

Pemanfaatan Alat Peraga Matematika Materi Geometri untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual dan Spasial Siswa melalui *Augmented Reality* : Tinjauan Literatur Sistematis

M. Salim¹, Siti Lailiyah²

^{1,2} Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jl. A. Yani No. 117, Wonocolo, Surabaya, Jawa timur, Indonesia
E-mail: ¹salim241201@gmail.com*, ²lailiyah@uinisa.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRACT

This research is motivated by the need to utilize augmented reality (AR) technology as a concrete virtual manipulative media to help students understand abstract concepts or conceptual and spatial abilities in geometry material, while systematic studies that integratedly examine both abilities are still limited. This study aims to systematically analyze the results of research on the use of AR in geometry learning that focuses on strengthening students' conceptual understanding and spatial abilities. This study uses the Systematic Literature Review (SLR) method with PRISMA guidelines for scientific articles obtained through Harzing's Publish or Perish 8 from the Scopus and Google Scholar databases published in 2020–2025, which are selected based on a combination of keywords related to "AR" "mathematics" "geometry" "conceptual understanding" "spatial abilities" "students", and selected through inclusion-exclusion criteria until 9 articles are filtered. The results of the study indicate that AR, which has been widely studied at the junior high school level using a quantitative approach and several R&D studies, consistently shows effectiveness in improving conceptual understanding of geometry and spatial abilities (spatial visualization, mental rotation, and understanding of geometric shapes), while also encouraging students' motivation, interest, and positive attitudes towards geometry. It can be concluded that AR has great potential as a geometry learning medium to develop conceptual and spatial abilities simultaneously, but further research is still needed, especially at the elementary school level, with a more systematic, integrative learning design and involving a wider range of subjects.

Keywords: *Augmented Reality, Mathematics Teaching Aids, Conceptual Ability, Spatial Ability*

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perlunya pemanfaatan teknologi *augmented reality* (AR) sebagai media manipulatif virtual konkret untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak atau kemampuan konseptual dan kemampuan spasial pada materi geometri, sementara kajian sistematis yang secara terpadu menelaah kedua kemampuan tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara sistematis hasil-hasil penelitian mengenai pemanfaatan AR dalam pembelajaran geometri yang berfokus pada penguatan pemahaman konseptual dan kemampuan spasial siswa. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pedoman PRISMA terhadap artikel ilmiah yang diperoleh melalui *Harzing's Publish or Perish 8* dari database Scopus dan Google Scholar yang publish tahun 2020–2025, yang dipilih berdasarkan kombinasi kata kunci terkait "AR" "matematika" "geometri" "pemahaman konseptual" "kemampuan spasial" "siswa", serta diseleksi melalui kriteria inklusi – eksklusi hingga tersaring 9 artikel. Hasil telaah menunjukkan bahwa AR, yang banyak dikaji pada jenjang SMP dengan pendekatan kuantitatif dan beberapa studi R&D, secara konsisten hasil menunjukkan efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual geometri dan kemampuan spasial (visualisasi ruang, rotasi mental, dan pemahaman bangun ruang), sekaligus mendorong motivasi, minat, dan sikap positif siswa terhadap geometri. dapat ditarik kesimpulan bahwa AR memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran geometri untuk mengembangkan kemampuan konseptual dan spasial secara simultan, namun masih diperlukan penelitian lanjutan, khususnya di jenjang sekolah dasar, dengan desain pembelajaran yang lebih sistematis, integratif, dan melibatkan subjek yang lebih luas.

Kata kunci: *Augmented Reality, Alat Peraga Matematika, Kemampuan Konseptual, Kemampuan Spasial*

Dikirim: Juli 2025; Diterima: Agustus 2025; Dipublikasikan: September 2025

Cara sitasi: Salim M & Lailiyah S. (2025). Pemanfaatan Alat Peraga Matematika Materi Geometri untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual dan Spasial Siswa melalui *Augmented Reality* : Tinjauan Literatur Sistematis. Teorema: Teori dan Riset Matematika, 10(2). 281-292. DOI: <https://dx.doi.org/10.25157/teorema.v10i2.22344>

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



PENDAHULUAN

Pendidikan memainkan peran penting dalam pembangunan suatu bangsa. Seiring perkembangan dan kemajuan teknologi, pendidikan harus beradaptasi agar dapat mengimbangnya. (Prasetyo, 2024). Teknologi memainkan peran penting dalam pendidikan dengan memfasilitasi interaksi antara guru dan siswa dalam kegiatan belajar mengajar. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan teknologi untuk menciptakan media pembelajaran interaktif yang dapat diakses kapan saja (Mardian et al., 2023). Dalam konteks ini, *Augmented Reality* (AR) muncul sebagai teknologi yang menjanjikan serta berpotensi menciptakan pembelajaran interaktif (Indahsari & Sumirat, 2023). *Augmented reality* telah mengubah cara kita mempelajari sesuatu dengan menyediakan pengalaman digital yang mendalam, lingkungan interaktif, simulasi, dan elemen interaktif (Al-Ansi et al., 2023). AR menawarkan cara baru dalam menyampaikan pengetahuan dan membentuk kembali cara siswa berinteraksi dengan lingkungan belajar (Nurjasriati et al., 2024). AR bertujuan untuk mengintegrasikan dan memperluas lingkungan fisik pengguna secara digital dengan menambahkan lapisan informasi digital. (Arena et al., 2022). Penggunaan AR sangat membantu, terutama dalam memperkenalkan konsep-konsep abstrak kepada peserta didik (Nadzri et al., 2023).

