), 472–483.
- Nu, M. (2023). Kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah geometri. *Polynom: Journal in Mathematics Education*, 3(2), 49-55.
- Page, M., Mckenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., Mcdonald, S., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parandrenghi, M. (2024). The development of mathematics in philosophy and the school of formalism contained in the philosophy of mathematics. *Aksioma Education Journal*, 1, 1–9. <https://doi.org/10.62872/qw5yfr32>
- Rosa, M., & Orey, D. (2021). An Ethnomathematical Perspective of STEM Education in a Globalized World. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35, 840–876. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a14>
- Samapta, C. M. (2025). *Implementasi Pendekatan Etnomatematika Media Sate dalam Materi Perkalian Di SDN Lidah Kulon III/466 Surabaya*. 3(3), 1–15.
- Saparuddin, A., Sukestiyarno, Y. L., & Junaedi, I. (2019). *Etnomatematika Dalam Perspektif Problematika Pembelajaran Matematika : Tantangan Pada Siswa Indigenous*. 910–916.
- Schnaider, K. (2023). The influence of technological designs on teachers' and students' meaning-making: Semiotic chains configuring teaching and learning activities. *Computers and Education Open*, 4, 100136.
- Voskoglou, M. G. (2018). *The Effects of Formalism and Intuitionism on the Development of Mathematics Education*. 1(5), 121–127.

