Jurnal Pendidikan Matematika Unpatti
| April 2026 | Volume 7 Nomor 1 | Hal. 30 – 40
DOI https://doi.org/10.30598/jpmunpatti.v7.i1.p30-40
Website: https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jpmu
ISSN 2723-6870

Analisis Representasi Visual Matematis Berbasis Etnomatematika Maluku Berbantuan *Augmented Reality* pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar

Widya Putri Ramadhani[1*], Usman Mulbar[2]

[1] Prodi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia
[2]Prodi Pendidikan Matematika Fakalutas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makasar
Jl. Mallengkeri Raya No. 44, Kampus Parang Tambung, Makasar, Indonesia

Submitted: January 20, 2026 *Revised: March 05, 2026* *Accepted: April 10, 2026*

e-mail: [1]wpramadhaniwidya.ramadhani@lecturer.unpatti.ac.id

*corresponding author**

Abstrak

Kajian tentang integrasi etnomatematika dan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran geometri belum banyak memusatkan perhatian pada proses representasi visual matematis siswa secara mendalam. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan representasi visual matematis siswa kelas VIII dalam pembelajaran matematika berbasis etnomatematika berbantuan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang sisi datar. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus yang dilaksanakan di SMP Negeri 1 Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat, Maluku. Subjek penelitian terdiri atas tiga siswa yang mewakili kategori representasi visual reproduktif, transisional, dan konseptual. Data dikumpulkan melalui observasi pembelajaran, LKPD berbasis AR, dokumentasi hasil kerja siswa, dan wawancara semi-terstruktur. Objek budaya Maluku yang digunakan meliputi Masjid Tua Wapauwe, Gereja Tua Imanuel, Rumah Tua Lating Nustapy, dan Benteng Amsterdam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa representasi visual matematis siswa tahapdikategorikan dalam tiga kategori representasi visual. Pada kategori reproduktif, siswa menyalin bentuk visual objek budaya tanpa menghubungkannya dengan konsep bangun ruang. Pada kategori transisional, siswa mulai mendekomposisi objek ke dalam bentuk balok, prisma, atau limas, namun masih mengalami kesulitan pada jaring-jaring dan hubungan antarsisi. Pada kategori konseptual, siswa mampu mengubah tampilan AR menjadi sketsa, jaring-jaring, tabel unsur, rumus, dan penjelasan matematis yang bermakna. AR efektif membantu visualisasi, tetapi pemahaman konseptual tetap memerlukan scaffolding dan refleksi terarah dari guru.

Kata kunci: *augmented reality*, bangun ruang sisi datar, budaya lokal, etnomatematika, representasi visual matematis.

Abstract

Studies integrating ethnomathematics and Augmented Reality (AR) in geometry learning have rarely examined students' visual mathematical representation processes in depth. This study aims to describe eighth-grade students' visual mathematical representations in ethnomathematics-based mathematics learning assisted by Augmented Reality on flat-sided solid geometry. A qualitative case study approach was employed at SMP Negeri 1 Kairatu, West Seram Regency, Maluku. Three students were purposively selected to represent reproductive, transitional, and conceptual levels of visual representation. Data were collected through classroom observation, AR-based student worksheets, documentation of students' visual products, and semi-structured interviews. The Maluku cultural objects used included Wapauwe Old Mosque, Imanuel Old Church, Lating Nustapy Old House, and Amsterdam Fort. The findings reveal that students' visual mathematical representations developed through three stages. At the reproductive stage, students recopied the visual form of cultural objects without connecting them to solid geometry concepts. At the transitional stage, students began to decompose cultural objects into cuboids, prisms, or pyramids, though they still struggled with constructing nets and understanding face relationships. At the conceptual stage, students transformed AR visualizations into sketches, nets, geometric element tables, formulas, and meaningful mathematical explanations. AR effectively supports visualization and decomposition; however, conceptual understanding requires scaffolding, guiding questions, and structured reflection from the teacher.

Keywords: augmented reality, ethnomathematics, flat-sided solid geometry, local culture, visual mathematical representation,

This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2026 by author.

