

**EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATERI ALJABAR
TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA SMP**

Siti Nur Ambarwati¹, Khafidhoh Nurul Aini², Arezqi Tunggal Asmana³

^{1,2,3}Universitas Islam Darul 'Ulum Lamongan, Indonesia

¹sitinurambar.2022@mhs.unisda.ac.id

²khafidhohnurul@unisda.ac.id

³arezqitunggal@unisda.ac.id

ABSTRACT

Algebra learning at the junior high school level remains challenging due to the abstract nature of algebraic concepts, causing students difficulties in understanding variables, symbols, and algebraic operations. This study aims to develop and examine the effectiveness of an Augmented Reality (AR)-based learning media for Algebra material in improving junior high school students' learning outcomes. This research employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The developed product was an Android-based application called Belajar Aljabar, which integrates AR visualization, learning materials, exercises, and interactive quizzes. The research subjects were seventh-grade students at MTs Al Islamiyyah Mojoasem. Data were collected through expert validation, pretest-posttest assessments, and student response questionnaires. The results showed that the developed media was categorized as highly valid based on material and media expert validation, with an average score of 3.64. The implementation results indicated an improvement in students' learning outcomes, with the average score increasing from 60.50 in the pretest to 88.50 in the posttest, and an N-Gain score of 0.71 categorized as high. The Paired Sample t-Test results showed a significance value of 0.000 (<0.05), indicating a significant difference after using the media. Student responses reached 91.88% in the very good category. Therefore, the AR-based learning media developed in this study is valid and effective as an alternative Algebra learning medium to improve students' conceptual understanding and learning outcomes.

Keywords: *Augmented Reality, learning media, Algebra, learning outcomes, ADDIE*

ABSTRAK

Pembelajaran Aljabar di tingkat SMP masih menghadapi kendala karena karakteristik materi yang abstrak sehingga siswa mengalami kesulitan memahami konsep variabel, simbol, dan operasi aljabar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji efektivitas media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Aljabar terhadap hasil belajar siswa SMP. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Produk yang

dikembangkan berupa aplikasi Belajar Aljabar berbasis Android yang dilengkapi visualisasi AR, materi pembelajaran, latihan soal, dan kuis interaktif. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII MTs Al Islamiyyah Mojoasem. Data dikumpulkan melalui validasi ahli, tes hasil belajar (*pretest-posttest*), dan angket respons siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memperoleh kategori sangat valid berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media dengan skor rata-rata masing-masing 3,64. Implementasi media menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata *pretest* sebesar 60,50 menjadi 88,50 pada *posttest*, dengan nilai N-Gain sebesar 0,71 kategori tinggi. Hasil uji *Paired Sample t-Test* memperoleh signifikansi 0,000 ($<0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan setelah penggunaan media. Respons siswa terhadap media memperoleh persentase 91,88% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan dinyatakan valid dan efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran Aljabar untuk meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa SMP.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, media pembelajaran, Aljabar, hasil belajar, ADDIE

A. Pendahuluan

Pendidikan matematika berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, analitis, sistematis, dan pemecahan masalah siswa. Salah satu materi yang menjadi fondasi bagi penguasaan konsep matematika lanjutan adalah aljabar, karena berkaitan dengan penggunaan simbol, variabel, pola, serta hubungan antarkonsep matematika. Menurut Kieran (2021), aljabar merupakan cara berpikir yang melibatkan generalisasi pola, penggunaan simbol, dan pemodelan hubungan matematika, sedangkan Radford (2021) menegaskan bahwa aljabar menuntut kemampuan representasi dan abstraksi melalui penggunaan tanda serta simbol matematika. Selain itu, Stephens et al. (2022) menyatakan bahwa aljabar berperan

dalam mengembangkan kemampuan berpikir relasional dan fungsional yang menjadi dasar kemampuan berpikir tingkat tinggi. Namun, karakteristik aljabar yang abstrak masih menjadi kendala bagi banyak siswa SMP sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu mengkonkretkan konsep tersebut.

Salah satu inovasi yang berpotensi mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran. Teknologi AR mampu memvisualisasikan konsep abstrak ke dalam objek virtual tiga dimensi yang interaktif sehingga memudahkan siswa memahami hubungan antara simbol, variabel, dan operasi aljabar. Ibáñez dan Delgado-Kloos (2021) menyatakan bahwa AR meningkatkan interaksi siswa dengan representasi visual konsep matematika sehingga

berdampak positif terhadap pemahaman konseptual dan keterlibatan belajar. Temuan tersebut didukung oleh Radianti et al. (2022) yang menyebutkan bahwa AR menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan efektif untuk materi abstrak, Santos et al. (2023) yang menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan pemahaman konsep melalui AR, serta Hidayat et al. (2022) yang melaporkan peningkatan motivasi dan hasil belajar matematika siswa melalui penerapan media berbasis AR.

