

AUGMENTED REALITY (AR) DALAM PEMBELAJARAN GEOMETRI: DAMPAK PADA SPASIAL REASONING SISWA

Sugian Nurwijaya¹, Muhammad Ikhsan Sukaria²

Program Studi Pendidikan Matematika¹, Universitas Pattimura¹

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar¹, Universitas Negeri Makassar²

Sughyb1@gmail.com¹, muhammad.ikhsan@unm.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran geometri terhadap kemampuan *spatial reasoning* siswa. *Spatial reasoning* merupakan kemampuan kognitif penting dalam memahami konsep-konsep geometri, terutama yang berkaitan dengan visualisasi, rotasi, dan transformasi objek dalam ruang tiga dimensi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental, melibatkan dua kelompok siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Watampone yaitu kelas VIII_b dan VIII_c yang dilaksanakan dimulai pada tanggal 3 Februari sampai tanggal 24 Februari 2025. Kelas VIII_b sebagai kelompok eksperimen yang menggunakan media pembelajaran berbasis AR dan kelas VIII_c sebagai kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional masing masing 30 sampel. Instrumen pengumpulan data berupa tes *spatial reasoning* yang dikembangkan berdasarkan indikator visualisasi spasial, orientasi spasial, dan rotasi mental. Hasil analisis data menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara rata-rata skor *spatial reasoning* siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol. Rata-rata skor siswa pada kelas eksperimen sebesar 85,70 sementara pada kelas kontrol sebesar 70,10. Hasil uji-t sampel berpasangan juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan Siswa yang belajar dengan bantuan AR menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dalam kemampuan menginterpretasikan dan memanipulasi objek geometri secara visual dibandingkan dengan siswa yang belajar secara konvensional. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dalam pembelajaran geometri dapat menjadi strategi efektif untuk memperkuat keterampilan spasial siswa.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, pembelajaran geometri, *spatial reasoning*, teknologi pendidikan.

A. Pendahuluan

Pembelajaran geometri, khususnya materi bangun ruang, seringkali menjadi kesulitan siswa karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan visualisasi tiga dimensi (Cromley et al, 2020). Studi internasional seperti PISA 2022 menunjukkan bahwa 38% siswa di Indonesia berada di bawah level kompetensi minimum dalam geometri, dengan kesulitan utama pada pemahaman bangun ruang (OECD, 2022).

Fenomena ini diperoleh oleh keterbatasan media pembelajaran konvensional seperti buku teks dan gambar dua dimensi yang tidak mampu memfasilitasi pembentukan pemahaman konsep mengenai objek tiga dimensi (Cromley et al, 2020).

Pendidikan abad ke-21 dituntut untuk memanfaatkan teknologi dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran. Salah satu inovasi teknologi yang semakin populer adalah Augmented Reality (AR), yang memungkinkan integrasi elemen-elemen virtual dengan dunia nyata dalam bentuk real-time (Azuma, 2018). Teknologi ini telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan, untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan imersif. Dalam konteks pendidikan matematika, khususnya pembelajaran geometri, AR membuka peluang untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep spasial yang kompleks melalui visualisasi dan interaksi langsung dengan objek-objek geometri (Gusteti et al., 2023).

Geometri, sebagai salah satu cabang matematika, memerlukan pemahaman yang kuat terhadap konsep-konsep spasial, seperti bentuk, ukuran, orientasi, dan hubungan antar objek dalam ruang (Miller et al., 2020). Kemampuan ini dikenal sebagai penalaran spasial, yang berperan penting dalam memecahkan masalah matematika, terutama yang berkaitan dengan geometri (O'Reilly et al., 2021). Penalaran spasial adalah keterampilan kognitif yang memungkinkan individu untuk memahami, mengorganisir, dan memanipulasi objek dalam ruang (Hegarty & Waller, 2021). Oleh karena itu, pengembangan kemampuan penalaran spasial sangat penting dalam pendidikan matematika, khususnya bagi siswa yang akan menghadapi tantangan dalam pembelajaran geometri (Subhi et al., 2023).

Meskipun penalaran spasial memiliki peran yang vital, banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep geometri, terutama ketika konsep-konsep tersebut disajikan secara abstrak dan teoritis (Wang et al., 2019). Hal ini dapat menyebabkan penurunan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih interaktif dan visual untuk memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep tersebut. Di sinilah teknologi AR dapat memberikan kontribusi yang signifikan.

