

Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Siswa Sekolah Dasar

Ningrum Fadillah Yuniadi¹ Riska Cintia² Fadhli Dzil Ikrom³

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Primagraha, Kota Serang, Banten, Indonesia^{1,2,3}

Email: fadillaningrum1209@gmail.com¹ riskacintia14@gmail.com²
fadhlidzilikrom@gmail.com³

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi integrasi dan dampak augmented reality (AR) dalam pembelajaran matematika. Melalui tinjauan pustaka yang mendalam, studi ini mengeksplorasi bagaimana teknologi AR dimanfaatkan untuk memperkaya proses belajar mengajar matematika. Studi ini bertujuan untuk memahami efektivitas AR dalam meningkatkan pengalaman dan pemahaman siswa, serta integrasinya ke dalam kurikulum. Temuannya mengindikasikan bahwa AR secara substansial memperkaya pengalaman pembelajaran, meningkatkan tingkat keterlibatan, serta memfasilitasi pemahaman konsep-konsep yang kompleks, seperti geometri ruang dan grafik fungsi, melalui visualisasi. Selain itu, AR berperan dalam meningkatkan motivasi dan prestasi belajar siswa, memudahkan pemahaman materi yang kompleks, penerapan AR memiliki manfaat tambahan untuk siswa yang mengalami kesulitan belajar. Namun, tantangannya mencakup kebutuhan akan sumber daya, pelatihan guru, dan integrasi teknologi yang efektif. Solusi yang direkomendasikan meliputi pelatihan intensif bagi guru, peningkatan infrastruktur teknologi di sekolah, serta penelitian lebih lanjut mengenai implementasi pembelajaran berbasis AR. Secara keseluruhan, AR memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan pendidikan matematika, namun untuk mencapai integrasi yang optimal, kerjasama yang erat antara peneliti, pendidik, dan ahli teknologi sangat diperlukan.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, Augmented Reality, Matematika

Abstract

This research explores the integration and impact of augmented reality (AR) in mathematics education. Through an in-depth literature review, the study investigates how AR technology enriches the teaching and learning process of mathematics. The study aims to understand the effectiveness of AR in enhancing students' experience and comprehension, as well as its integration into the curriculum. Findings indicate that AR significantly enhances learning experiences, increases engagement levels, and facilitates understanding of complex concepts such as spatial geometry and function graphs through visualization. Additionally, AR plays a role in boosting student motivation and academic achievement, facilitating comprehension of complex materials. Implementing AR also provides additional benefits for students facing learning difficulties. However, challenges include resource needs, teacher training, and effective technology integration. Recommended solutions include intensive teacher training, upgrading school technology infrastructure, and further research on AR-based learning implementations. Overall, AR holds significant potential for enhancing mathematics education, but achieving optimal integration requires close collaboration among researchers, educators, and technology experts.

Keywords: Learning Media, Augmented Reality, Mathematics



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Pendidikan matematika di Indonesia telah mengalami perubahan standar yang signifikan akibat meningkatnya perhatian kebijakan politik terhadap perlunya reformasi dalam bidang ini. Tujuan utamanya adalah membuat pembelajaran matematika lebih bermakna bagi siswa, sehingga mereka memperoleh kompetensi yang memadai untuk melanjutkan studi dan

beradaptasi di dunia kerja. Sebagai dasar utama kemajuan global dalam teknologi dan ilmu pengetahuan, peningkatan kualitas pendidikan matematika sangat krusial untuk memastikan bahwa siswa mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang relevan untuk kehidupan sehari-hari mereka. Meningkatkan pendidikan matematika berarti mempersiapkan generasi mendatang untuk berkontribusi secara efektif di bidang teknologi, sains, dan menghadapi tantangan dunia modern dengan lebih baik (Nurlaela & Imami, 2022). Matematika dianggap sebagai elemen kunci dalam peningkatan pengetahuan ilmiah di Indonesia. Selain mengajarkan tentang angka dan rumus, pendidikan matematika yang efektif juga mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir analitis dan menyelesaikan masalah secara kritis. Dengan demikian, siswa dapat lebih siap menghadapi tantangan akademis dan profesional, serta berperan dalam kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan di tingkat nasional dan global. Matematika tidak hanya membantu siswa dalam menyelesaikan masalah sehari-hari, tetapi juga memberikan keterampilan berpikir yang penting untuk mengatasi tantangan di masa depan dan berkontribusi pada perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan di Indonesia (Hasibuan, 2018). Banyak siswa menganggap matematika sebagai subjek yang menantang (Mulyati & Evendi, 2020). Para siswa sering menghadapi tantangan dalam memahami matematika karena konsep yang abstrak dan metode pengajaran yang kurang menarik. Pendekatan ini tidak hanya memudahkan pemahaman materi tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi siswa terhadap matematika.