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika pada abad ke-21 tidak cukup hanya diarahkan pada kemampuan menghitung, menghafal rumus, dan menyelesaikan soal secara prosedural. Pembelajaran matematika perlu membangun kemampuan siswa dalam memahami konsep, menghubungkan berbagai bentuk representasi, serta menggunakan pengetahuan matematis untuk menafsirkan fenomena yang dekat dengan kehidupan. Dalam konteks tersebut, representasi visual matematis menjadi kemampuan penting karena membantu siswa menjembatani konsep abstrak dengan pengalaman konkret. Melalui gambar, diagram, model tiga dimensi, sketsa, dan jaring-jaring, siswa dapat menyusun informasi, melihat hubungan antarunsur, serta membangun pemahaman yang lebih bermakna terhadap konsep matematika (Duval, 2017; Goldin, 2020).

Salah satu materi yang sangat membutuhkan kemampuan representasi visual adalah bangun ruang sisi datar. Materi ini menuntut siswa memahami unsur sisi, rusuk, titik sudut, diagonal, jaring-jaring, luas permukaan, dan volume. Namun, dalam praktik pembelajaran, bangun ruang sisi datar sering kali disajikan melalui gambar dua dimensi pada buku atau papan tulis. Akibatnya, sebagian siswa hanya menghafal rumus luas permukaan dan volume tanpa memahami asal-usul rumus serta hubungan spasial antarunsur bangun. Kesulitan tersebut menunjukkan bahwa siswa membutuhkan pengalaman belajar yang memungkinkan mereka mengamati, memanipulasi, dan mentransformasikan objek visual ke dalam representasi matematis yang lebih formal.

Etnomatematika menawarkan pendekatan yang relevan untuk mengatasi jarak antara konsep matematika formal dan pengalaman nyata siswa. D'Ambrosio (1985) menjelaskan bahwa etnomatematika memandang matematika sebagai praktik pengetahuan yang tumbuh dalam kehidupan budaya masyarakat. Dalam pembelajaran geometri, artefak budaya seperti bangunan tradisional, ornamen, motif, anyaman, dan struktur arsitektur lokal dapat dimanfaatkan sebagai sumber eksplorasi matematis. Rosa & Orey (2016) menegaskan bahwa pendekatan etnomodelasi memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami bagaimana konsep matematika lahir dari pengalaman budaya masyarakat dan digunakan secara kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Objek budaya dengan demikian tidak hanya berfungsi sebagai ilustrasi, tetapi juga dapat diposisikan sebagai sumber konsep yang dianalisis, didekomposisi, dan direpresentasikan kembali oleh siswa.

Perkembangan teknologi digital memperluas kemungkinan integrasi etnomatematika dalam pembelajaran. *Augmented Reality* (AR) memungkinkan objek budaya divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi, diputar, diperbesar, diamati dari berbagai sudut, dan dikaitkan langsung dengan konsep geometri. Berbeda dari gambar statis, AR menyediakan pengalaman visual yang lebih dinamis sehingga siswa dapat mengeksplorasi hubungan antara bentuk budaya dan struktur geometri secara lebih konkret. Akçayır & Akçayır (2017) menunjukkan bahwa AR dalam pendidikan meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa terhadap konsep yang bersifat tiga dimensi. Secara lebih spesifik, Rohendi et al. (2025) menemukan bahwa penggunaan AR pada pembelajaran bangun ruang sisi datar (kubus, balok, limas, dan prisma) di kalangan siswa kelas VIII di Indonesia secara signifikan meningkatkan interaktivitas dan membantu siswa mengkonkretkan konsep-konsep abstrak yang selama ini sulit divisualisasikan melalui gambar dua dimensi. Dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar, AR dapat membantu siswa melihat bagaimana badan bangunan dapat dimodelkan sebagai balok atau prisma, sedangkan atap bangunan dapat dimodelkan sebagai prisma segitiga atau limas segi empat. Özçakır et al. (2021) menunjukkan bahwa antarmuka AR menyediakan mode representasi yang unik sehingga mampu mengatasi cognitive filter yang muncul ketika siswa berupaya membayangkan objek tiga dimensi dari gambar dua dimensi di buku teks, sekaligus mendorong siswa untuk mengembangkan strategi spasial secara mandir

