Gunung Djati Conference Series, Volume 70 (2026)
Qualitative Research Methods Education I
ISSN: 2774-6585
Website: https://conferences.uinsgd.ac.id/

Systematic Literature Review: Integrasi *Problem Based Learning* Berbantuan Media Digital dalam Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa pada Materi Geometri

Naila Nur Raiza[1,*], Isis Khoirun Nisa[2], Iyon Maryono[3]

[1,2,3]*Program Studi Pendidikan Matematika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung*
Jl. Soekarno-Hatta, Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia
**E-mail: nailaraiza0@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menyintesis bukti empiris mengenai integrasi *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media digital dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi geometri, dengan memetakan karakteristik penelitian, dampak pembelajaran, serta faktor pendukung dan penghambat implementasinya. Penelitian menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pedoman PRISMA 2020. Penelusuran literatur dilakukan melalui Google Scholar menggunakan Publish or Perish dan portal jurnal daring untuk publikasi tahun 2020–2026. Berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, 15 artikel utama dianalisis melalui sintesis deskriptif kualitatif. Hasil menunjukkan bahwa GeoGebra tetap menjadi media yang paling dominan, sementara Polypad mulai digunakan sebagai media manipulatif virtual. Studi mencakup jenjang SD hingga SMA/MA dengan materi bangun datar, garis dan sudut, teorema Pythagoras, bangun ruang sisi datar dan sisi lengkung, konsep jarak, serta transformasi geometri. Secara umum, studi kuasi-eksperimen melaporkan hasil pemahaman konsep yang lebih tinggi atau peningkatan yang lebih baik dibandingkan pembanding, sedangkan studi PTK dan R&D menunjukkan peningkatan atau kelayakan perangkat. Kontribusi media digital paling jelas terlihat pada tahap penyelidikan PBL melalui visualisasi, konstruksi, dan manipulasi objek geometri secara dinamis. Namun, bukti masih dibatasi oleh ukuran sampel, durasi intervensi, heterogenitas pembanding, serta belum terpisahnya pengaruh model PBL dan media digital pada sebagian penelitian.

Kata kunci: Geometri, Media digital, Pemahaman konsep, *problem based learning*

Abstract

This study aims to synthesize empirical evidence on the integration of *Problem Based Learning* (PBL) assisted by digital media to improve students mathematical concept understanding in

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

geometry, while mapping study characteristics, learning effects, and supporting and inhibiting factors. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted following the PRISMA 2020 guideline. Literature was searched through Google Scholar using Publish or Perish and online journal portals for publications from 2020–2026. Based on the inclusion and exclusion criteria, 15 primary articles were analyzed using qualitative descriptive synthesis. GeoGebra was the dominant digital medium, while Polypad appeared as a virtual manipulative alternative. The studies covered elementary to senior high school levels and topics including plane figures, lines and angles, the Pythagorean theorem, solid geometry, distance, and geometric transformations. Overall, quasi-experimental studies reported higher concept-understanding outcomes or gains than comparison groups, while classroom action research and development studies reported improvements or feasible learning products. Digital media contributed most clearly during the investigation stage of PBL through dynamic visualization, construction, and manipulation of geometric objects. Nevertheless, the evidence remains limited by sample size, intervention duration, heterogeneous comparison groups, and the inability to separate the effects of PBL and digital media in some studies.

Keywords: Digital Media, Geometry, *Mathematical Concept Understanding, Problem-Based Learning*

1. PENDAHULUAN

Pemahaman konsep merupakan salah satu kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena siswa tidak hanya dituntut untuk menguasai prosedur, tetapi juga memahami makna, hubungan antarkonsep, representasi, serta penggunaan konsep dalam berbagai situasi. Kemampuan tersebut menjadi dasar bagi siswa dalam mengembangkan kemampuan matematis lainnya, seperti pemecahan masalah, penalaran, dan komunikasi matematis. Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep matematis siswa masih menjadi persoalan pada berbagai jenjang pendidikan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam membangun, menghubungkan, dan menguji pemahamannya terhadap suatu konsep (Wahyuni & Rahmadhani, 2020; Darma et al., 2022; Putri & Susanto, 2023; Khoirunisa & Susanti, 2024). Hal ini sejalan dengan pandangan Ruhma et al. (2024) bahwa pemahaman matematika menuntut pemikiran mendalam dalam pembelajaran yang bermakna, sehingga siswa perlu difasilitasi untuk mengonstruksi konsep, mengomunikasikan gagasan, berinteraksi, dan melakukan refleksi.

Permasalahan pemahaman konsep menjadi semakin kompleks pada materi geometri. Geometri mencakup berbagai objek dan hubungan yang sering kali bersifat abstrak, seperti bangun datar, bangun ruang, jarak, serta transformasi. Siswa tidak hanya perlu

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

mengenali bentuk atau menghafalkan rumus, tetapi juga harus mampu menghubungkan representasi visual dengan sifat, unsur, dan hubungan matematis yang terdapat di dalamnya. Kesulitan dalam memahami hubungan antarunsur geometri dapat menyebabkan siswa cenderung mengandalkan hafalan rumus tanpa memahami konsep yang mendasarinya. Dalam studi yang dianalisis, permasalahan tersebut ditemukan pada berbagai materi, antara lain bangun ruang sisi datar, bangun ruang sisi lengkung, konsep jarak, dan transformasi geometri (Khurniati et al., 2023; Cahyani et al., 2025; Suprianto, 2025; Nisa et al., 2026; Manullang et al., 2026). Upaya meningkatkan kemampuan berpikir geometri siswa, misalnya, telah dilakukan oleh Kariadinata dan Susilawati (2017) melalui model pembelajaran DDFC berbantuan GeoGebra pada tingkat berpikir geometri Van Hiele siswa SMP.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). PBL menempatkan masalah sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa didorong untuk mengidentifikasi informasi, menyelidiki permasalahan, berdiskusi, mengembangkan solusi, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh (Barrows, 1986; Hmelo-Silver, 2004). Proses tersebut memberi kesempatan kepada siswa untuk membangun pemahaman melalui pengalaman menyelesaikan masalah, bukan hanya menerima informasi atau prosedur dari guru. Dalam kajian yang dianalisis, penerapan PBL secara konsisten diarahkan pada aktivitas yang menempatkan siswa sebagai pemecah masalah melalui diskusi kelompok, penyelidikan, dan penyelesaian tugas berbasis masalah (Wahyuni & Rahmadhani, 2020; Eviliasani et al., 2022; Wibawa et al., 2023).