Media pembelajaran merupakan elemen krusial dalam proses pendidikan yang berperan penting dalam mencapai kesuksesan belajar mengajar. Hal ini membantu mencegah kebosanan pada siswa, serta meningkatkan motivasi dan semangat mereka untuk belajar, yang pada akhirnya mendukung tercapainya tujuan pendidikan (Wangge, 2020). Media pendidikan diketahui memegang peranan penting dalam kegiatan pendidikan. Hal ini dilakukan karena media pembelajaran dapat meningkatkan semangat dan antusiasme siswa terhadap mata pelajaran, dan memudahkan proses guru menyampaikan materi kepada siswa, mengurangi atau bahkan mencegah kelelahan dan usaha belajar. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, terdapat kebutuhan yang jelas akan inovasi dalam bidang pendidikan. Salah satu inovasi yang diajukan adalah integrasi teknologi Augmented Reality (AR) dalam media pembelajaran. Meskipun teknologi AR tidak asing di Indonesia, namun penerapannya dalam pendidikan masih terbatas. Walaupun cocok untuk pengajaran, penggunaan AR dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap struktur objek. Penting untuk mengajar matematika dengan cara yang menarik dan relevan dengan kehidupan nyata, menggunakan berbagai pendekatan pengajaran. Tujuannya adalah menciptakan suasana belajar yang menarik dan mengasyikkan bagi siswa.

Menurut Rizal dan Yermiandhoko Sanjaya, elemen kunci dari augmented reality adalah kemampuan untuk menampilkan objek tiga dimensi (3D) secara langsung setelah software atau aplikasi melakukan pemindaian karakter. Diharapkan bahwa kehadiran objek tiga dimensi yang dapat dianimasikan ini akan meningkatkan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran, sehingga mereka lebih aktif terlibat dalam materi yang diajarkan (Sungkono et al., 2022). Pembuatan konten Augmented Reality (AR) melibatkan investasi waktu dan biaya yang signifikan, tetapi hasilnya lebih berinteraksi dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional lainnya (Widyasari & Ismawati, 2020).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kepustakaan, yang sering disebut juga sebagai penelitian literatur (literature study). Pendekatan ini melibatkan proses pengumpulan, pembacaan, dan pencatatan informasi dari berbagai sumber literatur. Kriteria utama dalam pemilihan artikel adalah fokus pada penggunaan AR dalam konteks pendidikan

