

PENGEMBANGAN AUGMENTED REALITY ETHNOMATHEMATICS- BANTEN BANGUN DATAR DAN RUANG UNTUK OPTIMASI KEMAMPUAN BERPIKIR GEOMETRIS SISWA SD

Teti Trisnawati^{1*}, Vina Vijaya Kusuma², Ika Evtasari Aris³,
Muhammi Dzaky Putra Linsa⁴

^{1*,2}Universitas Primagraha, Serang, Banten, Indonesia

*Corresponding author. Jl. Raya Serang - Jkt No.KM. 03 No. 1B, Panancangan, Kota Serang, Banten, Indonesia

E-mail: teti.stkippelitapratama@gmail.com^{1*)}
vinavijaya@gmail.com²⁾
ikaevitasariaris@gmail.com³⁾
mdzakyputra16@gmail.com⁴⁾

Received 04 August 2025; Received in revised form 30 November 2025; Accepted 04 December 2025

Abstrak

Kemampuan berpikir geometris merupakan aspek penting dalam pembelajaran matematika karena berkaitan dengan kemampuan memvisualisasikan hubungan spasial serta memahami bangun datar dan bangun ruang. Namun, berbagai laporan menunjukkan bahwa kemampuan geometri siswa Indonesia masih rendah, sehingga dibutuhkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media *Augmented Reality Ethnomathematics-Banten* pada materi bangun datar dan bangun ruang untuk mendukung kemampuan berpikir geometris siswa sekolah dasar. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang mencakup tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi uji coba terbatas, dan evaluasi. Subjek penelitian terdiri atas 20 siswa kelas V SD Negeri Singapadu, sedangkan proses validasi melibatkan ahli media, materi, dan bahasa. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, angket respon siswa, dan lembar observasi aktivitas, dengan analisis persentase kelayakan, kepraktisan, dan deskripsi hasil observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan berkategori sangat layak berdasarkan penilaian ahli. Angket siswa juga menunjukkan kategori sangat praktis, dan observasi aktivitas mengindikasikan peningkatan keterlibatan serta pemahaman geometri melalui visualisasi AR.

Kata kunci: *Augmented Reality*; Banten; Berpikir Geometris; Ethnomathematics; Geometri.

Abstract

Geometric thinking ability has been recognized as an essential component of mathematics learning because it supports students in visualizing spatial relationships and understanding the structure of plane and solid figures. However, various reports have indicated that Indonesian students have still shown low performance in geometry, creating a need for more interactive and contextual learning media. This study has aimed to develop an Augmented Reality Ethnomathematics-Banten learning media to enhance elementary students' geometric thinking ability. The research has employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, consisting of analysis, design, development, limited implementation, and evaluation. The subjects have consisted of 20 fifth-grade students at SD Negeri Singapadu, while validation has involved media, material, and language experts. The instruments have included expert validation sheets, student response questionnaires, and observation sheets, and the data have been analyzed through feasibility percentages, practicality percentages, and descriptive analysis. The results have shown that the developed media has been categorized as highly feasible based on expert judgment. Student responses have indicated that the media has been highly practical, while observations have shown increased engagement and clearer understanding of geometric concepts through AR visualization.

Keywords: *Augmented Reality*; Banten; Geometric Thinking; Ethnomathematics; Geometry.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir geometris merupakan aspek penting dalam memahami matematika secara menyeluruh, terutama dalam memvisualisasikan hubungan spasial, pola, simetri, dan transformasi. Keterampilan ini juga mendukung pengembangan berpikir kritis dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Namun, hasil tes OECD menunjukkan bahwa sekitar 71% siswa di Indonesia belum mencapai tingkat kompetensi minimum matematika, yang menunjukkan masih rendahnya kemampuan matematis siswa (Wijaya dkk., 2024).

Materi geometri memerlukan kemampuan visual dalam proses pemahamannya. Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran geometri di sekolah masih didominasi oleh metode konvensional, seperti ceramah, tanpa melibatkan pendekatan yang interaktif dan kontekstual ((Vallo dkk., 2023); (Klančar dkk., 2021); (İlhan, 2021)). Selain itu, kurangnya pemahaman siswa terhadap geometri juga disebabkan oleh minimnya penggunaan alat peraga serta rendahnya keterlibatan siswa dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri (Vallo dkk., 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan bahan ajar dan media pembelajaran yang memadai, seperti penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR), untuk membantu mengembangkan kemampuan berpikir geometris siswa secara lebih efektif.

Salah satu terobosan dalam pembelajaran abad 21 di tingkat dasar adalah pemanfaatan *Augmented Reality* (AR). Teknologi AR merupakan bagian dari virtual reality yang memadukan elemen dunia nyata dengan elemen virtual secara interaktif, biasanya dalam bentuk objek tiga dimensi ((Wibowo, 2023); (Rahmat dkk., 2023)). Dengan

AR, siswa dapat merasakan langsung konsep-konsep pelajaran yang abstrak, menjelajahi objek dengan detail, serta memvisualisasikan struktur materi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami.

Materi geometri yang dimuat dalam *Augmented Reality* (AR) berupa integrasi geometri dengan *Ethnomathematics* yang ada di Banten. Hal tersebut didasari oleh Budaya yang sangat erat dengan Matematika (Trisnawati & Wijaya, 2021). Budaya menjadi salah satu sarana dalam mempelajari suatu materi matematika. Metode pengembangan pendidikan yang mengadaptasi budaya dalam pembelajaran disebut *ethnomatematika* ((Umbara dkk., 2023); (Trisnawati, 2022); (Trisnawati, dkk., 2023)).

Selain itu, melalui integrasi budaya Banten pada materi geometri yang termuat dalam *Augmented Reality* (AR) diharapkan dapat membantu melestarikan budaya dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan urgensi pada latar belakang tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengembangkan *Augmented Reality Ethnomathematics* Banten materi bangun datar dan ruang untuk optimasi kemampuan berpikir geometris siswa.

