



Efektivitas Media Pembelajaran *Augmented Reality* Materi Bangun Ruang Sisi Datar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMPN 1 Gunungsari

Wirda Hasanah^{1*}, Harry Soeprianto², Baidowi², Sripatmi²

¹ Mahasiswa Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

² Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

wirdahasanah10@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of Augmented Reality (AR)-based learning media on students' mathematics learning outcomes of flat-sided space building material. Geometry is one of the mathematics materials that is considered difficult, because students are faced with abstract objects. low student interest in learning mathematics adds to the problems in the mathematics learning process at school. This research uses a quasi-experiment method with a non-equivalent control group design. The subjects of this study were VII grade students of SMP Negeri 1 Gunungsari as many as two classes, namely the experimental class and the control class. Where the experimental class is given Augmented Reality-based learning media while the control class is given website-based learning media. This study was conducted for 5 meetings, starting with giving a pretest, followed by learning by implementing learning media for 3 meetings in each class and giving a questionnaire of learning interest for the experimental class. The last meeting was held posttest to determine student learning outcomes. Data analysis used independent sample t-test and N-Gain Mean analysis. The results showed that AR media was significantly effective in improving students' math learning outcomes ($P < 0.005$), with the N-Gain category of the experimental class classified as high and effective, while the control class was categorized as less effective. In addition, the use of AR media also increases students' interest in learning, with a very good category.

Keywords: Augmented reality, flat-sided spaces, learning outcomes, learning interest, math education

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) terhadap hasil belajar matematika siswa materi bangun ruang sisi datar. Geometri merupakan salah satu materi matematika yang dianggap sulit, karena siswa dihadapkan dengan benda-benda yang bersifat abstrak. rendahnya minat siswa dalam mempelajari matematika menambah masalah dalam proses pembelajaran matematika di sekolah. Penelitian ini menggunakan metode quasi-eksperimen dengan desain non-equivalent control group design. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 1 Gunungsari sebanyak dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Di mana kelas eksperimen diberikan media pembelajaran berbasis Augmented Reality sedangkan kelas control diberikan media pembelajaran berbasis website. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 pertemuan, dimulai dengan memberikan pretest, dilanjutkan dengan pembelajaran dengan mengimplementasikan media pembelajaran selama 3 pertemuan pada setiap kelasnya dan pemberian angket minat belajar untuk kelas eksperimen. Pertemuan terakhir dilaksanakan posttest untuk mengetahui hasil belajar siswa. Analisis data

menggunakan independent sample t-test dan analisis N-Gain Mean. Hasil penelitian menunjukkan media AR efektif secara signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa ($P < 0,005$), dengan kategori N-Gain kelas eksperimen tergolong tinggi dan efektif, sedangkan pada kelas kontrol terkategori kurang efektif. Selain itu, penggunaan media AR juga meningkatkan minat belajar siswa, dengan kategori sangat baik.

Kata Kunci: *Augmented reality*, bangun ruang sisi datar, hasil belajar, minat belajar, pendidikan matematika

1. PENDAHULUAN

Matematika adalah landasan ilmiah yang fundamental dalam membangun pola pikir analitis, logis, dan sistematis (Arjudin *et al.*, 2022). Dalam berbagai ranah, termasuk ekonomi, masyarakat, seni, dan budaya, matematika dapat digunakan untuk memahami dan menyelesaikan berbagai masalah yang rumit (Ratna Kartika Sari, 2023). Karena memberikan siswa kemampuan kognitif yang mereka butuhkan di era informasi dan globalisasi, landasan matematika yang kuat menjadi prioritas utama dalam pendidikan modern (Rifai & Rombot, 2024; Sugiarni *et al.*, 2024). Namun, realitas pengajaran matematika di berbagai jenjang pendidikan sering kali menemui sejumlah kendala penting, yang terutama adalah kurangnya antusiasme dan dorongan di kalangan siswa. Sejumlah pendapat yang kurang mendukung mengenai matematika, seperti bahwa matematika menantang, abstrak dan kurang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Ningsih *et al.*, 2021), (W. A. Putri, 2023). Perspektif ini diperburuk oleh momok pembelajaran matematika standar, seperti berpusat pada guru, membosankan, dan kurang memberikan kesempatan untuk berekspresi, serta kurang meningkatkan kreativitas siswa (Indriani & Pasaribu, 2022). Khususnya pada konten geometri yang abstrak dan menuntut kemampuan visualisasi yang kuat (Ain *et al.*, 2020), hal ini menyebabkan kebosanan dan kurangnya ketertarikan siswa (Mamat *et al.*, 2023).