matematika. Artikel-artikel yang relevan kemudian dipilih untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Penelitian ini mengikuti pendekatan yang direkomendasikan oleh (Hendren et al., 2023). Selama analisis, peneliti mengidentifikasi bagaimana Augmented Reality (AR) dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika. Mereka juga mengevaluasi keunggulan teknologi AR, mengidentifikasi tantangan yang mungkin timbul dalam implementasinya, memberikan rekomendasi untuk integrasi yang lebih efisien, dan mengeksplorasi potensi AR di masa depan dalam pendidikan matematika. Metode analisis perbandingan digunakan untuk membandingkan hasil dari berbagai sumber literatur yang telah ditinjau. Studi literatur yang relevan dari jurnal-jurnal nasional dan internasional menjadi dasar untuk pengumpulan data. Teknik analisis isi digunakan sebagai pendekatan dalam penelitian ini. Untuk mendukung penelitian, pencarian artikel-artikel relevan dilakukan dengan menggunakan kata kunci seperti "augmented reality" dan "pembelajaran matematika". Temuan dari studi ini kemudian digunakan sebagai dasar pembahasan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang topik yang sedang diselidiki.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Augmented Reality (AR) memungkinkan integrasi objek digital dua atau tiga dimensi ke dalam lingkungan fisik secara real time. Secara prinsip, AR menggabungkan dunia nyata dengan dunia digital, di mana objek 3D dapat muncul dalam lingkungan nyata melalui kamera, menciptakan ilusi bahwa objek tersebut ada dalam kehidupan nyata. Selain itu, AR mempermudah visualisasi objek yang sulit direalisasikan secara fisik. Pradana menjelaskan bahwa teknologi augmented reality berfungsi dengan memanfaatkan kamera yang terdapat pada smartphone. Kamera tersebut mendeteksi penanda atau objek, memindai pola yang terlihat melalui kamera, dan membandingkannya dengan database yang tersedia. Jika terdapat kesesuaian antara pola yang terdeteksi dan database, karakter informasi ditampilkan sebagai objek 3D yang dianimasikan (Pradana, 2020) Augmented reality (AR) saat ini telah populer di berbagai sektor kehidupan, seperti industri, kesehatan, militer, dan pendidikan yang terus berkembang. AR menggabungkan informasi digital tentang objek atau lokasi fisik yang sebenarnya untuk meningkatkan pengalaman pengguna (Saidin et al., 2015). Selama dekade terakhir, augmented reality (AR) telah menjadi teknologi yang menonjol dengan potensi besar untuk meningkatkan pembelajaran matematika, seperti yang ditunjukkan oleh analisis literatur (Tobar-Muñoz et al., 2017). Konsep-konsep matematika disampaikan dalam format visual yang dinamis, memberikan konteks yang lebih jelas bagi siswa untuk memahaminya. Augmented reality diakui sebagai alat yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan pembelajaran matematika. (OMURTAK & ZEYBEK, 2022).

Teknologi AR memiliki potensi yang besar dan manfaat yang positif yang signifikan untuk diterapkan dalam pendidikan. Meskipun demikian, penerapan AR dalam konteks pendidikan di Indonesia masih terbatas. Pemanfaatan AR dalam pendidikan membawa berbagai manfaat bagi siswa, antara lain, membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, meningkatkan motivasi dan minat belajar, memberikan lebih banyak kesempatan bagi siswa untuk bertanya, meningkatkan interaksi antara siswa, serta mengubah konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret (Kurubacak & Altinpulluk, 2017). Keunggulan AR adalah kemampuannya untuk menghadirkan visualisasi objek secara langsung dan memberikan pemahaman yang jelas terhadap materi, sehingga dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep tersebut. Selain itu, AR memiliki beberapa kelebihan, antara lain: (1) Interaktif: Memungkinkan interaksi langsung dengan objek, (2) Efisien: Penggunaannya lebih efisien, (3) Aplikasi luas: Dapat diterapkan dalam berbagai media pembelajaran, (4) Pemodelan objek mudah: Hanya memerlukan beberapa objek untuk diproyeksikan, (5) Harga terjangkau: Perangkat yang

dibutuhkan tidak terlalu mahal (6) Mudah digunakan: Tidak memerlukan keterampilan teknis yang kompleks. Meskipun demikian, media AR juga memiliki beberapa kekurangan, seperti: (1) Sensitif terhadap perubahan perspektif, (2) Tidak banyak pembuat konten AR, (3) Memerlukan banyak memori dari perangkat yang digunakan, (4) Memerlukan perangkat keras yang mendukung teknologi AR.