Augmented Reality Ethnomathematics-Banten dirancang upaya untuk membantu mendorong kemampuan siswa memvisualisasikan materi geometri yang ada di Banten. Selain itu, terdapat latihan soal yang dapat menarik siswa untuk belajar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat pelajaran matematika lebih mudah dipahami oleh siswa melalui media yang lebih menarik dan menyenangkan dengan *smartphone* dan buku ((Ross & Campbell, 2021); (Calderón-Garrido, 2022)).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa teknologi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

Augmented Reality (AR) berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep spasial dan geometri siswa, karena kemampuannya menghadirkan objek abstrak secara nyata dan interaktif ((Majeed & Al Rikabi, 2022); (Gutiérrez de Ravé & Jiménez-Hornero, 2024); (Rohendi dkk., 2025)). Selain itu, pendekatan *ethnomathematics* telah dikenal sebagai pendekatan kontekstual yang mampu menghubungkan pembelajaran matematika dengan budaya lokal, sehingga meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan rasa identitas siswa ((Johnson dkk., 2022); (Lidinillah dkk., 2022); (Wulandari dkk., 2024)).

Integrasi AR dan *Ethnomathematics* pada konteks pembelajaran geometri juga telah mulai dieksplorasi, terutama membantu siswa memvisualisasikan bentuk bangun datar dan ruang yang terinspirasi dari artefak budaya (Suciaty dkk., 2019). Penelitian ini memiliki kebaruan karena mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* yang secara khusus mengangkat konteks budaya Banten sebagai basis *Ethnomathematics*, dengan fokus pada materi bangun datar dan ruang mengoptimalkan kemampuan berpikir geometris siswa. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran *augmented reality ethnomathematics*-banten bangun datar dan ruang untuk optimasi kemampuan berpikir geometris siswa sekolah dasar.

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan yaitu *Research and Development* (R&D) yang berdasar kepada metode ADDIE dengan tahapan menganalisis (*analyze*), merancang (*design*), mengembangkan (*develop*),

mengimplementasikan (*implement*), dan mengevaluasi (*evaluation*) (Ashtari & Chilana, 2024). Dalam pengembangan ini semua tahapan dilakukan dengan revisi yang dilakukan sampai media yang dibuat benar-benar siap untuk diimplementasikan.

Tahap pertama yang dilakukan yaitu tahap analisis (*analyze*), pada tahapan ini peneliti melakukan analisis kebutuhan dan analisis tugas (Costa dkk., 2022). Analisis kebutuhan termasuk dalam kebutuhan isi dalam pengembangan produk dimulai dari kebutuhan materi, *design*. Dalam analisis kebutuhan materi dilakukan kajian literatur terkait kemampuan berpikir geometris, integrasi materi geometri dan budaya Banten, analisis tujuan pembelajaran. Analisis dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi, kebutuhan yang diperlukan untuk desain sistem, serta apa saja tugas yang mampu diselesaikan pada pengembangan AR ini. Hal ini menjadi *baseline* dalam mengembangkan produk untuk tahap selanjutnya (Tan dkk., 2022).

Setelah didapat analisis kebutuhan dan analisis tugas untuk dapat diterapkan dalam produk yang dibuat maka dilakukan perancangan produk. Tahap ini masuk pada tahap merancang (*design*). Proses merancang ini dimulai dengan menentukan strategi atau pendekatan pembelajaran yang digunakan, dan kemudian menentukan model pembelajaran dan soal evaluasi yang diterapkan pada aplikasi. Hasil akhir dari tahap ini adalah desain atau rancangan yang dapat menjawab masalah dari proses analisis sebelumnya dan memiliki rencana terkait dengan pembelajaran yang diperoleh pengguna aplikasi berikutnya (Seetohul dkk., 2023).

Tahap berikutnya yaitu tahap mengembangkan (*develop*) produk berupa AR telah dirancang berbagai

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

komponen materi, soal dan aturan hingga desain tampilannya yang dikembangkan dalam bentuk perangkat lunak (*software*) *Assemblr Edu* pada perangkat Android. Selama proses pengembangan, produk dilakukan validasi oleh ahli yang berkompeten di bidang media dan materi (Alfitra, 2025). Revisi dilakukan jika ada perbaikan dan saran para ahli. Jika produk sudah dinyatakan layak, maka dilanjutkan ke tahap implementasi.

Tahap *implementation*, produk dilakukan uji coba penggunaannya kepada subjek penelitian dalam skala kecil. Uji juga dilakukan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir geometris sebelum dan sesudah diterapkannya produk (Pramasdyahsari dkk., 2025). Tahap ini juga untuk mengetahui apakah produk yang dibuat sudah sesuai dengan apa yang menjadi tujuan penelitian yaitu apakah produk dapat meningkatkan kemampuan berpikir geometris siswa atau tidak. Sehingga pada tahap akhirnya menjadi laporan hasil pengujian system.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian pada uji coba terbatas ini adalah 20 orang siswa kelas V di SD Negeri Singapadu. Pemilihan kelas tersebut dilakukan secara *purposive*, dengan pertimbangan bahwa siswa kelas V telah mempelajari materi bangun datar dan bangun ruang, yang menjadi fokus materi dalam penelitian ini. Selain itu, siswa di kelas ini telah terbiasa menggunakan *smart-phone*, sehingga sesuai untuk menguji media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan.

Materi yang diteliti mencakup bangun datar (persegi, segitiga, lingkaran, jajargenjang) dan bangun ruang (kubus, balok, limas, prisma, tabung) yang diintegrasikan dengan unsur

etnomatematika budaya Banten melalui representasi objek budaya seperti Rumah Adat Sulah Nyanda, Masjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk.

Selain siswa, uji kepraktisan media juga melibatkan dua orang guru matematika di SD Negeri Singapadu yang memiliki pengalaman mengajar lebih dari lima tahun. Kedua guru dipilih untuk menilai aspek kepraktisan, kemudahan penggunaan, serta relevansi media terhadap materi geometri kelas V, sehingga penilaian yang diberikan mencerminkan kebutuhan pembelajaran secara autentik.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disusun untuk mendukung setiap tahapan dalam model pengembangan ADDIE. Pada tahap analisis, digunakan instrumen berupa pedoman wawancara yang terdiri dari tujuh butir pertanyaan terbuka yang mencakup empat aspek utama, yaitu: 1) respon siswa dan guru terhadap media pembelajaran yang pernah digunakan; 2) media pembelajaran yang diharapkan dan dibutuhkan dalam pembelajaran matematika; 3) ketersediaan dan jenis *smartphone* yang digunakan beserta platform pendukungnya serta; 4) permasalahan yang sering muncul dalam proses pembelajaran geometri di sekolah. Pertanyaan-pertanyaan ini dirancang untuk menggali kebutuhan riil dari pengguna media dan karakteristik peserta didik secara kontekstual.