Penerapan PBL dalam pembelajaran geometri juga dapat diperkuat melalui penggunaan media digital. Media digital dapat menyediakan representasi visual yang dapat diamati, dimanipulasi, dan dieksplorasi secara langsung sehingga membantu siswa menghubungkan objek visual dengan konsep matematis (Diković, 2009). GeoGebra, misalnya, memungkinkan siswa melakukan konstruksi serta mengamati perubahan objek geometri secara dinamis, sedangkan Polypad menyediakan lingkungan manipulatif virtual yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi konsep matematika. Berdasarkan 15 studi yang dianalisis, visualisasi digital memberikan manfaat yang lebih kuat ketika digunakan sebagai bagian dari proses penyelidikan dan pemecahan masalah, bukan sekadar sebagai alat untuk menyajikan materi (Mahardhika & Nurjanah, 2025; Amelia et al., 2026; Fadillah et al., 2026). Pandangan ini diperkuat oleh Susilawati et al. (2024), yang melaporkan bahwa pembelajaran berbasis otak berbantuan GeoGebra mendukung proses konstruksi, interaksi, refleksi, dan

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

pemahaman siswa sehingga peningkatan kemampuan koneksi matematis kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Kajian sistematis dan meta-analisis sebelumnya telah membahas dampak PBL pada pendidikan matematika secara umum serta PBL berbantuan perangkat lunak geometri dinamis seperti GeoGebra dan Cabri 3D (Anzani & Juandi, 2022; Ramadhanti & Juandi, 2022; Fakhruddin et al., 2025). Namun, kajian yang memetakan secara khusus peran media digital pada setiap tahap PBL untuk kemampuan pemahaman konsep geometri, termasuk penggunaan Polypad pada jenjang sekolah dasar, tampaknya masih terbatas. Selain itu, bukti yang tersedia beragam dalam desain penelitian, jenjang pendidikan, materi geometri, ukuran sampel, serta kelompok pembanding. Beberapa penelitian membandingkan PBL berbantuan GeoGebra dengan pembelajaran konvensional, sedangkan penelitian lain membandingkan PBL berbantuan media digital dengan PBL tanpa media digital, atau menggunakan model pembelajaran pembanding yang berbeda (Khurniati et al., 2023; Mahardhika & Nurjanah, 2025; Amelia et al., 2026). Keragaman tersebut menunjukkan perlunya sintesis untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh.

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan mensintesis hasil penelitian yang relevan. Analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer juga digunakan untuk memvisualisasikan keterkaitan antarkata kunci dan mengidentifikasi tema yang berkembang dalam kajian PBL, media digital, pemahaman konsep matematis, dan geometri (van Eck & Waltman, 2010; Donthu et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: 1)Menganalisis karakteristik penelitian tentang integrasi PBL berbantuan media digital pada pembelajaran geometri.2)Menganalisis kecenderungan dampak integrasi PBL berbantuan media digital terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa.3)Menganalisis peran media digital, faktor pendukung, keterbatasan, dan arah penelitian selanjutnya dalam integrasi PBL berbantuan media digital pada pembelajaran geometri.

2. METODE PENELITIAN

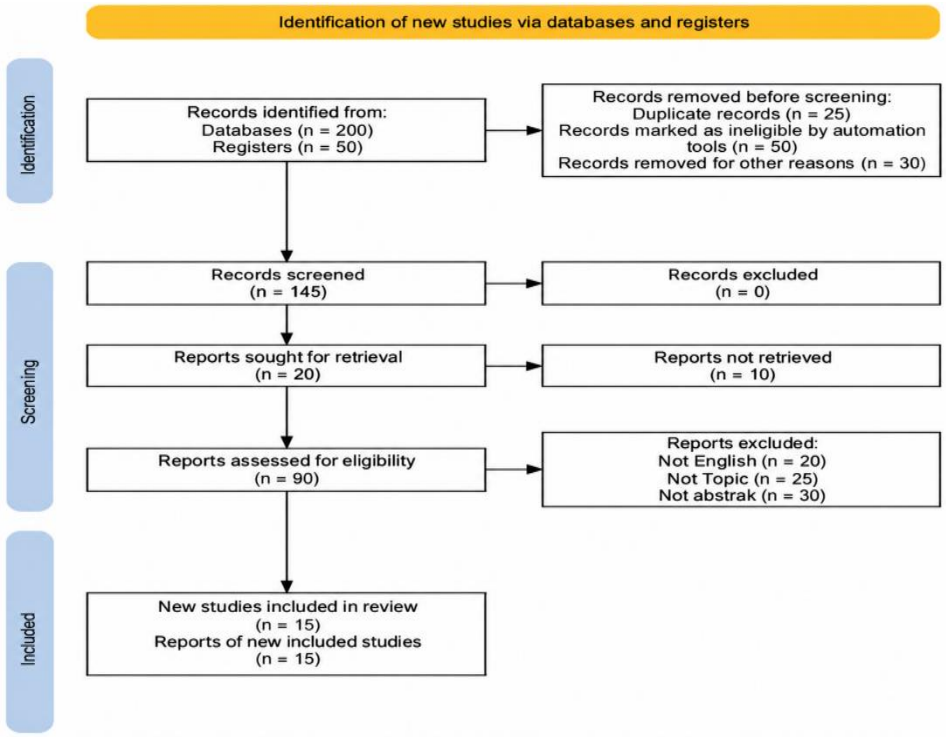
Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR). Pelaporan proses seleksi dan sintesis mengacu pada PRISMA 2020 yang menekankan transparansi dalam identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi studi (Page et al., 2021).

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Penelusuran dilakukan melalui Google Scholar menggunakan aplikasi Publish or Perish dan portal jurnal daring. Rentang publikasi yang digunakan adalah 2020–2026 dengan kombinasi kata kunci problem based learning, GeoGebra, Polypad, digital media, mathematical concept understanding, dan geometry. Artikel disaring berdasarkan kesesuaian judul dan abstrak, dilanjutkan dengan penilaian teks lengkap. Setelah menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi, 15 artikel utama dinyatakan memenuhi syarat dan dianalisis. Studi yang dipilih merupakan artikel empiris pada siswa SD, SMP/MTs, atau SMA/MA dan membahas PBL yang dipadukan dengan media digital serta kemampuan pemahaman konsep pada materi geometri.

Data yang diekstraksi meliputi penulis, tahun publikasi, jenjang dan materi, desain penelitian, bentuk perlakuan, media digital, pembanding, sampel dan durasi (jika dilaporkan), serta temuan utama terkait pemahaman konsep matematis. Analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif melalui perbandingan antarpublikasi, pengelompokan temuan berdasarkan tema, pemetaan peran media digital pada sintaks PBL, dan penilaian ringkas kualitas metodologis berdasarkan desain penelitian, kejelasan pembanding, dan kelengkapan pelaporan hasil, dengan merujuk pada prinsip penilaian studi kuasi-eksperimen dari JBI (Barker et al., 2024). Karena desain, ukuran sampel, durasi, instrumen, dan pembanding antarstudi beragam, penelitian ini tidak melakukan meta-analisis.

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0



Gambar 1. Diagram Alir Seleksi Literatur Berdasarkan PRISMA 2020

Pada diagram alir PRISMA tersebut disajikan proses penyeleksian literatur secara sistematis. Tahapan pertama yaitu identifikasi, penulis menggunakan aplikasi *Publish or Perish* dengan basis data Google Scholar pada rentang tahun 2020–2026 sehingga diperoleh 250 artikel, yang terdiri atas 200 artikel dari database dan 50 artikel dari register.

Tahapan kedua yaitu penyaringan (*screening*). Pada tahap ini dilakukan penghapusan artikel yang tidak memenuhi syarat awal, meliputi 25 artikel duplikasi, 50 artikel yang ditandai tidak layak oleh alat otomatis, serta 30 artikel yang dihapus karena alasan lain. Setelah proses tersebut, diperoleh 150 artikel untuk dilakukan penyaringan lebih lanjut. Berdasarkan diagram, tidak terdapat artikel yang dikeluarkan pada tahap penyaringan sehingga seluruh 150 artikel dilanjutkan ke tahap berikutnya. prisma (2)

Tahapan ketiga yaitu kelayakan (*eligibility*). Pada tahap ini dilakukan peninjauan terhadap artikel yang berhasil diperoleh. Sebanyak 20 laporan dicari untuk diambil kembali (*reports sought for retrieval*), tetapi 10 laporan tidak berhasil diperoleh. Selanjutnya, 90 laporan dinilai kelayakannya berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Pada proses ini terdapat laporan yang dikeluarkan karena 20 artikel tidak berbahasa Inggris, 25 artikel tidak sesuai topik penelitian, dan 30 artikel tidak memiliki abstrak.