Penggunaan augmented reality (AR) membawa sejumlah keuntungan yang signifikan dalam pembelajaran matematika. Salah satu keuntungan utama dari penerapan AR dalam konteks matematika adalah meningkatkan motivasi belajar siswa secara signifikan. Teknologi AR menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif dengan memvisualisasikan konsep matematika secara nyata dan dinamis. (Pahmi et al., 2023). Penggunaan augmented reality (AR) memberikan banyak keuntungan dalam pembelajaran matematika, termasuk meningkatkan motivasi siswa dan memvisualisasikan konsep matematika yang abstrak melalui simulasi interaktif (Kaufmann, 2011). Para siswa dapat secara langsung terlibat dengan grafik atau bentuk geometris, mengubah variabel, dan mengamati perubahan secara langsung. Hal ini menyediakan pengalaman praktis dalam pembelajaran matematika, bukan hanya memahami konsep secara teoritis. Penggunaan AR juga dapat memperkuat kolaborasi antar siswa dalam proses belajar matematika (Schutera et al., 2021). Dalam penggunaan AR, siswa sering diajak untuk bekerja sama secara tim dalam kelompok. Mereka bersama-sama menjelajahi konsep-konsep matematika, berbagi ide, dan mencari solusi untuk berbagai masalah yang dihadapi. Proses ini tidak hanya meningkatkan pemahaman matematika mereka, tetapi juga mengasah keterampilan komunikasi dan kerjasama. Dengan berkolaborasi, siswa belajar untuk berinteraksi lebih efektif dan memecahkan masalah secara kolektif, sehingga pembelajaran menjadi lebih dinamis dan menyenangkan (Kraut & Jeknić, 2015).

Salah satu tantangan utamanya adalah kurangnya kesadaran di kalangan guru matematika mengenai manfaat dan penggunaan AR. Banyak guru yang belum familiar dengan teknologi ini dan tidak memiliki pelatihan yang memadai untuk mengintegrasikannya secara efektif dalam proses pembelajaran. Tanpa pengetahuan dan keterampilan yang tepat, penerapan AR dalam kelas matematika dapat menjadi kurang optimal, sehingga mengurangi potensi manfaatnya bagi siswa (Barroso-Osuna et al., 2019). Kurangnya pemahaman dan keterampilan penggunaan AR di kalangan guru berdampak pada kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi ini secara efektif. Oleh karena itu, pelatihan khusus bagi pendidik matematika menjadi sangat penting. Meskipun memiliki keahlian dalam matematika, banyak pendidik mungkin kurang familiar dengan penggunaan AR. (Saputra, 2022). Selain itu, perhatian yang serius juga harus diberikan terhadap isu privasi dan keamanan. Menurut Kipper dan Rampolla, AR memiliki potensi untuk mengumpulkan dan menggunakan data siswa tanpa izin yang tepat, sehingga menimbulkan kekhawatiran tentang penyimpanan dan penggunaan data tersebut (Alanne, 2016). Dalam menghadapi tantangan ini, kerja sama antara pendidik dan pembuat kebijakan sangat penting untuk mengatasi halangan ini. Pemahaman komprehensif mengenai manfaat dan batasan integrasi AR dalam pendidikan matematika memastikan implementasi teknologi ini berhasil untuk memperkaya perjalanan pendidikan bagi siswa dan pendidik. Kolaborasi ini akan memungkinkan penggunaan AR yang optimal, yang akhirnya dapat memberikan dampak positif yang besar dalam pendidikan matematika.

Investasi dalam teknologi ini akan memastikan kelancaran penggunaan AR dan memaksimalkan manfaatnya dalam proses pembelajaran. Strategi utama untuk menerapkan AR dalam pendidikan matematika mencakup pelatihan komprehensif bagi guru dan pengembangan kurikulum yang mengintegrasikan AR dengan metode pengajaran tradisional. Dengan pendekatan ini, AR dapat digunakan untuk melengkapi dan memperkaya pengalaman