Kajian mengenai penggunaan AR dalam pembelajaran matematika, khususnya geometri, telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Pujiastuti & Haryadi (2024) menemukan bahwa penggunaan AR secara efektif meningkatkan kemampuan berpikir geometri siswa SMP. Ibáñez & Delgado-Kloos (2018) melalui tinjauan sistematis menyimpulkan bahwa AR memberikan dampak positif terhadap pemahaman konseptual dan motivasi belajar dalam konteks STEM. Sementara itu, Richardo et al., (2023) menunjukkan bahwa AR berbasis etnomatematika dapat meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam geometri. Kajian-kajian tersebut memperkuat urgensi pengembangan pembelajaran yang mengintegrasikan etnomatematika dan AR secara sistematis. Istia et al. (2025) melalui meta-analisis terhadap enam studi kuasi-eksperimental

menemukan bahwa pendekatan etnomatematika pada pembelajaran geometri di SMP Indonesia menghasilkan *effect size* besar (d = 0.999), menunjukkan bahwa integrasi artefak budaya lokal seperti rumah adat dan motif tradisional secara konsisten efektif dalam meningkatkan pemahaman matematis siswa. Temuan ini memperkuat landasan empiris bagi pilihan pendekatan etnomatematika berbantuan AR dalam penelitian ini, sekaligus menunjukkan bahwa geometri merupakan topik yang paling banyak diuntungkan dari integrasi konteks budaya.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh celah yang belum tertangani dalam kajian integrasi etnomatematika dan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran geometri, khususnya yang memusatkan perhatian pada proses representasi visual matematis siswa. Kajian terdahulu tentang AR dalam pembelajaran matematika umumnya menekankan hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa secara umum (Akçayır & Akçayır, 2017; Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Namun, kajian yang secara spesifik menganalisis bagaimana siswa membangun dan mentransformasikan representasi visual melalui interaksi dengan objek budaya berbantuan AR terutama pada materi bangun ruang sisi datar masih sangat terbatas. Foto memang dapat menghadirkan objek budaya ke dalam kelas, tetapi foto bersifat statis dan hanya menampilkan objek dari satu sudut pandang yang tetap. Akibatnya, siswa tidak dapat memutar, memperbesar, atau mengamati bagian tersembunyi dari struktur bangunan, seperti bidang alas, rusuk tersembunyi, dan hubungan antarunsur tiga dimensi yang justru menjadi inti pemahaman geometri. Özçakır et al. (2021) menjelaskan bahwa AR menyediakan mode representasi yang unik karena memungkinkan siswa mengeksplorasi objek tiga dimensi secara dinamis, sehingga mampu mengatasi hambatan kognitif yang muncul ketika siswa berupaya membangun pemahaman spasial dari gambar dua dimensi yang terdapat pada foto maupun buku teks.. Pedersen et al. (2021) menegaskan pula bahwa meskipun teknologi digital telah banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika, aktivasi kompetensi representasi siswa melalui desain tugas berbasis teknologi masih memerlukan kajian yang lebih mendalam dan terfokus. Temuan ini memperkuat urgensi penelitian yang tidak hanya mengembangkan media AR, tetapi juga menganalisis secara kualitatif proses representasi yang terjadi selama pembelajaran berlangsung.

Beberapa penelitian terdahulu memberikan landasan yang relevan bagi kajian ini. Pertama, Richardo et al. (2023) mengembangkan multimedia AR berbasis Android menggunakan konteks etnomatematika Yogyakarta untuk meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kreatif siswa SMP dalam geometri, dan menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini relevan karena memadukan secara langsung AR dan konteks budaya lokal dalam pembelajaran geometri. Kedua, Li et al., (2022) meneliti penggunaan AR untuk meningkatkan kelancaran representasi matematis siswa pada topik fungsi linear, dan menemukan bahwa lingkungan belajar berbasis AR dengan representasi yang saling terhubung secara dinamis dapat mendorong perpindahan antarrepresentasi yang lebih bermakna. Temuan ini memperkuat argumen bahwa AR memiliki potensi khusus sebagai media yang memfasilitasi transformasi representasi matematis, bukan sekadar sebagai media visualisasi.