AR memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek geometri dalam bentuk tiga dimensi, yang dapat diubah, diputar, dan dilihat dari berbagai sudut pandang (Bujak et al., 2018). Dengan menggunakan perangkat seperti smartphone atau tablet, siswa dapat melihat objek geometri yang sebelumnya sulit untuk dibayangkan, seperti bangun ruang, dalam lingkungan nyata mereka. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan imersif, yang dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep-konsep spasial dan kemampuan penalaran spasial siswa (Wang et al., 2020).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran geometri dapat meningkatkan pemahaman spasial siswa (López et al., 2018). Misalnya, penggunaan aplikasi AR dalam pembelajaran geometri dapat membantu siswa memahami konsep-konsep seperti rotasi, refleksi, dan transformasi geometri dengan cara yang lebih intuitif dan visual. Dengan menggunakan AR, siswa tidak hanya dapat melihat objek-objek geometri, tetapi juga dapat memanipulasinya dalam ruang tiga dimensi, yang secara signifikan meningkatkan kemampuan spasial mereka (Bujak et al., 2018).

Salah satu keuntungan utama dari penggunaan AR dalam pembelajaran geometri adalah kemampuannya untuk mendukung gaya belajar siswa yang berbeda-beda. Beberapa siswa mungkin lebih suka belajar melalui visualisasi, sementara yang lain lebih suka melalui pengalaman langsung atau interaksi (Liu et al., 2021). AR dapat menyediakan berbagai jenis interaksi yang sesuai dengan kebutuhan siswa, yang pada gilirannya dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi mereka dalam pembelajaran. Selain itu, AR memungkinkan siswa untuk belajar dengan cara yang lebih menarik dan menyenangkan, yang dapat meningkatkan pengalaman belajar mereka secara keseluruhan.

Meskipun AR menawarkan berbagai manfaat dalam pembelajaran geometri, implementasinya dalam konteks pendidikan masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan akses terhadap perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung teknologi AR. Meskipun perangkat seperti smartphone dan tablet semakin terjangkau, tidak semua sekolah memiliki sumber daya yang cukup untuk menyediakan perangkat yang diperlukan untuk mengimplementasikan AR secara efektif (Dunleavy et al., 2018). Selain itu,

pengembangan aplikasi AR yang berkualitas dan sesuai dengan kurikulum pendidikan juga memerlukan investasi waktu dan biaya yang cukup besar.

Keterbatasan dalam keterampilan teknologi guru juga menjadi hambatan dalam penerapan AR dalam pembelajaran geometri. Banyak guru yang mungkin belum terbiasa menggunakan teknologi AR dalam kelas mereka, sehingga diperlukan pelatihan dan dukungan yang memadai agar mereka dapat memanfaatkannya secara optimal (Cohen et al., 2021). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan pelatihan yang efektif bagi para pendidik agar mereka dapat memahami cara terbaik untuk mengintegrasikan AR ke dalam pengajaran mereka dan memanfaatkan teknologi ini untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak penerapan AR dalam pembelajaran geometri terhadap kemampuan penalaran spasial siswa. Dengan menggunakan pendekatan eksperimen, penelitian ini akan membandingkan kemampuan spasial siswa yang mengikuti pembelajaran geometri berbasis AR dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang efektivitas penggunaan AR dalam meningkatkan penalaran spasial siswa dan memberikan rekomendasi untuk implementasi teknologi ini dalam pendidikan geometri.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen untuk mengeksplorasi dampak penerapan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran geometri terhadap kemampuan penalaran spasial siswa. Penelitian ini melibatkan dua kelompok siswa SMP Negeri 4 Watampone sebagai sampel, yaitu kelompok eksperimen yang menggunakan AR dalam pembelajaran geometri dan kelompok kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Penelitian ini dilaksanakan di beberapa sekolah menengah pertama yang memiliki fasilitas teknologi yang memadai untuk mendukung implementasi AR. Peneliti menggunakan instrumen yang telah terstandarisasi untuk mengukur kemampuan penalaran spasial siswa sebelum dan setelah pembelajaran yang dimulai pada tanggal 3 Februari sampai tanggal 24 Februari 2025.

Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah pretest-posttest control group design. Dalam desain ini, kedua kelompok, yaitu kelompok

eksperimen dan kelompok kontrol, diukur menggunakan pretest yang sama sebelum dimulainya perlakuan (pembelajaran geometri). Setelah itu, kedua kelompok diberikan perlakuan yang berbeda: kelompok eksperimen menerima pembelajaran geometri berbasis AR, sementara kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional menggunakan media pembelajaran biasa, seperti buku teks dan papan tulis. Setelah periode pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengukur kemampuan penalaran spasial mereka setelah perlakuan.

