

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PENERAPAN VIRTUAL DAN AUGMENTED REALITY DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Samuel Benny Dito^{1*}, Hepsi Nindiasari², Syamsuri³, Aan Hendrayana⁴

¹ Mahasiswa Magister Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

^{2,3,4} Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

*samuelbennydito@gmail.com

Abstract

The education sector needs to adapt to the changing times, one of which is through learning technology. There are many types of learning technology, two of which are Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). The purpose of this study is to describe the application of virtual and augmented reality in mathematics learning as viewed from the level of education and its influence. A Systematic Literature Review was used in this research method to examine the application of AR and VR in mathematics learning. The results show that AR and VR are used at almost all levels of education, including elementary school, junior high school (SMP), senior high school (SMA), and university. However, they are more commonly used at the junior high school and senior high school levels. The effects of AR and VR include improving learning outcomes, interest, experience, and motivation, critical thinking skills, mathematical spatial skills, visual thinking skills, problem-solving skills, creative thinking skills, and geometric skills.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Reality, Mathematics Learning

Abstrak

Sektor pendidikan perlu untuk menyesuaikan perkembangan zaman, salah satunya melalui teknologi pembelajaran. Banyak jenis dari teknologi pembelajaran yang dua diantaranya adalah *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR). Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan penerapan *virtual* dan *augmented reality* dalam pembelajaran matematika yang ditinjau dari tingkat pendidikan dan pengaruhnya. *Systematic Literatur Review* digunakan dalam metode penelitian ini untuk mengkaji penerapan AR dan VR dalam pembelajaran matematika. Hasilnya adalah AR dan VR digunakan hampir pada semua tingkatan pendidikan yaitu sekolah dasar, Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA) dan universitas. Namun, lebih sering digunakan pada tingkatan SMP dan SMA. Pengaruh yang diberikan AR dan VR adalah meningkatkan hasil, minat, pengalaman dan motivasi belajar, kemampuan berfikir kritis, kemampuan spasial matematis, kemampuan berfikir visual, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berfikir kreatif, dan kemampuan geometri.

Kata Kunci: Augmented Reality, Virtual Reality, Pembelajaran Matematika

1. PENDAHULUAN

Sektor pendidikan adalah salah satu pilar utama bagi kemajuan generasi penerus bangsa perlu menyesuaikan diri dengan perkembangan zaman, salah satunya melalui teknologi pembelajaran (Dito & Pujiastuti, 2021). Teknologi pembelajaran adalah gabungan dari perangkat teknologi, teori, strategi untuk meningkatkan proses pembelajaran agar lebih efektif (Akmal et al., 2025; Miasari et al., 2022; Suryadi, 2020). Berdasarkan pendapat

para ahli tersebut, bisa disimpulkan bahwa teknologi pembelajaran adalah alat yang dapat meningkatkan efektifitas pembelajaran.

Banyak jenis dari teknologi pembelajaran yang bisa diterapkan ke dalam pembelajaran. Misalnya video interaktif, *augmented reality*, e-modul, video pembelajaran, *virtual reality*, aplikasi edukatif mobile, moodle, google classroom dan lain sebagainya yang saling berhubungan (Rabeka Putri Aini, 2024; Ramadanti et al., 2024; Saputra et al., 2023). Salah dua yang termasuk dalam teknologi pembelajaran adalah *augmented reality* dan *virtual reality*, yang dimana kedua teknologi tersebut akan lebih lanjut dibahas dalam penelitian ini.

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan dunia nyata dan digital secara *real-time*, yang mendukung interaktivitas dan imersivitas, yang sangat aplikatif di berbagai bidang, khususnya pendidikan dan pelatihan teknis (Mitsea et al., 2025; Socrates & Mufit, 2022). *Augmented Reality* dalam pendidikan salah satunya digunakan untuk visualisasi objek 3D dalam meningkatkan motivasi belajar (Levy et al., 2024; Utomo & Anisa, 2025). Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, *augmented reality* adalah teknologi yang mengintegrasikan dunia digital dan dunia nyata secara *real time*, yang salah satunya digunakan dalam bidang pendidikan untuk visualisasi objek 3D dalam meningkatkan motivasi belajar.

Virtual Reality (VR) adalah teknologi digital imersif yang menciptakan lingkungan simulatif mirip dunia nyata, memungkinkan siswa untuk belajar secara langsung melalui pengalaman digital yang interaktif (Edo & Okere, 2025). *Virtual Reality* dalam bidang pendidikan memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan keterlibatan siswa, keterampilan praktis, dan pemahaman konseptual melalui lingkungan belajar imersif dan interaktif yang mereplikasi pengalaman dunia nyata tanpa risiko langsung (Hadi et al., 2024; Rifqy et al., 2025). Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, *virtual reality* adalah teknologi digital yang memungkinkan siswa belajar melalui lingkungan digital yang interaktif dan dapat memberikan dampak dalam proses pembelajaran siswa.