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

prisma (2)

Tahapan terakhir yaitu inklusi (*included*). Pada tahap ini diperoleh 15 artikel yang memenuhi kriteria dan dinyatakan layak untuk digunakan dalam kajian penelitian. Selain itu, diagram menunjukkan terdapat 15 laporan dari studi yang termasuk dalam kajian.

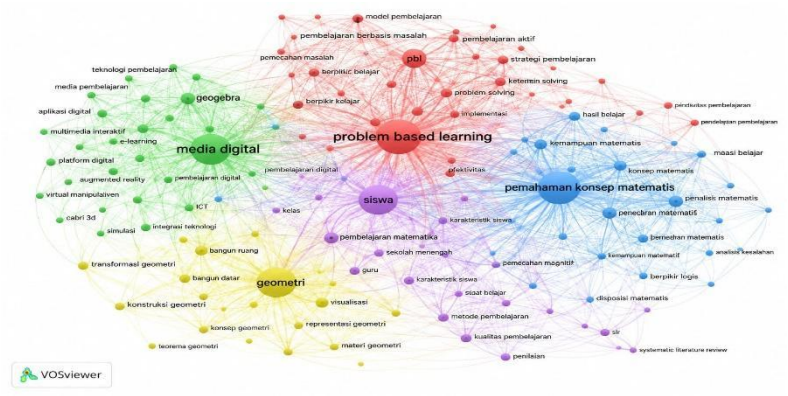
Secara keseluruhan, proses PRISMA menunjukkan bahwa seleksi literatur dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan kesesuaian artikel terhadap fokus kajian. Penyaringan tersebut diperlukan agar artikel yang dianalisis tidak hanya relevan berdasarkan topik, tetapi juga memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Dengan demikian, 15 artikel yang terinklusi menjadi dasar sintesis untuk mengidentifikasi pola temuan penelitian mengenai penerapan PBL berbantuan media digital dalam pembelajaran geometri. Hasil sintesis terhadap 15 artikel tersebut kemudian menunjukkan kecenderungan positif terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis, meskipun terdapat perbedaan desain penelitian, karakteristik sampel, jenis media, dan kelompok pembanding.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

No	Inklusi	Eksklusi
1	Studi menerapkan PBL yang dipadukan dengan media digital, terutama GeoGebra atau Polypad.	Studi tidak menggunakan PBL atau tidak menggunakan media digital.
2	Studi mengukur kemampuan pemahaman konsep matematis siswa atau peningkatannya.	Studi hanya mengukur variabel lain tanpa data pemahaman konsep.
3	Materi berkaitan dengan geometri, seperti bangun datar, garis dan sudut, bangun ruang, jarak, atau transformasi geometri.	Materi berada di luar geometri.
4	Subjek penelitian adalah siswa SD, SMP/MTs, atau SMA/MA/sederajat.	Subjek utama mahasiswa, guru, atau non-siswa.
5	Desain berupa eksperimen kuasi, PTK, mixed methods dengan komponen	Artikel opini, kajian teori, atau pengembangan tanpa data yang relevan.

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

	eksperimen, atau R&D yang melaporkan data pemahaman konsep.	
6	Artikel terbit pada 2020–2026 dan memiliki DOI atau identitas jurnal yang jelas.	Terbitan di luar rentang tahun atau identitas publikasi tidak jelas.
7	Artikel ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.	Artikel menggunakan bahasa selain Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.



Gambar 2. Vostviewer

Selain menggunakan diagram alir PRISMA, penelitian ini juga memanfaatkan analisis bibliometrik menggunakan aplikasi VOSviewer untuk memvisualisasikan keterkaitan antar kata kunci pada literatur yang dianalisis. Berdasarkan hasil *network visualization*, terbentuk beberapa *cluster* yang saling terhubung, dengan kata kunci dominan yang meliputi "problem based learning", "pemahaman konsep", "siswa", "media digital", "matematika", dan "geometri". Kata kunci "siswa", "matematika", dan "problem based learning" memiliki ukuran *node* yang relatif besar, yang menunjukkan bahwa topik tersebut memiliki frekuensi kemunculan yang tinggi dan menjadi fokus utama dalam penelitian yang dikaji.

Keterhubungan antar-*node* menunjukkan adanya hubungan konseptual yang kuat antara *problem based learning*, penggunaan media digital, pemahaman konsep matematis siswa, dan pembelajaran geometri. Semakin dekat jarak antar kata kunci dan semakin banyak garis penghubung yang terbentuk, maka semakin tinggi tingkat keterkaitan antar topik penelitian. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa penerapan *problem based learning* dalam pembelajaran matematika, khususnya untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa, menjadi salah satu fokus yang cukup banyak

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

dikaji. Integrasi media digital juga menunjukkan keterkaitan dengan upaya menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan mendukung proses pemahaman konsep matematis.

Selain itu, hasil visualisasi bibliometrik menunjukkan adanya peluang pengembangan penelitian yang lebih spesifik pada integrasi *problem based learning* dengan berbagai media digital dalam pembelajaran geometri. Penggunaan media digital seperti *GeoGebra*, video pembelajaran, *interactive learning media*, maupun platform pembelajaran digital berpotensi mendukung visualisasi objek dan konsep geometri yang bersifat abstrak. Dengan demikian, kajian mengenai integrasi *problem based learning* berbantuan media digital dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi geometri masih relevan untuk dikembangkan dan menjadi fokus dalam *Systematic Literature Review* ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian terhadap 15 artikel dianalisis berdasarkan tiga *research questions* (RQ), yaitu (RQ1) karakteristik penelitian mengenai integrasi Problem Based Learning (PBL) berbantuan media digital pada materi geometri, (RQ2) dampaknya terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa, dan (RQ3) peran media digital serta faktor pendukung dan penghambat penerapannya dalam tahapan PBL. Ketiga pertanyaan tersebut digunakan untuk mengorganisasikan hasil sintesis agar pembahasan tidak hanya mendeskripsikan temuan setiap penelitian, tetapi juga mengidentifikasi pola, persamaan, perbedaan, dan kesenjangan penelitian.

Tabel 2. Ringkasan Artikel yang Dianalisis

No	Penulis & Tahun	Jenjang/Materi	Desain & Perlakuan	Temuan Utama
1	Wahyuni & Rahmadhani (2020)	Kelas XI MA; geometri	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs PBL tanpa GeoGebra	Rerata 73,11 vs 54,56; berbeda signifikan.
2	Eviliasani et al. (2022)	Kelas VIII Teorema Pythagoras	R&D Borg & Gall; bahan ajar PBL + GeoGebra	Bahan ajar dihasilkan; pemahaman matematis meningkat.
3	Darma et al.	Kelas XII;	PTK; 2 siklus; PBL	Ketuntasan 13,90%

