
INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BANGUN RUANG MATEMATIKA BERBASIS AUGMENTED REALITY DAN ANDROID

Yasifiati Hia¹, *Zulfahmi Indra², Denny Haris³

Universitas Negeri Medan, Medan

e-mail: ¹hyasifati@gmail.com, ²zulfahmi.indra@unimed.ac.id,

³dennyharis@unimed.ac.id

co-author: *zulfahmi.indra@unimed.ac.id

Abstract: *Learning three-dimensional (3D) geometric solids remains one of the persistent challenges in mathematics education because students must imagine abstract spatial objects that textbooks can only present in two dimensions. This condition often lowers students' learning interest and hinders their spatial reasoning, particularly at the junior high school level. This study aims to design and develop an interactive learning medium in the form of an Augmented Reality (AR)-based pocket book for teaching geometric solids (cube, cuboid, triangular prism, and quadrilateral pyramid) using the Marker Based Tracking method on the Android platform. The research employed a Research and Development (R&D) approach following the ADDIE model, covering the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The application was built using Unity3D as the development engine and Vuforia SDK as the marker recognition library, then tested on mobile devices to measure accuracy, latency, frame rate, device compatibility, and marker-detection distance. The results show that the application can detect markers at a distance of 8-77 cm with a latency of 1000-2000 ms and a frame rate of 15-30 fps, and it runs properly on Android devices from version 7.0 onward. These findings indicate that the pocket book is feasible as an alternative interactive medium to strengthen students' spatial imagination of geometric solids.*

Keywords: *augmented reality; media pembelajaran; bangun ruang; marker based tracking; android.*

Abstrak: Pembelajaran bangun ruang sisi datar masih menjadi salah satu materi matematika yang sulit dipahami siswa karena menuntut kemampuan membayangkan objek tiga dimensi yang di dalam buku teks hanya digambarkan secara dua dimensi. Kondisi ini kerap menurunkan minat belajar sekaligus menghambat kemampuan spasial siswa, terutama di jenjang sekolah menengah pertama. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan media pembelajaran interaktif berupa buku saku berbasis Augmented Reality (AR) untuk materi bangun ruang sisi datar (kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segi empat) dengan metode Marker Based Tracking berbasis Android. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Aplikasi dibangun menggunakan Unity3D sebagai mesin pengembang dan Vuforia SDK sebagai pustaka pengenalan marker, kemudian diuji pada perangkat bergerak untuk mengukur akurasi, latensi, frame rate, kompatibilitas perangkat, dan jarak deteksi marker. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu mendeteksi marker pada jarak 8-77 cm dengan latensi 1000-2000 ms dan frame rate 15-30 fps, serta dapat berjalan baik pada perangkat Android versi 7.0 ke atas. Temuan ini mengindikasikan bahwa buku saku tersebut layak digunakan sebagai media interaktif alternatif untuk memperkuat imajinasi spasial siswa terhadap bangun ruang.

Kata kunci: augmented reality; media pembelajaran; bangun ruang; marker based tracking; android.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah menjangkau hampir seluruh aspek kehidupan, tidak terkecuali dunia pendidikan. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dipercaya mampu meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar karena dapat menghadirkan visualisasi yang sebelumnya sulit disampaikan melalui metode konvensional (Salsabila et al., 2020). Guru dituntut untuk terus beradaptasi dengan perkembangan teknologi tersebut, sebab penguasaan teknologi pendidikan kini menjadi salah satu kompetensi profesional yang wajib dimiliki (Rahayuningsih & Muhtar, 2022). Sayangnya, di banyak sekolah pemanfaatan teknologi masih terbatas pada penggunaan power point atau video pembelajaran sederhana, sementara potensi teknologi yang lebih interaktif seperti Augmented Reality (AR) belum banyak dieksplorasi (Khairunnisa & Aziz, 2021).

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang menempati porsi jam pelajaran terbanyak di jenjang pendidikan dasar dan menengah, namun paradoksnya pelajaran ini justru sering dianggap sulit oleh siswa, terutama pada materi geometri bangun ruang sisi datar. Materi ini menuntut kemampuan spasial, yaitu kemampuan membayangkan, memanipulasi, dan memahami hubungan antarunsur bangun ruang secara mental (Cahyani et al., 2020). Kemampuan spasial menjadi prasyarat penting karena erat kaitannya dengan kemampuan siswa memecahkan masalah geometri (Nasution et al., 2023; Sudirman & Alghadari, 2020). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa Indonesia pada materi bangun ruang masih tergolong rendah, salah satunya karena media pembelajaran yang digunakan masih berupa gambar dua dimensi statis pada buku cetak (Febriana, 2015; Imamuddin & Isnaniah, 2018).