Instrumen penilaian dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis utama, yaitu instrumen kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan media pembelajaran. Instrumen penilaian kevalidan ahli media yang menilai aspek penyajian, tampilan visual, dan kompatibilitas media terhadap perangkat yang

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

digunakan. Instrumen penilai-an kevalidan ahli pendidikan mencakup aspek kelayakan isi dan kebahasaan. Sementara itu, instrumen penilaian kepraktisan mengevaluasi dimensi efektivitas, interaktivitas, efisiensi, dan kreativitas penggunaan media pembelajaran dalam pembelajaran di kelas. Semua instrumen kevalidan dan kepraktisan disusun menggunakan skala Likert empat poin, mulai dari sangat tidak sesuai (1) hingga sangat sesuai (4).

Untuk menilai keefektifan media pembelajaran yang dikembangkan, digunakan instrumen berupa *pre-test* dan *post-test* kemampuan berpikir geometris. Bentuk tes berupa soal pilihan ganda yang dirancang berdasar-

kan indikator kemampuan berpikir geometris yang diadaptasi dari Fitriyani, dkk. (2018) dan Astrianingsih dkk. (2024). Meskipun butir soal *pre-test* dan *post-test* digunakan untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir geometris melalui perhitungan skor *n-gain*.

Teknik analisis data

Teknik analisis data kelayakan AR dalam penelitian ini mencakup analisis data kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan dari media pembelajaran yang dikembangkan. Data kevalidan diperoleh melalui lembar penilaian dari ahli media dan ahli pendidikan, kemudian dihitung persentasenya.

Tabel 1. Kriteria Penilaian

Persentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan	Keterangan
0% – 20%	Tidak Layak	Revisi
21% – 40%	Kurang Layak	Revisi
41% – 60%	Cukup Layak	Revisi Kecil
61% – 80%	Layak	Tidak Perlu Revisi
81% – 100%	Sangat Layak	Tidak Perlu Revisi

Persentase skor dihitung, dan diklasifikasikan kedalam kategori kepraktisan pada Tabel 1 (Anam *et al.*, 2022).

Untuk menilai keefektifan media, digunakan hasil pretest dan *post-test* kemampuan berpikir geometris siswa. Nilai peningkatan dianalisis menggunakan rumus 1 *normalized gain (n-gain)* Hake (Nasrullah *et al.*, 2024):

$$N - Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}} \quad (1)$$

Hasil *n-gain* kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penilaian

Skor N-Gain	Interpretasi
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Media pembelajaran dikatakan praktis apabila hasil uji kepraktisan dari guru dan siswa juga memperoleh kategori minimal baik. Adapun media dinyatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir geometris siswa apabila skor *n-gain* yang diperoleh tidak berada pada kategori stabil atau menurun, melainkan menunjukkan peningkatan, baik dalam kategori rendah, sedang, maupun tinggi.

Data yang dikumpulkan dari penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif melibatkan masukan, kritik, dan saran dari para ahli dalam bidang materi, media, dan bahasa. Analisis data kualitatif digunakan sebagai landasan untuk melakukan perbaikan terhadap produk yang sedang dikembangkan. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

dari hasil pengisian angket oleh para ahli serta lembar observasi yang mengukur menggunakan skala Likert. Skor angket kemudian dianalisis untuk menentukan persentase kelayakan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Analisis respons siswa dalam pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar berorientasi kemampuan berpikir geometris yang telah dikembangkan. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk melihat respons siswa dalam pembelajaran. Data angket respons siswa dianalisis dengan cara menentukan persentase rata-rata skor angket. Persentase yang telah diperoleh kemudian diinterpretasi berdasarkan kategori persentase seperti yang tersaji pada Tabel 3 (Mahuda dkk., 2021).

Tabel 3 Kategori Respons Siswa

Persentase	Kategori
$80\% < x \leq 100\%$	Sangat Baik
$60\% < x \leq 80\%$	Baik
$40\% < x \leq 60\%$	Cukup Baik
$20\% < x \leq 40\%$	Kurang Baik
$0\% < x \leq 20\%$	Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan adalah media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dapat diakses melalui perangkat Android dengan menggunakan aplikasi *Assemblr Edu*. Media ini dikembangkan untuk menyajikan materi bangun datar dan bangun ruang secara visual dan interaktif dengan mengintegrasikan unsur etnomatematika Banten, seperti Rumah Adat Sulah Nyanda (Baduy), Mesjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk yang mengandung konsep geometri. Melalui media ini, siswa diharapkan mampu mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri dengan bantuan objek 3D yang

ditampilkan secara nyata melalui perangkat, sehingga mampu meningkatkan kemampuan berpikir geometris.

Analysis

Produk AR yang dikembangkan pada perangkat Android dengan menggunakan aplikasi *assemblr edu*. Media ini dirancang memvisualisasikan konsep bangun datar dan bangun ruang secara interaktif dan kontekstual, melalui pendekatan etnomatematika Banten. Media ini diharapkan dapat memfasilitasi guru menyampaikan materi serta membantu siswa dalam membangun pemahaman spasial dan geometri yang lebih konkret melalui eksplorasi objek 3D yang memiliki keterkaitan budaya lokal. Tahap pertama dalam proses pengembangan adalah tahap analisis, yang mencakup tiga aspek utama, yaitu analisis media, analisis kurikulum, dan analisis materi.

