

TELAAH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DENGAN BAHAN AJAR BERBANTUAN GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA: *A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Oleh :

Talitha Salma Nabila¹⁾, Hery Sutarto²⁾

^{1,2} Universitas Negeri Semarang

¹email: talithasalmanabilatsn@students.unnes.ac.id

²email: hery.mat@mail.unnes.ac.id

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 8 Juli 2026

Revisi, 27 September 2026

Diterima, 28 September 2026

Publish, 29 September 2026

Kata Kunci :

Bahan Ajar,
GeoGebra,
Kemampuan Pemecahan Masalah,
Problem Based Learning,
Systematic Literature Review.

ABSTRAK

Remaja ketika meninggalkan rumah untuk menetap di lingkungan baru dapat berpeluang mengalami kerinduan yang mendalam terhadap rumah atau *homesickness* di tahun pertama perpindahan. *Homesickness* dapat berdampak negatif bagi seseorang sehingga dibutuhkan pemberian dukungan sosial salah satunya dari teman sebaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana keterkaitan dukungan dari teman sebaya dengan santri yang mengalami *homesickness*. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan pendekatan korelasional. Penelitian ini dilakukan pada seluruh santri MTs IGBS Darul Marhamah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada keterkaitan yang negatif dengan taraf sedang dan signifikan, antara dukungan sosial teman sebaya dengan *homesickness* pada santri di MTs IGBS Darul Marhamah khususnya di tahun pertama. Ketika dukungan dari teman sebaya diperoleh para santri yang merujuk pada kenyamanan, kepedulian serta bantuan yang tersedia, memiliki peran untuk menurunkan tingkat *homesickness* yang dirasakan oleh para santri berupa keadaan emosional yang negative yang dikarenakan terpisah dari rumah dan figure terdekat. Selain itu dukungan informasi menjadi dukungan yang paling banyak dirasakan keberadaannya oleh santri. Hasil penelitian ini menyarankan untuk santri dapat melakukan kegiatan atau hobi bersama dengan teman untuk menumbuhkan relasi yang positif di pesantren.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Nama: Talitha Salma Nabila

Afiliasi: Universitas Negeri Semarang

Email: talithasalmanabilatsn@students.unnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dikuasai siswa dalam menghadapi tantangan abad ke-21. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) menegaskan bahwa pemecahan masalah bukan sekadar tujuan pembelajaran, melainkan fondasi utama dalam konstruksi pengetahuan matematis. Namun, realitas empiris di Indonesia menunjukkan bahwa kemampuan ini masih berada pada tingkat yang memprihatinkan.

Berdasarkan data *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang dirilis oleh (OECD, 2023), skor literasi matematika Indonesia pada tahun 2022 hanya mencapai 366 – menempatkan Indonesia pada peringkat ke-68 dari 81 negara peserta. Capaian ini lebih rendah dibandingkan skor tahun 2018 (379) dan masih jauh di bawah rata-rata internasional (472). Rendahnya capaian ini secara langsung berkorelasi dengan lemahnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan berbagai soal *non-routine* yang

menuntut penalaran tingkat tinggi (Simatupang & Napitupulu, 2020).

Salah satu materi matematika yang secara konsisten menjadi sumber kesulitan bagi siswa adalah geometri dimensi tiga. Materi ini menuntut kemampuan visualisasi spasial yang kuat, di mana siswa harus mengidentifikasi kedudukan titik, garis, dan bidang dalam ruang, serta menghitung jarak dan sudut antar-elemen tersebut (Mahiroh et al., 2018). Temuan awal (Herman et al., 2023) memperkuat gambaran bahwa sebagian besar siswa kesulitan membayangkan bentuk bangun ruang akibat terbatasnya media pembelajaran yang tersedia di ruang kelas. Media dua dimensi konvensional yang masih lazim dipakai guru pada umumnya belum mampu menjembatani jarak antara representasi abstrak dan pemahaman nyata siswa.

Menjawab tantangan tersebut, dua pendekatan pedagogis dipandang berpotensi menjadi Solusi, yaitu model *Problem Based Learning* (PBL) dan pemanfaatan *software* GeoGebra. Model PBL, yang dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme, menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga siswa secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui penyelidikan (Kodariyati et al., 2016; Widyastuti & Airlanda, 2021). Sementara itu, GeoGebra sebagai *software* matematika dinamis menawarkan fitur visualisasi interaktif yang memungkinkan siswa memanipulasi objek geometri secara langsung, sehingga konsep abstrak menjadi lebih konkret (Hohenwarter & Fuchs, dalam; Serlina et al., 2020).