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

	(2022)	dimensi tiga	+ GeoGebra	→ 52,78% → 91,67%.
4	Rokan et al. (2023)	Siswa; geometri	R&D model 4-D; perangkat PBL + GeoGebra	Perangkat pembelajaran berkategori valid.
5	Wibawa et al. (2023)	Kelas VIII; bangun ruang sisi datar	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs konvensional	Peningkatan pemahaman konsep kelas PBL lebih tinggi.
6	Khurniati et al. (2023)	Bangun ruang sisi datar	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs PBL	PBL + GeoGebra lebih baik daripada PBL.
7	Putri & Susanto (2023)	Kelas VII; bangun datar	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs pembelajaran biasa	Rata-rata pemahaman 79,33 vs 70,33; lebih tinggi.
8	Khoirunisa & Susanti (2024)	Kelas VII; bangun ruang sisi lengkung	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs ekspositori	Berpengaruh signifikan terhadap pemahaman konsep.
9	Mahardhika & Nurjanah (2024)	Kelas VII MTs; garis dan sudut	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs langsung	N-gain berbeda signifikan; sig. 0,000.
10	Cahyani et al. (2025)	Kelas XI; geometri tiga dimensi	Mixed methods; PBL + GeoGebra vs konvensional	Posttest 82,71 vs 53,94; effect size 2,32.
11	Suprianto (2025)	Kelas XI; konsep jarak pada bangun ruang	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs konvensional	N-gain 0,67 vs 0,46; berbeda signifikan.
12	Nisa et al. (2026)	Kelas IX; transformasi geometri	Kuasi-eksperimen; PBL + GeoGebra vs konvensional	p = 0,003; pemahaman konsep lebih baik.
13	Manullang	Kelas XI;	Eksperimen	N-gain 0,61; mean

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

	et al. (2026)	transformasi geometri	kuantitatif; PBL + GeoGebra vs konvensional	difference 9,28; p = 0,001.
14	Amelia et al. (2026)	Kelas IV SD; ciri-ciri bangun datar	Kuasi-eksperimen; PBL + Polypad vs Discovery Learning	Posttest 86,50 vs 73,40; N-gain 0,83 vs 0,67.
15	Fadillah et al. (2026)	Kelas V SD; sudut	PTK; PBL; Polypad pada siklus II	Posttest siklus II 86,66; melampaui KKTP 75.

A.RQ1: Bagaimana karakteristik penelitian mengenai integrasi PBL berbantuan media digital dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi geometri?

Berdasarkan 15 artikel yang dianalisis, penelitian mengenai integrasi PBL berbantuan media digital menunjukkan variasi dalam jenjang pendidikan, materi geometri, jenis media, desain penelitian, dan bentuk perlakuan. Variasi tersebut memperlihatkan bahwa integrasi PBL dan media digital telah dikaji dalam konteks pembelajaran yang berbeda, mulai dari pengembangan bahan ajar hingga pengujian perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok pembanding.

Ditinjau dari jenjang pendidikan, penelitian mencakup sekolah dasar, SMP/MTs, serta SMA/MA. Pada jenjang SMP/MTs, Wibawa et al. (2023) mengkaji bangun ruang sisi datar, Putri dan Susanto (2023) membahas bangun datar, Khoirunisa dan Susanti (2024) meneliti bangun ruang sisi lengkung, Mahardhika dan Nurjanah (2025) mengkaji garis dan sudut, sedangkan Nisa et al. (2026) mengkaji transformasi geometri pada Kelas IX. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa PBL berbantuan GeoGebra diterapkan pada materi yang memerlukan pengenalan sifat objek, pengamatan hubungan geometris, dan pemahaman representasi matematika.

Pada jenjang SMA/MA, Wahyuni dan Rahmadhani (2020) mengkaji pemahaman konsep matematis dengan PBL berbantuan GeoGebra, sedangkan Darma et al. (2022) menerapkannya pada materi dimensi tiga. Cahyani et al. (2025) meneliti geometri tiga dimensi, Suprianto (2025) berfokus pada konsep jarak dalam bangun ruang, dan Manullang et al. (2026) mengkaji transformasi geometri. Keberagaman materi ini

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya berpusat pada pengenalan bangun datar, tetapi juga mencakup konsep yang memerlukan visualisasi ruang dan pemahaman hubungan antarobjek.

Pada jenjang sekolah dasar, Amelia et al. (2026) menerapkan PBL berbantuan Polypad untuk mempelajari ciri-ciri bangun datar, sedangkan Fadillah et al. (2026) menggunakan Polypad dalam pembelajaran sudut. Kehadiran kedua penelitian ini memperluas cakupan kajian karena penggunaan media digital tidak hanya ditemukan pada materi geometri tingkat menengah, tetapi juga pada pembelajaran geometri dasar. Dengan demikian, karakteristik materi dan jenjang pendidikan menjadi aspek penting dalam memahami bagaimana media digital diintegrasikan ke dalam pembelajaran berbasis masalah.

Dari segi media, GeoGebra merupakan media yang paling dominan dalam 15 artikel yang dianalisis. Media tersebut digunakan pada penelitian Wahyuni dan Rahmadhani (2020), Eviliasani et al. (2022), Darma et al. (2022), Rokan et al. (2023), Wibawa et al. (2023), Khurniati et al. (2023), Putri dan Susanto (2023), Khoirunisa dan Susanti (2024), Mahardhika dan Nurjanah (2025), Cahyani et al. (2025), Suprianto (2025), Nisa et al. (2026), serta Manullang et al. (2026). Sementara itu, Polypad digunakan oleh Amelia et al. (2026) dan Fadillah et al. (2026). Dominasi GeoGebra memperlihatkan bahwa media tersebut banyak dipilih dalam penelitian yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis masalah dengan eksplorasi geometri.

Perbedaan media juga berkaitan dengan karakteristik perlakuan yang diteliti. Wahyuni dan Rahmadhani (2020) membandingkan PBL berbantuan GeoGebra dengan PBL tanpa GeoGebra. Perbandingan ini penting karena kedua kelompok menggunakan model pembelajaran yang sama, sehingga hasilnya dapat memberikan gambaran mengenai manfaat tambahan penggunaan media digital dalam konteks penelitian tersebut. Sebaliknya, beberapa penelitian membandingkan PBL berbantuan media digital dengan pembelajaran konvensional, pembelajaran langsung, pembelajaran ekspositori, atau Discovery Learning (Wibawa et al., 2023; Putri & Susanto, 2023; Khoirunisa & Susanti, 2024; Mahardhika & Nurjanah, 2025; Amelia et al., 2026). Perbedaan kelompok pembanding ini perlu diperhatikan karena hasil penelitian dapat mencerminkan kontribusi gabungan model pembelajaran dan media yang digunakan.

Karakteristik metodologis penelitian juga memperlihatkan keragaman. Sebagian besar artikel menggunakan desain kuasi-eksperimen untuk membandingkan hasil pembelajaran antarkelompok. Selain itu, Eviliasani et al. (2022) menggunakan penelitian

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

pengembangan dengan model Borg dan Gall, sedangkan Rokan et al. (2023) mengembangkan perangkat pembelajaran menggunakan model 4-D. Darma et al. (2022) dan Fadillah et al. (2026) menggunakan penelitian tindakan kelas, sementara Cahyani et al. (2025) menggunakan pendekatan *mixed methods*. Perbedaan desain tersebut menunjukkan bahwa tujuan penelitian tidak seluruhnya sama: sebagian menguji perbedaan hasil pembelajaran, sebagian mengembangkan perangkat, dan sebagian memperbaiki praktik pembelajaran secara bertahap.

Secara khusus, penelitian Eviliasani et al. (2022) menghasilkan bahan ajar berbasis PBL berbantuan GeoGebra pada materi Teorema Pythagoras dan melaporkan peningkatan pemahaman matematis setelah penggunaannya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran merupakan salah satu pendekatan untuk mengintegrasikan media digital ke dalam PBL. Sementara itu, penelitian tindakan kelas oleh Darma et al. (2022) dan Fadillah et al. (2026) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran dapat dievaluasi melalui perubahan hasil antarsiklus. Kedua pendekatan tersebut melengkapi penelitian kuasi-eksperimen, tetapi menghasilkan jenis bukti yang berbeda sehingga tidak tepat apabila seluruh hasil diperlakukan sebagai ukuran efektivitas yang setara.