Tantangan pada jenjang SMP adalah ketidakmampuan memahami konsep geometri, kemampuan visualisasi yang belum matang menyebabkan siswa sering kali kesulitan memahami karakter abstrak bangun ruang (Agustin *et al.*, 2023; Liwalidya *et al.*, 2024). Pembelajaran geometri konvensional yang hanya menggunakan buku teks dan representasi papan tulis saja tidak cukup untuk menumbuhkan pemahaman materi pelajaran (Baidowi *et al.*, 2021;). Keterbatasan penggunaan bahan ajar yang tepat dan efektif memperparah kurangnya pemahaman konsep geometri (Arsyad *et al.*, 2022; Hamid *et al.*, 2024). Untuk membantu siswa memvisualisasi dan mengeksplorasi bentuk geometri sisi datar dengan cara yang lebih menarik dan realistis, diperlukan materi pembelajaran yang inovatif dan interaktif (Yanuarto & Iqbal, 2022).

Masalah pembelajaran matematika ditemukan di SMPN 1 Gunungsari yakni pemahaman siswa terhadap materi pelajaran belum mencapai tingkat kelulusan, menurut temuan observasi awal yang dilakukan melalui wawancara guru dan siswa

serta analisis data pada penilaian harian. Hasil ulangan harian rata-rata masih berada dibawah skala Kriteria Kelulusan Minimal (KKM). Hal ini menunjukkan bahwa ada kesenjangan dan masalah aktual yang memerlukan. Untuk meningkatkan kapasitas untuk memvisualisasikan konsepsi abstrak bentuk bangun ruang sisi datar, ada kebutuhan mendesak untuk inovasi dalam media pembelajaran materi geometri (Dewi *et al.*, 2023).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas media pembelajaran *Augmented Reality* materi bangun ruang sisi datar terhadap hasil belajar siswa kelas VII SMPN 1 Gunungsari. Teknologi Augmented Reality (AR) dapat menjadi solusi inventif dalam pengajaran matematika dalam upaya untuk meringankan kesulitan yang terkait dengan materi geometri. Melalui AR, pengguna dapat langsung menggabungkan fitur virtual ke dalam lingkungan fisik mereka (Aditama *et al.*, 2021). AR dapat menciptakan pembelajaran yang menarik, interaktif, kontekstual, dan individual dengan menjembatani kesenjangan antara pengalaman nyata siswa dan matematika yang abstrak (Widada *et al.*, 2021). AR mengharuskan siswa berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran hal itu meningkatkan kemampuan kognitif, minat, dan dorongan belajar mereka (Koparan *et al.*, 2023).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat media pembelajaran AR sebagai alat pengajaran mutakhir, khususnya dalam matematika. Menurut penelitian oleh Riza *et al.* (2023), penggunaan media pembelajaran berbasis AR mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Menurut penelitian lain oleh Volioti *et al.* (2023), Augmented Reality (AR) berguna untuk membuat proses pembelajaran menjadi menarik dan interaktif sekaligus membantu pemahaman konsep matematika yang abstrak dan sulit. Lebih jauh, penelitian lain oleh Zakiyah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, yang mencakup komponen kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa. Temuan penelitian ini memberikan dukungan empiris untuk penerapan AR dalam pengajaran dan pembelajaran matematika. Dalam penelitian ini akan berfokus untuk mengimplementasikan media pembelajaran *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran untuk mengetahui efektivitas dari media pembelajaran tersebut dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa materi bangun ruang sisi datar dan minat belajar siswa.