Rendahnya kemampuan spasial ini erat kaitannya dengan minimnya media yang mampu menjembatani kesenjangan

antara bentuk dua dimensi di atas kertas dengan wujud tiga dimensi yang sesungguhnya. Media pembelajaran pada dasarnya berfungsi sebagai perantara pesan dari guru kepada siswa agar materi lebih mudah dipahami dan proses belajar menjadi lebih bermakna (Karo-Karo & Rohani, 2018). Ketika media yang digunakan menarik dan interaktif, siswa akan lebih mudah menyerap materi dibandingkan dengan metode ceramah konvensional yang cenderung monoton (Juanti et al., 2021). Salah satu teknologi yang dinilai mampu menjawab kebutuhan tersebut adalah Augmented Reality, yaitu teknologi yang menggabungkan objek maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara real time sehingga kedua dunia tersebut seolah menyatu (Rozi et al., 2021).

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan potensi AR sebagai media pembelajaran matematika. Sartika, Risya, dan Yunitasari (2025) mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis AR pada materi bangun ruang sisi datar dan memperoleh penilaian sangat layak dari ahli media maupun ahli materi. Sejalan dengan itu, Winarni, Hanim, Kumalasari, Marlina, dan Rohati (2023) mengembangkan buku saku berbasis AR pada materi bangun ruang yang terbukti mampu meningkatkan kemampuan spasial siswa, sementara Rosdiana, Raupu, dan Hilma (2022) menunjukkan bahwa buku saku digital berbasis STEM pada materi bangun ruang sisi datar juga mendapat respons positif dari siswa. Temuan-temuan tersebut memperkuat argumen bahwa perpaduan antara media cetak berupa buku saku dengan teknologi AR dapat menjadi solusi atas keterbatasan visualisasi pada buku ajar konvensional (Ariyantika, Farida, & Rakhmawati, 2019).

Dari sisi teknis, penerapan AR pada media pembelajaran umumnya memanfaatkan metode Marker Based Tracking, yaitu metode pengenalan objek yang menggunakan penanda (marker) berupa gambar atau pola tertentu sebagai pemicu kemunculan objek maya (Saputri & Sibarani, 2020). Berbagai aplikasi telah

dikembangkan dengan metode ini, mulai dari pengenalan sistem tata surya (Aini, Triayudi, & Sholihati, 2020; Ripansyah, 2021), pengenalan bangun ruang bagi siswa sekolah dasar (Ngitung et al., 2024), hingga aplikasi bangun ruang sisi datar berbasis Android bernama Barsida (Waliyansyah, Handayanto, & Setyawan, 2020). Pengembangan aplikasi AR pada umumnya memanfaatkan Vuforia SDK sebagai pustaka pengenalan marker yang dipadukan dengan Unity3D sebagai mesin pengembang lintas platform (Nugroho & Pramono, 2017; Mardian, 2023), sebab kombinasi keduanya telah terbukti mampu menghasilkan aplikasi AR yang stabil pada perangkat Android maupun iOS.

Dari sisi dampak, sejumlah kajian menegaskan bahwa AR memberi pengaruh positif terhadap motivasi maupun hasil belajar siswa. Studi Nurfaizi dkk. (2022) pada pembelajaran biologi menunjukkan AR mampu meningkatkan kemampuan komunikasi visual dan motivasi siswa, sedangkan Ilham (2023) membuktikan bahwa media AR bangun ruang berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar. Masri dan Fricticarani (2023) turut menemukan bahwa penggunaan AR mampu meningkatkan minat belajar siswa SMP, dan Prabowo dan Wakhudin (2024) melaporkan hasil serupa pada mata pelajaran IPAS. Sungkono, Apiati, dan Santika (2022) bahkan menegaskan bahwa media berbasis AR memiliki keunggulan dibandingkan media konvensional karena mampu menyajikan objek yang sulit divisualisasikan secara nyata dan interaktif. Sejalan dengan itu, Syfani, Surani, dan Fricticarani (2023) serta Sarnoto dkk. (2023) menunjukkan bahwa pemanfaatan media berbasis teknologi informasi secara umum berkorelasi positif terhadap minat belajar siswa di era pembelajaran abad ke-21.