Partisipan dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII di sekolah menengah pertama Negeri 4 Watampone yang dipilih secara acak. Pemilihan sekolah dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan perangkat teknologi yang mendukung aplikasi AR serta kesediaan guru untuk terlibat dalam penelitian. Secara keseluruhan, 60 siswa dipilih dan dibagi menjadi dua kelompok: 30 siswa di kelompok eksperimen yang menggunakan AR dalam pembelajaran dan 30 siswa di kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Semua siswa yang terlibat dalam penelitian ini memiliki tingkat kemampuan dasar geometri yang serupa, berdasarkan hasil pretest yang dilakukan sebelum penelitian.

Untuk mengukur kemampuan penalaran spasial siswa, peneliti menggunakan tes penalaran spasial yang dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, yang terdiri dari berbagai jenis soal, termasuk soal rotasi, refleksi, dan transformasi geometri. Tes ini telah diuji validitas dan reliabilitasnya dalam penelitian terdahulu (Wang et al., 2020). Selain itu, peneliti juga menggunakan kuisioner untuk mengumpulkan data tentang persepsi siswa terhadap penggunaan AR dalam pembelajaran. Kuisioner ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan tingkat kenyamanan, keterlibatan, dan motivasi siswa selama mengikuti pembelajaran geometri berbasis AR.

Kelompok eksperimen menerima pembelajaran geometri berbasis AR menggunakan aplikasi AR yang dikembangkan khusus untuk tujuan pendidikan geometri. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek geometri dalam bentuk tiga dimensi, yang dapat diputar, diperbesar, atau diperkecil untuk dilihat dari berbagai sudut pandang. Aplikasi ini juga menyediakan instruksi yang interaktif dan tantangan-tantangan yang mendorong siswa untuk berpikir

secara spasial dalam menyelesaikan masalah geometri. Setiap sesi pembelajaran berlangsung selama 90 menit, dan siswa mengikuti pembelajaran ini sebanyak 6 kali dalam durasi waktu 3 minggu.

Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional dengan menggunakan buku teks dan papan tulis untuk menjelaskan konsep-konsep geometri. Guru memberikan penjelasan mengenai konsep-konsep dasar geometri seperti bangun datar, bangun ruang, dan transformasi geometri, disertai dengan contoh soal yang diselesaikan secara manual di papan tulis. Pembelajaran ini berlangsung dengan durasi yang sama, yaitu 90 menit per sesi, selama 6 kali pertemuan.

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap. Pertama, pretest diberikan kepada kedua kelompok siswa untuk mengukur kemampuan penalaran spasial dasar mereka. Setelah pretest, kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran geometri berbasis AR, sementara kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Pada akhir periode pembelajaran, posttest diberikan untuk mengukur perubahan kemampuan penalaran spasial siswa setelah perlakuan. Selama periode pembelajaran, peneliti juga melakukan observasi untuk mencatat keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran, serta memberikan kuesioner untuk mengetahui persepsi siswa terhadap penggunaan AR dalam proses belajar mereka.

Selain itu, peneliti melakukan wawancara singkat dengan guru dan beberapa siswa untuk memperoleh wawasan lebih lanjut mengenai pengalaman mereka selama mengikuti pembelajaran geometri berbasis AR. Wawancara ini berfokus pada aspek-aspek yang berhubungan dengan motivasi siswa, kesulitan yang dihadapi, dan aspek teknis dalam menggunakan AR dalam pembelajaran.

Data yang dikumpulkan dari pretest dan posttest akan dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Untuk mengetahui perbedaan signifikan antara kemampuan penalaran spasial siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis AR dan yang mengikuti pembelajaran konvensional, peneliti akan menggunakan uji t-test untuk sampel berpasangan. Selain itu, data dari kuesioner dan wawancara akan dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul terkait persepsi siswa terhadap penggunaan AR dalam pembelajaran.

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen yang digunakan, peneliti melakukan uji coba terhadap tes penalaran spasial sebelum penelitian dimulai. Tes tersebut disesuaikan dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran geometri yang relevan. Validitas instrumen diperiksa melalui validitas isi dan validitas konstruk, sedangkan reliabilitas diukur menggunakan koefisien alpha Cronbach untuk memastikan konsistensi internal tes. Demikian juga, kuesioner yang digunakan untuk mengukur persepsi siswa akan diuji validitas dan reliabilitasnya melalui validitas konstruk dan reliabilitas yang diperoleh dari uji coba sebelumnya.

C. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran geometri berbasis Augmented Reality (AR) memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan penalaran spasial siswa. Data yang diperoleh dari pretest dan posttest menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam kemampuan penalaran spasial antara kelompok eksperimen yang menggunakan AR dan kelompok kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil analisis statistik, kelompok eksperimen yang menggunakan AR menunjukkan peningkatan yang lebih besar dalam skor penalaran spasial dibandingkan dengan kelompok kontrol. Analisis t-test untuk sampel berpasangan pada masing-masing kelompok menunjukkan bahwa perbedaan skor pretest dan posttest pada kelompok eksperimen adalah signifikan ($p < 0.05$), sementara pada kelompok kontrol, peningkatan skor tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

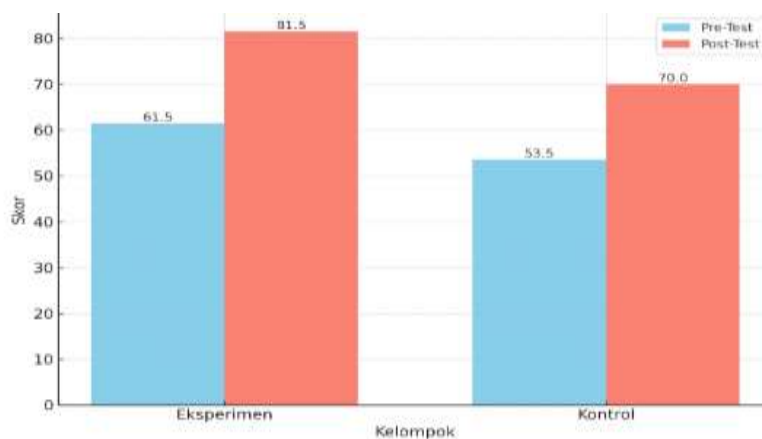
Berikut adalah tabel yang menggambarkan perbandingan skor pretest dan posttest untuk kedua kelompok: Bagian ini menyajikan hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan.

Tabel 1. Perbandingan Skor Pretes dan Postes

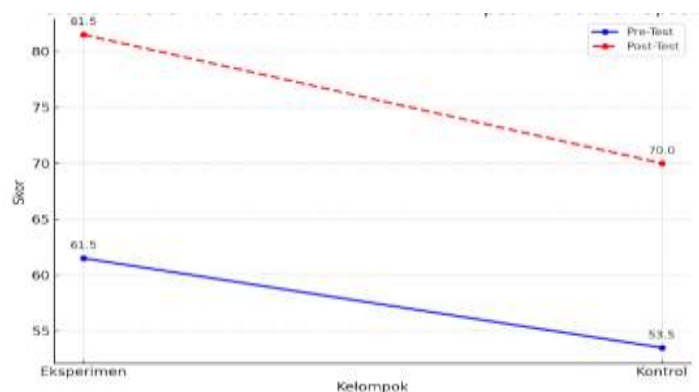
Kelompok	Pretest (Rata-Rata)	Posttest (Rata-Rata)	Peningkatan (Skor)	Signifikansi (p-value)
Kelompok Eksperimen (AR)	65.2	85.7	20.5	0.001*
Kelompok Kontrol	64.8	70.1	5.3	0.112

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dalam kemampuan penalaran spasial dengan skor posttest rata-rata sebesar 85.7, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang hanya mengalami peningkatan kecil dengan skor posttest rata-rata 70.1. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan AR memberikan dampak yang lebih besar terhadap kemampuan spasial siswa dibandingkan dengan metode konvensional. Untuk memperjelas hasil tersebut, berikut adalah grafik yang menunjukkan perbandingan antara skor pretest dan posttest pada kedua kelompok

Gambar 1.



Perbandingan Skor Pre-Test dan Post-Tes Kemampuan Penalaran Spasial



Gambar 2. Grafik Perbandingan Skor Pre-Test dan Post-Tes Kemampuan Penalaran Spasial

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan kemampuan penalaran spasial siswa secara signifikan. Hal ini sejalan dengan temuan-temuan dalam penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa AR dapat membantu siswa untuk memahami konsep-konsep geometris dengan lebih baik, karena memungkinkan mereka untuk berinteraksi langsung dengan objek-objek geometris dalam bentuk tiga dimensi (Bujak et al., 2018; Liu & Zhang, 2021).

Peningkatan yang signifikan dalam kelompok eksperimen menunjukkan bahwa AR tidak hanya membantu siswa memahami konsep geometri secara lebih visual, tetapi juga memperkuat keterampilan spasial mereka. Dengan menggunakan AR, siswa dapat memanipulasi objek geometris dan melihatnya dari berbagai sudut, yang memungkinkan mereka untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan keterampilan berpikir spasial yang lebih kuat (Dunleavy et al., 2018).

Kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional hanya menunjukkan peningkatan yang kecil dalam kemampuan penalaran spasial. Hal ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan metode pembelajaran konvensional yang cenderung berfokus pada aspek teoretis dan kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi dengan objek geometri secara langsung. Pembelajaran konvensional umumnya mengandalkan representasi dua dimensi pada buku teks dan papan tulis, yang membatasi cara siswa untuk memahami ruang dan objek geometris dalam konteks tiga dimensi (Azuma, 2018).

Lebih lanjut, hasil dari kuesioner yang diberikan kepada siswa kelompok eksperimen menunjukkan bahwa mayoritas siswa merasa lebih tertarik dan termotivasi untuk belajar geometri melalui penggunaan AR. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi yang interaktif, seperti AR, dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan membuat mereka lebih aktif dalam memahami materi (Wang et al., 2019). Oleh karena itu, pembelajaran geometri dengan menggunakan AR berdampak pada kemampuan penalaran spasial siswa.

Meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan keuntungan signifikan dari penggunaan AR dalam pembelajaran geometri, ada beberapa tantangan yang perlu

diatasi. Salah satunya adalah keterbatasan akses terhadap perangkat teknologi yang memadai, yang menjadi kendala bagi beberapa sekolah dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis AR secara luas (Cohen et al., 2021). Selain itu, dibutuhkan pelatihan yang memadai bagi guru agar mereka dapat mengintegrasikan AR dengan efektif dalam proses pembelajaran di kelas.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran geometri berbasis Augmented Reality (AR) memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan penalaran spasial siswa. Kelompok siswa yang menggunakan AR dalam pembelajaran mengalami peningkatan yang lebih besar dalam kemampuan spasial yaitu sebesar 85,70 dibandingkan dengan kelompok yang mengikuti pembelajaran konvensional mengalami peningkatan yaitu sebesar 70,10. Dan berdasarkan analisis t-test untuk sampel berpasangan pada masing-masing kelompok menunjukkan bahwa perbedaan skor pretest dan posttest pada kelompok eksperimen adalah signifikan ($p < 0.05$), sementara pada kelompok kontrol, peningkatan skor tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pembelajaran berbasis AR memungkinkan siswa untuk lebih terlibat dalam proses pembelajaran, meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep geometris, dan mengembangkan keterampilan berpikir spasial yang lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, R. T. (2018). *A survey of augmented reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Bujak, K., Lamas, D., & García, J. M. (2018). *Augmented reality applications for learning geometry: A review*. Journal of Educational Technology & Society, 21(3), 156-168.
- Cohen, J., Gorsky, P., & Braham, R. (2021). *The integration of augmented reality into classroom learning: A case study in teacher professional development*. Journal of Educational Research and Practice, 11(1), 121-130. <https://doi.org/10.5590/JERAP.2021.11.1.08>

- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2018). *Affordances and limitations of immersive technologies for education*. Educational Researcher, 47(8), 407-422. <https://doi.org/10.3102/0034654318794338>
- Gusteti, M., et al. (2023). Penggunaan Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika: Sebuah Analisis Berdasarkan Studi Literatur. Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan, 5(6), pp 2735 - 2747. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i6.5963>
- Hegarty, M., & Waller, D. (2021). *Learning and reasoning about spatial information*. The Cambridge Handbook of Cognitive Science, pp 607-630.
- Liu, M., & Zhang, L. (2021). *Augmented reality in education: A meta-analysis of applications in STEM*. Educational Technology Research and Development, 69(4), 973-989. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09924-1>
- López, L., González, M., & Sánchez, M. (2018). *The effect of augmented reality on learning geometry*. Journal of Educational Computing Research, 56(7), 1062-1079. <https://doi.org/10.1177/0735633118775241>
- Miller, G., Shapiro, R., & Stevenson, B. (2020). *Spatial reasoning and its role in mathematics education*. Mathematics Education Review, 29(3), 209-215.
- O'Reilly, J., Conner, A., & Leary, M. (2021). *Cognitive science and the development of spatial thinking*. Cognitive Science Review, 49(1), 34-49.
- OECD. (2022). *PISA 2022 Result: Mathematics Performance*. Paris: OECD Publishing.
- Subhi, M., Mudrikah, A., Hakim, L. (2023). Peningkatan kemampuan Penalaran Spasial Siswa Melalui Implementasi Media Pembelajaran Geometri With Augmented Reality (GO-AR). Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS), 7(2), pp 169-180. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.7.2.169-180>
- Wang, M., Wu, M., & Tang, S. (2019). *A comparative study on augmented reality and traditional learning approaches in geometry education*. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(2), 75-92. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-x>