Analisis media dilakukan melalui observasi pembelajaran di beberapa kelas sekolah dasar. Hasil observasi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir geometris siswa masih rendah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor: 1) guru belum sepenuhnya melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran; 2) kegiatan belajar masih bersifat satu arah, didominasi oleh metode ceramah; 3) siswa cenderung pasif, hanya mendengarkan penjelasan tanpa eksplorasi; 4) media pembelajaran yang digunakan terbatas pada buku teks dan penjelasan lisan, tanpa dukungan media visual interaktif. Selain itu, selama ini pembelajaran tidak melibatkan media berbasis *smartphone*, bahkan siswa tidak diperbolehkan membawa perangkat digital ke sekolah. Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar siswa menyatakan bahwa mereka sering menggunakan *smartphone* untuk ber-main game, dan hanya sedikit yang

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

memanfaatkannya untuk mencari informasi pelajaran yang tidak tersedia di buku. Hal ini menunjukkan adanya potensi pemanfaatan perangkat digital dalam pembelajaran, khususnya melalui pengembangan media edukatif seperti AR.

Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah Kompetensi Dasar (KD) dan tujuan pembelajaran pada jenjang kelas 5 SD. Materi bangun datar dan bangun ruang termasuk dalam tema yang diajarkan serta dinilai relevan dikembangkan dalam bentuk media berbasis AR karena mengandung banyak unsur visual, bentuk, dan hubungan spasial. Materi ini juga memberikan peluang untuk mengintegrasikan nilai-nilai budaya lokal melalui pendekatan etnomatematika khas Banten.

Analisis materi berfokus pada konten geometri yang bersifat abstrak, seperti ciri-ciri bangun datar (jumlah sisi, sudut, simetri) dan bangun ruang (jumlah rusuk, titik sudut, dan bidang sisi), serta hubungan antar bangun. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa banyak siswa kesulitan dalam membayangkan bentuk dan sifat suatu bangun karena tidak diberikan visualisasi yang nyata. Oleh karena itu, AR dikembangkan mengubah representasi abstrak menjadi pengalaman visual dan interaktif. Misalnya, siswa dapat melihat bentuk limas, prisma, atau kubus dalam bentuk 3D yang berputar dan bisa diperbesar, sambil mengeksplorasi keterkaitannya dengan artefak budaya Banten seperti Rumah Adat Sulah Nyanda (Baduy), Masjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk.

Pemilihan materi bangun datar dan ruang didasarkan pada karakteristik geometri yang menuntut kemampuan berpikir visual dan spasial, yang sesuai

untuk ditingkatkan melalui teknologi *Augmented Reality*. Selain itu, keterkaitan dengan budaya lokal menambah nilai kontekstual dalam pembelajaran, sehingga siswa dapat memahami bahwa matematika tidak terpisah dari kehidupan dan kebudayaan mereka. Hasil tahap analisis ini diperkuat oleh pendapat Fajari dan Meilisa (2022) yang menyatakan bahwa tahapan analisis dalam model ADDIE mencakup identifikasi masalah, penentuan tujuan pembelajaran, analisis karakteristik siswa, serta evaluasi terhadap sumber dan materi yang digunakan. Hal ini sejalan dengan hasil dari penelitian Liu dkk. (2022) yang menekankan bahwa luaran dari tahap analisis mencakup: karakteristik peserta didik, identifikasi kesenjangan pembelajaran, serta analisis kebutuhan dan tugas. Lebih lanjut, Sartika (2025) serta Rejekiningsih dkk. (2023) menegaskan bahwa penelitian pengembangan harus didasarkan pada kondisi riil di lapangan, termasuk keterbatasan media, ketidaksesuaian dengan kebutuhan peserta didik, serta belum optimalnya pemanfaatan teknologi pendidikan.

Dengan demikian, hasil analisis ini memberikan dasar kuat bagi proses perancangan media pembelajaran AR yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum, karakteristik siswa, dan tantangan pembelajaran geometri di tingkat Sekolah Dasar.

Design

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah tahap perancangan (*design*). Pada tahap ini, peneliti menyusun format awal dan kerangka kerja media, serta memilih dan merancang instrumen yang akan digunakan untuk mengukur efektivitas media dalam geometris peserta didik SD.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan platform aplikasi AR yang paling tepat dan mudah digunakan baik oleh pengembang maupun peserta didik. Setelah melakukan kajian terhadap beberapa aplikasi pembuat *Augmented Reality*, peneliti memilih *Assemblr Edu* karena memiliki antarmuka yang sederhana, kompatibel dengan perangkat Android, serta mendukung visualisasi objek 3D yang sesuai untuk materi geometri. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengembangkan marker-based AR dengan integrasi teks, gambar, dan suara, yang sangat cocok untuk menyampaikan konsep bangun datar dan ruang secara visual dan kontekstual.

Setelah aplikasi dipilih, peneliti mulai mendesain objek-objek 3D yang merepresentasikan bangun datar (persegi, segitiga, lingkaran, jajargenjang) dan bangun ruang (kubus, balok, limas, prisma, tabung) dengan mengaitkannya pada unsur budaya lokal Banten seperti motif anyaman, bentuk atap rumah adat, dan pola hias tradisional. Desain ini dipadukan dengan narasi edukatif yang mengarahkan siswa untuk mengamati, membandingkan, dan menganalisis sifat-sifat bangun berdasarkan visualisasi AR yang ditampilkan. Kalimat narasi dirancang ringkas dan komunikatif, agar siswa lebih mudah memahami informasi saat mengeksplorasi media.

Selain desain media, peneliti juga mulai merancang instrumen penelitian berupa soal *pretest* dan *posttest* untuk mengukur kemampuan berpikir geometris siswa. Soal-soal yang disusun mengacu pada indikator berpikir geometris yang meliputi: 1) pengenalan bentuk dan sifat bangun; 2) visualisasi dan representasi bangun; 3) hubungan spasial antar bangun, serta; 4) analisis dan pengelompokan bangun berdasar-

kan karakteristiknya. Instrumen disusun sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SD dan dikaitkan dengan konteks yang disajikan dalam media AR. Misalnya siswa mengidentifikasi bangun datar dan ruang berdasarkan model AR salah satu bentuk bangunan seperti Rumah Adat Sulah Nyanda (Baduy), Masjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk dengan menyebutkan jumlah sisi dan sudut pada representasi bangun datar dan ruang divisualisasikan dalam AR.