Selain itu, Sunzuma & Umbara (2025) melalui tinjauan sistematis terhadap penelitian etnomatematika berbasis teknologi di Indonesia menemukan bahwa geometri merupakan topik yang paling banyak dikaji dalam integrasi media digital budaya, sementara penelitian yang mengkaji proses representasi siswa secara mendalam masih minim. Hasil tinjauan tersebut menegaskan bahwa sebagian besar penelitian lebih berorientasi pada pengembangan media pembelajaran daripada pada analisis proses kognitif dan representasi siswa. Batiibwe, (2024) juga menegaskan bahwa etnomatematika perlu diposisikan bukan sekadar sebagai konteks pembelajaran, tetapi sebagai pendekatan epistemologis yang secara aktif mengaitkan pengalaman budaya dengan konstruksi pengetahuan matematis siswa. Berdasarkan celah tersebut, artikel ini berupaya mengisi kekosongan dengan memusatkan perhatian pada proses konstruksi representasi visual matematis siswa dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar yang terintegrasi dengan etnomatematika Maluku berbantuan AR, mulai dari pengamatan objek budaya hingga pembentukan representasi matematis formal.

Secara khusus, artikel ini bertujuan: (1) mengidentifikasi bentuk aktivitas etnomatematika berbantuan AR yang mendukung pembelajaran bangun ruang sisi datar; (2) menganalisis tahapan representasi visual matematis siswa; dan (3) menjelaskan peran AR sebagai media visual, kognitif, dan epistemologis dalam membantu siswa membangun pemahaman geometri.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah memahami secara mendalam proses konstruksi representasi visual matematis siswa ketika berinteraksi dengan objek budaya Maluku yang divisualisasikan melalui *Augmented Reality* (AR) pada materi bangun ruang sisi datar, bukan untuk menguji hipotesis secara statistic (Creswell & Creswell, 2018). Studi kasus digunakan karena fenomena yang dikaji tidak dapat dipisahkan dari konteks pembelajaran yang berlangsung secara nyata di kelas (Yin, 2018). Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan menggali secara mendalam tiga hal yang bersifat prosedural dan kontekstual. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 1 Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kedekatan geografis dan kultural sekolah dengan empat objek budaya Maluku yang digunakan sebagai konteks etnomatematika, yaitu Masjid Tua Wapauwe, Gereja Tua Imanuel, Rumah Tua Lating Nustapy, dan Benteng Amsterdam.



Gambar 1. Empat Konteks Etnomatematika Maluku dan Bentuk AR nya

Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Kairatu yang sedang mempelajari materi bangun ruang sisi datar. Dari keseluruhan siswa kelas VIII, dipilih tiga siswa secara purposif yang masing-masing merepresentasikan tiga kategori kemampuan representasi visual matematis, yaitu kategori reproduktif, transisional, dan konseptual. Penentuan kategori setiap subjek dilakukan melalui dua tahap. Pertama, seluruh siswa kelas VIII mengerjakan tugas representasi awal berupa identifikasi dan penggambaran bangun ruang dari foto objek budaya Maluku yang diberikan peneliti sebelum pembelajaran AR dimulai. Hasil tugas awal ini dianalisis menggunakan rubrik lima indikator representasi visual matematis (mengamati, mengenali unsur geometri, mendekomposisi, mentransformasikan ke bentuk formal, dan menjelaskan makna matematis) untuk mengklasifikasikan kemampuan awal seluruh siswa ke dalam tiga kategori. Kedua, dari hasil klasifikasi tersebut dipilih satu siswa yang paling representatif dari masing-masing kategori berdasarkan kelengkapan dan konsistensi hasil tugas awal, keterlibatan aktif selama observasi awal pembelajaran, serta kesediaan mengikuti wawancara semi-terstruktur. Dengan demikian, kriteria pemilihan subjek mencakup: (1) hasil tugas representasi awal yang mencerminkan secara konsisten salah satu kategori reproduktif, transisional, atau konseptual; (2) keterlibatan aktif selama pembelajaran berlangsung; (3) kelengkapan hasil kerja pada LKPD berbasis AR; dan (4) kesediaan mengikuti wawancara semi-terstruktur. Pembatasan pada tiga subjek sesuai dengan prinsip penelitian kualitatif yang mengutamakan kedalaman analisis daripada keluasan jumlah subjek (Creswell & Creswell, 2018). Rubrik kategorisasi yang digunakan dalam tugas representasi awal dikembangkan mengacu pada kerangka teoritis representasi visual matematis yang bersumber dari (Duval, 2017; Mainali, 2021).