konsep abstrak dalam matematika salah satunya berkaitan dengan materi geometri, membutuhkan pemahaman dan penalaran tingkat tinggi serta terbukti masih banyak siswa mengalami kesulitan dengan geometri. (Hanan & Alim, 2023, Nasution, 2017). Konsep-konsep geometri, seperti bangun datar dan bangun ruang, membutuhkan keterampilan visualisasi yang baik. Siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk, memahami hubungan antarbentuk, dan menerapkan konsep-konsep geometri dalam kehidupan sehari-hari. (Abidah et al., 2025). Geometri merupakan cabang matematika yang familiar bagi siswa. Karena hampir semua objek visual di sekitar mereka bersifat geometris, guru harus memilih alat bantu yang dapat mengilustrasikan konsep-konsep abstrak geometri secara efektif (Andriliani et al., 2022).

Alat peraga matematika adalah objek konkret yang dirancang untuk membantu mengembangkan konsep dan prinsip matematika (Sagita & Kania, 2019). *Augmented reality* (AR) merupakan alat visualisasi yang tepat untuk konsep geometri abstrak, yang menggabungkan objek virtual dua atau tiga dimensi dengan dunia nyata secara *real-time* (Sari et al., 2022). AR telah terbukti dapat meningkatkan pencapaian belajar siswa, terutama dalam geometri, mata pelajaran yang sebelumnya sulit dipahami siswa (Yuniarti et al., 2024). Demitriadou (2020) menemukan melalui penelitiannya bahwa AR memiliki dampak yang lebih besar terhadap pembelajaran dan pemahaman konsep matematika siswa dibandingkan metode pengajaran tradisional. AR memiliki potensi besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan. AR dapat menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital, sehingga memungkinkan interaksi *real-time* yang menarik bagi siswa (Ngitung et al., 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan kemampuan teknologi *augmented reality* (AR) untuk meningkatkan hasil belajar (Hadi & Zahrani, 2024) pemahaman konseptual (Asna Khoirina & Zuanita Adriyani, 2024) keterampilan berpikir kritis (Woromurt & Sriyanto, 2025) minat belajar siswa (Pratiwi et al., 2024). Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan keunggulan AR, masih kurangnya penelitian sistematis yang mengkaji bagaimana AR dapat secara bersamaan meningkatkan kemampuan konseptual dan spasial siswa. Hal ini mengakibatkan kurangnya pemahaman yang komprehensif tentang cara menggunakan AR untuk membangun kedua kemampuan tersebut dalam konteks pembelajaran nyata. Selain itu, penelitian terbatas pada area tertentu dan tidak mempertimbangkan konteks pembelajaran yang lebih beragam.

Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan penelitian ini adalah menganalisis secara sistematis berbagai temuan penelitian tentang pemanfaatan *augmented reality* (AR) untuk meningkatkan kemampuan konseptual dan spasial siswa. Dengan mencapai tujuan ini, penelitian ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya. Selain itu, hasil penelitian ini akan menjadi referensi bagi penelitian mendatang dan praktik pemanfaatan AR yang lebih luas di lingkungan pendidikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis dengan mengadopsi pedoman SLR *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). Penelitian ini mengkaji penggunaan alat bantu ajar matematika dalam geometri melalui *Augmented reality* (AR) untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan spasial siswa. Metode tinjauan pustaka sistematis dipilih karena paling tepat untuk identifikasi, klasifikasi, dan analisis melalui pendekatan sistematis dan seleksi yang ketat.

Sumber data terdiri dari artikel ilmiah yang diperoleh dari penelusuran pustaka menggunakan basis data *Harzing's Publish or Perish* 8 (PoP). Basis data ini diambil dari database Scopus dan Google Scholar yang publish tahun tahun 2020 hingga 2025. Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kata kunci penelusuran dari database