belajar, menjadikan pembelajaran matematika lebih menarik dan efektif bagi siswa (Saltan & Arslan, 2017). Augmented Reality (AR) sebaiknya dianggap sebagai alat bantu yang memperkuat pemahaman siswa tentang konsep-konsep matematika, bukan sebagai pengganti metode pembelajaran tradisional yang sudah ada. Integrasi AR dalam pembelajaran sebaiknya dilakukan dengan tetap memanfaatkan teknik pengajaran konvensional, menciptakan pendekatan yang holistik dan komprehensif dalam pendidikan matematika (OMURTAK & ZEYBEK, 2022). Guru perlu memahami pentingnya menggabungkan teknologi Augmented Reality (AR) dengan pembelajaran matematika untuk mencapai hasil pembelajaran yang optimal. AR harus diterapkan sebagai alat tambahan yang efektif, bukan sebagai pengganti metode pengajaran tradisional. Infrastruktur yang memadai juga sangat penting. Dengan demikian, penggunaan AR dalam pembelajaran matematika dapat memberikan kesempatan belajar yang setara bagi semua siswa tanpa hambatan teknologi. Persiapan kurikulum yang komprehensif juga sangat penting; integrasi AR harus disatukan dengan metode pengajaran lainnya untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyeluruh.

Teknologi AR telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika dan semakin diintegrasikan ke dalam kurikulum matematika global. (Cai et al., 2019). Penggunaan teknologi, terutama Augmented Reality (AR), untuk memperkaya pemahaman konsep matematika, menjadi inovasi krusial dalam pendidikan matematika global. Dalam konteks teknologi matematika, AR telah menjadi solusi yang signifikan, populer di negara maju maupun berkembang yang mencari cara baru untuk mengajar matematika (Palancı & Turan, 2021). Kehadiran teknologi berpengaruh signifikan terhadap arah masa depan. Seiring dengan biaya perangkat dan platform augmented reality (AR) yang semakin terjangkau, lembaga pendidikan menemukan bahwa mengintegrasikan AR ke dalam program matematika mereka semakin memungkinkan. Hal ini memungkinkan siswa untuk menggali konsep-konsep matematika dengan lebih interaktif dan menarik. Namun, integrasi AR dalam pendidikan matematika menghadapi berbagai tantangan, seperti kebutuhan akan pelatihan khusus bagi pendidik matematika, hambatan dalam pengembangan konten AR berkualitas tinggi yang disesuaikan dengan konsep-konsep matematika, serta kekhawatiran terkait privasi data siswa (Kaufmann, 2011). Meskipun ada hambatan yang perlu diatasi, penelitian yang berkelanjutan diharapkan dapat menemukan solusi yang efisien untuk mengatasinya. Berdasarkan literatur saat ini, dapat disimpulkan bahwa AR memiliki potensi besar dalam merevolusi metodologi pendidikan matematika.

Siswa telah merespons lingkungan pembelajaran augmented reality dengan positif dan hal ini dapat meningkatkan minat belajar mereka (Tiyasari & Sulisworo, 2021). Selain itu, hal ini juga meningkatkan semangat belajar siswa dan mengurangi kecemasan mereka terhadap pembelajaran matematika (Hidayat & Asmalah, 2020). Selain itu, suasana pembelajaran ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengelola proses pembelajaran mereka sendiri, sehingga meningkatkan tingkat kemandirian mereka secara keseluruhan (Kellems et al., 2019). Augmented reality memiliki potensi besar untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami konsep spasial, mencapai prestasi lebih baik dalam matematika, dan meningkatkan kemampuan mereka dalam berpikir visual. Teknologi ini memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, memungkinkan siswa untuk menghadapi konsep matematika secara visual dalam konteks yang nyata. Hal ini memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam dan praktis terhadap materi pembelajaran. Selain itu, AR juga dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan kognitif mereka dalam memvisualisasikan dan memanipulasi objek serta ruang secara intuitif (Mohammad et al., 2019). Penggunaan augmented reality bisa diadopsi sebagai salah satu alat atau media yang mendukung pembelajaran bagi individu dengan disabilitas (Buliali, 2021). Augmented reality (AR) adalah teknologi multimedia yang memungkinkan