Salah satu bidang yang dapat diintegrasikan oleh AR dan VR adalah pendidikan, khususnya pembelajaran matematika. Dalam pembelajaran matematika, AR dan VR memiliki peran yang penting dalam proses pembelajaran di kelas. Peran tersebut diantaranya meningkatkan kemampuan visualisasi spasial, pemahaman konsep geometri, serta keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa melalui pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual (Rahmi et al., 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad & Junaini (2022) membuat sebuah aplikasi AR bernama PrismAR untuk membantu siswa kelas tiga di Malaysia memahami pembelajaran matematika materi prisma. Hasilnya menunjukkan media tersebut berhasil meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Aqeel & Alzoubi (2024) menyimpulkan bahwa pembelajaran matematika menggunakan *virtual reality* dapat membantu siswa mencapai hasil yang lebih baik, meningkatkan interaksi dan partisipasi, dan meningkatkan pengalaman belajar siswa.

Selain itu, AR dan VR dapat dikombinasikan dengan media pembelajaran atau model pembelajaran untuk mendukung proses belajar matematika di kelas agar siswa dapat memahami matematika lebih baik lagi. Penelitian yang dilakukan Hanggara et al (2024) mengatakan salah satu pendekatan yang efektif untuk dikombinasikan dengan *augmented reality* adalah *game based learning*. Adapun salah satu media pembelajaran yang dapat dikombinasikan dengan AR dalam pembelajaran matematika untuk materi geometri adalah Geogebra (Villanueva et al., 2024).

Namun belum ada penelitian yang melakukan analisis kualitatif untuk merangkum berbagai penelitian terkait penerapan *virtual* dan *augmented reality* dalam pembelajaran matematika. Secara khusus, berikut pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini (1) bagaimana tingkat pendidikan penerapan *virtual* dan *augmented reality* dalam pembelajaran matematika dalam artikel yang dipilih, (2) apa saja pengaruh yang diberikan *virtual* dan *augmented reality* dalam pembelajaran matematika.

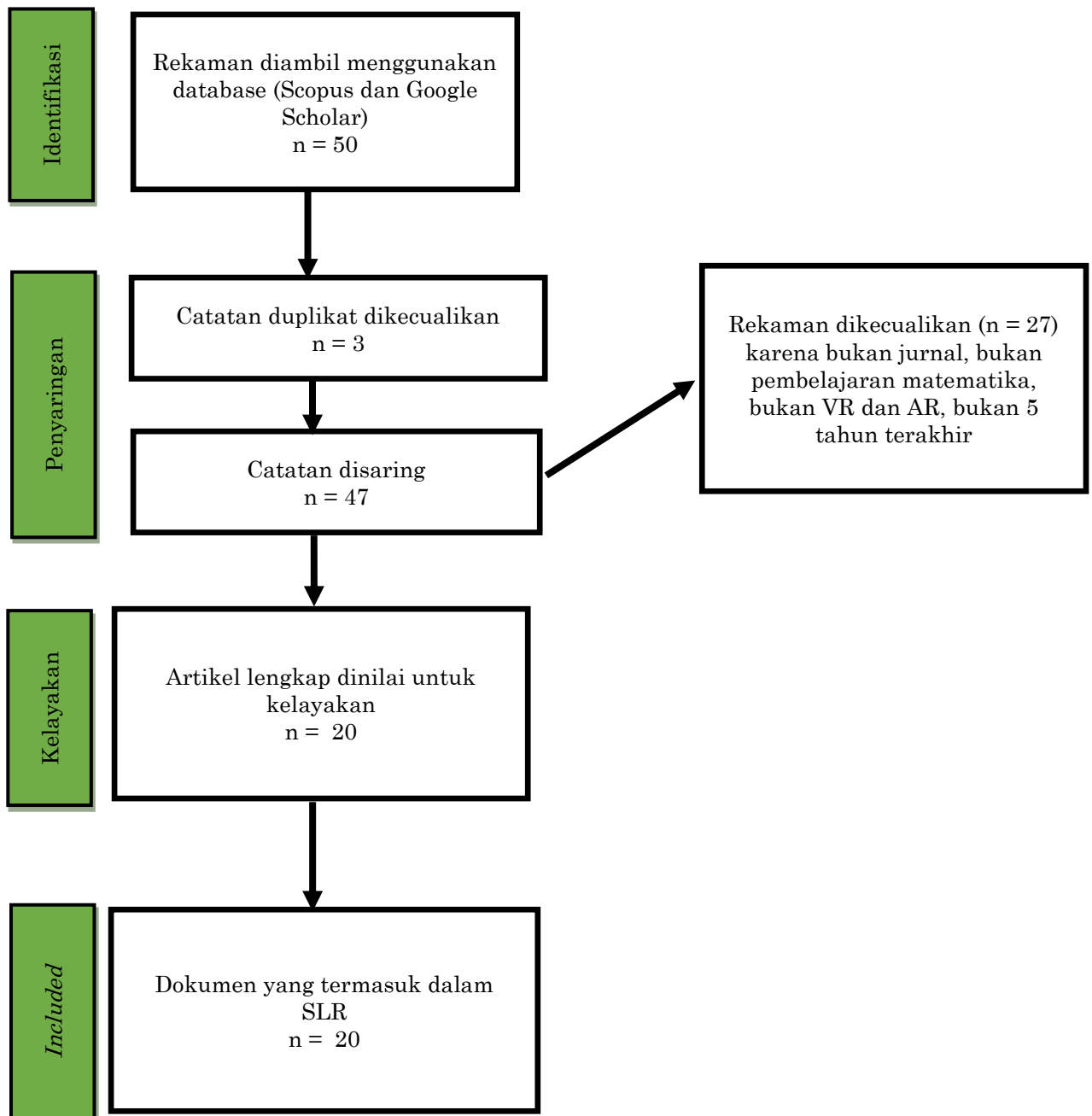
2. METODE PELAKSANAAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *systematic literatur review*. *Systematic Literature Review* (SLR) adalah pendekatan ilmiah yang bertujuan untuk mengumpulkan, menilai secara kritis, dan mensintesis semua bukti relevan yang tersedia terkait pertanyaan penelitian tertentu menggunakan metode yang transparan dan terstandar (Mongan et al., 2025).