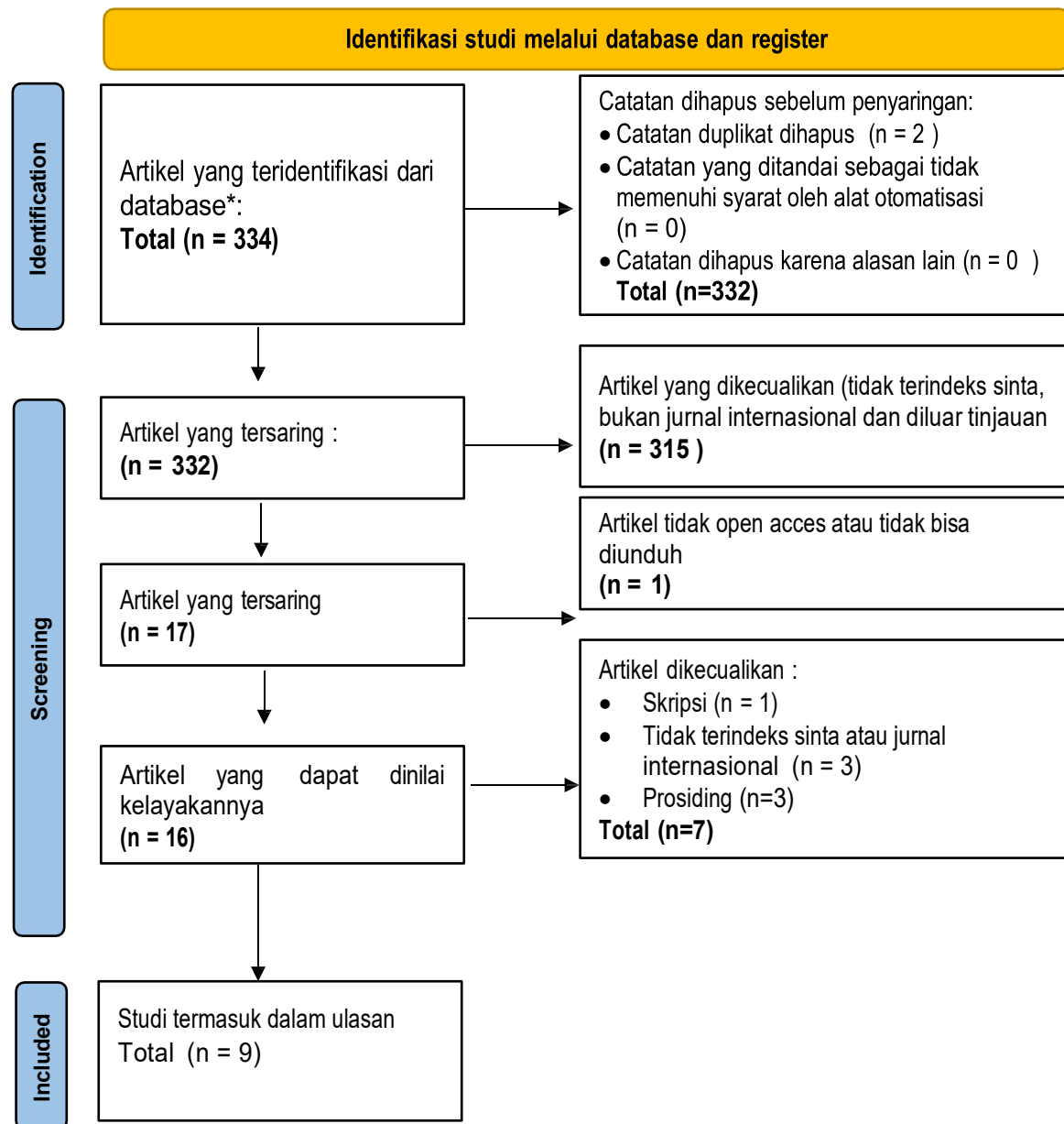
Scopus	"Augmented Reality" AND "mathematics" AND "geometry" AND "conceptual understanding" AND "spatial ability" AND "students"
Sinta	"Augmented Reality" "mathematics" "geometry" "conceptual understanding" "spatial ability" "students" "Augmented reality" "matematika" "geometri" "pemahaman konseptual" "kemampuan spasial" "siswa"

Proses pemilihan artikel melibatkan kriteria inklusi dan eksklusi yang berfungsi untuk menentukan subjek atau objek yang dapat menjadi bagian dari sampel penelitian (Maesaroh et al., 2024). Tabel 2 menguraikan kriteria inklusi dan eksklusi yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Tabel Kriteria pengambilan dan pengecualian artikel

Kriteria	Kriteria inklusi	Kriteria eksklusi
Tahun publish	Artikel yang publish pada tahun 2020-2025	Artikel yang dipublish sebelum 2020
Jenis sumber	Jurnal terindeks scopus atau sinta 1-6	Jurnal tidak terindeks scopus, sinta atau selain indeksasi dari hal tersebut
Metode	Menggunakan metode kuantitatif, kualitatif dan pengembangan	Menggunakan metode SLR atau metode lainnya
Subjek penelitian	Fokus peserta didik atau satuan Pendidikan SD, SMP, SMA,	Fokus peserta didik diperguruan tinggi dan lainnya
Hasil penelitian	Temuan terkait hasil belajar konseptual dan spasial	Temuan di luar pembahasan hasil belajar konseptual dan spasial
Bahasa	Artikel yang menggunakan Bahasa inggris dan indonesia	Artikel yang menggunakan selain Bahasa inggris dan Indonesia
Akses	Artikel dapat diakses penuh (fulltext)	Artikel yang hanya menampilkan sebagian halaman (tidak lengkap) atau tidak dapat diunduh

Pendekatan PRISMA merupakan metode penelitian yang terbagi dalam beberapa langkah dalam pencariannya, yaitu *identification*, *screening* dan *included*. Sebagaimana gambar 1. *Flowchart* PRISMA.



Gambar 1. Flowchart PRISMA

Berpedoman pada alur PRISMA 2020, proses telaah sistematis ini diawali dengan tahap identifikasi, di mana peneliti menghimpun artikel dari database yang digunakan oleh peneliti. Pada tahap tersebut, diperoleh 334 artikel dari database Scopus dan Google Scholar yang kemudian dihimpun sebagai rekaman awal sebelum proses seleksi lebih lanjut. Sesuai prinsip PRISMA, seluruh rekaman hasil pencarian selanjutnya diperiksa untuk menghapus artikel yang sama (Duplikat), sehingga pada penelitian ini ditemukan 2 artikel yang dikategorikan sebagai duplikat dan harus dikeluarkan. Setelah proses penghapusan duplikasi ini, tersisa 332 artikel yang dinyatakan siap untuk memasuki tahap screening sebagaimana digambarkan dalam *flowchart* PRISMA 2020.