Berbagai penelitian empiris telah menguji efektivitas kombinasi PBL dan GeoGebra. (Anggraeni & Rachmani Dewi, 2021) menunjukkan bahwa bahan ajar matematika berbantuan GeoGebra melalui model Preprospec mampu meningkatkan pemecahan masalah matematis siswa pada materi bangun ruang sisi datar. (Chania Sari et al., 2019) menemukan pengaruh positif pembelajaran berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa SMP. (Herman et al., 2023) lebih lanjut membuktikan bahwa integrasi *Augmented Reality* (AR) dengan GeoGebra mampu meningkatkan secara nyata kemampuan spasial dan pemecahan masalah pada materi dimensi tiga. Meskipun demikian, studi-studi ini masih tersebar dan belum ada telaah komprehensif yang mensintesis temuan-temuan tersebut menjadi sebuah peta pengetahuan yang utuh.

Kesenjangan (*gap*) penelitian ini terletak pada belum adanya *systematic literature review* yang secara khusus menelaah integrasi tiga komponen – model PBL, bahan ajar berbantuan GeoGebra, dan kemampuan pemecahan masalah – dalam satu kerangka sintesis yang terstruktur. Penelitian terdahulu cenderung berfokus pada dua variabel saja, seperti PBL dan pemecahan masalah (Zainal, 2022), atau GeoGebra dan visualisasi spasial (Kusuma & Utami, 2017), tanpa mengintegrasikan ketiganya

secara holistik. Berangkat dari celah tersebut, artikel ini disusun dengan tiga tujuan: (1) menelaah tren penelitian terkait integrasi PBL dan GeoGebra dalam bahan ajar matematika; (2) mensintesis bukti empiris efektivitas bahan ajar tersebut terhadap kemampuan pemecahan masalah; dan (3) mengidentifikasi arah penelitian selanjutnya yang potensial untuk dikembangkan.

2. METODE PENELITIAN

Kajian ini dirancang menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengikuti standar PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pemilihan pendekatan SLR didasari pertimbangan bahwa metode ini mampu rangkuman penalaran yang jelas alurnya, reproduktibel, dan komprehensif terhadap *body of knowledge* yang ada pada topik tertentu.

Kriteria inklusi dan eksklusi mengacupada kerangka PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*): (a) *Population*: siswa sekolah dasar hingga perguruan tinggi; (b) *Intervention*: bahan ajar berbasis model PBL berbantuan GeoGebra; (c) *Comparison*: pembelajaran konvensional atau tanpa intervensi khusus; (d) *Outcome*: kemampuan pemecahan masalah matematis; (e) *Context*: penelitian empiris kuantitatif, kualitatif, maupun *Research and Development* (R&D). Artikel disertakan apabila memenuhi kriteria: (1) diterbitkan pada periode 2016-2026; (2) terindeks di: Scopus, SINTA, DOAJ, Garuda, dan Google Scholar; (3) ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris; (4) memiliki teks lengkap (*full text*) yang dapat diakses; (5) memuat sekurang-kurangnya dua dari empat aspek berikut: kemampuan pemecahan masalah matematis, bahan ajar, model PBL, atau GeoGebra. Artikel dieksklusi apabila berupa prosiding tanpa *peer-review*, artikel opini, tidak melaporkan data empiris secara eksplisit, atau kajian teori/konseptual yang tidak disertai kerangka sintesis atau tinjauan sistematis atas literatur lain.

Proses pengumpulan data berlangsung pada bulan Juni 2026 dengan menelusuri beberapa basis data: Scopus, SINTA, DOAJ, Garuda, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci Boolean: (“Problem Based Learning” OR “PBL”) AND (“GeoGebra”) AND (“problem solving” OR “pemecahan masalah”) AND (“teaching materials” OR “bahan ajar”). Penelusuran awal menghasilkan beberapa artikel, yang kemudian disaring melalui tiga tahap: (1) identifikasi (penghapusan duplikasi), (2) penyaringan (berdasarkan judul dan abstrak), dan (3) kelayakan (evaluasi teks lengkap). Hasil akhir diperoleh 15 artikel eligible yang dianalisis secara mendalam.