Populasi dalam penelitian ini adalah studi primer yang dapat dicari dari database elektronik jurnal atau artikel yang memuat artikel penelitian ilmiah sesuai dengan pertanyaan penelitian. Database yang digunakan dalam mencari dokumen adalah Scopus dan Google Scholar. Untuk menjawab pertanyaan penelitian yang disebutkan di atas, peneliti menggunakan protokol PRISMA yang diadaptasi dari Camilleri & Valeri (2022) untuk mengekstrak literatur sistematis tentang topik virtual dan augmented reality. Kata kunci yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan empat kombinasi yakni: 'Virtual Reality + Mathematics', 'Augmented Reality + Mathematics', 'Virtual Reality + Matematika', 'Augmented Reality + Matematika'. Keempat kombinasi ini diterapkan pada dua database secara terpisah.

Kriteria inklusi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah untuk mencari sumber elektronik yang sesuai dengan pertanyaan penelitian untuk nantinya dijadikan sampel penelitian. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Shoffa (2022) bahwa kriteria inklusi merupakan kriteria yang menyaring item populasi penelitian untuk dijadikan sampel penelitian. Kriteria inklusi yang diterapkan dalam penelitian ini sebagai berikut: (1) penelitian mengenai penerapan virtual dan augmented reality pada pembelajaran matematika, (2) dokumen diterbitkan dalam rentang waktu 2020 – 2025 yang terakreditasi Sinta 1 atau 2 dan Scopus, (3) dokumen berupa jurnal atau artikel yang ditulis dalam bahasa indonesia atau inggris.

Dalam proses pencarian dokumen, ditemukan 47 artikel yang berkaitan dengan kata kunci. Setelah mencari artikel tersebut, langkah selanjutnya adalah memilih artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi terdapat pada Gambar 1. Tabel 1 menunjukkan jumlah artikel sebelum dan sesudah dilakukan kriteria inklusi.



Gambar 1. Langkah pencarian dan pemilihan dokumen menurut PRISMA

Tabel 1. Jumlah artikel sebelum dan setelah kriteria inklusi berdasarkan database.

Database	Jumlah artikel awal	Jumlah artikel setelah kriteria inklusi
Scopus	32	11
Google Scholar	15	9
Total	47	20

Setelah proses kriteria inklusi, peneliti mempertahankan 20 artikel untuk dianalisis lebih lanjut. Setelah itu, peneliti melakukan analisis konten kualitatif manual untuk menjawab pertanyaan penelitian utama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sub-bagian Hasil

Tabel 2 di bawah ini menunjukkan artikel yang dipilih dalam penelitian ini setelah melewati kriteria inklusi yang diterapkan.