Pada tahap screening, sebanyak 315 artikel dianggap tidak relevan sehingga menyisakan 17 artikel. kemudian, lebih lanjut dilakukan pengecekan akses untuk mendapatkan temuan yang layak diakses secara penuh. Hasilnya, terdapat 1 artikel tidak berhasil diperoleh dikarenakan tidak bisa diakses. Dengan demikian, hanya 16 artikel yang tersedia untuk kesesi penilaian kelayakan (*eligibility*). Dari hasil evaluasi kelayakan dari 16 laporan, 7 artikel dibuang karena dianggap tidak

memenuhi kriteria. Dengan 1 artikel berupa skripsi, 3 artikel tidak terindeks sinta maupun jurnal internasional, 3 artikel merupakan prosiding sehingga tersisa 9 artikel terpilih (*included*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil utama dari tinjauan pustaka sistematis yang diperoleh setelah proses identifikasi, *screening*, dan seleksi artikel selesai dilakukan. Pada tahap ini, pemaparan difokuskan pada 9 artikel terpilih yang paling relevan dengan fokus kajian, meliputi karakteristik penelitian, temuan pokok, serta kecenderungannya terhadap topik yang diteliti. Sebelum menguraikan temuan utama, terlebih dahulu peneliti ingin menyajikan ringkasan artikel yang lolos seleksi dan terpilih melalui tabel. Penyajian tabel ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai konteks penelitian, fokus kajian, serta sebaran sumber publikasi yang menjadi dasar analisis sistematis dalam penelitian ini. Dengan demikian, menjadi gambaran dan dapat memahami profil data secara utuh sebelum menelaah hasil terkait kemampuan konseptual dan spasial siswa.

Pada tabel 1 akan diuraikan terkait artikel yang lolos seleksi dan terpilih dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 1. Artikel lolos seleksi dan terpilih

No	Penulis	Jurnal	Jenjang	Indeks	Metode	Aspek yang diukur	Hasil penelitian
1	Méndez & Avilés, (2025)	RED. Revista de Educación a Distancia	SMA	Q2	Kuantitatif	kecerdasan spasial	Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan visualisasi dan rotasi spasial pada kelompok eksperimen, serta peningkatan motivasi dan minat siswa. AR memfasilitasi interaksi dan pemahaman konsep geometri yang kompleks,
2	Saputra, (2025)	International Journal of Ethno-Sciences and Education Research	SMP	Sinta 5	Kuantitatif	Motivasi dan kemampuan spasial	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media <i>Augmented Reality</i> (AR) memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan kemampuan spasial dan motivasi belajar siswa pada materi bangunan.
3	Naziha, (2025)	International Journal of Current Science Research and Review	SMP	Internasional	(R&D)	Kemampuan konseptual	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif. Skor validasi instrumen untuk modul ajar adalah 4,47, untuk LKPD (lembar kerja siswa) 4,30, dan untuk pertanyaan pre-tes dan post-tes 4,40, semuanya dikategorikan valid. Kepraktisan ditunjukkan oleh skor observasi keterlaksanaan sebesar 4,47 (kategori tinggi) dan tingkat respons positif

							siswa sebesar 87%. Efektivitas modul dibuktikan dengan persentase penguasaan klasikal sebesar 80,9% dan skor N-Gain sebesar 0,7 (kategori sedang)
4	Nadzeri, (2024)	International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)	SD	Q3	Kuantitatif	Kemampuan Spasial	Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi AR dapat meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa, terbukti melalui perbedaan signifikan skor rata-rata pre-tes dan post-tes.
5	Winarni, (2023)	AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika	SMP	Sinta 2	(R&D)	Kemampuan spasial	Hasil penelitian diperoleh: 1) rata-rata kevalidan buku saku 85,78 % (sangat valid), 2) rata-rata kepraktisan buku saku 85,74% (sangat praktis), 3) keefektifan buku saku dari rata-rata lembar observasi aktivitas siswa pada uji lapangan 82,21%, dari ketuntasan tes hasil belajar 81,57% (sangat efektif) dan tes kemampuan spasial diperoleh 12 siswa berkemampuan spasial sedang dan 26 siswa berkemampuan spasial tinggi. N-Gain diperoleh 62,6% (cukup efektif).
6	Auliya & Munasih, (2020)	Jurnal Pendidikan Indonesia (JPII)	SMP	Sinta 2	Kuantitatif	Kemampuan konseptual	Penggunaan AR dalam pembelajaran geometri 3D efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa. Hal ini terlihat dari hasil analisis data yang menunjukkan bahwa siswa yang belajar geometri dengan teknologi AR memiliki pemahaman konsep matematika yang lebih baik dibandingkan siswa yang belajar geometri dengan pembelajaran tradisional (menggunakan buku teks).
7	Mandala, (2025)	Infinity Journal	SMP	Q3	(R&D)	Penalaran spasial	Hasil penelitian menunjukkan bahwa GEMBI AR valid sebagai alat pembelajaran geometri. Berdasarkan umpan balik dari guru dan siswa, GEMBI AR praktis untuk tujuan pendidikan karena aplikasinya berdampak positif pada penalaran spasial. Kemampuan penalaran spasial