Meskipun potensi AR pada pembelajaran matematika telah banyak dikaji, penerapannya secara khusus pada materi bangun ruang sisi datar dalam bentuk buku saku cetak yang terintegrasi dengan aplikasi Android berbasis Marker

Based Tracking masih terbatas, khususnya pada jenjang sekolah menengah pertama. Padahal kombinasi buku fisik dengan aplikasi AR memiliki keunggulan karena tetap mempertahankan kebiasaan membaca buku cetak sekaligus memberi pengalaman visual tiga dimensi yang tidak dapat diperoleh dari buku konvensional (Al Ikhsan, Supriadi, & Gunawan, 2022; Irmayanti, Muni, & Pratiwi, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah buku saku berfitur Augmented Reality berbasis Android dengan metode Marker Based Tracking pada materi bangun ruang sisi datar, meliputi kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segi empat, sekaligus menguji kelayakan teknis aplikasi tersebut dari aspek akurasi, latensi, frame rate, kompatibilitas perangkat, dan jarak deteksi marker.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang bertujuan menghasilkan sekaligus menguji kelayakan sebuah produk media pembelajaran (Salsabila et al., 2020). Model pengembangan yang diadaptasi adalah ADDIE, yang terdiri atas lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Model ini dipilih karena tahapannya bersifat sistematis namun tetap fleksibel, sehingga hasil evaluasi pada setiap tahap dapat menjadi masukan bagi tahap berikutnya, sebagaimana juga diterapkan pada pengembangan media AR bangun ruang sisi datar oleh Sartika, Risya, dan Yunitasari (2025) dan pengembangan buku saku digital oleh Rosdiana, Raupu, dan Hilma (2022).

Tahap analisis dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru serta siswa di SMP IT Yayasan Hajjah Fauziah Binjai untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kendala pembelajaran materi bangun ruang sisi datar. Dari hasil analisis ini diperoleh gambaran bahwa siswa kesulitan memahami bentuk tiga

dimensi hanya melalui ilustrasi dua dimensi pada buku cetak, sehingga dibutuhkan media yang mampu menampilkan objek secara nyata dan interaktif.

Pada tahap desain, dilakukan perancangan sketsa sampul buku saku serta penentuan image target yang akan digunakan sebagai marker AR. Sketsa dibuat terlebih dahulu secara manual, kemudian diperhalus dalam bentuk digital menggunakan perangkat lunak pengolah gambar. Perancangan antarmuka aplikasi juga mempertimbangkan prinsip User Centered Design agar aplikasi mudah dioperasikan oleh siswa tanpa memerlukan pelatihan khusus.

Tahap pengembangan mencakup proses pembuatan objek tiga dimensi bangun ruang, yaitu kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segi empat, menggunakan perangkat lunak pemodelan 3D.

Image target yang telah dirancang kemudian didaftarkan ke basis data Vuforia SDK melalui portal pengembang Vuforia, lalu diintegrasikan dengan Unity3D sebagai mesin pengembang aplikasi. Metode Marker Based Tracking digunakan sebagai teknik pengenalan objek, yaitu dengan mendeteksi pola gambar tertentu melalui kamera perangkat untuk memicu kemunculan objek tiga dimensi (Saputri & Sibarani, 2020).

Tahap implementasi dilakukan dengan mengujicobakan aplikasi yang telah selesai dibangun kepada siswa di lokasi penelitian. Buku saku fisik yang telah dicetak dipadukan dengan aplikasi AR yang telah dipasang pada telepon pintar berbasis Android, sehingga siswa dapat memindai gambar pada buku menggunakan kamera untuk memunculkan objek bangun ruang secara tiga dimensi.