2. METODE PENELITIAN

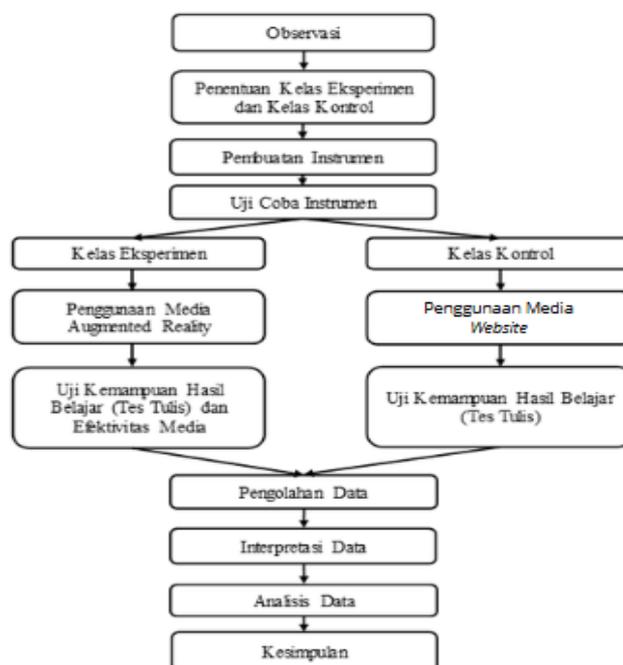
2.1. Desain Penelitian

Efektivitas media pembelajaran AR terhadap hasil belajar siswa kelas VII SMPN 1 Gunungsari dalam mata pelajaran matematika diuji menggunakan pendekatan quasi eksperimen dengan desain *non-equivalent control group design*. Kelas eksperimen dan kelas kontrol merupakan dua kelompok kelas yang termasuk dalam desain penelitian. Dalam proses pembelajaran Kelas kontrol menggunakan media pembelajaran berbasis situs web, kelas eksperimen menggunakan media pembelajaran berbasis AR.

Penelitian ini akan dilakukan dengan membandingkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum proses pembelajaran, diberikan tes awal (pretest) pada masing masing kelas. Proses pembelajaran dalam kelas eksperimen akan diimplementasikan media Augmented Reality sebagai media pembelajaran, sedangkan kelas kontrol akan menerima media pembelajaran berbais website. Setelah proses pembelelajaran selesai diberikan tes akhir (posttest) pada masing-masing kelas.

2.2. Prosedur Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan observasi untuk memahami kondisi pembelajaran di lokasi penelitian. Observasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan dalam pembelajaran matematika di SMPN1 Gunungsari, khususnya pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar, berdasarkan hasil ujian harian sebelumnya dipilih dua kelas dengan nilai rata-rata yang hampir sama sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mencapai tujuan penelitian, peneliti akan membuat instrumen, sebagai alat untuk mencapai variabel yang akan diukur. Rumus Aiken digunakan untuk menyusun dan memvalidasi perangkat penelitian, yang berupa asesmen hasil belajar dan angket minat belajar, dengan menggunakan uji validitas isi. Pada tahap penelitian kedua kelas mengikuti tes awal untuk mengukur kemampuan awal mereka. Kelas kontrol menggunakan media pembelajaran berbasis situs web, kelas eksperimen menerima media AR. Setelah proses pembelajaran selesai, angket minat belajar dibagikan kepada kelas eksperimen. Pada pertemuan kelima dilaksanakan tes akhir (posttest) untuk mengetahui hasil belajar siwa setelah menggunakan media pembelajaran. Hal ini dapat dilihat dalam gambar Gambar 1. Yang mengilustrasikan proses penelitian.



Gambar 1. Rancangan penelitian

2.3. Instrumen pengumpulan data

Penilaian hasil belajar dan minat belajar digunakan sebagai alat pengumpulan data penelitian. Delapan pertanyaan deskriptif membentuk ujian pretest dan posttest yang digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa sebelum dan sesudah belajar. Instrumen tersebut dianggap valid dan sesuai untuk digunakan dalam mengukur penelitian setelah menjalani uji validitas yang dilakukan oleh para profesional. Setelah pembelajaran dengan media AR diterapkan, angket minat belajar siswa dinilai menggunakan kuesioner minat belajar. Angket minat belajar terdiri dari dua belas pernyataan, dengan tiga pernyataan untuk masing-masing indikator berikut: kemauan, kesadaran, perhatian, dan perasaan senang. Kuesioner minat dianggap valid dan layak untuk mengukur minat belajar siswa dalam penelitian setelah divalidasi oleh para profesional.