							siswa juga ditingkatkan dengan membandingkan perbedaan hasil pra-tes dan pasca-tes menggunakan Wilcoxon ($Z = -3,578$, $p = 0,000 < 0,05$). Sementara itu, skor N-Gain sebesar 0,576.
8	Chonchaiya & Srithammaruee, (2025)	ECTI Transactions on Computer and Information Technology	SD	Q4	Kuantitatif	Kemampuan konseptual	Temuan ini menyoroti potensi teknologi AR untuk meningkatkan pembelajaran matematika, terutama dalam membuat konsep geometri abstrak lebih eksplisit dan interaktif. Dengan ditunjukkan Temuan penilaian dengan kuesioner Skala Kegunaan Sistem(SUS)menunjukkan bahwa aplikasi tersebut mencapai skor 78,5, yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi.
9	Lutfi & Kusumastuti, (2024)	Integrasi <i>Augmented Reality</i> berbantuan Geogebra sebagai Media Pembelajaran Interaktif dalam Pembelajaran Materi Bangun Ruang	SD	Sinta 4	Kuantitatif	Kemampuan spasial	Hasil Uji <i>Paired-Sample T Test</i> menunjukkan adanya perbedaan rata-rata hasil belajar siswa pada <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i> yang diamati dari nilai <i>Sig. (2-tailed)</i> sebesar 0,000 yang nilainya kurang dari 0,05. Setelah diamati lebih lanjut pada rata-rata hasil belajar siswa, terdapat peningkatan rata-rata di mana pada <i>Pre Test</i> diperoleh nilai 51.00 sedangkan pada <i>Post Test</i> diperoleh nilai 79.83 Implikasi dari adanya integrasi <i>Augmented Reality</i> berbantuan <i>Geogebra</i> pada media pembelajaran materi bangun ruang adalah siswa terfasilitasi dalam berpikir secara spasial termasuk dalam mengenal objek bangun ruang

Tabel artikel terpilih menunjukkan bahwa tahun publikasi penelitian berkisar dari 2020 hingga 2025, dengan satu artikel terbit pada 2020, satu artikel pada 2023, dua artikel pada 2024, dan lima artikel pada 2025. Rentang tahun ini menggambarkan bahwa kajian tentang pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran geometri merupakan tema yang relatif mutakhir dan semakin banyak diteliti dalam lima tahun terakhir. Dari sisi jenjang pendidikan, penelitian tersebar pada tiga jenjang, yaitu 3 artikel pada jenjang SD, 5 artikel pada jenjang SMP, dan 1 artikel pada jenjang SMA, sehingga tampak bahwa fokus kajian paling banyak dilakukan pada peserta didik SMP, disusul SD, dan relatif sedikit pada SMA.

Ditinjau dari reputasi publikasinya, artikel-artikel tersebut terbit pada jurnal internasional dan nasional dengan rincian 3 artikel di jurnal bereputasi internasional (masing-masing berindeks 1 artikel Q2, 2 artikel Q3, dan 1 artikel Q4) dan 4 artikel di jurnal nasional terindeks Sinta (2 artikel Sinta 2, 1 artikel Sinta 4, dan 1 artikel Sinta 5), sementara 1 artikel berada pada jurnal internasional tanpa terindeks *Quartile*. Metode penelitian yang digunakan didominasi oleh pendekatan kuantitatif dan penelitian pengembangan (R&D), yang menguji keefektifan, kevalidan, dan kepraktisan penggunaan AR dalam meningkatkan kemampuan spasial, kemampuan konseptual, serta motivasi belajar siswa pada materi geometri di ketiga jenjang tersebut.

Bagian ini menyajikan dan menginterpretasikan temuan telaah sistematis terhadap sembilan artikel yang mengkaji pemanfaatan *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran geometri. Fokus pembahasan diarahkan untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu menganalisis bagaimana AR dimanfaatkan dalam pendidikan untuk mengembangkan kemampuan konseptual dan spasial siswa, sekaligus menelaah desain pembelajaran dan dimensi afektif yang menyertainya. **Pemanfaatan AR untuk pengembangan kemampuan konseptual**

Secara umum, artikel-artikel terpilih menggambarkan AR sebagai teknologi yang menghubungkan representasi abstrak geometri (rumus, definisi, gambar 2D) dengan pengalaman belajar yang konkret dan interaktif. Hal ini tampak dalam studi pembelajaran geometri ruang berbasis AR yang menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami hubungan antara unsur bangun, jaring, luas permukaan, dan volume ketika mereka dapat memanipulasi model 3D secara langsung (Auliya & Munasiah, 2020; Nazihah et al., 2025). AR tidak hanya diposisikan sebagai media visual, tetapi dipadukan dengan perangkat lunak geometri dinamis seperti GeoGebra 3D sehingga eksplorasi objek 3D selalu dikaitkan dengan relasi matematis yang mendasarinya (Méndez & Avilés, 2025).

Beberapa penelitian pengembangan menunjukkan bahwa pemanfaatan AR menjadi lebih kuat untuk pengembangan kemampuan konseptual ketika diintegrasikan ke dalam desain pembelajaran berbasis penemuan atau inkuiri, misalnya *Guided Discovery Learning* atau desain modul yang menuntun siswa melalui tahapan stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, verifikasi, dan generalisasi (Nazihah et al., 2025). Dalam desain semacam ini, AR hadir pada tahap eksplorasi dan verifikasi: siswa mengamati pola melalui model 3D, menguji dugaan tentang hubungan dimensi dan hasil perhitungan, lalu menyimpulkan sendiri bentuk umum rumus. Di sejumlah studi lain, AR digunakan pada topik keliling, luas, volume, maupun transformasi geometri untuk mengaitkan konsep formal dengan konteks aplikatif di vokasi dan STEM, sehingga pemahaman konsep tidak terlepas dari situasi penggunaannya (Chonchaiya & Srithammee, 2025; Saputra et al., 2025).