Analisis data dilakukan melalui dua teknik: (1) sintesis tematik untuk mengidentifikasi pola efektivitas, mekanisme pedagogis, dan temuan lintas studi; serta (2) pemetaan bibliometrik untuk

menganalisis tren publikasi berdasarkan tahun, negara, dan aspek. Data diekstraksi menggunakan instrumen berupa tabel yang mencakup: penulis, tahun, jurnal, status, judul, link akses, aspek, dan temuan utama. Untuk menjaga kredibilitas data, peneliti menerapkan teknik triangulasi sumber dan *peer-debriefing* bersama dosen pembimbing.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peta Sintesis Literatur

Berdasarkan hasil penelusuran dan penyaringan, 15 artikel *eligible* dipublikasikan pada rentang tahun 2016–2026 dengan distribusi sebagai berikut: 2016 (1 artikel), 2017 (1 artikel), 2018 (3 artikel), 2019 (1 artikel), 2020 (1 artikel), 2021 (3 artikel), 2022 (2 artikel), 2023 (1 artikel), dan 2026 (2 artikel). Semua publikasi berasal dari Indonesia (15 artikel), namun dua di antaranya dipublikasi pada jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus, yaitu *Journal on Mathematics Education* (Q2) dan *Journal of Physics: Conference Series*. Tren ini mengindikasikan bahwa integrasi PBL dan GeoGebra menjadi fokus riset yang berkembang pesat di Indonesia, dengan tantangan serupa dalam pembelajaran geometri. Peningkatan signifikan terjadi pada tahun 2021–2022, sejalan dengan berkembangnya teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *mobile learning* yang memungkinkan GeoGebra diakses melalui perangkat seluler (Herman et al., 2023; Kurniawan et al., 2026).

Berikut pada Tabel 1 merupakan rekapitulasi sintesis literatur yang *eligible*.

Penulis, Tahun, Jurnal dan Status	Judul, Akses, Link dan Aspek	Temuan Utama
Hidayatsyah (2021) Jurnal Cendekia: Pendidikan Matematika Nasional – SINTA 5	Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Menggunakan Model Problem Based Learning Berbantuan GeoGebra. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.534 Aspek: KPM, PBL, GeoGebra	Studi kuasi-eksperimen (ANAKOVA) pada kelas VII mendapati bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang belajar melalui PBL berbantuan GeoGebra secara signifikan lebih unggul dibanding siswa yang belajar melalui pembelajaran langsung berbantuan GeoGebra.
Chania Sari, P., Devi Eriani, N., Audina, T., & Setiawan, W. (2019) Journal on Education, 1(3), 411–416 Nasional (Journal on Education)	Pengaruh Pembelajaran Berbantuan GeoGebra terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa SMP. jonedu.org/index.php/joe/article/view/182 Aspek: KPM, GeoGebra	Menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest pada siswa kelas VIII SMP di Cimahi (materi lingkaran), penelitian ini mengungkap dampak positif yang signifikan dari pembelajaran berbantuan GeoGebra terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.
Herman, H., Zalukhu, A., Hulu, D. B. T., Zebua, N. S. A., Manik, E., & Situmorang, A. S. (2023) Journal on	Augmented Reality (AR) pada GeoGebra Meningkatkan Kemampuan Spasial dan Pemecahan Masalah	Pemanfaatan fitur Augmented Reality (AR) pada GeoGebra terbukti mampu meningkatkan kemampuan spasial sekaligus kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi dimensi tiga.