Tabel 2. Artikel yang sudah dipilih

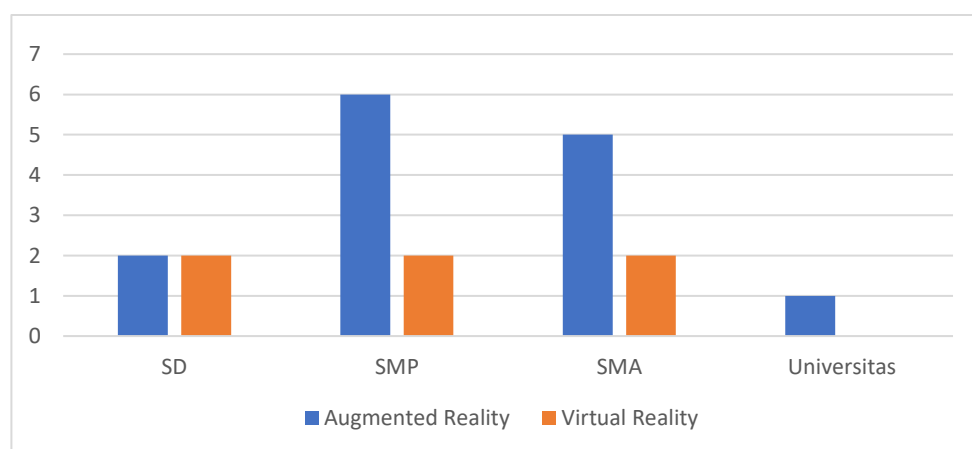
No	Identitas Naskah	Judul Penelitian	Kategori
1	Cai et al. 2020. Interactive Learning Environments.	Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes	Augmented Reality
2	Villanueva et al. 2024. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP).	Integration of GeoGebra Calculator 3D with Augmented Reality in Mathematics Education for an Immersive Learning Experience	Augmented Reality
3	Hanggara et al. 2024. International Journal of Interactive Mobile Technologies.	The Impact of Augmented Reality-Based Mathematics Learning Games on Students' Critical Thinking Skill	Augmented Reality
4	Puspita et al. 2024. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika	Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Design Thinking Berbantuan Augmented Reality (AR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif	Augmented Reality
5	Arifin et al. 2020. Jurnal Riset Pendidikan Matematika,	Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa	Augmented Reality

Universitas Negeri
Yogyakarta

- | | | | |
|----|---|---|-------------------|
| 6 | Volioti et al. 2023.
Computers | Augmented Reality in Primary Education: An Active Learning Approach in Mathematics | Augmented reality |
| 7 | Elsayed & Al-Najrani. 2021. EURASIA: Journal of Mathematics, Science and Technology Education | Effectiveness of the Augmented Reality on Improving the Visual Thinking in Mathematics and Academic Motivation for Middle School Students | Augmented Reality |
| 8 | F. A. R. O. B. Ahmad. 2021. International Journal of Advanced Computer Science and Applications | The Effect of Augmented Reality in Improving Visual Thinking in Mathematics of 10th-Grade Students in Jordan | Augmented Reality |
| 9 | N. I. N. Ahmad & Junaini. 2022. International Journal of Computing and Digital Systems | PrismAR: A Mobile Augmented Reality Mathematics Card Game for Learning Prism | Augmented Reality |
| 10 | Nindiasari et al. 2024. Infinity Journal of Mathematics Education | The Use Of Augmented Reality To Improve Students' Geometry Concept Problem-Solving Skills Through The Steam Approach | Augmented Reality |
| 11 | Hendracipta et al. 2021. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika | Pengembangan E-Modul Berbasis Augmented Reality Dengan Model Guided Discovery Learning Pada Materi Vektor | Augmented Reality |
| 12 | Ikarihayati et al., 2023. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika | Model Problem Based Learning Berbantuan Augmented Reality Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika | Augmented Reality |
| 13 | Winarni et al. 2023. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika | Pengembangan Buku Saku Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa | Augmented Reality |
| 14 | Mandala et al. 2025. Infinity Journal of Mathematics Education | Development of mobile augmented reality-based geometry learning games to facilitate spatial reasoning | Augmented Reality |

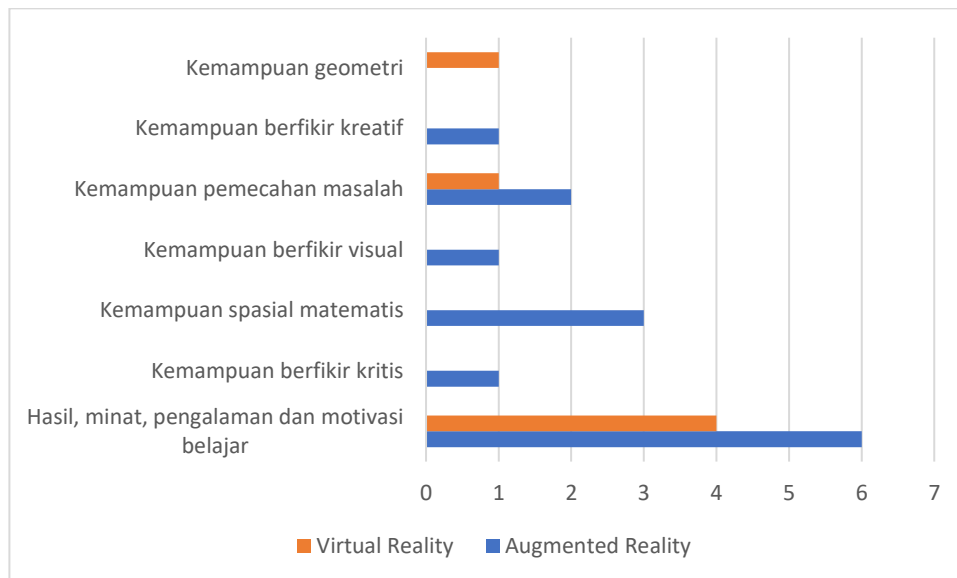
15	Pramuditya et al. 2022. Infinity of Journal Mathematics Education	Characteristics of Students' Mathematical Problem Solving Abilities in Open-Ended-Based Virtual Reality Game Learning	Virtual Reality
16	Tsaaqib et al. 2022. Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika	Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Reality (VR) Pada Materi Trigonometri Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Matematika Siswa Sma	Virtual Reality
17	Kenedi et al. 2023. JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)	The Effect of using Virtual Reality Media on the Geometric Skills of Elementary School Students	Virtual Reality
18	Akman & Çakır, 2020. Interactive Learning Environments	The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics	Virtual Reality
19	Aqeel & Alzoubi, 2024. International Journal of Interactive Mobile Technologies	The Effect of Virtual Reality Technology in Teaching Mathematics on Students' Ability to Process Data and Graphic Representation	Virtual Reality
20	Nurhayati & Arif, 2023. International Journal of Advanced Computer Science and Applications	Math-VR: Mathematics Serious Game for Madrasah Students using Combination of Virtual Reality and Ambient Intelligence	Virtual Reality