AR dari beberapa artikel cenderung memperbaiki kualitas pemahaman konseptual ketika: (1) memberi kesempatan siswa untuk memanipulasi dan mengamati objek geometri secara aktif, (2) disematkan dalam LKPD atau modul yang terstruktur baik, dan (3) didukung suasana kelas yang mendorong diskusi, argumentasi, dan refleksi atas konsep (Auliya & Munasiah, 2020; Chonchaiya & Srithammee, 2025; Méndez & Avilés, 2025; Nazihah et al., 2025). Beberapa artikel juga melaporkan perubahan sikap dan motivasi yang lebih positif terhadap geometri ketika AR digunakan secara konsisten, yang menjadi landasan afektif penting bagi penguatan skema konsep matematika (Auliya & Munasiah, 2020; Saputra et al., 2025).

Pemanfaatan AR untuk pengembangan kemampuan spasial

Pada sembilan artikel terpilih, AR secara konsisten diposisikan sebagai sarana untuk mengembangkan kemampuan spasial melalui visualisasi dan manipulasi objek geometri tiga dimensi dalam konteks belajar yang lebih nyata dan interaktif. Beberapa artikel mengintegrasikan AR dengan perangkat lunak geometri seperti GeoGebra 3D sehingga siswa dapat memutar, memperbesar, menggeser, dan “membedah” bangun ruang langsung di lingkungan fisik mereka. Pendekatan ini ditujukan untuk menguatkan kemampuan rotasi mental dan visualisasi ruang yang selama ini sulit dilatihkan hanya dengan gambar statis di buku atau papan tulis (Méndez & Avilés, 2025; Nazihah et al., 2025). Artikel lain mengembangkan aplikasi mobile AR dan media MAR berbentuk permainan (game) untuk materi polihedra, di mana fitur-fitur seperti jaring interaktif, animasi rotasi bangun, serta

tugas mengamati bentuk dari berbagai sudut pandang dirancang secara eksplisit untuk melatih *spatial perception*, *mental rotation*, dan *spatial visualization* secara bertahap (Chonchaiya & Srithammee, 2025; Mandala et al., 2025).

Dalam beberapa studi pengembangan media, AR digabungkan dengan buku kerja atau LKPD yang memuat marker atau target gambar; ketika dipindai, marker tersebut memunculkan model bangun ruang yang bisa dimanipulasi siswa. Pendekatan ini membuat aktivitas seperti mengenali unsur bangun, memahami bentuk jaring, dan melihat hubungan antara bentuk 2D dan 3D menjadi lebih mudah diakses dan lebih dekat dengan pengalaman ruang yang sesungguhnya (Auliya & Munasiah, 2020; Mandala et al., 2025). Selain itu, ada artikel yang menempatkan AR dalam konteks vokasi dan STEM, menunjukkan bahwa eksplorasi objek geometri dalam AR membantu siswa memahami ukuran, bentuk, dan orientasi objek yang relevan dengan dunia kerja teknis, sehingga kemampuan spasial terasah bukan hanya pada tingkat abstrak tetapi juga pada aplikasi praktis (Chonchaiya & Srithammee, 2025; Saputra et al., 2025). Di sisi lain, beberapa artikel telaah dan pengembangan AR di kelas matematika menyoroti bahwa keberhasilan pengembangan kemampuan spasial sangat bergantung pada bagaimana fitur AR misalnya rotasi, translasi, jaring, irisan, diorkestrasi dalam tugas-tugas belajar yang menuntut pengamatan, imajinasi ruang, dan penjelasan relasi spasial, bukan sekadar “melihat” objek 3D (Mandala et al., 2025; Méndez & Avilés, 2025; Nazihah et al., 2025).

Dilihat secara keseluruhan, sembilan artikel ini memberi gambaran yang relatif selaras. AR dipandang efektif untuk pengembangan kemampuan spasial ketika digunakan pada konten geometri yang memang menuntut berpikir ruang (bangun ruang, polihedra, volumetri), menawarkan manipulasi objek 3D secara aktif melalui perangkat mobile, dan diintegrasikan ke dalam skenario pembelajaran yang memberi ruang eksplorasi, penemuan, dan refleksi siswa terhadap hubungan - posisi, orientasi, serta perubahan bentuk bangun (Auliya & Munasiah, 2020; Chonchaiya & Srithammee, 2025; Mandala et al., 2025; Méndez & Avilés, 2025; Nazihah et al., 2025). Dengan desain seperti ini, AR berfungsi sebagai laboratorium ruang di kelas yang memungkinkan siswa mengembangkan intuisi spasial dan penalaran geometri secara lebih kaya dibandingkan pendekatan tradisional yang hanya mengandalkan representasi 2D.

Desain pembelajaran AR yang mendukung kemampuan konseptual dan spasial

Artikel-artikel terpilih memberikan gambaran bagaimana desain pembelajaran menentukan sejauh mana AR mampu sekaligus mengembangkan kemampuan konseptual dan spasial siswa. Dalam beberapa studi, AR tidak dipakai sebagai “tambahan visual” yang berdiri sendiri, tetapi diintegrasikan ke dalam alur pembelajaran yang jelas sintaksnya, misalnya melalui pendekatan penemuan terbimbing, modul tematik, atau game edukatif yang berlevel (Auliya & Munasiah, 2020; Mandala et al., 2025; Nazihah et al., 2025). Pada desain seperti ini, AR hadir terutama pada fase eksplorasi dan verifikasi, siswa mengamati dan memanipulasi objek 3D, mengidentifikasi pola, lalu menggeneralisasikan rumus atau hasil temuannya dalam bentuk kesimpulan, sehingga aspek konseptual dan spasial terlatih secara bersamaan.