2.4. Teknik analisis data

Statistik deskriptif digunakan untuk menilai data hasil pembelajaran. Uji normalitas dan homogenitas merupakan prasyarat untuk statistik inferensial. Uji Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk uji normalitas, dan uji Levene digunakan untuk

uji homogenitas. Data yang normal dan homogen dapat dianalisis menggunakan statistik parametrik *independent sample t-test*, yang merupakan bagian dari uji t. *Independent sample t-test* bertujuan untuk menguji perbedaan rata-rata hasil belajar kelas eksperimen dan kontrol atau menjawab hipotesis penelitian, dengan nilai signifikansi 0,05. Uji N-Gain yang menunjukkan keefektifan media pembelajaran AR, digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data statistik deskriptif hasil belajar siswa secara keseluruhan menyatakan bahwa kelas eksperimen memperoleh skor rata-rata pretest 62,06 dan 62,56 untuk kelas kontrol. Menurut temuan ini, sebelum perlakuan, skor rata-rata kelompok eksperimen dan kontrol pada dasarnya tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sementara skor posttest kelas kontrol meningkat sebesar 32,67% menjadi 83,00, kelas eksperimen meningkat sebesar 45,84% menjadi 90,51. Temuan ini menunjukkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol mengalami peningkatan rata-rata yang berbeda. Berdasarkan interpretasi uji hipotesis menggunakan *independent sample t-test*, rata-rata kelas eksperimen dan kontrol berbeda secara signifikan ($P < 0,005$), hal ini mendukung hipotesis yang menyatakan bahwa rata-rata hasil belajar siswa di kelas yang menggunakan media AR memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil belajar siswa di kelas yang menggunakan media *website*. Kelas eksperimen memperoleh kategori N-Gain yang lebih besar daripada kelas kontrol, sebagaimana ditunjukkan oleh analisis N-Gain, yang mendukung hasil uji-t. Kelas eksperimen memiliki skor n-gain kategori tinggi sebesar 77,12 dengan kategori efektif. Hasil N-Gain secara umum menunjukkan bahwa pembelajaran melalui media AR dapat meningkatkan hasil belajar.

Tabel 3. Hasil N-Gain data hasil belajar siswa

Kelas	N-gain			
	Skor	Keterangan	Persen	Keterangan
Eksperimen	77,12	Tinggi	77,12%	Efektif
Kontrol	55,58	Sedang	55,58%	Kurang efektif

Banyaknya fitur yang menarik dalam AR menjadikannya alat yang berguna untuk mempelajari matematika, khususnya dalam hal konten geometri spasial sisi datar. Siswa dapat terlibat langsung dengan representasi geometri spasial sisi datar dalam lingkungan belajar dunia nyata melalui penggambaran 3D yang imersif dan interaktif dalam augmented reality (Singh *et al.*, 2024). Menurut Nadzeri *et al.* (2024), hal ini dapat membantu siswa mengatasi ketidakmampuan mereka untuk memvisualisasikan konsep geometris, yang merupakan hambatan bagi pembelajaran tradisional. Secara real time, siswa dapat bekerja dengan, menyelidiki, dan melihat geometri spasial dari berbagai perspektif (Bhagat *et al.*, 2021). Pemahaman konsep yang intuitif dan menyeluruh dapat dikembangkan melalui pendekatan ini (Fakih, 2023).

Partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran dapat ditingkatkan melalui media AR. Menurut Volioti *et al.* (2023) dan Widada *et al.* (2021), siswa harus berpartisipasi aktif dalam pendidikan mereka dengan membuka AR, memindai penanda, berfokus pada geometri spasial, dan membuka materi yang tersedia. Motivasi siswa untuk belajar dapat ditingkatkan dengan instruksi yang aktif dan menarik, yang meningkatkan hasil belajar (Bhagat *et al.*, 2021). AR menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan berhasil dengan mengharuskan siswa untuk berinteraksi selain menyajikan materi secara pasif (Fakih, 2023).

Siswa juga dapat memperoleh manfaat dari media AR dengan melihat bagaimana konten tersebut berhubungan dengan situasi dunia nyata. Siswa dapat menghubungkan ide matematika dengan objek nyata dengan memproyeksikan struktur spasial sisi datar ke lingkungan sekitar (Koparan *et al.*, 2023). Hal ini sesuai dengan pembelajaran kontekstual, yang mengintegrasikan ide dalam konteks autentik di lingkungan siswa (Shaghaghian *et al.*, 2022). Pendapat siswa yang tidak mendukung matematika sebagai topik yang menantang dan tidak relevan dapat dihilangkan dengan menyediakan situasi yang relevan dan bermakna (Hanid *et al.*, 2022).