Data dikumpulkan melalui empat teknik yang diterapkan secara simultan sebagai bentuk triangulasi metode. Pertama, observasi partisipatif untuk mengamati proses interaksi siswa dengan model AR dan cara siswa mengidentifikasi unsur geometri dari objek budaya. Kedua, dokumentasi LKPD berbasis AR sebagai data utama yang memuat sketsa, jaring-jaring, tabel unsur bangun ruang, dan penulisan rumus. LKPD dirancang melalui lima tahap aktivitas: (a) orientasi budaya pengenalan objek budaya Maluku dan kaitannya

dengan geometri; (b) eksplorasi AR siswa memindai barcode untuk menampilkan model 3D objek budaya; (c) dekomposisi geometri identifikasi bagian bangunan yang menyerupai kubus, balok, prisma, atau limas; (d) transformasi representasi pengubahan model AR ke sketsa, jaring-jaring, tabel unsur, dan rumus; serta (e) refleksi matematis penjelasan tertulis tentang makna representasi. Ketiga, wawancara semi-terstruktur untuk menggali alasan pemilihan bentuk representasi dan kesulitan yang dialami dalam mengabstraksi visual 3D ke konsep geometri formal. Keempat, dokumentasi foto dan video sebagai data pendukung. Keterkaitan antara objek budaya Maluku, aktivitas AR, dan bentuk representasi visual yang diharapkan muncul dari siswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Aktivitas Pembelajaran Etnomatematika Berbantuan AR

Objek Budaya	Dekomposisi Geometri	Konsep Bangun Ruang	Aktivitas AR	Representasi Visual Siswa
Masjid Tua Wapauwe	Badan bangunan dan atap bertingkat	Balok/prisma segi empat dan limas segi empat	Memutar model, mengamati sisi, rusuk, titik sudut, dan bentuk atap	Sketsa bangunan, model limas, jaring-jaring limas, rumus volume
Gereja Tua Imanuel	Badan bangunan dan atap memanjang	Balok dan prisma segitiga	Mengamati perbedaan badan dan atap dari beberapa sudut	Sketsa balok-prisma, tabel unsur bangun, jaring-jaring prisma
Rumah Tua Lating Nustapy	Badan rumah, teras, dan atap	Balok, prisma segitiga, dan kombinasi segi empat	Memperbesar detail pintu, jendela, tiang, dan atap	Dekomposisi bangun, sketsa gabungan, perbandingan bentuk
Benteng Amsterdam	Badan benteng dan puncak atap	Prisma segi empat dan limas segi empat	Menganalisis bentuk dasar, atap, dan bagian puncak	Model bangun gabungan, jaring-jaring, penalaran luas permukaan

Representasi visual matematis dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan siswa mengubah informasi visual yang diperoleh melalui pengamatan objek budaya berbantuan AR menjadi bentuk matematis yang bermakna, baik berupa gambar, jaring-jaring, simbol, maupun penjelasan verbal (Mainali, 2021; Schoenherr & Schukajlow, 2024). Definisi ini mencakup dua dimensi: representasi sebagai produk hasil gambar atau simbol yang dihasilkan siswa dan representasi sebagai proses aktivitas kognitif yang menghubungkan visual budaya dengan konsep geometri (Schoenherr & Schukajlow, 2024). Mengacu pada kerangka teoritis (Duval, 2017) tentang register semiotik, Mainali, 2021) tentang modus representasi matematis (verbal, grafis, aljabar, dan numerik), serta Pedersen et al., 2021) tentang kompetensi representasi dalam konteks teknologi digital, penelitian ini mengoperasionalkan lima indikator representasi visual matematis seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Representasi Visual Matematis Siswa (diadaptasi dari Duval, 2017; Mainali, 2021; Pedersen et al., 2021)