Media pembelajaran menjadi komponen penting dalam membantu siswa memahami konsep matematika yang abstrak. Penggunaan media berbasis teknologi terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa (Pratama & Wulandari, 2023; Hidayat et al., 2022). Di antara berbagai media digital, AR memiliki keunggulan karena mampu mengintegrasikan visualisasi tiga dimensi dengan interaksi secara langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Ibáñez dan Delgado-Kloos (2021) serta Garzón et al. (2022) menegaskan bahwa media berbasis AR memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan keterlibatan dan hasil belajar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil observasi awal di SMP Al-Islamiyyah Mojoasem menunjukkan bahwa pembelajaran aljabar masih didominasi metode ceramah dan buku teks tanpa dukungan media interaktif. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep abstrak, menghubungkan simbol dengan makna matematis, serta cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep. Dampaknya terlihat pada rendahnya keterlibatan siswa selama pembelajaran dan hasil belajar yang belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Selain itu, pemanfaatan teknologi pembelajaran masih terbatas pada media konvensional, meskipun siswa menunjukkan antusiasme tinggi terhadap penggunaan media digital. Temuan ini mengindikasikan perlunya pengembangan media pembelajaran berbasis AR yang mampu memvisualisasikan konsep aljabar secara lebih konkret dan interaktif.

Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas AR dalam pendidikan. Ibáñez dan Delgado-Kloos (2021) menunjukkan bahwa AR meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep pada pembelajaran STEM. Garzón et al. (2022) melalui meta-analisis menyimpulkan bahwa AR berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa. Pahmi et al. (2023) menyatakan bahwa AR efektif

membantu pemahaman konsep matematika melalui visualisasi interaktif, sedangkan Bulut dan Borromeo Ferri (2023) menegaskan bahwa AR mampu mengkonkretkan konsep matematika yang abstrak. Radianti et al. (2023) melaporkan bahwa teknologi imersif meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterlibatan siswa, sementara Hidajat (2024) menemukan bahwa AR dapat meningkatkan kreativitas matematis melalui eksplorasi visual. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengembangkan media AR pada materi aljabar untuk siswa SMP serta menguji efektivitasnya terhadap hasil belajar masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan berupa pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality untuk materi aljabar yang disesuaikan dengan karakteristik siswa SMP serta pengujian efektivitasnya terhadap peningkatan hasil belajar. Media dikembangkan dalam bentuk web dan aplikasi Android yang memvisualisasikan konsep aljabar melalui objek tiga dimensi interaktif, dilengkapi materi, contoh soal, dan latihan interaktif. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif sebagai alternatif inovasi pembelajaran matematika di tingkat SMP.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi aljabar untuk siswa SMP serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi lima tahap, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Model ini dipilih karena memiliki prosedur yang sistematis dan fleksibel dalam menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif.

Tahap analysis meliputi analisis kebutuhan, karakteristik siswa, kurikulum, materi aljabar, dan kondisi pembelajaran sebagai dasar pengembangan media. Tahap design mencakup perancangan struktur media, tampilan antarmuka, materi, alur pembelajaran, serta penyusunan instrumen penelitian. Pada tahap development, media AR dikembangkan dalam bentuk web dan aplikasi Android, kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk

mengetahui kelayakan produk sebelum direvisi. Tahap implementation dilakukan dengan menerapkan media pada pembelajaran aljabar di kelas eksperimen, sedangkan tahap evaluation bertujuan mengevaluasi kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas media berdasarkan hasil validasi, respons siswa, dan peningkatan hasil belajar.

Efektivitas media diuji menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pretest–posttest control group design. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII MTs Al-Islamiyyah Mojoasem Tahun Ajaran 2025/2026 yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, terdiri atas kelas eksperimen yang menggunakan media AR dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Sebelum pembelajaran kedua kelompok diberikan pretest, kemudian setelah pembelajaran diberikan posttest untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Sebelum uji lapangan, media terlebih dahulu diuji pada kelompok kecil (5–10 siswa) untuk memperoleh masukan awal dan dilakukan revisi produk.