Hasil dari tahap ini adalah desain konseptual dari media pembelajaran berbasis AR *etnomatematika*-Banten, lengkap dengan rancangan konten, narasi, marker AR, serta instrumen evaluasi. Desain ini menjadi dasar untuk tahap pengembangan berikutnya, baik dari sisi teknis (produksi media) maupun akademik (validasi instrumen).

Tahap perancangan ini sejalan dengan teori pengembangan ADDIE yang menyatakan bahwa desain merupakan proses sistematis diawali dari perumusan konsep produk hingga spesifikasi teknis dan pedagogis media. Wöhr dkk. (2025) menyebutkan bahwa setiap konten produk perlu dirancang dengan struktur yang jelas agar pengembangannya terarah. Demikian pula Saumi dkk. (2022) menekankan bahwa pada tahap desain, perlu disusun petunjuk pelaksanaan dan struktur media secara rinci sebagai fondasi menuju pengembangan produk yang valid, praktis, dan efektif.

Development

Tahap dalam pengembangan (*development*) merupakan tahapan ketiga model penelitian pengembangan ADDIE bertujuan untuk merealisasikan desain konseptual menjadi produk nyata siap digunakan dalam pembelajaran.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan meliputi tiga langkah utama, yaitu: a) mengembangkan kerangka desain media pembelajaran dan instrumen yang telah dirancang sebelumnya; b) melakukan validasi media dan instrumen oleh para ahli yang kompeten di bidangnya; serta c) merevisi media berdasarkan masukan, kritik, dan saran dari para ahli dan pengguna.

Langkah awal dalam tahap pengembangan adalah membangun media pembelajaran *Augmented Reality Ethnomathematics*-Banten berdasarkan hasil desain yang telah disusun sebelumnya. Media dikembangkan menggunakan aplikasi Assemblr Edu pada perangkat Android, dan menyajikan objek-objek bangun datar dan bangun ruang dalam bentuk tiga dimensi yang dikaitkan dengan unsur budaya lokal Banten.

Objek-objek geometri yang divisualisasikan mencakup persegi, segitiga, lingkaran, balok, kubus, limas, dan tabung. Objek-objek tersebut disisipkan dalam konteks budaya yang ada di Banten seperti Bangun Datar dan Bangun ruang: Rumah Adat Sulah Nyanda (Baduy), Masjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk. Media ini dilengkapi narasi interaktif yang menjelaskan sifat-sifat setiap bangun dengan kalimat yang sederhana, komunikatif, dan disesuaikan dengan tingkat kognitif siswa Sekolah Dasar.

Selain pengembangan media, peneliti juga menyelesaikan penyusunan instrumen penelitian, yakni soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir geometris siswa. Soal-soal dirancang dengan mengacu pada indikator kemampuan berpikir geometris, seperti pengenalan bentuk dan sifat bangun,

kemampuan memvisualisasikan dan merepresentasikan bangun, serta kemampuan membandingkan dan mengelompokkan bangun berdasarkan karakteristiknya. Seluruh konten dan instrumen diuji keterpahaman dengan guru sebagai pengguna awal.

Setelah media dan instrumen dikembangkan, proses validasi dilakukan oleh tiga ahli: ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, serta oleh pengguna yaitu guru kelas. Ahli media menilai aspek tampilan, keterpakaian, dan fungsionalitas teknologi AR; ahli materi menilai kesesuaian konten matematika dengan kurikulum dan konteks budaya; dan ahli bahasa menilai keterbacaan, kejelasan, serta kesesuaian narasi. Guru pengguna menilai kemudahan penggunaan serta daya tarik media dalam pembelajaran di kelas. Gambar 1 di bawah ini merupakan kerangka desain.



Gambar 1. Kerangka desain

AR *Ethnomathematics* Banten pada Materi Bangun Datar dan Bangun ruang: Rumah Adat Sulah Nyanda (Baduy), Masjid Agung Banten, Pacinan Tinggi, Kraton Kaibon, Keraton Surosowan, dan Benteng Speelwijk (Gambar 1).

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>



Gambar 2. Perwakilan *output* AR *ethnomathematics*-Banten bangun datar dan bangun ruang

Untuk menguji kelayakan media, dilakukan serangkaian penilaian oleh para ahli dan pemangku kepentingan tersebut. Setelah itu, peneliti melakukan revisi berdasarkan saran yang diberikan. Revisi mencakup penyederhanaan kalimat narasi agar lebih mudah dipahami siswa kelas 5, peningkatan kontras warna latar dengan objek agar lebih ramah visual, serta penyesuaian posisi marker AR agar lebih mudah dipindai di berbagai kondisi cahaya kelas. Berikut ini adalah hasil penilaian dari para ahli dan pengguna terhadap media AR *Ethnomathematics*-Banten.

Tabel 4. Penilaian pakar dan pengguna terhadap media AR *ethnomathematics*-Banten

Evaluator	Skor Rata-rata	Kriteria
Ahli Media	3,85	Sangat Valid
Ahli Materi	3,90	Sangat Valid
Ahli Bahasa	3,95	Sangat Valid
Guru (Pengguna)	3,88	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 4, penilaian mencerminkan bahwa media ini telah memenuhi kelayakan dari aspek isi, bahasa, desain, serta kebermanfaatannya praktis di kelas. Saran dan masukan yang diberikan oleh para ahli dijadikan

pedoman dalam menyempurnakan produk sebelum dilanjutkan ke tahap implementasi.

Tahap pengembangan ini sejalan dengan pendapat Saumi dkk. (2022), yang menyatakan bahwa kegiatan pengembangan dalam model ADDIE bertujuan untuk merealisasikan desain produk menjadi bentuk nyata yang siap digunakan. Sartika (2025) juga menyatakan bahwa kerangka konseptual pada tahap desain harus diwujudkan dalam bentuk media yang aplikatif dan dapat digunakan secara langsung. Selain itu, pada tingkat pendidikan dasar, keberadaan media pembelajaran yang tepat sangat penting untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak. Hal ini sejalan dengan pendapat Saumi dkk (2022) yang menyebutkan bahwa siswa usia Sekolah Dasar masih berada dalam tahap berpikir konkret, sehingga media visual dan interaktif seperti AR sangat efektif untuk menjembatani pemahaman konsep matematika, khususnya geometri.