Beberapa artikel menonjolkan pentingnya penggabungan AR dengan media dan perangkat belajar lain seperti GeoGebra 3D, modul, LKPD berbasis marker, dan lembar aktivitas game. Integrasi ini bertujuan mengarahkan fokus siswa pada tujuan belajar tertentu, bukan hanya pada “keseruan” teknologi (Mandala et al., 2025; Méndez & Avilés, 2025; Nazihah et al., 2025). Misalnya, desain pembelajaran yang meminta siswa memutar bangun di AR sambil mengisi tabel hubungan antara dimensi dan volume akan sekaligus melatih rotasi mental (spasial) dan pemahaman relasi konsep (konseptual).

Selain itu, artikel pengembangan seperti GEMBI AR menunjukkan bahwa desain level dan misi dapat diatur sedemikian rupa sehingga setiap misi menarget kombinasi indikator konseptual dan spasial, mulai dari pengenalan definisi dan unsur bangun, eksplorasi jaring dan bentuk, hingga penerapan luas permukaan dan volume pada bangun gabungan (Mandala et al., 2025). Desain ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial tidak dilatih secara terpisah, tetapi selalu ditempatkan

dalam konteks pemecahan masalah konsep geometri. Demikian pula, modul *Guided Discovery* dengan AR mengombinasikan aktivitas diskusi, penyelidikan dengan AR, dan latihan reflektif, sehingga siswa berpindah secara natural antara “melihat - membayangkan ruang” dan “merumuskan – menjelaskan konsep” (Auliya & Munasiah, 2020; Nazihah et al., 2025). Dengan demikian, sembilan artikel terpilih secara kolektif mengisyaratkan bahwa desain pembelajaran AR yang efektif adalah desain yang: (1) memiliki sintaks eksploratif yang jelas, (2) menggabungkan AR dengan media dan tugas yang terstruktur, dan (3) secara sengaja merancang aktivitas untuk menyeimbangkan latihan kemampuan konseptual dan spasial dalam satu rangkaian pengalaman belajar.

Dimensi afektif dan dukungan motivasional AR

Di luar kemampuan konseptual dan spasial, beberapa artikel juga menunjukkan bahwa penggunaan AR berdampak positif terhadap motivasi (Saputra et al., 2025; Méndez & Avilés, 2025), minat (Méndez & Avilés, 2025), dan sikap siswa (Nazihah et al., 2025) terhadap pembelajaran matematika, khususnya geometri. Siswa melaporkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan, merasa lebih percaya diri ketika berinteraksi dengan materi, serta menilai geometri sebagai topik yang lebih menarik dibandingkan ketika menggunakan media tradisional. Lingkungan belajar yang imersif dan interaktif ini tampak mendorong keterlibatan siswa secara lebih intens, baik dari segi perhatian maupun partisipasi selama pembelajaran.

Hubungan emosional dan motivasional tersebut sangat berperan penting sebagai “penguat” bagi perkembangan kemampuan konseptual dan spasial. Siswa yang termotivasi cenderung lebih tekun mencoba berbagai sudut pandang objek, lebih sabar bereksperimen, dan lebih terbuka untuk merevisi pemahaman awalnya ketika menemukan representasi baru melalui AR. Dengan demikian, peran AR dalam pembelajaran geometri tidak hanya dapat dipahami dari sisi media visual dan manipulatif, tetapi juga sebagai pemicu proses pembelajaran yang positif yang mendukung perkembangan pemahaman konsep dan spasial secara bersamaan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil telaah sistematis ini, bahwa *augmented reality* (AR) secara konsisten efektif sebagai media manipulatif virtual konkret dalam pembelajaran geometri untuk menguatkan pemahaman konseptual dan kemampuan spasial siswa. AR terbukti mendukung pemahaman konseptual melalui visualisasi tiga dimensi dan manipulasi langsung bangun ruang yang membantu siswa menghubungkan berbagai representasi (verbal, simbolik, gambar, dan model 3D) serta menyelesaikan soal berbasis pemahaman konsep secara lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Pada saat yang sama, AR berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan spasial, khususnya visualisasi ruang, rotasi mental, dan pemahaman bentuk tiga dimensi, dengan memposisikan objek geometri sebagai alat peraga virtual yang dapat diamati, diputar, dan dibongkar secara digital. Namun, sebagian besar penelitian belum ada model pembelajaran yang dijelaskan secara eksplisit yang digabungkan dengan pemanfaatan AR. Selain itu pemanfaatan AR didominasi jenjang SMP, serta cenderung mengukur kemampuan konseptual dan spasial secara terpisah dengan subjek penelitian yang terbatas, sehingga hubungan kemampuan konseptual dan spasial dalam konteks pembelajaran AR dan generalisasi temuan masih memerlukan penguatan. Di samping itu, berbagai studi menunjukkan bahwa AR juga memberikan dampak positif terhadap motivasi, minat, dan sikap siswa terhadap geometri, sehingga peran AR tidak hanya kognitif, tetapi juga afektif sebagai pemicu keterlibatan belajar yang mendukung perkembangan kemampuan konseptual dan spasial secara simultan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidah, I., Sari, R., & Zulkarnaen, R. (2025). Meta Analisis: Efektivitas Augmented Reality Terhadap Materi Geometri Sekolah. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2 SE-Articles). <https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i2.3715>
- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Andriliani, L., Amaliyah, A., Putry Prikustini, V., & Daffah, V. (2022). ANALISIS PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA MATERI GEOMETRI. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(7 SE-Articles), 1169–1178. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i7.138>
- Arena, F., Collotta, M., Pau, G., & Termine, F. (2022). An Overview of Augmented Reality. In *Computers* (Vol. 11, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- Asna Khoirina, & Zuanita Adriyani. (2024). Inovasi Pembelajaran Era Digital: Pengembangan Teknologi Augmented Reality di Sekolah Dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(001 Des SE-Articles), 31–42. <https://doi.org/10.58230/27454312.1326>
- Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2020). AUGMENTED REALITY AFFECTS STUDENTS' ATTITUDE AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN LEARNING 3D GEOMETRY. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(2), 203–212.
- Chonchaiya, R., & Srithammee, N. (2025). Augmented Reality as a Tool for Enhancing Geometry Learning and Improving Mathematical Understanding. *ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI-CIT)*, 19(2), 350–363.
- Demitriadou, E., Stavroulia, K.-E., & Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25(1), 381–401.
- Hadi, H., & Zahrani, D. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Geometri Dan Aritmatika Sosial Siswa Kelas V Menggunakan Media Augmented Reality. *Renjana Pendidikan Dasar*, 4(2), 135–141.
- Hanan, M. P., & Alim, J. A. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa Kelas Vi Sekolah Dasar Pada Materi Geometri. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 2(2), 59–66.
- Indahsari, L., & Sumirat, S. (2023). Implementasi teknologi augmented reality dalam pembelajaran interaktif. *Cognoscere: Jurnal Komunikasi Dan Media Pendidikan*, 1(1), 7–11.
- Lutfi, M. K., & Kusumastuti, F. A. (2024). Integrasi Augmented Reality berbantuan Geogebra sebagai Media Pembelajaran Interaktif dalam Pembelajaran Materi Bangun Ruang. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 7(3).
- Maesaroh, S., Andriani, P., & Astuti, A. M. (2024). Studi Systematic Literature Review (SLR): Pembelajaran Matematika Berbasis STEM pada Sekolah Menengah di Indonesia dan Malaysia Tahun 2020-2024. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(3), 2293–2308.
- Mandala, A. S., Anwar, L., Sa'dijah, C., & Zulnaidi, H. (2025). Development of mobile augmented reality-based geometry learning games to facilitate spatial reasoning. *Infinity Journal*, 14(2), 323–348.
- Mardian, Z., Defit, S., & Sumijan, S. (2023). Implementasi augmented reality berbasis android sebagai media pembelajaran matematika dimensi tiga. *Jambura Journal of Informatics*, 5(1), 30–44.
- Méndez, G. M., & Avilés, A. B. L. (2025). Augmented reality and GeoGebra 3D for improving spatial intelligence in teaching volumetric geometry. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 25(82), 4.
- Nadzeri, M. B., Musa, M., & Ismail, I. M. (2024). The Effects of Augmented Reality Geometry Learning Applications on Spatial Visualization Ability for Lower Primary School Pupils. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(16).
- Nadzri, A. Y. N. M., Ayub, A. F. M., & Zulkifli, N. N. (2023). The effect of using augmented reality module in learning geometry on mathematics performance among primary students. *Environment*, 3, 4.