Gambar 2. Penggunaan media AR dalam proses pembelajaran

Dalam gambar tersebut terlihat bahwa siswa sedang menggunakan media pembelajaran Augmented Reality dalam proses pembelajaran matematika. Setiap siswa diberikan LKPD masing-masing. Didalam LKPD tersebut terdapat *barcode* untuk digunakan dalam media pembelajaran *Augmented Reality*. Setiap siswa dapat scan barcode yang tersedia untuk dapat mengaktifkan model 3D dalam media *Augmented Reality* yang sudah didownload dalam handpone masing-masing siswa.

Antusiasme siswa dalam mempelajari matematika dipengaruhi secara positif oleh media augmented reality. Dengan rata-rata 4,6, atau sangat baik, motivasi siswa dalam belajar setelah menggunakan media AR. Temuan ini menunjukkan bahwa media AR, khususnya konten tentang bangun ruang sisi datar, tidak hanya meningkatkan hasil belajar tetapi juga meningkatkan antusiasme dan sikap positif siswa terhadap pembelajaran matematika.

Indikator dengan rata-rata tertinggi (4,8) adalah yang mengukur perasaan senang atau tidak puas. Karena kebaruan dan daya tarik AR sebagai media pembelajaran, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media AR telah berhasil menghasilkan pengalaman belajar yang menyenangkan dari sudut pandang emosional siswa. Dibandingkan dengan media tradisional, augmented reality (AR) menawarkan pengalaman pendidikan yang lebih menawan sebagai media interaktif (Gargrish *et al.*, 2022). Selain menciptakan representasi 3D yang menawan, inovasi media pembelajaran ini dapat merangsang perasaan positif seperti kegembiraan, kegembiraan, dan rasa ingin tahu selama proses pembelajaran (Tarng *et al.*, 2024).

Lebih jauh lagi, dengan menumbuhkan lingkungan belajar yang positif, temuan ini menunjukkan bahwa media AR tidak hanya efisien secara kognitif tetapi juga bermanfaat dalam domain afektif. Karena kesenangan dapat mengarah pada motivasi yang lebih intrinsik, pengalaman belajar yang positif memiliki konsekuensi yang signifikan (Yousef, 2021). Kesenangan juga tampaknya meningkatkan motivasi untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, mempelajari lebih dalam konten, dan memiliki keinginan untuk menyelesaikan kesulitan belajar (Gómez-Rios *et al.*, 2023).

Media AR dapat menjadi cara kreatif untuk mengatasi kesulitan dalam mempelajari geometri, meningkatkan hasil pembelajaran, dan memicu rasa ingin tahu siswa. Sebagai bagian dari inovasi media pembelajaran, pembuat kurikulum dan lembaga pendidikan juga dapat mempertimbangkan untuk memasukkan media (AR) ke dalam pembelajaran matematika. Untuk meningkatkan keunggulan media AR dalam meningkatkan standar pendidikan matematika, sangat penting untuk membuat dan mendistribusikan program yang mudah digunakan, dengan harga yang wajar, dan sesuai untuk kurikulum sekolah menengah pertama.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* efektif terhadap hasil belajar matematika siswa kelas VII SMP Negeri 1 Gunungsari Tahun Ajaran 2024/2025. Tingkat keefektifan media pembelajaran AR terhadap hasil terlihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa media *Augmented Reality* (AR) dapat meningkatkan hasil belajar matematika. Hasil belajar kelas eksperimen lebih meningkat dengan kategori tinggi dan efektif daripada kelas kontrol, yang terkategori kurang efektif menurut hasil uji N-Gain. Selain itu, minat belajar siswa yang menggunakan media pembelajaran AR dalam kategori sangat baik, dengan indikator terkuat adalah perasaan senang. Menurut hasil ini, media AR tidak hanya meningkatkan pengetahuan konseptual secara kognitif tetapi juga secara afektif dengan membuat pembelajaran menyenangkan dan menarik minat belajar siswa.