Indikator	Deskripsi Perilaku Siswa
Mengamati dan mendeskripsikan objek visual budaya	Siswa memperhatikan bentuk, bagian-bagian, posisi, dan proporsi objek budaya pada tampilan AR serta mampu mendeskripsikannya secara lisan maupun tertulis.
Mengenali dan menamai unsur-unsur geometri	Siswa mengidentifikasi dan menamai sisi, rusuk, titik sudut, bidang alas, bidang tegak, dan bentuk atap bangunan dari tampilan AR, serta mengaitkannya dengan bangun ruang sisi datar.
Mendekomposisi objek budaya menjadi bangun ruang sederhana	Siswa memisahkan objek budaya yang kompleks menjadi beberapa bangun ruang sisi datar sederhana (kubus, balok, prisma, atau limas) dan menjelaskan alasan dekomposisi secara matematis.
Mentransformasikan representasi visual ke bentuk matematis formal	Siswa mengubah model 3D AR menjadi representasi matematis formal: sketsa 2D, jaring-jaring bangun ruang, tabel unsur bangun (sisi, rusuk, titik sudut), dan penulisan rumus luas permukaan atau volume.
Menjelaskan makna matematis dari representasi yang dihasilkan	Siswa mengaitkan representasi visual yang dibuat dengan konsep luas permukaan, volume, dan hubungan antarelemen geometri, serta menjelaskan maknanya secara verbal (lisan/tertulis).

Analisis data menggunakan model analisis interaktif (Miles et al. 2020) yang mencakup tiga tahap. Tahap pertama adalah *reduksi data*, yaitu memilih dan memfokuskan data yang berkaitan dengan lima indikator representasi visual matematis. Tahap kedua adalah *penyajian data*, yaitu mendeskripsikan pola representasi masing-masing subjek secara tematik, didukung gambar hasil kerja LKPD dan transkrip wawancara, serta disajikan secara komparatif antarketiga subjek. Tahap ketiga adalah *penarikan kesimpulan*, yaitu menginterpretasi dan mengkategorikan representasi tiap subjek ke dalam tahap reproduktif, transisional, atau konseptual berdasarkan bukti yang diperoleh dari seluruh instrumen. Keabsahan data diperkuat melalui triangulasi Teknik membandingkan data dari LKPD, observasi, dan wawancara serta *member checking* saat wawancara untuk memverifikasi akurasi interpretasi peneliti terhadap hasil representasi visual siswa (Creswell & Poth, 2018).

3. Hasil dan Pembahasan

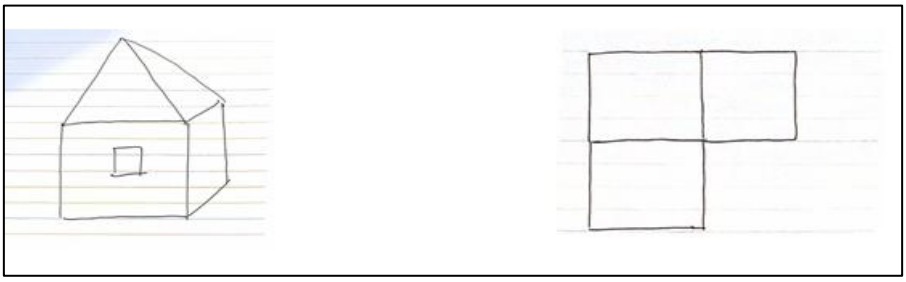
Hasil analisis representasi visual matematis tiga subjek penelitian (S1, S2, S3) yang mewakili kategori reproduktif, transisional, dan konseptual. Data diperoleh dari LKPD berbasis AR, catatan observasi, dan wawancara semi-terstruktur. Ketiga subjek mengikuti pembelajaran yang sama dengan konteks empat objek budaya Maluku (Masjid Tua Wapauwe, Gereja Tua Imanuel, Rumah Tua Lating Nustapy, dan Benteng Amsterdam) yang divisualisasikan melalui model 3D *Augmented Reality* (AR). Hasil disajikan secara komparatif berdasarkan lima indikator representasi visual matematis, diikuti pembahasan yang mengaitkan temuan dengan kerangka teoritis.