Gambar 1 di bawah ini menyajikan data untuk tingkatan pendidikan dari artikel yang dipilih dengan topik virtual dan augmented reality dalam pembelajaran matematika.



Gambar 2. Tingkatan pendidikan berdasarkan topik virtual dan augmented reality

Selanjutnya Gambar 2 di bawah ini menyajikan data untuk pengaruh yang diberikan virtual dan augmented reality dalam pembelajaran matematika.



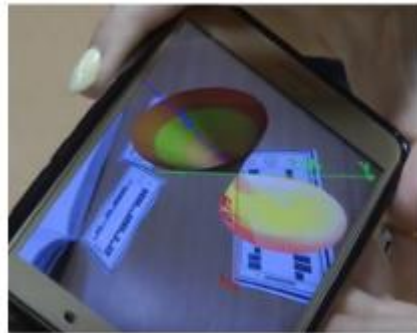
Gambar 3. Tingkat pengaruh yang diberikan virtual dan augmented reality dalam pembelajaran matematika

3.2 Sub-bagian Pembahasan

Tingkatan pendidikan mulai dari sekolah dasar, sekolah menengah pertama, sekolah menengah atas dan universitas yang menggunakan augmented reality dan virtual reality menghasilkan efek yang positif dalam pembelajaran matematika di kelasnya. AR dan VR dijadikan sebagai sebuah alat pembantu agar siswa atau mahasiswa dapat memahami materi matematika lebih baik lagi. Selain itu, materi matematika yang sering digunakan dalam penelitian tersebut adalah geometri.

Berdasarkan gambar tingkatan pendidikan dapat diambil kesimpulan yakni Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) memiliki jumlah yang sama di Sekolah Dasar. Sedangkan tingkat Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas, data menunjukkan AR lebih banyak dari VR. Pada tingkatan universitas, VR tidak ada sama sekali. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam artikel yang dipilih AR lebih banyak digunakan dibandingkan VR di sekolah.

Menurut Urban et al (2022) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa jika dilihat dari sudut pandang kemudahan membuat media tersebut, AR lebih mudah dibuatnya dan lebih murah dari pada VR. Sehingga kebanyakan penelitian, lebih memilih AR dibandingkan VR. Selain itu, dilihat dari sisi kemudahan menggunakan media, AR juga lebih mudah digunakan oleh siswa dan guru dari pada VR (Iatsyshyn & Kovach, 2020).



Gambar 4. Contoh augmented reality yang digunakan di sekolah

Dalam gambar tersebut menunjukkan bahwa AR dapat digunakan dalam ponsel, tidak harus di komputer atau tablet. Selain itu, cara memainkan AR cukup mudah, pengguna hanya perlu mengarahkan kamera handphone, maka AR dapat mendeteksi objek yang diarahkan (tergantung konteks materinya). Sementara itu, dalam penggunaan virtual reality, peneliti perlu mengembangkan program yang memerlukan kemampuan pemrograman yang cukup baik. Setelah proses pemrograman selesai, program tersebut akan diintegrasikan ke dalam perangkat tertentu untuk kemudian digunakan oleh siswa.