5. REFERENSI

- Aditama, P. W., Adnyana, I. N. W., & Ayu Ariningsih, K. (2021). Augmented Reality dalam Multimedia Pembelajaran. *Prosiding Seminar Nasional Desain Dan Arsitektur (SENADA)*, 2, 176–182. <https://eprosiding.idbbali.ac.id/index.php/senada/article/view/225>
- Agustin, M. N. R., Subarinah, S., Soeprianto, H., & Arjudin. (2023). Analisis Kemampuan Spasial Siswa pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar ditinjau dari Gaya Belajar di Kelas VIII SMPN 6 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 1380–1392. <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.8033>
- Ain, H., Baidowi, & Hapiipi. (2020). Kemampuan Siswa dalam Pemecahan Masalah Geometri berdasarkan Tingkat Berpikir Van Hiele. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(3), 273–279. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i3.1886>
- Arjudin, Sripatmi, Prayitno, S., Tyaningsih, R. Y., & Triutami, T. W. (2022). Pelatihan Pengembangan Media Matematika Online dan Penerapannya dalam Pembelajaran bagi Guru-Guru Mi Al-Istiqomah Telagawaru Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Pepadu*, 3(3), 412–420. <http://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/jurnalpepadu/index>
- Baidowi, Sarjana, K., Novitasari, D., & Eka, K. (2021). Analysis of Students' Geometric Thinking Level in Blended Learning Setting. *The 1ST International Conference on Education and Science*, 110009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0122569>
- Bhagat, K. K., Yang, F.-Y., Cheng, C.-H., Zhang, Y., & Liou, W.-K. (2021). Tracking the Process and Motivation of Math Learning with Augmented Reality. *Educational Technology Research and Development*, 69(6), 3153–3178. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10066-9>
- Buentello-Montoya, D. A., Lomelí-Plascencia, M. G., & Medina-Herrera, L. M. (2021). The Role of Reality Enhancing Technologies in Teaching and Learning of Mathematics. *Computers & Electrical Engineering*, 94, 107287. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107287>
- Dewi, L. S. K., Yanti, A. F., Ramadhani, C. S., Murniati, S., & Astuti, W. (2023). Strategy for Learning Space Geometry Concepts in Elementary School Students. *JENIUS (Journal of Education Policy and Elementary Education Issues)*, 4(2), 93–106. <https://doi.org/10.22515/jenius.v4i2.6420>

- Fakih, M. (2023). Step into a New Dimension with Augmented Reality: Can Augmented Reality (AR) Replicate the Tactile Experience in a Virtual Mathematics Classroom and What is the Impact on Engagement and Deeper Understanding? *Research in Post-Compulsory Education*, 28(2), 226–240. <https://doi.org/10.1080/13596748.2023.2206707>.
- Gargrish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2022). Evaluation of Memory Retention among Students using Augmented Reality based Geometry Learning Assistant. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12891–12912. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11147-9>
- Gómez-Rios, M. D., Paredes-Velasco, M., Hernández-Beleño, R. D., & Fuentes-Pinargote, J. A. (2023). Analysis of Emotions in the use of Augmented Reality Technologies in Education: A Systematic Review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 216-234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22593>
- Hamid, A. S. R., Soeprianto, H., Turmuzi, M., & Arjudin. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Software Powtoon terhadap Hasil Belajar dan Minat Siswa pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(3), 693–701. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1772>
- Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). Effects of Augmented Reality Application Integration with Computational Thinking in Geometry Topics. *Education and Information Technologies*, 27(7), 9485–9521. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10994-w>
- Indriani, W. D., & Pasaribu, L. H. (2022). Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Hybrid Learning. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 291–299. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1196>
- Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating Augmented Reality into Mathematics Teaching and Learning and Examining its Effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101245. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101245>
- Liwaliyda, L., Baidowi, Kurniawan, E., & Soeprianto, H. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis ditinjau dari Kemandirian Belajar pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Mandalika Mathematics Adn Education Journal*, 6(2), 557–570. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29303/jm.v6i2.7728>
- Mamat, S. S., Othman, Z. S., Safiai, S., Mohamad, N. A., Ahmad Fuad, A. A., & Rahmat, N. H. (2023). Exploring the Impact of Causes of Burnout on Motivational Elements