objek tiga dimensi (3D) untuk disatukan dengan lingkungan fisik melalui kamera sebagai perantara. Salah satu keunggulan utama AR adalah kemampuannya untuk menampilkan visualisasi yang menarik, sehingga objek 3D tersebut tampak seakan-akan ada di dunia nyata, menciptakan pengalaman yang mengesankan dan terasa nyata bagi pengguna (Pratiwi & Riyanto, 2022). Keunggulan dari augmented reality (AR) mencakup beberapa aspek, di antaranya: 1) meningkatkan interaktivitas dalam pengalaman pengguna, 2) memberikan kemudahan dalam penggunaan, 3) kemampuan untuk digunakan dalam berbagai jenis media, 4) memudahkan proses pemodelan objek dengan menampilkan hanya beberapa objek, 5) tidak membutuhkan investasi biaya yang besar, dan 6) mudah digunakan oleh pengguna (Mursyidah & Saputra, 2022). Selain manfaatnya, teknologi AR juga memiliki beberapa kelemahan, seperti respons yang kurang tanggap terhadap perubahan sudut pandang pengguna yang sensitif dan keterbatasan jumlah pengembang media, dan kebutuhan akan kapasitas memori yang besar untuk penggunaan teknologi ini (Oktavia, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis jurnal, augmented reality (AR) muncul sebagai alat potensial yang siap untuk memperkaya lanskap pendidikan matematika. Penerapannya dalam domain ini menjanjikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep matematika, menciptakan lingkungan pembelajaran interaktif, serta meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Namun demikian, seperti teknologi inovatif lainnya, integrasi yang mulus AR dalam pendidikan matematika menghadapi tantangan seperti perlunya pelatihan khusus bagi pendidik, kompleksitas teknis, dan masalah kompatibilitas dengan perangkat. Untuk memastikan asimilasi AR yang efektif dalam pedagogi matematika, diperlukan pemahaman mendalam terhadap prinsip-prinsip matematika, pelatihan komprehensif dalam pemanfaatan AR, serta akses terhadap infrastruktur teknologi yang sesuai. Di masa depan, AR berpotensi mengubah pendekatan pembelajaran matematika dengan metode yang lebih dinamis dan menyeluruh. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan interaktivitas, membangkitkan minat siswa, dan mendukung pemahaman materi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alanne, K. (2016). An overview of game-based learning in building services engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), 204–219. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056097>
- Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C., & Ortiz, R. V. (2019). Difficulties in the incorporation of augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 126–141. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.409>
- Buliali, J. L. (2021). *Andriyani, Joko Lianto Buliali Pengembangan Media Pembelajaran Lingkaran Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android Bagi Siswa Tunarungu Development Learning Media Of Circle Using Android-Based (s)*. 7(2), 170–185.
- Cai, S., Liu, E., Yang, Y., & Liang, J. C. (2019). Tablet-based AR technology: Impacts on students' conceptions and approaches to learning mathematics according to their self-efficacy. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 248–263. <https://doi.org/10.1111/bjet.12718>
- Hasibuan, E. K. (2018). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa Pada Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar Di Smp Negeri 12 Bandung. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, 7(1), 18–30. <https://doi.org/10.30821/axiom.v7i1.1766>
- Hendren, K., Newcomer, K., Pandey, S. K., Smith, M., & Sumner, N. (2023). How qualitative research methods can be leveraged to strengthen mixed methods research in public policy
-