Tabel 3. Ikhtisar Capaian Representasi Visual Matematis Ketiga Subjek

Indikator Representasi	S1 Reproduktif	S2 Transisional	S3 Konseptual
Mengamati & mendeskripsikan	Menggambar ulang tanpa nama bangun ruang	Menyebut 'balok' dan 'prisma', deskripsi parsial	Deskripsi lengkap dan nama ilmiah tepat
Mengenali unsur geometri	Tidak menyebutkan sisi, rusuk, titik sudut	Menyebut unsur balok; unsur prisma belum tuntas	Semua unsur tepat untuk dua bangun sekaligus
Mendekomposisi objek budaya	Tidak memisahkan badan dan atap bangunan	Memisahkan badan & atap, memberi alasan parsial	Dekomposisi tepat disertai tabel unsur lengkap
Transformasi ke bentuk formal	Jaring-jaring tidak lengkap, tanpa label apapun	Jaring hampir benar; satu sisi tegak salah proporsi	Jaring-jaring lengkap + rumus luas permukaan benar
Menjelaskan makna matematis	Tidak ada penjelasan matematis	Ada penjelasan verbal, belum terhubung ke rumus	Penjelasan lengkap + makna geometri dikaitkan rumus

3.1. Subjek S1 Kategori Reproduktif

S1 adalah siswa dengan kemampuan representasi pada tahap reproduktif. Selama pembelajaran, S1 aktif memutar model AR dan menunjukkan ketertarikan pada tampilan tiga dimensi objek budaya. Namun, ketika diminta mentransformasikan visual tersebut ke dalam bentuk matematis, S1 cenderung menyalin bentuk bangunan secara keseluruhan tanpa memilah unsur geometri yang relevan. Pada LKPD Aktivitas 3 konteks Masjid Tua Wapauwe (Gambar 2), S1 menggambar ulang seluruh bangunan dalam satu sketsa dan hanya menuliskan kata 'atap' dan 'badan' sebagai keterangan, tanpa menyebutkan nama bangun ruang sisi datar. Pada LKPD Aktivitas 4 (Gambar 3), jaring-jaring yang digambar tidak lengkap dan tidak memuat label apapun.



Gambar 2 dan 3. Hasil LKPD S1: Sketsa Masjid Wapauwe (kiri) dan Jaring-jaring Tidak Lengkap (kanan)

Wawancara dengan S1 memperlihatkan bahwa siswa mengalami kesulitan mengaitkan tampilan AR dengan konsep geometri yang telah dipelajari di kelas.

…

P : Kaka lihat gambar AR-nya, itu bentuknya seperti apa?

S1 : Kayak masjid, Bu. Ada atapnya segitiga, terus badannya kotak.

P : Nah, kotak itu bangun ruang apa namanya?

S1 : ... balok? Tapi saya tidak terlalu yakin, Bu. Soalnya di buku beda gambarnya.

P : Terus atapnya yang segitiga itu bangun apa?

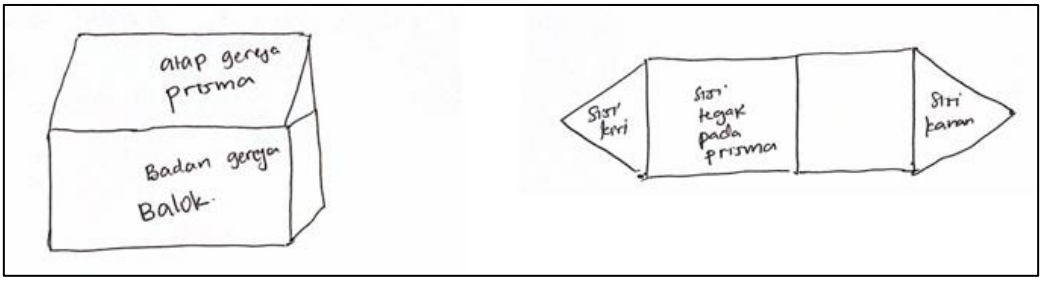
S1 : Saya tidak tau Bu. Segitiga saja atau... prisma? Tapi saya belum paham beda-bedanya.