Penulis, Tahun, Jurnal dan Status	Judul, Akses, Link dan Aspek	Temuan Utama
Education, 5(3), 6032–6039 Nasional – SINTA 5	Matematis pada Materi Dimensi Tiga. jonedu.org/index.php/joe/article/view/1368 Aspek: KPM, GeoGebra	
Serlina, Rahmatudin, J., & Lusiya, D. (2022) Didactical Mathematics, 4(1), 230–240 Nasional (Didactical Mathematics)	Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa https://ejournal.unma.ac.id/index.php/dm/article/view/2362 Aspek: KPM, GeoGebra	Hasil validasi menunjukkan skor ahli materi 86,81% dan ahli media 86,25% (kategori sangat valid), serta tingkat kepraktisan di mata siswa 81,25% (sangat praktis), sehingga media pembelajaran ini dinilai layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.
Islahiyah, I., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021) AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 10(4), 2107–2118 Nasional – SINTA 3 (terindeks DOAJ, open access)	Pengembangan E-Modul dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/matematika/article/view/3908 Aspek: KPM, Bahan Ajar, PBL	Melalui penelitian R&D model ADDIE, dihasilkan e-modul berbasis PBL untuk siswa SMA yang dinilai valid, praktis, dan efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.
Kodariyati, L., & Astuti, B. (2016) Jurnal Prima Edukasia, 4(1), 93–106 Nasional (Jurnal Prima Edukasia, UNY) (terindeks DOAJ, open access)	Pengaruh Model PBL terhadap Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas V SD. journal.uny.ac.id/index.php/jpe/article/view/7713 Aspek: KPM, PBL	Melalui desain kuasi-eksperimen Pretest-Posttest Control Group, penelitian pada siswa kelas V SD ini menunjukkan pengaruh signifikan model PBL terhadap kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.
Widyastuti, R. T., & Airlanda, G. S. (2021) Jurnal Basicedu, 5(3), 1120–1129 Nasional – SINTA 3 (terindeks DOAJ, open access)	Efektivitas Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sekolah Dasar. jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/896 Aspek: KPM, PBL	Melalui analisis deskriptif terhadap 20 artikel sejenis, dihitung effect size (Cohen's d) sebesar 1,009 yang tergolong kategori “pengaruh sangat besar”, menegaskan efektivitas PBL terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa SD.
Octariani, D., & Rambe, I. H. (2018) MES: Journal of Mathematics Education and Science, 4(1), 16–21 Nasional (MES – Universitas Islam Sumatera Utara)	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Project Based Learning Berbantuan Software GeoGebra. researchgate.net/publication/351971519 (lihat juga DOI 10.30743/mes.v4i1.864) Aspek: Bahan Ajar, GeoGebra	Melalui model pengembangan 3D (define, design, development), penelitian ini menghasilkan bahan ajar berbantuan GeoGebra dengan pendekatan Project Based Learning (PjBL) bagi siswa SMA di Deli Serdang, yang dinyatakan layak diterapkan dalam pembelajaran.

Penulis, Tahun, Jurnal dan Status	Judul, Akses, Aspek	Link dan Temuan Utama
Zainal, N. F. (2022) Jurnal Basicedu, 6(3), 3584–3593 Nasional – SINTA 3 (terindeks DOAJ, open access)	Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah. jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/2650 Aspek: KPM, PBL	Melalui kajian pustaka, artikel ini menguraikan definisi, karakteristik, dan sintaks PBL, disertai bukti-bukti keberhasilannya termasuk peningkatan kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika di SD/MI.
Hendriana, H., Johanto, T., & Sumarmo, U. (2018) Journal on Mathematics Education (JME), 9(2), 291–299 Internasional Bereputasi – Scopus (Q2) (terindeks DOAJ, open access)	The Role of Problem-Based Learning to Improve Students' Mathematical Problem-Solving Ability and Self-Confidence. doi.org/10.22342/jme.9.2.5394.291-300 Aspek: KPM, PBL	Studi kuasi-eksperimen yang membandingkan kelompok PBL dengan kelompok pembelajaran konvensional menunjukkan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan baik kemampuan pemecahan masalah matematis maupun kepercayaan diri (self-confidence) siswa.
Anisah, A., & Lastuti, S. (2018) Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif, 9(2), 191–197 Nasional – SINTA 2 (terindeks DOAJ, open access)	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis HOTS untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa. journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano Aspek: KPM, Bahan Ajar	Penelitian pengembangan ini menghasilkan bahan ajar berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) yang terbukti valid dan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa.
Murni, V., Sariyasa, & Ardana, I. M. (2017) Journal of Physics: Conference Series, 895(1), 012049 Internasional Bereputasi – Scopus	GeoGebra Assist Discovery Learning Model for Problem Solving Ability and Attitude toward Mathematics. doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012049 Aspek: KPM, GeoGebra	Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa model Discovery Learning berbantuan GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis serta sikap positif siswa terhadap matematika dibandingkan pembelajaran konvensional.
Kurniawan, A., Masjudin, Yuntawati, Juliangkary, E., Permata, R. A., Syahrir, & Muzaki, A. (2026) Jurnal Elemen, 12(1), 308–329 Nasional – SINTA 2 (terindeks DOAJ, open access)	The Development of GeoGebra in Problem-Based Learning to Enhance Students' Mathematical Critical Thinking Skills. doi.org/10.29408/jel.v12i1.33246 Aspek: GeoGebra, PBL	Penelitian pengembangan ini menghasilkan perangkat GeoGebra yang dipadukan langsung dengan sintaks model PBL, dan terbukti valid, praktis, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
Salsabila, Y., Lubis, N. A., & Ammamiarihta (2026) Relevan: Jurnal Pendidikan Matematika, 6(1) Nasional (belum terverifikasi status akreditasi)	Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan GeoGebra terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. ejournal.yana.or.id/index.php/relevan/article/view/17	Studi kuasi-eksperimen terhadap 64 siswa kelas XI SMA Negeri 1 Medang Deras (32 kelompok eksperimen, 32 kelompok kontrol) menunjukkan bahwa penerapan PBL berbantuan GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dengan N-Gain kelompok eksperimen 0,515 berbanding kelompok