Berdasarkan sintesis tersebut, karakteristik penelitian dalam kajian ini dapat dirangkum ke dalam tiga pola. Pertama, integrasi PBL berbantuan media digital telah diterapkan pada beragam jenjang dan materi geometri. Kedua, GeoGebra mendominasi penelitian, sedangkan Polypad mulai ditemukan pada penelitian yang melibatkan siswa sekolah dasar. Ketiga, desain kuasi-eksperimen lebih banyak ditemukan dibandingkan desain pengembangan dan penelitian tindakan kelas. Ketiga pola tersebut memperlihatkan bahwa kajian mengenai PBL berbantuan media digital memiliki cakupan yang luas, tetapi masih menunjukkan variasi dalam desain dan cara mengukur hasil pembelajaran.

Dengan demikian, jawaban RQ1 adalah bahwa penelitian mengenai integrasi PBL berbantuan media digital memiliki karakteristik yang beragam dari segi jenjang pendidikan, materi, media, dan desain penelitian. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian dalam kumpulan artikel ini menggunakan GeoGebra untuk mendukung pembelajaran geometri. Keragaman desain dan kelompok pembanding menjadi pertimbangan penting dalam menginterpretasikan hasil pada RQ2.

B.RQ2: Bagaimana dampak integrasi PBL berbantuan media digital terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi geometri?

Hasil analisis terhadap 15 artikel memperlihatkan kecenderungan positif pada

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

kemampuan pemahaman konsep matematis siswa setelah penerapan PBL berbantuan media digital. Kecenderungan tersebut ditunjukkan melalui perbedaan rata-rata hasil tes, peningkatan ketuntasan klasikal, nilai *N-gain*, signifikansi statistik, serta pencapaian kriteria ketuntasan. Meskipun arah temuan umumnya positif, besarnya hasil tidak dapat dibandingkan secara langsung tanpa mempertimbangkan desain penelitian, instrumen, materi, dan kelompok pembanding yang digunakan.

Bukti komparatif dapat dilihat pada penelitian Wahyuni dan Rahmadhani (2020), yang melaporkan rata-rata 73,11 pada kelompok PBL berbantuan GeoGebra dan 54,56 pada kelompok pembanding. Perbedaan tersebut dilaporkan signifikan. Penelitian ini memiliki relevansi khusus karena PBL digunakan pada kedua kelompok, dengan GeoGebra sebagai pembeda perlakuan. Oleh sebab itu, hasilnya memberikan indikasi bahwa penambahan media digital berpotensi mendukung pemahaman konsep matematis dalam penerapan PBL.

Temuan tersebut searah dengan penelitian Khurniati et al. (2023), yang melaporkan bahwa PBL berbantuan GeoGebra memberikan hasil lebih baik dibandingkan PBL tanpa GeoGebra. Kedua penelitian ini penting dalam sintesis karena kelompok pembandingnya menggunakan model PBL yang sama. Walaupun demikian, kesamaan arah temuan tidak berarti besarnya pengaruh kedua penelitian identik. Perbedaan materi, karakteristik siswa, durasi pembelajaran, dan instrumen tetap perlu diperhatikan.

Pada penelitian yang menggunakan pembelajaran konvensional sebagai pembanding, Wibawa et al. (2023) menemukan peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi pada kelompok PBL berbantuan GeoGebra. Putri dan Susanto (2023) melaporkan rata-rata pemahaman konsep sebesar 79,33 pada kelompok eksperimen dan 70,33 pada kelompok pembanding. Khoirunisa dan Susanti (2024) juga melaporkan pengaruh signifikan terhadap pemahaman konsep pada materi bangun ruang sisi lengkung. Selain itu, Mahardhika dan Nurjanah (2025) melaporkan perbedaan *N-gain* yang signifikan pada pembelajaran materi garis dan sudut.

Jika dibaca secara bersama, temuan Wibawa et al. (2023), Khurniati et al. (2023), Putri dan Susanto (2023), serta Khoirunisa dan Susanti (2024) menunjukkan pola yang searah, yaitu kelompok yang memperoleh PBL berbantuan GeoGebra cenderung menunjukkan hasil pemahaman konsep yang lebih baik daripada kelompok pembanding. Namun, perbandingan dengan pembelajaran konvensional belum dapat memisahkan kontribusi PBL dan media digital secara penuh karena kedua komponen dapat berbeda sekaligus.

Temuan pada penelitian yang lebih baru turut memperlihatkan kecenderungan positif.

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Cahyani et al. (2025) melaporkan rata-rata *posttest* sebesar 82,71 pada kelompok eksperimen dan 53,94 pada kelompok kontrol, dengan *effect size* sebesar 2,32. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan capaian yang besar dalam konteks penelitian yang dilakukan. Akan tetapi, interpretasi besarnya pengaruh tetap perlu mengacu pada instrumen, perhitungan ukuran efek, dan kondisi penelitian aslinya.

Suprianto (2025) memperoleh *N-gain* sebesar 0,67 pada kelompok PBL berbantuan GeoGebra dan 0,46 pada kelompok pembanding. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan hasil pada kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol dalam penelitian tersebut. Temuan ini melengkapi hasil yang dilaporkan Cahyani et al. (2025), meskipun nilai *N-gain* dan *effect size* merupakan ukuran yang berbeda sehingga tidak dapat dibandingkan secara langsung.

Pada materi transformasi geometri, Nisa et al. (2026) melaporkan nilai signifikansi (p = 0{,}003), sedangkan Manullang et al. (2026) melaporkan *N-gain* sebesar 0,61, perbedaan rata-rata sebesar 9,28, dan nilai (p = 0{,}001). Kedua penelitian tersebut memperlihatkan bahwa integrasi PBL berbantuan GeoGebra juga dikaji pada materi yang menuntut pemahaman perubahan posisi atau orientasi objek geometris. Hasil yang dilaporkan mendukung kecenderungan positif pada materi transformasi geometri, tetapi nilai signifikansi saja tidak menunjukkan besarnya dampak praktis. Untuk menilai dampak secara lebih lengkap, nilai tersebut perlu dibaca bersama perbedaan hasil dan ukuran efek yang relevan.

Secara metodologis, nilai signifikansi, rata-rata, *N-gain*, dan *effect size* menjawab aspek yang berbeda. Rata-rata menunjukkan capaian kelompok, *N-gain* menggambarkan peningkatan relatif terhadap peluang peningkatan yang tersedia, sedangkan uji signifikansi mengevaluasi bukti perbedaan berdasarkan model statistik yang digunakan. Oleh karena itu, hasil Mahardhika dan Nurjanah (2025), Cahyani et al. (2025), Suprianto (2025), Nisa et al. (2026), dan Manullang et al. (2026) lebih tepat diperlakukan sebagai bukti yang saling melengkapi daripada disusun sebagai peringkat efektivitas media.

Selain penelitian komparatif, penelitian pengembangan dan penelitian tindakan kelas memberikan gambaran mengenai perbaikan pembelajaran. Eviliasani et al. (2022) mengembangkan bahan ajar PBL berbantuan GeoGebra pada materi Teorema Pythagoras dan melaporkan peningkatan pemahaman matematis. Temuan ini memperlihatkan bahwa integrasi media digital dapat dilakukan melalui perancangan perangkat yang secara khusus disusun untuk mendukung pembelajaran berbasis

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

masalah.

Darma et al. (2022) melaporkan ketuntasan klasikal meningkat dari 13,90% pada kondisi awal menjadi 52,78% pada siklus I dan 91,67% pada siklus II. Peningkatan tersebut menunjukkan adanya perbaikan capaian selama penerapan PBL berbantuan GeoGebra. Akan tetapi, karena penelitian ini menggunakan PTK, perubahan hasil dapat berkaitan dengan keseluruhan perbaikan tindakan pembelajaran antarsiklus. Oleh sebab itu, hasilnya tidak dapat digunakan untuk mengisolasi pengaruh GeoGebra saja.