- Nasution, E. Y. P. (2017). Meningkatkan kemampuan spasial siswa melalui pembelajaran geometri berbantuan Cabri 3D. *MATHLINE: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 179–194.
- Nazihah, U., Yudianto, E., Suwito, A., Pambudi, D. S., & Lestari, N. D. S. (2025). Developing of a Teaching Module Based on Guided Discovery Learning Assisted by Augmented Reality (AR) on polyhedra Material for Students' Conceptual Understanding in Phase D. *International Journal of Current Science Research and Review*, 8(7).
- Ngitung, P. A., Laila, R., Anshori, Y., Rinianty, R., & Azhar, R. (2025). IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY (AR) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN BANGUN RUANG BAGI SISWA SEKOLAH DASAR MENGGUNAKAN MARKER BASED TRACKING BERBASIS ANDROID. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 10(3), 2202–2215.
- Nurjasriati, Firman, & Desyandri. (2024). AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DALAM MENGEMBANGKAN PEMAHAMAN MATEMATIKA DI SEKOLAH DASAR. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(04).
- Prasetyo, A. (2024). IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY APPROACH IN INDEPENDENT CURRICULUM DEVELOPMENT IN ELEMENTARY SCHOOL. *Dharmas Education Journal (DE_Journal)*, 5(1 SE-Articles), 32–39. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v5i1.1044>
- Pratiwi, N. W. C., Margunayasa, I. G., & Lasmawan, I. W. (2024). Media Pembelajaran Augmented reality Berbasis Profil Pelajar Pancasila Untuk Meningkatkan Minat Belajar IPA Kelas IV SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 7(1), 110–122.
- Sagita, M., & Kania, N. (2019). Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 570–576.
- Saputra, M. P. A., Hidayana, R. A., & Azahra, A. S. (2025). Utilizing Augmented Reality Media to Enhance Students' Motivation and Spatial Thinking in 3D Geometry Learning. *International Journal of Ethno-Sciences and Education Research*, 5(3), 94–100.
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4 SE-Articles), 209–215. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i4.142>
- Winarni, S., Hanim, M., Kumalasari, A., Marlina, M., & Rohati, R. (2023). Pengembangan Buku Saku Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(4), 3561–3573.
- Woromurt, T. A. G., & Sriyanto, S. (2025). Pemanfaatan Augmented Reality dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Elementary: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(1), 44–54.
- Yuniarti, D. A. F., Abadi, F., Munir, M. S., Fu'adi, A., & Hikmahwan, B. (2024). DGMATH-based Augmented Reality as Learning Media Innovation in the Digital Era. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(3 SE-Articles), 231–241. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v14i3.38470>