Gambar 5. Contoh virtual reality yang digunakan di sekolah

Tingkatan pendidikan tertinggi yaitu universitas atau kampus sudah mulai untuk mengkombinasikan pembelajaran matematika menggunakan augmented reality. Penelitian yang dilakukan oleh Volioti et al (2023) melibatkan mahasiswa dalam menggunakan aplikasi AR bernama "Cooking Math" untuk mendorong pembelajaran matematika yang aktif di kelas. Sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Moreno et al (2021) dalam mata kuliah matematika keuangan, mahasiswa mengungkapkan dampak positif dari aplikasi augmented reality bernama "SICMAR" terhadap prestasi dan motivasi selama mengikuti pembelajaran di kelas. Mahasiswa mengungkapkan minat yang tinggi dalam menggunakan AR karena kualitasnya, mereka termotivasi

untuk mempelajari topik bunga sederhana dan meningkatkan pencapaian mereka dalam menjawab latihan soal.

Berdasarkan gambar tingkat pengaruh yang diberikan virtual dan augmented reality dalam pembelajaran matematika, pengaruh terbesar yang diberikan media tersebut adalah hasil, minat, pengalaman dan motivasi belajar siswa. Artinya, secara akademis, siswa yang diberikan media virtual dan augmented reality dalam pembelajaran matematika lebih baik dibandingkan menggunakan pembelajaran konvensional atau tidak menggunakan augmented dan virtual reality. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cai et al (2020) mengungkapkan bahwa untuk materi peluang dengan menggunakan augmented reality banyak siswa menyatakan bahwa AR membantunya berpartisipasi dalam seluruh proses mengeksplorasi hubungan antara konsep konsep matematika. VR juga membantu siswa lebih aktif di kelas sehingga meningkatkan hasil belajar matematika (Akman & Çakır, 2020).

Selain memberikan dampak yang baik dalam proses belajar siswa di kelas. AR dan VR juga memiliki pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Nindiasari et al (2024) menyimpulkan bahwa penggunaan media Augmented Reality Mathematics (ARM) efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada konsep geometri kategori sedang dengan menggunakan pendekatan Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics (STEAM). Siswa dapat melakukan refleksi materi agar mereka dapat menyimpulkan apa yang mereka ketahui dan tidak ketahui untuk berlatih memecahkan masalah. Virtual reality juga memiliki pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian Pramuditya et al (2022) menunjukkan bahwa dengan adanya VR dapat membuat siswa memiliki kemampuan pemecahan masalah matematika yang berbeda dari setiap indikator.

Virtual reality juga memberikan pengaruh terhadap kemampuan geometri. Virtual reality memberikan pengalaman interaktif dan mendalam bagi siswa untuk memahami konsep geometri. Melalui headset virtual reality virtual dan lingkungan simulasi 3D, siswa dapat berinteraksi langsung dengan objek geometri dan menjelajahi ruang geometri secara lebih realistis. Media ini membantu siswa memvisualisasikan dan memahami konsep geometri lebih baik daripada hanya melalui gambar 2D atau representasi. Selain itu, pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa. Mereka dapat berpartisipasi dalam aktivitas interaktif, seperti membangun dan memanipulasi objek geometri, menjelajahi ruang geometri secara virtual, dan memecahkan masalah geometri dalam lingkungan imersif. Media ini dapat meningkatkan motivasi siswa dan menarik minat mereka dalam belajar geometri (Kenedi et al., 2023).

Augmented reality juga memiliki pengaruh terhadap kemampuan berfikir kreatif, visual, kritis dan kemampuan spasial matematis. Dalam kemampuan berfikir kritis, siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konteks dan hubungan,

sehingga mereka dapat mengenali masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, dan mengambil keputusan (Hanggara et al., 2024). Dalam kemampuan berfikir visual, siswa memiliki lingkungan belajar aktif yang penuh dengan berbagai sumber belajar seperti gambar dan video, yang disediakan oleh teknologi augmented reality (Elsayed & Al-Najrani, 2021). Dalam kemampuan spasial, siswa dapat melakukan manipulasi objek yang meningkatkan pengalaman belajar siswa dan menuntut siswa untuk mencari pengetahuan dengan cara mengeksplorasi media pembelajarannya dan membangun pengetahuan siswa secara mandiri (Arifin et al., 2020). Dalam kemampuan berfikir kreatif, siswa mengerjakan proyek berbasis pemikiran desain disertai berbagai kegiatan yang dilabeli sebagai indikasi kreativitas matematis (Puspita et al., 2024).

4. SIMPULAN

Augmented dan Virtual Reality adalah salah dua teknologi pembelajaran yang dapat digunakan dalam bidang pendidikan. Berdasarkan tingkat pendidikan virtual dan augmented reality sering digunakan dalam Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas. Hasil penerapan yang diberikan AR dan VR juga bermacam-macam diantaranya adalah meningkatkan hasil, minat, pengalaman dan motivasi belajar, kemampuan berfikir kritis, kemampuan spasial matematis, kemampuan berfikir visual, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berfikir kreatif, dan kemampuan geometri. Indikator yang selalu ada dalam peningkatan tersebut adalah peningkatan keterlibatan siswa di kelas. Pembelajaran matematika menggunakan AR atau VR membuat siswa lebih aktif di kelas dalam mengeksplorasi teknologi pembelajaran yang digunakan. Selain itu siswa lebih sering bertanya ke guru atau teman, karena ketidaktahuan mengenai teknologi pembelajaran yang digunakan atau materi yang ada dalam teknologi pembelajaran tersebut.