Pada jenjang sekolah dasar, Amelia et al. (2026) melaporkan rata-rata *posttest* sebesar 86,50 pada kelompok PBL berbantuan Polypad dan 73,40 pada kelompok *Discovery Learning*. Nilai *N-gain* masing-masing kelompok adalah 0,83 dan 0,67. Temuan ini memperlihatkan bahwa penggunaan media digital juga berpotensi mendukung pembelajaran geometri pada siswa yang lebih muda. Namun, karena model pembelajaran dan media pada kelompok pembanding berbeda, kontribusi khusus Polypad belum dapat dipisahkan dari kontribusi model PBL.

Fadillah et al. (2026) melaporkan rata-rata *posttest* sebesar 86,66 pada siklus II, melampaui KKTP sebesar 75. Hasil ini menunjukkan pencapaian yang melampaui kriteria ketuntasan yang digunakan dalam penelitian. Akan tetapi, karena Polypad digunakan pada siklus II dalam PTK, peningkatan hasil perlu dipahami dalam konteks keseluruhan tindakan pembelajaran dan bukan sebagai bukti bahwa media tersebut secara mandiri menyebabkan peningkatan.

Secara keseluruhan, terdapat konsistensi arah temuan dalam kumpulan artikel yang dianalisis. Wahyuni dan Rahmadhani (2020) serta Khurniati et al. (2023) memberikan bukti komparatif mengenai PBL berbantuan GeoGebra dibandingkan PBL tanpa GeoGebra. Wibawa et al. (2023), Putri dan Susanto (2023), Khoirunisa dan Susanti (2024), Mahardhika dan Nurjanah (2025), Cahyani et al. (2025), Suprianto (2025), Nisa et al. (2026), dan Manullang et al. (2026) memperlihatkan kecenderungan positif dalam perbandingan dengan pembelajaran lain. Sementara itu, Eviliasani et al. (2022), Darma et al. (2022), Amelia et al. (2026), dan Fadillah et al. (2026) memberikan informasi mengenai pengembangan bahan ajar atau perbaikan hasil pembelajaran melalui penerapan bertahap.

Meskipun demikian, terdapat beberapa batasan. Pertama, desain penelitian berbeda sehingga kekuatan kesimpulannya tidak sama. Kedua, kelompok pembanding bervariasi, mulai dari PBL tanpa media hingga model pembelajaran lain. Ketiga, indikator pemahaman konsep dan ukuran hasil tidak seluruhnya seragam. Keempat, tidak semua penelitian melaporkan ukuran efek, interval kepercayaan, atau rincian data yang

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

diperlukan untuk sintesis kuantitatif.

Dengan demikian, jawaban RQ2 adalah bahwa integrasi PBL berbantuan media digital menunjukkan kecenderungan positif terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis pada materi geometri. Kecenderungan ini ditemukan pada berbagai jenjang dan materi, baik dalam penelitian yang menggunakan GeoGebra maupun Polypad. Namun, kesimpulan yang paling proporsional adalah bahwa integrasi tersebut berpotensi mendukung pemahaman konsep, bukan bahwa setiap media digital selalu menghasilkan dampak yang sama atau bahwa media merupakan satu-satunya penyebab peningkatan.

C. RQ3: Bagaimana peran media digital dalam mendukung tahapan PBL serta faktor pendukung dan penghambat penerapannya?

Hasil sintesis menunjukkan bahwa media digital dalam pembelajaran PBL berperan sebagai sarana visualisasi, eksplorasi, manipulasi objek, dan pemeriksaan hubungan matematis. Peran ini berkaitan dengan karakteristik materi geometri yang melibatkan bentuk, posisi, ukuran, hubungan antarunsur, serta perubahan objek. Integrasi media digital menjadi relevan ketika siswa perlu mengamati dan menyelidiki suatu permasalahan sebelum menyusun penjelasan atau penyelesaian matematis. Dalam konteks media digital yang lebih luas, Halim et al. (2024) melaporkan bahwa bahan ajar mobile learning berbasis Assemblr EDU mendukung konstruksi konsep, interaksi, dan refleksi sehingga kemampuan pemecahan masalah matematis siswa meningkat.

Tahap 1: Orientasi siswa terhadap masalah**.** Pada tahap ini, masalah kontekstual digunakan untuk mengarahkan perhatian siswa pada situasi yang perlu diselesaikan. Media digital dapat membantu menampilkan objek atau representasi geometris yang berkaitan dengan masalah tersebut. Namun, keberadaan media tidak dengan sendirinya menjamin siswa memahami masalah. Guru tetap perlu mengajukan pertanyaan awal dan membantu siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui, hal yang ditanyakan, serta konsep yang mungkin diperlukan.

Peran ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran yang dikembangkan melalui PBL berbantuan GeoGebra oleh Eviliasani et al. (2022) dan penggunaan GeoGebra dalam penelitian Wahyuni dan Rahmadhani (2020). Kedua penelitian tersebut menempatkan media dalam konteks pembelajaran berbasis masalah untuk mendukung pemahaman matematis. Meskipun demikian, berdasarkan ringkasan yang tersedia, belum semua artikel melaporkan secara terpisah dampak media pada tahap orientasi. Karena itu, peran media pada tahap ini perlu dipahami sebagai sintesis mekanisme pembelajaran,

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

bukan sebagai efek yang telah diukur secara mandiri pada seluruh penelitian.

Tahap 2: Pengorganisasian dan penyelidikan. Tahap penyelidikan merupakan bagian yang paling potensial untuk memanfaatkan fitur interaktif media digital. GeoGebra dapat digunakan untuk membangun dan mengeksplorasi objek geometri, sedangkan Polypad dapat digunakan dalam aktivitas manipulasi objek virtual. Dalam konteks penyelesaian masalah, siswa dapat mengamati sifat objek, menguji dugaan, membandingkan representasi, dan memeriksa apakah suatu hubungan geometris sesuai dengan hasil pengamatan.

Penggunaan GeoGebra pada penelitian Wibawa et al. (2023), Khurniati et al. (2023), Cahyani et al. (2025), dan Suprianto (2025) menunjukkan bahwa media digital telah diterapkan pada materi bangun ruang dan geometri tiga dimensi. Nisa et al. (2026) serta Manullang et al. (2026) memperluas konteks tersebut ke transformasi geometri. Sementara itu, Amelia et al. (2026) dan Fadillah et al. (2026) menunjukkan penggunaan Polypad pada bangun datar dan sudut di sekolah dasar. Keberagaman materi tersebut memperlihatkan bahwa eksplorasi digital dapat dimanfaatkan dalam berbagai konteks pembelajaran geometri, meskipun bentuk aktivitasnya perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.

Tahap 3: Pengembangan dan penyajian hasil**.** Setelah penyelidikan, siswa perlu mengomunikasikan strategi dan hasil penyelesaian masalah. Representasi yang dihasilkan melalui media digital dapat membantu siswa menjelaskan sifat objek, hubungan geometris, atau alasan yang mendasari suatu jawaban. Dalam tahap ini, manfaat media tidak hanya terletak pada visualisasi, tetapi juga pada peluang untuk menghubungkan hasil pengamatan dengan penjelasan matematis.