Implementation

Tahap implementasi merupakan proses penerapan media pembelajaran *Augmented Reality Ethnomathematics*-Banten Bangun Datar dan Ruang,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

setelah melalui validasi dan revisi, media ini diuji coba dalam skala terbatas kepada peserta didik di tingkat Sekolah Dasar. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh umpan balik awal (formative evaluation) mengenai efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan berpikir geometris siswa, sekaligus sebagai dasar pengambilan keputusan untuk revisi lebih lanjut atau penerapan lebih luas.

Implementasi dilakukan pada dua kelompok siswa kelas V di sekolah dasar: kelas eksperimen menggunakan media AR *ethnomathematics*-Banten, dan kelas kontrol yang menggunakan media konvensional berupa buku paket. Sebelum perlakuan diberikan, kedua

kelompok diuji dengan pretest untuk mengetahui kemampuan awal berpikir geometris. Setelah proses pembelajaran berlangsung sesuai perlakuan masing-masing, kedua kelompok diberikan posttest dengan materi dan tingkat kesulitan soal yang setara. Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan metode *n-gain* untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir geometris siswa secara lebih objektif. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan kemampuan yang lebih signifikan dibandingkan kelas kontrol. Secara rinci, data peningkatan kemampuan berpikir geometris disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kemampuan Berpikir Geometris (*n-gain*)

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain	Kategori
Eksperimen	58	85	0,76	Tinggi
Kontrol	59	72	0,40	Sedang

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa peningkatan kemampuan berpikir geometris siswa di kelas eksperimen mencapai kategori tinggi (N-Gain = 0,76), sementara kelas kontrol hanya mengalami peningkatan pada kategori sedang (N-Gain = 0,40). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran AR *Ethnomathematics*-Banten lebih efektif dalam geometris pada peserta didik.

Hasil ini juga menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan AR lebih tertarik dan aktif dalam proses pembelajaran. Mereka menunjukkan antusiasme dalam mengeksplorasi objek geometri dalam bentuk 3D, serta mampu menghubungkan bentuk matematika dengan budaya lokal, divisualisasikan secara nyata melalui teknologi *augmented reality*.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Ahmad *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa *augmented reality* dapat

meningkatkan interaktivitas pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian ini mendukung teori Wibowo (2023) yang menyebutkan bahwa penerapan teknologi AR dalam pembelajaran mendorong siswa untuk belajar secara aktif dan mandiri.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini juga memperkuat pandangan Talyzina (2023) bahwa pengenalan konsep geometri bagi siswa sekolah dasar harus mempertimbangkan aspek psikologis dan karakteristik kognitif anak. Dengan menyajikan materi melalui media visual dan interaktif seperti AR, siswa dapat membangun pemahaman secara konkret. Selain itu, karena siswa sudah akrab dengan ponsel pintar, penggunaan media berbasis AR menjadi pendekatan yang relevan dan menyenangkan.

Dengan demikian, tahap implementasi menunjukkan bahwa media pembelajaran *augmented reality ethnomathematics*-Banten efektif untuk

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

mengoptimalkan kemampuan berpikir geometris siswa SD, dan dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran matematika berbasis budaya lokal dan teknologi digital.

Evaluation

Tahap evaluasi merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan media pembelajaran *Augmented Reality Ethnomathematics*-Banten, bertujuan untuk menilai efektivitas, kepraktisan, dan kelayakan produk sebelum digunakan secara luas. Evaluasi dilakukan untuk memberikan umpan balik yang dapat digunakan sebagai dasar dalam merevisi produk, serta untuk mengukur sejauh mana tujuan pengembangan telah tercapai. Tahap evaluasi ini sejalan dengan model ADDIE yang menekankan pentingnya refleksi dan penyempurnaan produk berdasarkan hasil implementasi (Ortiz dkk., 2025).

Berdasarkan hasil analisis penilaian dari para ahli dan pengguna pada tahap sebelumnya, disimpulkan bahwa media pembelajaran yang

dikembangkan telah layak digunakan tanpa perlu revisi substansial. Namun demikian, peneliti tetap mempertimbangkan saran dari ahli media dan materi sebagai bahan penyempurnaan minor terhadap aspek teknis seperti ukuran teks dan warna latar belakang agar lebih kontras dan ramah untuk dilihat oleh siswa usia sekolah dasar.

Setelah implementasi produk dilakukan di kelas, tahap evaluasi dilanjutkan dengan mengukur kepraktisan media melalui kuesioner respons siswa. Kuesioner ini dirancang untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap kemudahan penggunaan, tampilan visual, daya tarik, serta kemanfaatan media dalam membantu mereka memahami materi bangun datar dan bangun ruang. Penilaian ini juga mencerminkan seberapa jauh media pembelajaran AR mampu menarik perhatian siswa dan memfasilitasi pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan. Adapun hasil penilaian kepraktisan berdasarkan respons siswa tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Respons siswa terhadap kepraktisan media AR *ethnomathematics*-Banten

Aspek yang Dinilai	Persentase
Media mudah digunakan	91%
Tampilan menarik dan menyenangkan	89%
Membantu memahami materi bangun datar dan bangun ruang	87%
Visualisasi 3D mudah dipahami	86%
Siswa merasa senang belajar dengan media ini	89%
Rata-rata Total	88%

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa rata-rata penilaian siswa terhadap media mencapai 88%, Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran AR *Ethnomathematics*-Banten tidak hanya layak secara isi dan teknologi, tetapi juga praktis dan efektif digunakan dalam pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Dasar.

Hasil ini diperkuat oleh temuan Alfitra *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa kepraktisan media pembelajaran dapat dilihat dari respons siswa dan guru, serta keterlaksanaan media dalam proses belajar mengajar. Dalam konteks ini, media dinilai sangat praktis karena mudah diakses melalui ponsel pintar yang telah akrab digunakan siswa, menampilkan visualisasi 3D yang

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

menarik, dan mampu mengintegrasikan unsur budaya lokal ke dalam konsep matematika yang abstrak.