Tahap evaluasi dilakukan melalui pengujian performa teknis aplikasi, yang meliputi lima aspek, yaitu akurasi atau ketepatan aplikasi mengenali marker, latensi atau waktu yang dibutuhkan aplikasi menampilkan objek 3D setelah marker terdeteksi, frame rate atau jumlah citra yang ditampilkan per detik, kompatibilitas perangkat, serta jarak efektif antara kamera dan marker. Pengujian dilakukan pada tiga perangkat Android dengan spesifikasi berbeda, termasuk perangkat dengan spesifikasi minimum, yaitu Android versi 7.0 dengan RAM 2 GB dan prosesor dual core, guna memastikan aplikasi tetap dapat digunakan pada perangkat kelas menengah ke bawah yang umum dimiliki siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini berupa buku saku cetak bertajuk “Bangun Ruang Garis Lurus” yang memuat empat materi, yaitu kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segi empat, serta sebuah aplikasi Android pendamping yang dibangun dengan Unity3D dan Vuforia SDK. Setiap halaman materi pada buku saku dilengkapi dengan gambar dua dimensi yang berfungsi sebagai marker, rumus volume dan luas permukaan, serta instruksi pemindaian yang mengarahkan siswa untuk memindai gambar menggunakan aplikasi. Ketika kamera diarahkan ke marker, aplikasi akan menampilkan objek bangun ruang secara tiga dimensi lengkap dengan penamaan titik sudut, sehingga siswa dapat mengamati bentuk bangun ruang dari berbagai sudut pandang hanya dengan memutar perangkat atau buku.

Tabel 1 Hasil Pengujian Performa Teknis Aplikasi

Aspek Pengujian	Hasil
Akurasi	Seluruh marker terdeteksi tanpa kesalahan pada 3 perangkat uji
Latensi	1000-2000 ms (perangkat spesifikasi minimum)
Frame rate	15-30 fps

Kompatibilitas perangkat	Android versi 7.0 ke atas
Jarak deteksi marker	8-77 cm

Dari aspek akurasi, aplikasi yang dikembangkan mampu mengenali seluruh marker pada buku saku tanpa kesalahan deteksi ketika diuji pada tiga perangkat berbeda. Hasil ini sejalan dengan temuan Adiputra dkk. (2022) yang menyatakan bahwa akurasi deteksi marker AR sangat dipengaruhi oleh kualitas gambar yang digunakan sebagai image target. Dari aspek latensi, aplikasi membutuhkan waktu 1000-2000 milidetik untuk menampilkan objek 3D setelah marker terdeteksi pada perangkat dengan spesifikasi minimum. Latensi ini tergolong wajar mengingat penelitian Nugroho dan Pramono (2017) juga melaporkan bahwa performa render objek 3D pada aplikasi berbasis Vuforia dan Unity sangat bergantung pada spesifikasi perangkat serta intensitas cahaya di sekitar marker.

Dari aspek kompatibilitas, aplikasi dapat berjalan pada perangkat Android mulai versi 7.0, yang pertama dirilis pada tahun 2016, sehingga aplikasi ini berpeluang digunakan pada mayoritas perangkat Android yang beredar di masyarakat saat ini. Hal ini penting mengingat salah satu kendala penerapan media pembelajaran berbasis teknologi di sekolah adalah keterbatasan spesifikasi perangkat yang dimiliki siswa (Salsabila et al., 2020).

Jarak deteksi marker yang dihasilkan berkisar antara 8 hingga 77 cm, bergantung pada ukuran marker yang dipindai. Jarak ini dinilai ideal untuk penggunaan buku saku karena jarak baca normal siswa terhadap buku umumnya berada pada rentang 8-30 cm, sehingga aplikasi tetap nyaman digunakan tanpa perlu menjauhkan perangkat secara berlebihan dari buku.

Secara keseluruhan, hasil pengujian teknis menunjukkan bahwa buku saku berfitur AR yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif pada materi bangun ruang sisi datar. Temuan ini memperkuat sejumlah penelitian terdahulu yang menunjukkan

bahwa integrasi AR pada materi geometri mampu membantu siswa memvisualisasikan objek abstrak secara lebih konkret (Al Ikhsan, Supriadi, & Gunawan, 2022; Sartika, Risya, & Yunitasari, 2025; Winarni et al., 2023). Media semacam ini juga sejalan dengan prinsip bahwa pembelajaran akan lebih bermakna apabila siswa dilibatkan secara aktif dan diberi kesempatan mengeksplorasi objek belajar secara mandiri (Rozi et al., 2021; Rosdiana, Raupu, & Hilma, 2022).

Selain aspek teknis, penggunaan buku saku AR ini juga berpotensi meningkatkan minat belajar siswa terhadap materi bangun ruang yang selama ini kerap dianggap sulit. Hal ini sejalan dengan temuan Masri dan Fricticarani (2023) serta Prabowo dan Wakhudin (2024) yang menunjukkan adanya peningkatan minat belajar siswa setelah menggunakan media pembelajaran berbasis AR pada berbagai mata pelajaran. Meski demikian, penerapan AR dalam pembelajaran juga memiliki keterbatasan, di antaranya kebutuhan perangkat kamera yang memadai, ketergantungan pada pencahayaan ruangan, serta kebutuhan memori penyimpanan yang relatif besar pada perangkat pengguna (Ripansyah, 2021; Saputri & Sibarani, 2020).