Penelitian pengembangan bahan ajar oleh Eviliasani et al. (2022) memperlihatkan pentingnya merancang perangkat PBL berbantuan GeoGebra untuk mendukung pembelajaran pada materi Teorema Pythagoras. Penelitian Rokan et al. (2023), yang berfokus pada pengembangan perangkat PBL berbantuan GeoGebra dan melaporkan perangkat berkategori valid, juga menunjukkan bahwa penggunaan media perlu disertai perencanaan perangkat pembelajaran. Dengan demikian, kualitas penyajian hasil tidak hanya bergantung pada aplikasi, tetapi juga pada tugas, lembar kerja, dan kesempatan bagi siswa untuk menjelaskan alasan matematisnya.

Tahap 4: Analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah**.** Pada tahap evaluasi, siswa dapat memeriksa kembali hasil eksplorasi, membandingkan jawaban dengan sifat atau hubungan geometri yang relevan, serta menilai ketepatan strategi yang digunakan. Guru dapat meminta siswa memberikan alasan atas jawaban, bukan sekadar

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

menunjukkan hasil konstruksi pada aplikasi.

Hasil penelitian yang melaporkan peningkatan capaian, seperti Darma et al. (2022), Suprianto (2025), dan Fadillah et al. (2026), menunjukkan pentingnya evaluasi hasil pembelajaran. Namun, peningkatan nilai tidak secara otomatis membuktikan bahwa media digital meningkatkan kemampuan evaluasi atau refleksi secara khusus. Untuk membuktikan mekanisme tersebut, penelitian perlu mengukur aktivitas evaluasi dan indikator pemahaman konsep secara lebih terperinci.

Berdasarkan uraian tersebut, media digital berpotensi mendukung keseluruhan tahapan PBL, tetapi kontribusinya tidak sama pada setiap tahap. Peran yang paling langsung terlihat secara konseptual berada pada tahap penyelidikan, ketika siswa berinteraksi dengan objek geometri untuk membangun dan memeriksa pemahaman. Tahap orientasi, penyajian hasil, dan evaluasi tetap membutuhkan rancangan masalah, diskusi, serta fasilitasi guru.

Faktor pendukung pertama adalah kesesuaian media dengan karakteristik materi. GeoGebra digunakan dalam beragam materi, termasuk bangun ruang, konsep jarak, dan transformasi geometri (Wibawa et al., 2023; Cahyani et al., 2025; Suprianto, 2025; Nisa et al., 2026). Polypad digunakan pada materi ciri-ciri bangun datar dan sudut di sekolah dasar (Amelia et al., 2026; Fadillah et al., 2026). Keragaman tersebut mengindikasikan bahwa pemilihan media dapat disesuaikan dengan bentuk representasi dan aktivitas yang dibutuhkan siswa. Namun, belum tersedia dasar yang cukup dari tabel untuk menyimpulkan bahwa salah satu media lebih unggul daripada media lainnya. Kesesuaian ini juga terlihat pada penelitian Susilawati et al. (2025) yang memadukan GeoGebra dengan etnomatematika arsitektur Masjid Raya Al-Jabar sehingga unsur geometri, seperti segitiga dan belah ketupat, dapat dijadikan sarana untuk memperkuat pemahaman konsep siswa.

Faktor kedua adalah kualitas perangkat pembelajaran. Eviliasani et al. (2022) mengembangkan bahan ajar PBL berbantuan GeoGebra pada materi Teorema Pythagoras, sedangkan Rokan et al. (2023) mengembangkan perangkat PBL berbantuan GeoGebra. Kedua penelitian tersebut menunjukkan pentingnya pengembangan bahan ajar dan perangkat sebagai bagian dari integrasi teknologi. Media akan lebih terarah ketika aktivitasnya dirancang untuk mencapai tujuan konseptual tertentu, bukan hanya untuk memperkenalkan penggunaan aplikasi.

Faktor ketiga adalah kualitas masalah dan pertanyaan pengarah. Dalam PBL, siswa perlu menyelidiki masalah, mengidentifikasi informasi, memilih strategi, dan menyusun penyelesaian. Media digital dapat membantu proses tersebut apabila aktivitas

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

eksplorasinya berkaitan langsung dengan pertanyaan matematis. Sebaliknya, tanpa arahan yang jelas, siswa berisiko berfokus pada fitur aplikasi tanpa menjelaskan konsep yang dipelajari. Faktor ini merupakan implikasi dari sintesis karakteristik PBL dan media dalam artikel, bukan variabel yang dilaporkan telah diuji secara seragam oleh seluruh penelitian.

Faktor keempat adalah keterlibatan guru dan interaksi kelompok. Penelitian tindakan kelas oleh Darma et al. (2022) memperlihatkan perbaikan ketuntasan antarsiklus, sedangkan Fadillah et al. (2026) melaporkan rata-rata *posttest* sebesar 86,66 pada siklus II setelah penerapan PBL dengan dukungan Polypad. Temuan tersebut menunjukkan bahwa hasil pembelajaran perlu dipahami dalam konteks pelaksanaan tindakan pembelajaran secara keseluruhan. Dalam penerapan PBL, guru berperan mengarahkan proses penyelidikan, memfasilitasi diskusi, serta membantu siswa menghubungkan hasil eksplorasi digital dengan konsep matematis yang dipelajari. Interaksi kelompok juga dapat menjadi ruang bagi siswa untuk membandingkan strategi penyelesaian dan mengemukakan alasan matematis. Meskipun demikian, berdasarkan informasi dalam Tabel 2, keterlibatan guru dan kualitas interaksi kelompok belum diukur secara terpisah pada kedua penelitian tersebut. Oleh karena itu, kedua temuan tersebut mendukung pembahasan mengenai pentingnya proses pembelajaran, tetapi belum membuktikan bahwa keterlibatan guru atau interaksi kelompok merupakan penyebab langsung peningkatan hasil belajar. Selain itu, Susilawati dan Sugilar (2021) menemukan bahwa kemampuan technological pedagogical content knowledge (TPCK) calon guru matematika berada pada kategori baik, tetapi masih perlu ditingkatkan, terutama dalam memanfaatkan teknologi secara terintegrasi dan efektif.

Artikel yang dianalisis umumnya tidak melaporkan faktor penghambat secara sistematis, sehingga uraian berikut merupakan sintesis keterbatasan yang tampak dari rancangan dan pelaporan penelitian. Pertama, tanpa pertanyaan pengarah yang jelas, siswa berisiko berfokus pada fitur aplikasi tanpa menjelaskan konsep yang dipelajari. Kedua, penerapan memerlukan perangkat, akses aplikasi, dan kesiapan guru merancang aktivitas digital yang terarah; kebutuhan ini tampak dari perlunya pengembangan bahan ajar dan perangkat khusus pada Eviliasani et al. (2022) dan Rokan et al. (2023). Ketiga, PBL dan eksplorasi digital membutuhkan waktu yang cukup, sedangkan sebagian studi tidak melaporkan durasi intervensi. Keempat, desain penelitian yang membandingkan PBL berbantuan media dengan pembelajaran lain belum memisahkan pengaruh model dan media, sehingga peran khusus media sulit

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ditegaskan. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa kesiapan guru, infrastruktur, dan alokasi waktu perlu dilaporkan secara eksplisit pada penelitian berikutnya.

4. SIMPULAN

Berdasarkan Systematic Literature Review terhadap 15 artikel utama, integrasi Problem Based Learning berbantuan media digital menunjukkan kecenderungan positif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi geometri. GeoGebra menjadi media yang paling dominan, sedangkan Polypad muncul sebagai alternatif media manipulatif virtual. Penerapan ditemukan pada jenjang SD hingga SMA/MA dengan materi bangun datar, garis dan sudut, teorema Pythagoras, bangun ruang, konsep jarak, dan transformasi geometri.