- in Learning Mathematics. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(8), 1578–1595. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v13-i8/17730>
- Nadzeri, M. B., Musa, M., Meng, C. C., & 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), 104–118. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i16.47079>
- Ningsih, S. K., Amaliyah, A., & Rini, C. P. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Matematika pada Siswa Kelas II Sekolah Dasar. *Berajah Journal*, 2(1), 44–48. <https://doi.org/10.47353/bj.v2i1.48>
- Putri, W. A. (2023). Faktor Rendahnya Minat Belajar Siswa Kelas V Sekolah Dasar pada Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 2(2), 123–128. <https://doi.org/10.31980/powermathedu.v2i2.3097>
- Ratna Kartika Sari, R. K. S. (2023). Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Smk Dengan Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Geogebra. *Eksponen*, 13(1), 25–36. <https://doi.org/10.47637/eksponen.v13i1.682>
- Rifai, I., & Rombot, O. (2024). Basic Education in Indonesia. In L. P. Symaco & M. Hayden (Eds.), *International Handbook on Education in Southeast Asia* (pp. 327–355). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8136-3_29-1
- Riza, A., Atika, Z., & Maira, N. (2023). Application of Augmented Reality in Geometry Learning in Increasing Student Learning Motivation. *Journal of Curriculum and Pedagogic Studies (JCPS)*, 2(1), 40–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.30631/jcps.v2i1.1757>
- Shaghaghian, Z., Burte, H., Song, D., & Yan, W. (2022). Learning Geometric Transformations for Parametric Design: An Augmented Reality (AR)-Powered Approach. In D. Gerber, E. Pantazis, B. Bogosian, A. Nahmad, & C. Miltiadis (Eds.), *Computer-Aided Architectural Design. Design Imperatives: The Future is Now* (pp. 515–527). Springer Singapore.
- Singh, G., Singh, G., Tuli, N., & Mantri, A. (2024). Hyperspace AR: An Augmented Reality Application to Enhance Spatial Skills and Conceptual Knowledge of Students in Trigonometry. *Multimedia Tools and Applications*, 83(21), 60881–60902. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17870-w>
- Sugara, E. W., Sridana, N., Kurniawan, E., & Baidowi, B. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Geometri Berdasarkan Level Berpikir Van Hiele Kelas VIII SMPN 2 Wanasaba Tahun Ajaran 2020/2021. *Griya Journal of*

- Mathematics Education and Application*, 2(1), 233–245.
<https://doi.org/10.29303/griya.v2i1.132>
- Sugiarni, R., Herman, T., Suryadi, D., Prabawanto, S., & Abdullah, K. H. (2024). A Bibliometric Review of Mathematics Textbooks Research. *Journal of Scientometric Research*, 13(2), 396–405. <https://doi.org/10.5530/jscires.13.2.31>
- Tarng, W., Huang, J.-K., & Ou, K.-L. (2024). Improving Elementary Students' Geometric Understanding Through Augmented Reality and Its Performance Evaluation. In *Systems* (Vol. 12, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/systems12110493>
- 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>
- Volioti, C., Orovas, C., Sapounidis, T., Trachanas, G., & Keramopoulos, E. (2023). Augmented Reality in Primary Education: An Active Learning Approach in Mathematics. In *Computers* (Vol. 12, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/computers12100207>
- Widada, W., Herawaty, D., Nugroho, K. U. Z., & Anggoro, A. F. D. (2021). Augmented Reality assisted by GeoGebra 3-D for Geometry Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012034>
- Yaniawati, P., Sudirman, Mellawaty, Indrawan, R., & Mubarika, M. P. (2023). The Potential of Mobile Augmented Reality as a Didactic and Pedagogical Source in Learning Geometry 3D. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 4–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.3926/jotse.1661>
- Yanuarto, W. N., & Iqbal, A. M. (2022). Media Pembelajaran Augmented Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Matematis pada Konsep Geometri. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 30–40. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i01.17615>
- Yousef, A. M. F. (2021). Augmented Reality Assisted Learning Achievement, Motivation, and Creativity for Children of Low-Grade in Primary School. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 966–977. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcal.12536>
- Zakiyah, Z., Karlimah, & Hidayat, S. (2023). Elementary School Teachers' Perceptions on Video-Based Mathematics Learning in Flipped Classroom Model towards Learning Quality. *Numerical: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 49–58. <https://doi.org/10.25217/numerical.v7i1.3462>