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah media pembelajaran interaktif berupa buku saku berfitur Augmented Reality berbasis Android dengan metode Marker Based Tracking untuk materi bangun ruang sisi datar, yang mencakup kubus, balok, prisma segitiga, dan limas segi empat. Pengembangan dilakukan melalui pendekatan Research and Development dengan model ADDIE, memanfaatkan Vuforia SDK sebagai pustaka pengenalan marker dan Unity3D sebagai mesin pengembang aplikasi. Hasil pengujian

teknis menunjukkan bahwa aplikasi mampu mengenali marker secara akurat, memiliki latensi dan frame rate yang tergolong baik, kompatibel dengan perangkat Android versi 7.0 ke atas, serta memiliki jarak deteksi marker yang sesuai dengan kebutuhan membaca buku saku. Temuan ini menegaskan bahwa perpaduan antara media cetak dan teknologi Augmented Reality mampu menjembatani keterbatasan visualisasi dua dimensi pada buku ajar konvensional, sekaligus memberi pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual bagi siswa dalam memahami konsep bangun ruang. Kontribusi penelitian ini memperkaya khazanah pengembangan media pembelajaran matematika berbasis teknologi, khususnya dalam upaya mendorong penguatan kemampuan spasial siswa melalui pemanfaatan teknologi yang aplikatif, terjangkau, dan mudah diakses menggunakan perangkat yang telah lazim dimiliki siswa maupun sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Medan atas pendanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar PNPB Tahun Anggaran 2024,

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra, I. G. B. A., Santiyasa, I. W., Suhartana, I. K. G., Darmawan, I. D. M. B. A., Astuti, L. G., & Raharja, M. A. (2022). Augmented Reality Kekarangan Bali dengan Natural Feature Tracking. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 11(2), 261-270.

Aini, I. N. Q., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2020). Aplikasi Pembelajaran Interaktif Augmented Reality Tata Surya Sekolah Dasar Menggunakan Metode Marker Based Tracking. *Jurnal Media Informatika*

Budidarma, 4(1), 178-186.

Al Ikhsan, I., Supriadi, N., & Gunawan, W. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality: Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 7(2), 289-298.

Ariyantika, D., Farida, F., & Rakhmawati, R. (2019). Pengembangan Pocket Book of Mathematic pada Siswa Berkebutuhan Khusus untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(1), 175-183.

Cahyani, R. D., Mulyanti, Y., & Nurcahyono, N. A. (2020). Analisis Kemampuan Spasial Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Pythagoras. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(1), 149-160.

Fahmi, S., & Noviani, D. A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality pada Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. *Quadratic: Journal of Innovation and Technology in Mathematics and Mathematics Education*, 1(2), 108-113.

Febriana, E. (2015). Profil Kemampuan Spasial Siswa Menengah Pertama (SMP) dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Dimensi. *Jurnal Elemen*, 1(1), 13-23.

Ilham, S. (2023). Pengaruh Media Augmented Reality (AR) Bangun Ruang terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 2824-2833.

Imamuddin, M., & Isnaniah, I. (2018). Profil Kemampuan Spasial Mahasiswa Calon Guru dalam Merekonstruksi Irisan Prisma Ditinjau dari Perbedaan Gender. *MaPan: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 6(1), 31-39.

Indahsari, L., & Sumirat, S. (2023). Implementasi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Interaktif. *Cognoscere: Jurnal*