6. REKOMENDASI

Rekomendasi yang dapat diberikan kepada pendidik adalah sebaiknya dalam melakukan pembelajaran matematika menggunakan AR atau VR karena terbukti dapat meningkatkan pembelajaran matematika di kelas. Adapun untuk peneliti selanjutnya agar menambahkan variabel lain seperti *artificial intelligence* agar semakin melengkapi studi terkait pemanfaatan teknologi pembelajaran dalam pembelajaran matematika.

7. REFERENSI

- Ahmad, F. A. R. O. B. (2021). The Effect of Augmented Reality in Improving Visual Thinking in Mathematics of 10th-Grade Students in Jordan. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(5), 352–360. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120543>
- Ahmad, N. I. N., & Junaini, S. N. (2022). PrismAR: A Mobile Augmented Reality Mathematics Card Game for Learning Prism. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 11(1), 217–225. <https://doi.org/10.12785/ijcds/110118>

- Akmal, A. N., Maelasari, N., & Lusiana. (2025). Pemahaman Deep Learning dalam Pendidikan : Analisis Literatur melalui Metode Systematic Literature Review (SLR). *JIIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 8(3).
- Akman, E., & Çakır, R. (2020). The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1841800>
- Aqeel, K. A., & Alzoubi. (2024). The Effect of Virtual Reality Technology in Teaching Mathematics on Students' Ability to Process Data and Graphic Representation. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(8), 27–39. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i08.46901>
- Arifin, A. M., Pujiastuti, H., & Sudiana, R. (2020). Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 59–73. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., & Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 560–573. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- Camilleri, M. A., & Valeri, M. (2022). Thriving family businesses in tourism and hospitality: A systematic review and a synthesis of the relevant literature. *Journal of Family Business Management*, 12(3), 555–576. <https://doi.org/10.1108/JFBM-10-2021-0133>
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak Revolusi Industri 4.0 Pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 4(2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Edo, B. L., & Okere, C. P. (2025). Integration Of Robotics Engineering And Virtual Reality In The Teaching And Learning Of Educational Management. *Irish Journal of Educational Practice*, 8(02).
- Elsayed, S. A., & Al-Najrani, H. I. (2021). Effectiveness of the Augmented Reality on Improving the Visual Thinking in Mathematics and Academic Motivation for Middle School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8), 1–16. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11069>
- Hadi, H. K., Irawan, M. I., Nadlifatin, R., Cahigas, M. M. L., & Safitri, A. (2024). Trend and research the use of virtual reality to increase student's negotiation skills in realizing Sustainability. *E3S Web of Conferences*, 568. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456802001>
- Hanggara, Y., Abd, Q., & Sukoriyanto. (2024). The Impact of Augmented Reality-Based Mathematics Learning Games on Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(7), 173–187.
- Hendracipta, N., Rafianti, I., Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2021). The use of augmented reality to improve mathematics conceptual understanding of pre-service elementary education teachers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012018>
- Iatsyshyn, A. V., & Kovach, V. O. (2020). Application of augmented reality technologies for education projects preparation. *Conference: Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*, 181–200.
- Ikarihayati, Purnomo, Y. W., & Pamenan, M. S. (2023). Model Problem Based Learning Berbantuan Augmented Reality terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 2833. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.7027>