Penulis, Tahun, Jurnal dan Status	Judul, Akses, Aspek	Link dan Temuan Utama
SINTA)	02 Aspek: KPM, PBL, GeoGebra	kontrol 0,309 (t hitung 3,97 > t tabel 2,00).
Sutrisno, S., Zuliyawati, N., & Setyawati, R. D. (2020) Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang, 4(1) Nasional – SINTA 3 (terindeks DOAJ, open access)	Efektivitas Model Pembelajaran Problem-Based Learning dan Think Pair Share Berbantuan GeoGebra terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i1.930 Aspek: KPM, PBL, GeoGebra	Penelitian eksperimen ini membandingkan model PBL dan Think Pair Share, yang sama-sama berbantuan GeoGebra, terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Hasilnya menunjukkan kedua model menghasilkan capaian yang setara dan sama-sama lebih unggul dibanding pembelajaran konvensional; ditemukan pula bahwa keaktifan belajar siswa berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah, dan kedua model berhasil mencapai ketuntasan klasikal.

B. Sintesis Temuan: Efektivitas Bahan Ajar PBL berbantuan GeoGebra

Analisis terhadap 15 artikel *eligible* menghasilkan empat temuan utama yang saling melengkapi dalam menjelaskan efektivitas integrasi PBL dan GeoGebra dalam bahan ajar matematika.

1) Efektivitas dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah

(Salsabila & Ainun Lubis, 2026) melaporkan *N-Gain* sebesar 0,515 pada kelompok eksperimen PBL-GeoGebra dibandingkan 0,309 pada kelompok kontrol, dengan selisih signifikan (t hitung 3,97 > t tabel 2,00). Ini membuktikan bahwa terdapat peningkatan kategori sedang ($0,30 < N - gain < 0,70$) pada kelas eksperimen dalam kemampuan pemecahan masalah. Temuan ini diperkuat oleh (Sutrisno et al., 2020) yang menunjukkan bahwa PBL berbantuan GeoGebra menghasilkan kemampuan pemecahan masalah yang setara dengan *Think Pair Share* berbantuan GeoGebra, dan keduanya secara signifikan lebih baik daripada pembelajaran konvensional. (Hidayatsyah, 2021) menyediakan bukti eksperimental tambahan mengenai kontribusi integrasi PBL dan GeoGebra terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. Penelitian kuasi-eksperimen ini membandingkan siswa kelas VII yang diajar melalui PBL berbantuan GeoGebra dengan siswa yang diajar melalui pembelajaran langsung berbantuan GeoGebra. Hasil analisis kovarians menunjukkan pengaruh yang signifikan ($F^* = 52,19 > F$ tabel = 3,99 pada $\alpha = 5\%$), dengan konstanta regresi kelompok PBL (43,31) lebih tinggi dibandingkan kelompok pembandingan (37,96). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa melalui model PBL berbantuan GeoGebra dengan pembelajaran langsung memperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis yang signifikan antara siswa yang diajar melalui model PBL berbantuan GeoGebra dan siswa yang diajar dengan model pembelajaran langsung berbantuan GeoGebra. Temuan ini memperkuat

polageo yang juga dilaporkan (Sutrisno et al., 2020) dan (Salsabila & Ainun Lubis, 2026): pada ketiga penelitian yang mengintegrasikan PBL dan GeoGebra, arah pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis konsisten positif, meski instrumen dan metode analisisnya berbeda.

(Widyastuti & Airlanda, 2021) melalui meta-analisis terhadap 20 artikel sejenis menghitung *effect size* (Cohen's *d*) sebesar 1,009, yang tergolong "berpengaruh sangat besar"; mengonfirmasi bahwa PBL memiliki dampak pedagogis yang substansial terhadap kemampuan pemecahan masalah. (Hendriana et al., 2018) dalam jurnal bereputasi Scopus (Q2) lebih lanjut menunjukkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, tetapi juga secara simultan meningkatkan kepercayaan diri (*self-confidence*) siswa, yang merupakan aspek afektif penting dalam pembelajaran matematika.