- Komunikasi dan Media Pendidikan, 1(1), 7-11.
- Irmayanti, D., Muni, L. S. A., & Pratiwi, M. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality. *Nuansa Informatika*, 16(2), 123-134.
- Juanti, S., Karolina, R., & Zanthi, L. S. (2021). Analisis Kesulitan dalam Menyelesaikan Soal Geometri Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(2), 239-248.
- Karo-Karo, I. R., & Rohani, R. (2018). Manfaat Media dalam Pembelajaran. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 7(1), 91-96.
- Khairunnisa, S., & Aziz, T. A. (2021). Studi Literatur: Digitalisasi Dunia Pendidikan dengan Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(2), 53-62.
- Mahuda, I., Meilisa, R., & Nasrullah, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android Berbantuan Smart Apps Creator dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1745-1756.
- Mardian, R. (2023). Implementasi Augmented Reality Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Matematika Dimensi Tiga. *Jambura Journal of Informatics*, 5(1), 1-10.
- Marsono, D., dkk. (2021). Pengaruh Pembelajaran Menggunakan Augmented Reality Smartbook terhadap Minat dan Hasil Belajar IPA pada Siswa SDN 2 Waluyo Kecamatan Buluspesantren. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 3463-3469.
- Masri, S. D., & Fricticarani, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa SMP. *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran (JPPP)*, 4(3), 209-216.
- Mulyasari, I., dkk. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Bangun Ruang Sisi Datar dengan Model ADDIE (Sekolah Dasar). *GENTA MULIA: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 334-342.
- Nasution, S., dkk. (2023). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis, Literasi, Spasial dan Komunikasi Matematis Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMP Kelas VIII di Medan. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 820-830.
- Ngitung, N., dkk. (2024). Implementasi Augmented Reality (AR) sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Marker Based Tracking Berbasis Android. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 9(1), 1-10.
- Nugroho, A., & Pramono, B. A. (2017). Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia dan Unity pada Pengenalan Objek 3D dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang. *Jurnal Transformatika*, 14(2), 86-91.
- Nurfaizi, M., dkk. (2022). Efektivitas Media Augmented Reality Berbasis Smartphone terhadap Kemampuan Komunikasi Visual dan Motivasi Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), 99-109.
- Prabowo, E., & Wakhudin, W. (2024). Pengembangan Media Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPAS Kelas 4 SD Negeri 3 Linggasari. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 4(2), 591-604.
- Rahayuningsih, Y. S., & Muhtar, T. (2022). Pedagogik Digital sebagai Upaya untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6960-6968.
- Ripansyah, A. (2021). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Sistem

- Tata Surya untuk Siswa SD dengan Metode Marker Based Tracking. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(2), 165-171.
- Rosdiana, R., Raupu, S., & Hilma, H. (2022). Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis STEM pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1818-1829.
- Rozi, F., Kurniawan, R. R., & Sukmana, F. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Pengenalan Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality pada Mata Pelajaran Matematika. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 6(2), 436-447.
- Salsabila, U. H., Ilmi, M. U., Aisyah, S., Nurfadila, N., & Saputra, R. (2020). Peran Teknologi Pendidikan dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Era Disrupsi. *Journal on Education*, 3(1), 104-112.
- Saputri, S., & Sibarani, A. J. (2020). Implementasi Augmented Reality pada Pembelajaran Matematika Mengenal Bangun Ruang dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis Android. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 9(1), 15-24.
- Sarnoto, A. Z., Rahmawati, S. T., Ulimaz, A., Mahendika, D., & Prastawa, S. (2023). Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Student Center Learning terhadap Hasil Belajar: Studi Literatur Review. *Jurnal Pendidikan dan Kewirausahaan*, 11(2), 615-628.
- Sartika, N. S., Risya, H. V., & Yunitasari, I. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis AR (Augmented Reality) pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(1), 614-625.
- Saumi, F., Muliani, F., & Amalia, R. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Augmented Reality dengan Model Guided Discovery Learning pada Materi Vektor. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3850-3859.
- Sudirman, S., & Alghadari, F. (2020). Bagaimana Mengembangkan Kemampuan Spasial dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah?: Suatu Tinjauan Literatur. *Journal of Instructional Mathematics*, 1(2), 60-72.
- Sungkono, S., Apiati, V., & Santika, S. (2022). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Augmented Reality. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 459-470.
- Syfani, A. E., Surani, D., & Fricticarani, A. (2023). Efektivitas Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis ICT terhadap Minat Belajar Siswa pada Era Society 5.0 di Kelas VIII Daar Al-Ilmi. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(4), 2627-2733.
- Wahyudin, R., Sucipto, A., & Susanto, T. (2020). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dengan Metode Multiple Marker pada Pengenalan Komponen Komputer. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 3(3), 278-285.
- Waliyansyah, R. R., Handayanto, A., & Setyawan, B. W. (2020). Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang Sisi Datar (Barsida) Menggunakan Augmented Reality (AR) Berbasis Android. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 3(1), 1-12.
- Winarni, S., Hanim, M., Kumalasari, A., Marlina, M., & Rohati, R. (2023). Pengembangan Buku Saku Berbasis Augmented Reality pada Materi Bangun Ruang untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 2701-2712.