Kontribusi media digital paling jelas terlihat pada tahap penyelidikan PBL melalui visualisasi, konstruksi, dan manipulasi objek geometri secara dinamis. Masalah kontekstual, diskusi kelompok, lembar kerja, dan fasilitasi guru menjadi komponen penting yang membuat teknologi berfungsi secara pedagogis. Namun, bukti tetap dibatasi oleh ukuran sampel, durasi, heterogenitas pembanding, dan belum terpisahnya pengaruh PBL dari media pada sebagian penelitian. Oleh karena itu, hasil kajian bersifat indikatif dan perlu diperkuat melalui penelitian eksperimental dengan desain yang lebih ketat.

Referensi

Amelia, A., Nurdiansyah, N., & Nurussama, A. (2026). The effect of the problem-based learning model assisted by Polypad media on the understanding of mathematical concepts of elementary school students. Education and Learning Journal, 7(2), 207–216. https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Anzani, V., & Juandi, D. (2022). Meta-analysis: The effect of problem-based learning assisted GeoGebra software on students mathematic ability. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 6(2), 1900–1907. https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1425

Barker, T. H., Habibi, N., Aromataris, E., Stone, J. C., Leonardi-Bee, J., Sears, K., Hasanoff, S., Klugar, M., Tufanaru, C., Moola, S., & Munn, Z. (2024). The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for quasi-experimental studies. *JBI Evidence Synthesis, 22*(3), 378–388. https://doi.org/10.11124/JBIES-23-00268

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education, 20*(6), 481–486. https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x

Cahyani, N. I., Kurniawan, E., Arjudin, & Kurniati, N. (2025). Integrasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika terhadap pemahaman konsep matematis siswa. Griya

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Journal of Mathematics Education and Application, 5(2), 579–586. https://doi.org/10.29303/griya.v5i2.709

Darma, P. K., Manurung, H., & Siregar, T. M. (2022). Penerapan model problem based learning berbantuan GeoGebra dalam upaya meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. Paradikma: Jurnal Pendidikan Matematika, 15(2), 112–117. https://doi.org/10.24114/paradikma.v15i2.40076

Diković, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems, 6*(2), 191–203. https://doi.org/10.2298/CSIS0902191D

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Eviliasani, K., Sabandar, J., & Fitriani, N. (2022). Problem-based learning assisted by GeoGebra to improve students' mathematical understanding. AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 14(1), 85–98. https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i1.1092

Fadillah, H. T. N., Nisa, F. F., Safitri, F. A., Safitri, N., & Dhiani, A. N. (2026). Penerapan model problem based learning berbantuan Polypad untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa kelas V sekolah dasar. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11(3), 892–908. https://doi.org/10.23969/jp.v11i3.59078

Fakhruddin, Y. H., Nurjanah, & Martadiputra, B. A. (2025). The impact of problem-based learning on mathematics education: A systematic literature review. EDUTEC: Journal of Education and Technology, 8(2). https://doi.org/10.29062/edu.v8i3.1112

Halim, I. M., Susilawati, W., & Sugilar, H. (2024). Mathematical problem solving through mobile learning development based on Assemblr Edu. KnE Social Sciences, 1096 –1108. https://digilib.uinsgd.ac.id/127062/https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 16(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Kariadinata, R., & Susilawati, W. (2017). The implementation of GeoGebra software-assisted DDFC instructional model for improving students' Van Hiele geometry thinking skill (pp. 58–62). Association for Computing Machinery. https://digilib.uinsgd.ac.id/46634/https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Khoirunisa, S. A., & Susanti, M. (2024). Pengaruh model pembelajaran problem based learning berbantuan GeoGebra terhadap pemahaman konsep matematis dan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung. Jurnal Pedagogi Matematika, 10(1), 57–66. https://doi.org/10.21831/jpm.v10i1.20079

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Khurniati, N. L., Harun, L., & Aini, A. N. (2023). Pengaruh model problem based learning berbantuan Geogebra terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi bangun ruang sisi datar. Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, 5(5), 335–341. https://doi.org/10.26877/imajiner.v5i5.16301

Mahardhika, G., & Nurjanah, N. (2024). Pengaruh pembelajaran problem based learning (PBL) berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika, 16(2), 385–394. https://doi.org/10.26618/sigma.v16i2.15218

Manullang, S. Y., Gusmania, Y., & Husna, A. (2026). Penerapan model problem based learning berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa pada materi transformasi geometri. Cahaya Pendidikan, 12(1). https://doi.org/10.33373/chypend.v12i1.8993

Nisa, B. Y. K., Putrawangsa, S., & Mahfudy, S. (2026). Pengaruh pembelajaran problem based learning berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemahaman konsep transformasi geometri ditinjau dari kemampuan spasial. Journal of Authentic Research, 5(2), 3100–3114. https://doi.org/10.36312/hbn58k83

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Putri, S. M., & Susanto, A. (2023). Pemahaman konsep siswa menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbantuan aplikasi GeoGebra. Lattice Journal: Journal of Mathematics Education and Applied, 3(2), 144–156. https://doi.org/10.30983/lattice.v3i2.7490

Ramadhanti, F. T., & Juandi, D. (2022). Problem-based learning assisted by GeoGebra and Cabri 3D for understanding of geometrical concepts: A systematic review and meta-analysis. AIP Conference Proceedings, 2468(1), Article 070034. https://doi.org/10.1063/5.0102475

Rokan, N., Elmania, P., Sihombing, F. G., Hasibuan, A. M., & Rizqi, N. R. (2023). Development of problem-based learning-based mathematics with the assistance of GeoGebra applications to improve students' mathematical concepts understanding ability. Jurnal Eduscience, 10(2), 451–467. https://doi.org/10.36987/jes.v10i2.4584

Ruhma, S. Z., Susilawati, W., & Nuraida, I. (2024). Mathematical understanding and student learning motivation through Novick learning assisted by Pythagorean Calc. AIP

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Conference Proceedings, 3058, Article 060021. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3058/1/060021/3281034/https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Suprianto, S. (2025). Implementation of GeoGebra-assisted problem-based learning to optimize understanding of the distance concept. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 14(3), 745–752. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v14i3.3259

Susilawati, W., Hikmah, N., & Hidayah, R. M. (2025). Peningkatan kemampuan pemahaman matematis peserta didik melalui etnomatematika Masjid Raya Al-Jabar dengan bantuan GeoGebra. Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research, 4(2), 252–272. https://ejournal.papanda.org/index.php/pjmsr/article/view/1848https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Susilawati, W., Nursalimah, N. S., & Maryono, I. (2024). Mathematical connections through brain-based learning with GeoGebra assistance. KnE Social Sciences, 1109–1121. https://kneopen.com/KnE-Social/article/view/16036/https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

Susilawati, W., & Sugilar, H. (2021). Technological pedagogical content knowledge analysis. Numerical, 5(1), 216–224. https://doi.org/10.25217/numerical.v5i1.1116https://doi.org/10.33096/eljour.v7i2.1644

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*, 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Wahyuni, S., & Rahmadhani, E. (2020). Kemampuan pemahaman konsep matematis siswa dengan pembelajaran problem based learning berbantuan GeoGebra. JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif, 3(6), 605–614. https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i6.605-614

Wibawa, T. P., Eliyarti, W., & Saputra, J. (2023). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis berbantuan GeoGebra. Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education, 8(1), 109–118. https://doi.org/10.23969/symmetry.v8i1.8851

Copyright © 2026 The Authors. Published by Gunung Djati Conference Series This is an open access article distributed under the CC BY 4.0 license - https://creativecommons.org/licenses/by/4.0