(Kodariyati et al., 2016) mengonfirmasi temuan ini pada level sekolah dasar, di mana PBL berpengaruh signifikan terhadap kemampuan komunikasi dan pemecahan masalah matematika siswa kelas V SD. (Islahiyah et al., 2021) melalui R&D model ADDIE menghasilkan e-modul berbasis PBL yang dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA. (Anisah & Sri Lastuti, 2018) juga menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) valid dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa.

2) Peran GeoGebra dalam Menurunkan Beban Kognitif

Fitur visualisasi dinamis dan manipulasi objek langsung (*dragging feature*) pada GeoGebra secara konsisten dilaporkan mampu menurunkan cognitive load siswa, khususnya pada materi tiga dimensi. (Herman et al., 2023) menunjukkan bahwa integrasi Augmented Reality (AR) pada GeoGebra memungkinkan siswa melihat bangun ruang dari berbagai sudut pandang, sehingga representasi mental spasial terbentuk lebih kuat. (Serlina et al., 2020) menambahkan bahwa animasi dan gerakan manipulatif pada GeoGebra memberikan umpan balik visual langsung yang memperkuat pemahaman konsep geometri, dengan validasi ahli materi mencapai 86,81% dan ahli media 86,25%.

(Chania Sari et al., 2019) menemukan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra memberikan dampak positif signifikan pada siswa SMP, karena GeoGebra memberikan suasana baru dan hal menarik dalam pembelajaran sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. (Murni et al., 2017) dalam jurnal terindeks Scopus membuktikan bahwa model Discovery Learning berbantuan GeoGebra meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis dan sikap positif siswa terhadap

matematika secara signifikan dibanding pembelajaran konvensional.

(Kurniawan et al., 2026) lebih lanjut mengembangkan perangkat GeoGebra yang diintegrasikan langsung ke dalam sintaks model PBL, yang terbukti valid, praktis, serta efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. (Octariani & Halimah Rambe, 2018) melalui penelitian pengembangan model 3D (define, design, development) menghasilkan bahan ajar berbantuan GeoGebra dengan model Project Based Learning (PjBL) untuk siswa SMA yang layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran, menegaskan bahwa integrasi GeoGebra dalam bahan ajar memberikan nilai tambah pedagogis yang signifikan.

3) Penguatan Indikator Pemecahan Masalah Polya

Sintaks PBL yang terdiri atas lima fase: (1) orientasi masalah, (2) organisasi belajar, (3) penyelidikan, (4) pengembangan karya, dan (5) evaluasi (Kodariyati et al., 2016) terbukti secara sistematis memperkuat keempat indikator pemecahan masalah Polya: memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali. Fase orientasi masalah memperkuat tahap *memahami masalah*, fase penyelidikan memperkuat *merencanakan dan melaksanakan rencana*, sedangkan fase evaluasi memperkuat *memeriksa kembali*.

(Zainal, 2022) dalam kajian pustakanya memaparkan bahwa sintaks PBL secara eksplisit memuat tahapan-tahapan yang sejalan dengan indikator Polya, sehingga siswa terlatih untuk menyelesaikan masalah secara sistematis. (Hendriana et al., 2018) mengindikasikan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, tetapi juga kepercayaan diri siswa; indikator bahwa siswa telah menguasai proses pemecahan masalah secara utuh, bukan sekadar prosedural. (Sutrisno et al., 2020) menambahkan bahwa keaktifan siswa dalam belajar berpengaruh nyata terhadap kemampuan pemecahan masalah, yang mengindikasikan bahwa sintaks PBL berhasil mendorong keterlibatan kognitif siswa dalam setiap tahapan pemecahan masalah.

4) Tantangan Implementasi

Meskipun efektif, beberapa artikel mengidentifikasi tantangan implementasi yang perlu diantisipasi. (Kusuma & Utami, 2017) mengungkapkan bahwa masih banyak siswa di Indonesia yang belum memiliki akses terhadap komputer atau laptop, sehingga pemanfaatan GeoGebra menjadi kurang optimal. Selain itu, banyak sekolah di Indonesia yang belum dilengkapi dengan laboratorium komputer, sehingga penerapan GeoGebra tidak memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan aktivitas siswa dalam mengeksplorasi dan bereksperimen dengan konsep geometri.