Aspek kepraktisan media ini juga ditentukan oleh beberapa faktor penting. Pertama, dari sisi format dan fleksibilitas penggunaan, media ini dapat digunakan kapan saja dengan waktu yang efisien tanpa memerlukan koneksi internet yang stabil. Kedua, dari sisi kesesuaian dengan peserta didik, isi media disesuaikan dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa SD yang masih berada pada tahap berpikir konkret. Ketiga, dari sisi kesesuaian dengan pendidik, media ini memfasilitasi guru untuk menyampaikan materi secara visual dan interaktif, yang membantu siswa dalam memahami konsep-konsep geometri secara lebih mendalam (Žakelj & Klančar, 2022).

Dengan demikian, tahap evaluasi menunjukkan bahwa media AR *Ethnomathematics*-Banten yang dikembangkan tidak hanya layak dan efektif, tetapi juga sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran matematika di sekolah dasar. Kepraktisan ini menjadikan media sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran berbasis teknologi dan budaya lokal, yang mampu menarik minat siswa dan meningkatkan hasil belajar secara bermakna.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran *Augmented Reality Ethnomathematics*-Banten berbasis aplikasi Assemblr pada materi bangun datar dan bangun ruang efektif, layak, dan praktis digunakan dalam pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Dasar. Media ini mampu meningkatkan kemampuan berpikir geometris siswa secara signifikan, siswa merasa terbantu, termotivasi, dan

tertarik menggunakan media ini dalam memahami konsep geometri yang abstrak melalui pendekatan budaya lokal Banten yang dikemas secara visual dan interaktif.

Media pembelajaran AR *Ethnomathematics*-Banten ini disarankan untuk diterapkan secara lebih luas di berbagai jenjang kelas sekolah dasar sebagai alternatif pembelajaran berbasis teknologi yang kontekstual dan menyenangkan. Pendidik perlu diberi pelatihan sederhana untuk mengoperasikan aplikasi Assemblr agar media dapat digunakan secara optimal dalam proses pembelajaran. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengembangkan materi lain yang berbasis budaya lokal Indonesia dengan pendekatan etnomatematika yang serupa, serta menguji keefektifan media ini pada aspek keterampilan berpikir lainnya seperti pemecahan masalah, komunikasi matematis, atau representasi visual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek), Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui program Penelitian Dosen Pemula Tahun 2025 dengan nomor kontrak induk 125/C3/DT.005.00/PL/2025, kontrak turunan 8080/LL4/PG/2025, dan 3091/H.K.3.4/01-UPG/VI/2025.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada SDN Singapadu yang telah menjadi mitra dalam pelaksanaan uji coba penelitian ini, serta kepada civitas akademika Universitas Primagraha yang telah memberikan dukungan, dorongan, dan fasilitas selama proses pelaksanaan penelitian ini

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

berlangsung. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan media pembelajaran inovatif di lingkungan pendidikan dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., & Junaini, S. (2020). Augmented reality for learning mathematics: A systematic literature review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(16), 106–122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961>
- Alfitra, F. A. T., Zurweni, Z., & Ekaputra, F. (2025). Development of Instagram-based microblog learning media on high school buffer solution material. *Journal of Education*, 7(2), 9948–9955. <https://doi.org/10.31004/joe.v7i2.7767>
- Anam, K., Wiradharma, G., & Prasetyo, M. A. (2022). Pengembangan aplikasi mobile learning berbasis augmented reality materi bangun ruang. *Jurnal Elementary School*, 5(2), 234–246. <https://doi.org/10.31539/joeai.v5i2.4431>
- Ashtari, N., & Chilana, P. K. (2024). How new developers approach augmented reality development using simplified creation tools: An observational study. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(4), 35. <https://doi.org/10.3390/mti8040035>
- Astrianingsih, D., Ayuningtyas, V., & Qudus, Q. A. (2024). Development of geometry edu-game petualangan barudak oriented towards ethnomathematics of banten. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 47–57. <https://doi.org/10.31100/histogram.v8i2.3867>
- Calderón-Garrido, D., Ramos-Pardo, F., & Suárez-Guerrero, C. (2022). The use of mobile phones in classrooms: A systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(6), 194–210. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i06.29181>
- Costa, G. D. M., Petry, M. R., & Moreira, A. P. (2022). Augmented reality for human–robot collaboration and cooperation in industrial applications: A systematic literature review. *Sensors*, 22(7), 2725. <https://doi.org/10.3390/s22072725>
- Fajari, L. E. W., & Meilisa, R. (2022). The development of augmented reality to improve critical thinking and digital literacy skills of elementary school students. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 6(3), 688–702. <https://doi.org/10.20961/jdc.v6i3.65687>
- Fitriyani, H., Widodo, S. A., & Hendroanto, A. (2018). Students'geometric Thinking Based on Van Hiele's Theory. *Infinity Journal*, 7(1), 55–60. <https://doi.org/10.22460/infinity.v7i1.p55-60>
- Gutiérrez de Ravé, E., & Jiménez-Hornero, F. J. (2024). A 3D descriptive geometry problem-solving methodology using CAD and orthographic projection. *Symmetry*, 16(4), 476. <https://doi.org/10.3390/sym16040476>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