Data penelitian terdiri atas data kuantitatif berupa nilai pretest dan posttest, serta data kualitatif berupa hasil observasi dan angket respons siswa. Instrumen penelitian meliputi tes hasil belajar yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya, lembar observasi aktivitas siswa, serta angket respons menggunakan skala Likert. Instrumen disusun berdasarkan indikator pembelajaran aljabar untuk mengukur pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, aktivitas belajar, dan tanggapan siswa terhadap media yang dikembangkan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk menggambarkan hasil belajar siswa, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan N-Gain guna mengetahui peningkatan hasil belajar. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas untuk memastikan data memenuhi asumsi statistik. Selanjutnya, efektivitas media dianalisis menggunakan Independent Sample t-test pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis data mengacu pada prinsip penelitian kuantitatif sebagaimana dikemukakan oleh

Sugiyono (2021) dan Creswell (2023). Melalui prosedur tersebut, penelitian ini tidak hanya menghasilkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality yang layak digunakan, tetapi juga memberikan bukti empiris mengenai efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar aljabar siswa SMP.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Penyajian Data Uji Coba Produk

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) dengan produk berupa media pembelajaran Belajar Aljabar berbasis Augmented Reality (AR) untuk siswa kelas VII SMP. Tahap analisis melalui observasi, wawancara, dan analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran Aljabar masih didominasi metode ceramah dan buku paket sehingga siswa mengalami kesulitan memahami konsep abstrak seperti variabel, koefisien, konstanta, dan operasi aljabar. Oleh karena itu, dikembangkan media interaktif berbasis Android dengan teknologi AR yang sesuai dengan karakteristik

siswa yang telah terbiasa menggunakan *smartphone*.

Tahap desain dilakukan melalui penyusunan *flowchart*, *storyboard*, desain antarmuka, materi, latihan soal, evaluasi, dan *marker* AR. Aplikasi dirancang dengan menu Materi, Augmented Reality, Latihan Soal, Evaluasi, Panduan Penggunaan, dan Profil Pengembang. Fitur AR digunakan untuk memvisualisasikan konsep Aljabar secara interaktif, sedangkan latihan dan kuis dilengkapi *feedback* untuk membantu siswa memahami kesalahan dan konsep yang benar.

Gambar 1.1 Flowchart Aplikasi

Gambar 1.1 Storyboard Aplikasi

No	Halaman/Fitur	Deskripsi
1	Beranda	Menu utama pembelajaran
2	Materi	Konsep Aljabar dan contoh
3	Latihan Soal	Soal interaktif dengan umpan balik
4	Hasil Latihan	Skor dan motivasi
5	Game Roda Berputar Tim	Pembelajaran kelompok
6	Kuis Aljabar	Evaluasi pemahaman
7	Panduan	Petunjuk penggunaan aplikasi
8	Pengembang	Informasi pengembang

Tahap pengembangan dilakukan melalui pembuatan aplikasi dan validasi ahli. Validasi ahli materi memperoleh skor rata-rata 3,64 (Sangat Valid), sedangkan validasi ahli media memperoleh skor 3,64 (Sangat Valid). Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi, tampilan, navigasi, bahasa, dan kesesuaian media telah memenuhi kelayakan pembelajaran.

Tabel 1.2 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Skor	Kategori
Isi	3,67	Sangat Valid
Penyajian	3,50	Sangat Valid
Bahasa	3,50	Sangat Valid
Kesesuaian Materi	3,75	Sangat Valid
Rata-rata	3,64	Sangat Valid

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Skor	Kategori
Isi	3,50	Sangat Valid
Konstruksi	3,67	Sangat Valid
Bahasa	3,50	Sangat Valid
Kesesuaian Media	3,75	Sangat Valid
Rata-rata	3,64	Sangat Valid

Berdasarkan masukan validator, dilakukan revisi berupa

perbaikan ukuran huruf, warna, ikon, dan tata letak aplikasi sehingga media lebih nyaman digunakan.

2. Analisis Data

Implementasi dilakukan di MTs Al Islamiyyah Mojoasem pada 20 siswa kelas VII melalui tahapan *pretest*, pembelajaran menggunakan aplikasi, latihan, kuis, *posttest*, dan angket respons. Hasil implementasi menunjukkan siswa lebih aktif dan antusias menggunakan media pembelajaran berbasis AR.

Hasil *pretest* memperoleh nilai rata-rata 60,50, sedangkan *posttest* meningkat menjadi 88,50.

Tabel 2.1 Hasil Pretest dan Posttest

Data	Nilai Rata-rata
Pretest	60,50
Posttest	88,50

Peningkatan sebesar 28 poin menunjukkan bahwa media Belajar Aljabar membantu siswa memahami materi dengan lebih baik. Analisis N-Gain memperoleh nilai 0,71 kategori tinggi, sehingga media dinilai efektif meningkatkan hasil belajar.