Temuan ini menggarisbawahi bahwa efektivitas bahan ajar PBL-GeoGebra sangat bergantung pada kesiapan ekosistem pembelajaran, meliputi: (a) keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah, terutama di daerah 3T; (b) kebutuhan pelatihan guru dalam mengoperasikan GeoGebra; dan (c) resistensi siswa terhadap pembelajaran yang menuntut kemandirian tinggi. (Zainal, 2022) juga mencatat bahwa mengubah gaya mengajar bisa menjadi kendala yang akan dialami guru, dan PBL membutuhkan materi yang kaya dan penyelidikan yang tidak selalu tersedia di semua kelas.

Namun demikian, tren penelitian sejak 2023 menunjukkan bahwa integrasi *Augmented Reality* (AR) dan *mobile learning* dengan GeoGebra mulai mengatasi sebagian tantangan infrastruktur, karena GeoGebra kini dapat diakses melalui perangkat seluler (Herman et al., 2023; Kurniawan et al., 2026). Hal ini merefleksikan pergeseran paradigma dari pembelajaran berbasis laboratorium komputer menuju pembelajaran *ubiquiter* yang fleksibel.

Namun, beberapa keterbatasan perlu dicatat. *Pertama*, tidak ada satu pun artikel yang mencakup keempat aspek sekaligus, seluruh 15 artikel hanya memenuhi sekurang-kurangnya dua aspek dan paling banyak tiga aspek sesuai kriteria inklusi minimal. *Kedua*, tidak terdapat artikel yang melakukan uji pemeliharaan (*maintenance test*), sehingga efek jangka panjang intervensi belum terverifikasi. *Ketiga*, seluruh penelitian masih dalam konteks Indonesia, sehingga generalisasi lintas budaya terbatas. *Keempat*, belum ada studi yang secara eksplisit menguji efektivitas bahan ajar PBL-GeoGebra pada siswa berkebutuhan khusus, meskipun potensi GeoGebra untuk pendidikan inklusif sangat menjanjikan.

Berdasarkan sintesis ini, beberapa implikasi dan arahan penelitian selanjutnya dapat dirumuskan: (1) penelitian longitudinal diperlukan untuk menguji efek pemeliharaan (*maintenance effect*) bahan ajar PBL-GeoGebra dalam jangka waktu 3-6 bulan; (2) pengembangan bahan ajar adaptif berbasis GeoGebra yang dapat disesuaikan dengan karakteristik kognitif siswa, termasuk siswa berkebutuhan khusus; (3) eksplorasi integrasi AI (*Artificial Intelligence*) dengan GeoGebra untuk menyediakan umpan balik adaptif secara *real-time*; (4) studi komparatif lintas budaya untuk menguji generalisabilitas temuan di konteks negara berkembang lainnya; dan (5) pengembangan bahan ajar PBL-GeoGebra untuk materi non-geometri, seperti aljabar dan kalkulus, yang juga memiliki konsep abstrak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan telaah sistematis terhadap 15 artikel penelitian yang terbit pada rentang waktu 2016-2026, dapat disimpulkan bahwa integrasi model *Problem Based Learning* (PBL) dengan bahan ajar berbantuan GeoGebra merupakan inovasi pedagogis yang efektif dalam meningkatkan kemampuan

pemecahan masalah matematis siswa. Efektivitas ini didorong oleh tiga mekanisme utama: (1) fitur visualisasi dinamis GeoGebra yang menurunkan beban kognitif pada materi abstrak seperti dimensi tiga; (2) sintaks PBL yang secara sistematis memperkuat keempat indikator pemecahan masalah Polya; dan (3) terdapat sinergi antara pendekatan konstruktivis PBL dengan teknologi interaktif GeoGebra serta penggunaan bahan ajar.

Tren penelitian menunjukkan peningkatan signifikan sejak 2021, ditandai dengan integrasi *Augmented Reality* dan *mobile learning*. Namun, keterbatasan infrastruktur teknologi dan kesiapan guru masih menjadi tantangan implementasi. Kontribusi teoretis telaahan ini terletak pada penyediaan peta pengetahuan komprehensif yang dapat menjadi rujukan bagi peneliti, praktisi, dan pemangku kebijakan dalam mengembangkan pembelajaran matematika yang inovatif dan berbasis pada bukti ilmiah.

Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk berfokus pada: (1) pengembangan bahan ajar matematika yang mengintegrasikan keempat aspek secara simultan (PBL, bahan ajar, GeoGebra, dan kemampuan pemecahan masalah matematis) yang belum ada sebelumnya; (2) studi longitudinal untuk menguji efek pemeliharaan bahan ajar PBL-GeoGebra dalam jangka waktu 3-6 bulan; (3) pengembangan bahan ajar adaptif untuk siswa berkebutuhan khusus; (4) eksplorasi integrasi AI dengan GeoGebra untuk menyediakan umpan balik adaptif secara *real-time*; (5) studi komparatif lintas budaya untuk menguji generalisabilitas temuan di konteks negara berkembang lainnya; dan (6) pengembangan bahan ajar PBL-GeoGebra untuk materi non-geometri, seperti aljabar dan kalkulus, yang juga memiliki konsep abstrak. Guru dan praktisi pendidikan disarankan untuk memanfaatkan integrasi PBL-GeoGebra sebagai alternatif pedagogis yang efektif, dengan memperhatikan kesiapan infrastruktur dan pelatihan guru.

5. REFERENSI

- Anggraeni, E. D., & Rachmani Dewi, N. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbantuan GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Model Pembelajaran Preprospec Berbantuan TIK pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 179–188. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Anisah, & Sri Lastuti. (2018). Pengembangan Bahan Ajar berbasis HOTS untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 9(2), 191–197.
- Chania Sari, P., Devi Eriani, N., Audina, T., Setiawan, W., Siliwangi, I., & Terusan

- Jenderal Sudirman, J. (2019). Pengaruh Pembelajaran Berbantuan GeoGebra Terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa SMP. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*.
- Hendriana, H., Johanto, T., Sumarmo, U., Siliwangi Bandung, I., Terusan Jenderal Sudirman, J., Negeri, S., Jatigede, K., & Pakenjeng Kab Garut, J. (2018). The Role Of Problem-Based Learning To Improve Students' Mathematical Problem-Solving Ability And Self Confidence. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 291–300.
- Herman, Zalukhu, A., Berkat Tabah Hulu, D., Surya Astuti Zebua, N., Manik, E., & Situmorang, A. S. (2023). Augmented Reality (AR) pada GeoGebra Meningkatkan Kemampuan Spasial dan Pemecahan Masalah Matematis pada Materi Dimensi Tiga. *Journal on Education*, 05(03), 6032–6039.
- Hidayatsyah. (2021). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Menggunakan Model Problem Based Learning Berbantuan GeoGebra. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(01), 458–470.
- Islahiyah, I., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021). Pengembangan E-Modul Dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2107–2118.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.3908>
- Kodariyati, L., Astuti, B., PGRI Metro Lampung, S., Banjarrejo, J., & Batanghari Kec Lampung Timur, B. (2016). Pengaruh Model Pbl Terhadap Kemampuan Komunikasi Dan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas V SD. *Jurnal Prima Edukasia*, 4(1), 93–106.
- Kurniawan, A., Masjudin, Yuntawati, Juliangkary, E., Permata, R. A., Syahrir, & Muzaki, A. (2026). The Development of GeoGebra in problem-based learning to enhance students' mathematical critical thinking skills. *Jurnal Elemen*, 12(1), 308–329.
<https://doi.org/10.29408/jel.v12i1.33246>
- Kusuma, A. B., & Utami, A. (2017). *Penggunaan Program GeoGebra dan Casyopee dalam Pembelajaran Geometri Ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa*. 1, 119–131.
<https://doi.org/10.26486/mercumatika.v1i2.259>
- Mahiroh, N., Kurniawan, S., & Erwanto, H. (2018). Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Materi Bangun Ruang.
- Murni, V., Sariyasa, S., & Ardana, I. M. (2017). GeoGebra Assist Discovery Learning Model for Problem Solving Ability and Attitude toward Mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012049>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Octariani, D., & Halimah Rambe, I. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Project Based Learning Berbantuan Software GeoGebra. In *Journal of Mathematics Education and Science: ISSN* (Number 1). Oktober.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Note: Indonesia*.
https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Salsabila, Y., & Ainun Lubis, N. (2026). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan GeoGebra Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. *Relevan: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1).
- Serlina, Rahmatudin, J., & Lusiyana, D. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan GeoGebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Didactical Mathematics*, 2(2), 10.
<https://doi.org/10.31949/dmj.v2i2.2074>
- Simatupang, R., & Napitupulu, E. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dan Self-Efficacy Siswa Pada Pembelajaran Problem Based Learning. *PARADIKMA JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, 13(1).
- Sutrisno, S., Zuliyawati, N., & Setyawati, R. D. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Problem-Based Learning dan Think Pair Share Berbantuan GeoGebra Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 4(1), 1.
<https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i1.930>
- Widyastuti, R. T., & Airlanda, G. S. (2021). Efektivitas Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1120–1129.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.896>
- Zainal, N. F. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2650>