- İlhan, A. (2021). The impact of game-based, modeling, and collaborative learning methods on the achievements, motivations, and visual mathematical literacy perceptions. *SAGE Open*, *11*(1), 21582440211003567. <https://doi.org/10.1177/21582440211003567>
- Johnson, J. D., Smail, L., Corey, D., & Jarrah, A. M. (2022). Using Bayesian networks to provide educational implications: Mobile learning and ethnomathematics to improve sustainability in mathematics education. *Sustainability*, *14*(10), 5897. <https://doi.org/10.3390/su14105897>
- Klančar, A., Starčič, A. I., Cotič, M., & Žakelj, A. (2021). Problem-based geometry in seventh grade: Examining the effect of path-based vs. conventional instruction on learning outcomes. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *16*(12), 16. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i12.21349>
- Lidinillah, D. A. M., Rahman, R., Wahyudin, W., & Aryanto, S. (2022). Integrating Sundanese ethnomathematics into mathematics curriculum and teaching: A systematic review from 2013 to 2020. *Infinity Journal*, *11*(1), 33–54. <https://doi.org/10.22460/infinity.v11i1.p33-54>
- Liu, M., Gorgievski, M. J., Qi, J., & Paas, F. (2022). Increasing teaching effectiveness in entrepreneurship education: Course characteristics and student needs differences. *Learning and Individual Differences*, *96*, 102147. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102147>
- 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. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3912>
- Majeed, B. H., & AL Rikabi, H. T. S. (2022). Effect of augmented reality technology on spatial intelligence among high school students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *17*(24), 131–143. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i24.35977>
- Nasrullah, A., Aminah, M., Umalihayati, U., Rahmadani, K., Widodo, S. A., & Husni, M. (2024). Blended learning in mathematic: the fusion of GeoGebra and Edmodo for enhanced problem-solving abilities. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *14*(1), 423–432. <http://doi.org/10.11591/ijere.v14i1.27713>
- Ortiz, C. A. A., de Almidón, E. M. C. P., Mejía, M. J. O., & Almidón, E. A. (2025). Instructional design: Integration of the Q10 platform into the ADDIE model. *Revista de ciencias sociales*, *31*(1), 44–54. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i1.43485>
- Pramasdyahsari, A. S., Rubowo, M. R., Nindita, V., Astutik, I. D., Pant, B. P., Dahal, N., et al. (2025). Developing engaging STEAM-

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

- geometry activities: Fostering mathematical creativity through the engineering design process using Indonesian cuisine context. *Infinity Journal*, 14(1), 213–234. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i1.p213-234>
- Rahmat, A. D., Kuswanto, H., Wilujeng, I., & Perdana, R. (2023). Implementation of mobile augmented reality on physics learning in junior high school students. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(2), 132–140. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i2.4474>
- Rejekiingsih, T., Maulana, I., Budiarto, M., & Qodr, T. (2023). Android-based augmented reality in science learning for junior high schools: Preliminary study. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*. <http://doi.org/10.11591/ijere.v12i2.23886>
- Rohendi, D., Ramadhan, M. O., Rahim, S. S. A., & Zulnaldi, H. (2025). Enhancing student's interactivity and responses in learning geometry by using augmented reality. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), em2559. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15796>
- Ross, M. Q., & Campbell, S. W. (2021). Thinking and feeling through mobile media and communication: A review of cognitive and affective implications. *Review of Communication Research*, 9. <https://doi.org/10.12840/ISSN.2255-4165.031>
- Sartika, N. S. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika berbasis AR (Augmented Reality) pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(1). <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v14i1.11066>
- 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), 3850-9. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6066>
- Seetohul, J., Shafiee, M., & Sirlantzis, K. (2023). Augmented reality (AR) for surgical robotic and autonomous systems: State of the art, challenges, and solutions. *Sensors*, 23(13), 6202. <https://doi.org/10.3390/s23136202>
- Suciaty, N., Dewi, S. S., Nurfadilah, D., & Santoso, E. (2019, October). Penerapan etnomatematika motif batik khas Majalengka menggunakan konsep geometri transformasi. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 281–287). <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/40>
- Talyzina, N. F. (2023). On the mastery of elementary geometric concepts. *Psychology in Russia: State of the art*, 16(3), 3-13. <https://doi.org/10.11621/pir.2023.0301>
- Tan, Y., Xu, W., Li, S., & Chen, K. (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10),

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13901>

1529.
<https://doi.org/10.3390/buildings12101529>
- Trisnawati, T. (2022). Pengembangan bahan ajar interaktif dengan pendekatan etnomatematika berbasis budaya lokal di Banten pada pokok bahasan barisan dan deret untuk siswa SMP. *Jurnal Cendekia*, 6(1), 282–290. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.739>
- Trisnawati, T., & Wijaya, S. (2021). Pengembangan bahan ajar handout dengan pendekatan etnomatematika berbasis budaya lokal di Banten. *Jurnal Genta Mulia*, 12(2). <https://doi.org/10.61290/gm.v12i2.387>
- Trisnawati, T., Yulianto, D., & Ningsih, E. F. (2023). The influence of Indonesian realistic mathematics learning (PMRI) based ethnomathematics on the improvement of mathematical communication skills in terms of gender. *Cendikia: Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 13(3), 552–561. <https://iocscience.org/ejournal/index.php/Cendikia/article/view/3320>
- Umbara, U., Prabawanto, S., & Jatisunda, M. G. (2023). Combination of mathematical literacy with ethnomathematics: How to perspective Sundanese culture. *Infinity Journal*, 12(2), 393–414. <https://doi.org/10.22460/infinity.v12i2.p393-414>
- Vallo, D., Rumanová, L., & Bočková, V. (2023). Elements of algorithmic thinking in the teaching of school geometry through the application of geometric problems. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(14). <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i14.40341>
- Wibowo, F. C. (2023). Effects of augmented reality integration (ARI) based model physics independent learning (MPIL) for facilitating 21st-century skills (21-Cs). *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 178–192. <https://doi.org/10.3926/jotse.1800>
- Wijaya, T. T., Hidayat, W., Hermita, N., Alim, J. A., & Talib, C. A. (2024). Exploring contributing factors to PISA 2022 mathematics achievement: Insights from Indonesian teachers. *Infinity Journal*, 13(1), 139–156. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p139-156>
- Wöhr, F., Königs, S., Stanglmeier, M., & Zimmermann, M. (2025). A quantitative model of hierarchical product design. *Design Science*, 11, e4. <https://doi.org/10.1017/dsj.2024.37>
- Wulandari, I. G. A. P. A., Payadnya, I. P. A. A., Puspawati, K. R., & Saelee, S. (2024). The Significance of Ethnomathematics Learning: A Cross-Cultural Perspectives Between Indonesian and Thailand Educators. *arXiv preprint arXiv:2404.01648*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.01648>
- Žakelj, A., & Klančar, A. (2022). The role of visual representations in geometry learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1393–1411. <https://doi.org/10.12973/euler.11.3.1393>