Tabel 2.2 Hasil N-Gain

Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
60,50	88,50	0,71	Tinggi

Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi pretest 0,183 dan posttest 0,127 ($>0,05$). Selanjutnya, uji *Paired Sample t-Test* memperoleh nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$) sehingga terdapat perbedaan signifikan antara hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan media.

Tabel 2.3 Hasil Uji Hipotesis

Variabel	Sig.	Keputusan
Pretest– Posttest	0,000	H_0 ditolak, H_1 diterima

Respons siswa terhadap media memperoleh persentase rata-rata 91,88% kategori Sangat Baik, menunjukkan bahwa aplikasi menarik, mudah digunakan, bermanfaat, dan mampu meningkatkan motivasi belajar.

Tabel 2.4 Respons Siswa

Aspek	Persentase	Kategori
Tampilan	92,50%	Sangat Baik
Kemudahan Penggunaan	90,00%	Sangat Baik
Manfaat Media	91,25%	Sangat Baik

Aspek	Persentase	Kategori
Motivasi Belajar	93,75%	Sangat Baik
Rata-rata	91,88%	Sangat Baik

3. Revisi Produk

Revisi dilakukan berdasarkan saran validator dan hasil implementasi untuk meningkatkan kualitas media. Perbaikan meliputi penambahan petunjuk penggunaan, memperbesar tombol navigasi, memperbaiki kombinasi warna, menambahkan contoh soal dan pembahasan, serta menyempurnakan tata letak aplikasi. Hasil revisi menghasilkan media yang lebih menarik, mudah digunakan, dan sesuai kebutuhan pembelajaran Aljabar.

4. Kajian Produk yang Telah Direvisi

Produk akhir berupa aplikasi Belajar Aljabar berbasis Android dengan teknologi Augmented Reality yang mengintegrasikan materi, AR, latihan soal, kuis, dan panduan penggunaan. Hasil validasi menunjukkan media memperoleh kategori Sangat Valid (3,64), hasil N-Gain sebesar 0,71 kategori tinggi, uji *Paired Sample t-Test* menunjukkan

perbedaan signifikan (Sig. 0,000), serta respons siswa mencapai 91,88% kategori Sangat Baik.

Media ini memiliki keunggulan dalam menyajikan materi Aljabar secara interaktif, membantu visualisasi konsep abstrak melalui AR, mendukung pembelajaran mandiri, serta meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Namun, media masih memiliki keterbatasan, yaitu hanya berjalan pada Android, terbatas pada materi Aljabar kelas VII, dan membutuhkan perangkat dengan spesifikasi tertentu.

Secara keseluruhan, media pembelajaran Belajar Aljabar berbasis Augmented Reality telah memenuhi aspek validitas dan efektivitas sehingga layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran matematika untuk membantu siswa memahami konsep Aljabar secara lebih menarik dan interaktif.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*), media pembelajaran Belajar Aljabar berbasis Android yang dikembangkan telah memenuhi tujuan

penelitian dan layak digunakan pada pembelajaran materi Aljabar kelas VII SMP. Tahap analisis menunjukkan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan mudah digunakan untuk membantu memahami konsep Aljabar yang bersifat abstrak. Tahap desain menghasilkan rancangan aplikasi yang terdiri atas menu Beranda, Materi, Latihan Soal, Kuis, Panduan Cepat, dan Pengembang, serta dilengkapi dengan *flowchart*, *storyboard*, desain antarmuka, materi pembelajaran, dan instrumen penelitian. Pada tahap pengembangan, aplikasi yang dibuat menggunakan Android Studio memperoleh hasil validasi ahli materi sebesar 3,64 dan ahli media sebesar 3,64, keduanya berada pada kategori Sangat Valid, sehingga media dinyatakan layak digunakan setelah dilakukan penyempurnaan sesuai saran validator.

Tahap implementasi pada 20 siswa kelas VII MTs Al Islamiyyah Mojoasem menunjukkan bahwa media pembelajaran Belajar Aljabar efektif meningkatkan hasil belajar siswa, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata pretest 60,50 menjadi posttest 88,50, nilai N-Gain sebesar