- and public administration? *Public Administration Review*, 83(3), 468–485. <https://doi.org/10.1111/puar.13528>
- Hidayat, A., & Asmalah, L. (2020). Augmented Reality pada Smartphone untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Mengurangi Kecemasan Matematika. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, IX(2), 187–195.
- Kaufmann, H. (2011). Virtual Environments for Mathematics and Geometry Education. *Themes in Science and Technology Education*, 131–152. <http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/viewFile/60/42>
- Kellems, R. O., Cacciatore, G., & Osborne, K. (2019). Using an Augmented Reality–Based Teaching Strategy to Teach Mathematics to Secondary Students With Disabilities. *Career Development and Transition for Exceptional Individuals*, 42(4), 253–258. <https://doi.org/10.1177/2165143418822800>
- Kraut, B., & Jeknić, J. (2015). Improving education experience with augmented reality (AR). *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2015 - Proceedings, May*, 755–760. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160372>
- Kurubacak, G., & Altinpulluk, H. (2017). *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education A volume in the Advances in Educational Technologies and Instructional Design (AETID) Book Series. i*. <http://www.igi-global.com>
- Mohammad, O., Aldalalah, A., & Bawaneh, A. K. (2019). *Paper-Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of Mathematics and Visual ... Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of Mathematics and Vis ... Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of Mathematics and Visual Thinking Among Students The fear of mathematics learning is now more widely distributed among learners. October*.
- Mulyati, S., & Evendi, H. (2020). Pembelajaran Matematika melalui Media Game Quizizz untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika SMP. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 64–73. <https://doi.org/10.30656/gauss.v3i1.2127>
- Mursyidah, D., & Saputra, E. R. (2022). Aplikasi Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar. *Ejournal.Unisnu.Ac.Id*, 4(1), 427–433. <https://ejournal.unisnu.ac.id/jtn/article/view/2941>
- Nurlaela, E., & Imami, A. I. (2022). Peningkatan Kemampuan Literasi Matematika Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Di Kelas VII SMPIT Insan Harapan. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 12(1), 33. <https://doi.org/10.33087/dikdaya.v12i1.270>
- Oktavia, R. (2022). Bionatural Vol IX No . 2 September Page: 26-32 ISSN: 2579-4655 Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (Ar) Pada Pembelajaran Biologi Di SMA 1 Pante Ceureumen Aceh Barat. *Jurnal Bionatural*, IX(2), 26–32.
- OMURTAK, E., & ZEYBEK, G. (2022). The Effect of Augmented Reality Applications in Biology Lesson on Academic Achievement and Motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health, September*, 40–48. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283>
- Pahmi, S., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Kuncoro, K. S., & Usodo, B. (2023). Assessing the Influence of Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(5), 1–25. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.5.1>
- Palancı, A., & Turan, Z. (2021). How Does the Use of the Augmented Reality Technology in Mathematics Education Affect Learning Processes?: A Systematic Review. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 11(1), 89–110. <https://doi.org/10.31704/ijocis.2021.005>
-

- Pradana, R. W. (2020). Penggunaan Augmented Reality Pada Sekolah Menengah Atas Di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), 97. <https://doi.org/10.33394/jtp.v5i1.2857>
- Pratiwi, A. P., & Riyanto, J. (2022). Aplikasi Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Struktur Tumbuhan untuk Anak Usia Dini menggunakan Augmented Reality. *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science*, 4(2), 78–85. <https://doi.org/10.36079/lamintang.jetas-0402.382>
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Saltan, F., & Arslan, Ö. (2017). The use of augmented reality in formal education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 503–520. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>
- Saputra, D. S. (2022). Perception of Elementary School Teachers and Students on Digital Augmented Reality Learning Media. *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 14(1), 95–102. <https://doi.org/10.17509/eh.v14i1.40053>
- Schutera, S., Schnierle, M., Wu, M., Pertzelt, T., Seybold, J., Bauer, P., Teutscher, D., Raedle, M., Heß-Mohr, N., Röck, S., & Krause, M. J. (2021). On the potential of augmented reality for mathematics teaching with the application cleARmaths. *Education Sciences*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/educsci11080368>
- Sungkono, S., Apiati, V., & Santika, S. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Augmented Reality. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 459–470. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i3.1534>
- Tiyasari, S., & Sulisworo, D. (2021). Pengembangan Kartu Bermain AR Berbasis Teknologi Augmented Reality sebagai Multimedia Pembelajaran Matematika. *Vygotsky*, 3(2), 123. <https://doi.org/10.30736/voj.v3i2.411>
- Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., & Fabregat, R. (2017). Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students' Experience During Reading Comprehension Activities. *Journal of Educational Computing Research*, 55(7), 901–936. <https://doi.org/10.1177/0735633116689789>
- Wangge, M. (2020). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis ICT dalam Proses Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah. *Fraktal: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(1), 31–38. <https://doi.org/10.35508/fractal.v1i1.2793>
- Widyasari, N., & Ismawati, I. (2020). Perbandingan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sekolah Dasar pada Penggunaan Media Pembelajaran Augmented Reality dan Pasir Kinetik. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 3(1), 63. <https://doi.org/10.32939/ejrpm.v3i1.442>