- Kenedi, A. K., Akmal, A. U., Handrianto, C., & Sugito. (2023). The Effect of using Virtual Reality Media on the Geometric Skills of Elementary School Students. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(3), 427–435. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i3.60735>
- Levy, J., Chagunda, I. C., Iosub, V., Leitch, D. C., & McIndoe, J. S. (2024). MolecularAR: An Augmented Reality Application for Understanding 3D Geometry. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2533–2539. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01045>
- 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. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p323-348>
- Miasari, R. S., Indar, C., Pratiwi, P., Purwoto, P., Salsabila, U. H., Amalia, U., & Romli, S. (2022). Teknologi Pendidikan Sebagai Jembatan Reformasi Pembelajaran Di Indonesia Lebih Maju. *Jurnal Manajemen Pendidikan Al Hadi*, 2(1), 53. <https://doi.org/10.31602/jmpd.v2i1.6390>
- Mitsea, E., Drigas, A., & Skianis, C. (2025). A Systematic Review of Serious Games in the Era of Artificial Intelligence, Immersive Technologies, the Metaverse, and Neurotechnologies: Transformation Through Meta-Skills Training. *Electronics (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/electronics14040649>
- Mongan, S. P., Byrnes, J., & Kim, H. (2025). The Cost-Effectiveness of the Human Papilloma Virus Vaccination in Asia Pacific Countries : What Lessons Can Indonesia Learn ?— A Systematic Review. *Vaccines*, 13(593).
- Moreno, L. A. H., Solórzano, J. G. L., Morales, M. T. T., Villegas, O. O. V., & Sánchez, V. G. C. (2021). Effects of using mobile augmented reality for simple interest computation in a financial mathematics course. *PeerJ Computer Science*, 7, 1–33. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.618>
- Nindiasari, H., Pranata, M. F., Sukirwan, Sugiman, Fathurrohman, M., Ruhimat, A., & Yuhana, Y. (2024). the Use of Augmented Reality To Improve Students' Geometry Concept Problem-Solving Skills Through the Steam Approach. *Infinity Journal*, 13(1), 119–138. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p119-138>
- Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2023). Math-VR: Mathematics Serious Game for Madrasah Students using Combination of Virtual Reality and Ambient Intelligence. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(5), 233–239. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140524>
- Pramuditya, S. A., Noto, M. S., & Azzumar, F. (2022). Characteristics of Students' Mathematical Problem Solving Abilities in Open-Ended-Based Virtual Reality Game Learning. *Infinity Journal*, 11(2), 255–272. <https://doi.org/10.22460/infinity.v11i2.p255-272>
- Puspita, G., Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Design Thinking Berbantuan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(3), 826–837.
- Rabeka Putri Aini. (2024). Menelusuri Media Pembelajaran: Solusi Kreatif Untuk Pembelajaran Ipa Di Sekolah Dasar. *JURNAL MADINASIKA Manajemen Pendidikan Dan Keguruan*, 5(2), 48–57. <https://doi.org/10.31949/madinasika.v5i2.7689>
- Rahmi, N. A., Syahmani, S., Mahardika, A. I., Suyidno, S., & Suwandhy, F. I. (2025). Trends in Information and Communication Technology (ICT)- Based Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Teaching Materials Development in Science Learning in Indonesia: A Systematic Literature Review. *Indonesian Journal of Multidiciplinary Research*, 5(1), 115–132.

- Ramadanti, A., Nizaar, M., Fujiaturrahman, S., Darmurtika, L. A., Rezkillah, I. I., & Ningsih, A. S. P. (2024). Mengintegrasikan Teknologi untuk Meningkatkan Pembelajaran Bahasa Indonesia pada Anak-anak di Daerah Terpencil. *Seminar Nasional Paedagoria*, 4(1), 118–129.
- Rifqy, M., Abdillah, N., & Wahyuilahi, M. (2025). *Transforming Logistics Education in Higher Institutions: The Role of Digital Technologies in Global Training Contexts*. 1, 29–42.
- Saputra, I. F., Bambang Hariyadi, B. H., & Evita Anggereini, E. A. (2023). Analisis Bibliometrik Perkembangan Riset Media Pembelajaran Biologi Berbasis Teknologi di SMA Menggunakan Vosviewer. *Biodik*, 9(2), 13–23. <https://doi.org/10.22437/biodik.v9i2.20906>
- Shoffa, S. (2022). Meta Analisis Pendekatan Realistic Mathematic Education Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Vygotsky*, 4(2), 105. <https://doi.org/10.30736/voj.v4i2.571>
- Socrates, T. P., & Mufit, F. (2022). Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Augmented Reality: Studi Literatur. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 96–101. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i1.19219>
- Suryadi, A. (2020). Teknologi Dan Media Pembelajaran Jilid 1. *CV Jejak, Jilid 1*, 121. <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/vzkkx3>
- Tsaaqib, A., Buchori, A., & Endahwuri, D. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Reality (Vr) Pada Materi Trigonometri Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Matematika Siswa Sma. *JIPMat*, 7(1), 11–19. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v7i1.9950>
- Urban, H., Pelikan, G., & Schranz, C. (2022). Augmented Reality in AEC Education: A Case Study. *Buildings*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/buildings12040391>
- Utomo, K., & Anisa, N. (2025). Kajian Penggunaan Augmented Reality Pendidikan dalam Motivasi Belajar dan Efisiensi Belajar. *Jurnal Kajian Ilmiah*, 25(2), 167–180.
- Villanueva, O. I., Moreno, C. P., Valdivieso, H. C., Linares, K. E., & Carbonell, M. C. (2024). Integration of GeoGebra Calculator 3D with Augmented Reality in Mathematics Education for an Immersive Learning Experience. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 14(3), 92–107.
- Volioti, C., Orovas, C., Sapounidis, T., Trachanas, G., & Keramopoulos, E. (2023). Augmented Reality in Primary Education: An Active Learning Approach in Mathematics. *Computers*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/computers12100207>
- Winarni, S., Hanim, M., Kumalasari, A., Marlina, & Rohati. (2023). Pengembangan Buku Saku Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Datar Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(4), 3561–3573
- Book: Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations: The logic of mathematical discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.