0,71 dengan kategori tinggi, serta hasil uji *Paired Sample t-Test* dengan signifikansi 0,000 ($<0,05$) yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan sebelum dan sesudah penggunaan media. Selain itu, respons siswa memperoleh persentase rata-rata 91,88% kategori Sangat Baik, sehingga media diterima dengan baik oleh pengguna. Berdasarkan hasil evaluasi dan revisi produk, media pembelajaran Belajar Aljabar telah memenuhi aspek validitas dan efektivitas, sehingga layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran matematika yang mampu membantu siswa memahami konsep Aljabar dan meningkatkan hasil belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2021). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Arikunto, S. (2021). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Branch, R. M. (2020). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Bulut, M., & Borromeo Ferri, R. (2023). The use of augmented reality in mathematics education: Enhancing students' conceptual understanding. *ZDM—Mathematics Education*, 55(4), 789–803. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01456-7>
- Cahdriyana, R. A., & Nurnugroho, B. A. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan multimedia pembelajaran berbasis augmented reality untuk mengembangkan keterampilan berpikir komputasi. *LITERASI*, 14(1), 9–14. [https://doi.org/10.21927/literasi.2023.14\(1\).9-14](https://doi.org/10.21927/literasi.2023.14(1).9-14)
- Creswell, J. W. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Field, A. (2021). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE Publications.
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2021). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning outcomes. *Educational Research Review*, 32, 100374. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100374>
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2022). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Educational Research Review*, 35, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434>
- Hidayat, R., Pratama, A., & Wulandari, S. (2022). Pemanfaatan teknologi augmented reality dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 7(1), 45–53.

- Hidajat, F. A. (2024). Penggunaan augmented reality dalam meningkatkan kreativitas matematis siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika*, 10(1), 12–25.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2021). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104345>
- Kieran, C. (2021). Algebraic thinking in the early grades: What is it? *Educational Studies in Mathematics*, 108(1), 5–25. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10045-2>
- Lestari, D., & Anshori, Y. Z. (2024). Pengaruh media pembelajaran digital terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(1), 55–66.
- Meilindawati, R., Zainuri, Z., & Hidayah, I. (2023). Penerapan media pembelajaran augmented reality (AR) dalam pembelajaran matematika. *Jurnal e-DuMath*, 9(1). <https://doi.org/10.52657/je.v9i1.1941>
- Nurfaidah, N., Pujiastuti, E., Cahyono, A. N., & Sugiman, S. (2023). Systematic literature review: Penggunaan augmented reality (AR) pada pembelajaran matematika. *PRISMA*, 12(2), 380–389. <https://doi.org/10.35194/jp.v12i2.3291>
- Pahmi, S., Rahmawati, D., & Sari, N. (2023). Augmented reality in mathematics learning: A systematic literature review. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 89–102.
- Pratama, A., & Wulandari, S. (2023). Pengaruh media pembelajaran terhadap pemahaman konsep matematika siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 9(1), 33–41.
- Purwoko, N. E., & Zen, B. P. (2023). Aplikasi pembelajaran bangun ruang menggunakan augmented reality marker based tracking. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 17(2). <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2023.17.2.1407>
- Putra, S. A., Aryani, D., Noviandi, N., & Ariessanti, H. D. (2023). Aplikasi pembelajaran bangun ruang dengan augmented reality (studi kasus: SDN Rorotan 07 Jakarta). *FORMAT: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 12(2). <https://doi.org/10.22441/format.2023.v12.i2.005>
- Putri, A. D., Sari, R., & Nugroho, A. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis ADDIE untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 8(2), 101–110.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive technologies in education: Augmented reality and virtual reality. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2023). Immersive technologies in education: A meta-analysis of AR and VR impacts. *Educational Technology Research and Development*, 71(2), 567–589. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10166-7>
- Samudro, G. D., Shodiqin, A., & Aini, K. N. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android menggunakan iSpring Suite 10 pada materi turunan

- fungsi aljabar.
<https://doi.org/10.24036/jep/vol6-iss2/692>
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2023). Augmented reality learning experiences: Increasing student engagement and performance. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(1), 22–35.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3141234>
- Sari, I. N., & Sulisworo, D. (2023). Pengembangan LKPD berbasis augmented reality sebagai media pembelajaran matematika. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(1).
<https://doi.org/10.33603/jnpm.v7i1.5347>
- Shandy, A. (2023). Efektivitas model pembelajaran problem based learning berbasis augmented reality untuk mendorong pemahaman konsep SPLDV. *Jurnal Ilmiah IPA dan Matematika*, 1(3).
<https://doi.org/10.61116/jiim.v1i3.270>
- Sirakaya, M., & Sirakaya, D. A. (2022). The effect of augmented reality use on achievement, misconception, and course engagement. *Contemporary Educational Technology*, 14(1), ep340.
<https://doi.org/10.30935/cedtech/11322>
- Stephens, M., Ellis, A. B., Blanton, M., & Brizuela, B. M. (2022). Algebraic thinking in education: Development and research perspectives. *Journal for Research in Mathematics Education*, 53(3), 215–240.
<https://doi.org/10.5951/jresematheduc-2021-0123>
- Sudjana, N. (2020). *Penilaian hasil proses belajar mengajar*. Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.