…

Dari cuplikan di atas terlihat bahwa S1 sudah memiliki intuisi visual mengenali bentuk kotak dan segitiga tetapi belum mampu menghubungkannya dengan nama dan sifat bangun ruang sisi datar secara konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa AR telah berfungsi sebagai stimulus visual, tetapi transformasi semiotik dari representasi ikonik ke representasi matematis formal belum terjadi. Siswa masih berada pada tahap pengamatan permukaan (*surface observation*) tanpa disertai analisis struktural yang memadai.

3.2 Subjek S2 Kategori Transisional

S2 menunjukkan kemampuan representasi pada tahap transisional. Berbeda dengan S1, S2 mampu menyebut nama bangun ruang yang teridentifikasi dari objek budaya, meskipun pemahaman tersebut belum sepenuhnya konsisten. Pada LKPD Aktivitas 3 konteks Gereja Tua Imanuel (Gambar 4), S2 berhasil memisahkan badan bangunan sebagai balok dan atap sebagai prisma segitiga. S2 bahkan menambahkan garis tinggi pada sketsa prisma sebagai penanda. Namun pada tabel unsur bangun (Gambar 4, bagian bawah), kolom untuk prisma segitiga ditinggalkan kosong karena S2 tidak yakin dengan jumlah sisi tegaknya. Pada LKPD Aktivitas 4 (Gambar 5), jaring-jaring prisma segitiga hampir benar, tetapi satu sisi tegak digambar dengan lebar yang berbeda dari dua sisi lainnya.



Gambar 4 dan 5. Hasil LKPD S2: Dekomposisi Gereja Imanuel (kiri) dan Jaring-jaring Prisma Segitiga (kanan)

…

P : kaka bisa beri tau kenapa badannya jadi gambar balok?

S2 : Karena badannya itu kotak panjang ibu, ada 6 sisi, terus sudutnya ada 8. Itu balok.

P : Bagus. Nah atapnya bagaimana?

S2 : Atapnya prisma segitiga Bu. Tapi saya bingung Bu, sisi tegaknya itu tiga atau berapa? Karena saya lihat dari AR ada tiga sisi tegak tapi ukurannya beda-beda.

P : Nah itu yang perlu kaka perhatikan lebih seksama. Kalau prisma segitiga, sisi tegaknya ada berapa?

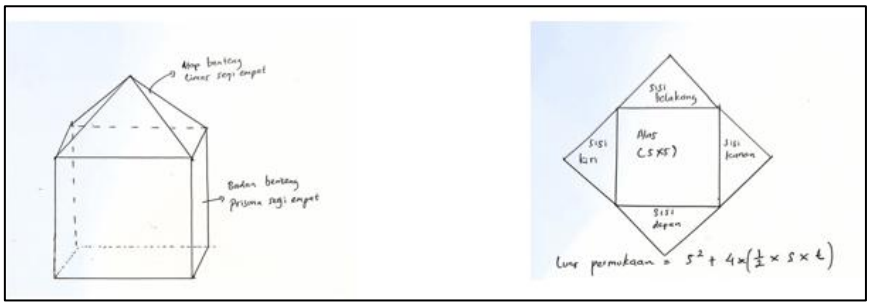
S2 : Tiga Bu. Tapi yang bikin bingung itu karena bangunannya tidak sama panjang semua sisinya.

…

Wawancara ini memperlihatkan bahwa S2 sudah memiliki pemahaman tentang sifat balok (6 sisi, 8 titik sudut) dan mengenali prisma segitiga. Namun S2 mengalami hambatan pada tahap transformasi representasi, khususnya ketika harus mengabstraksikan proporsi objek nyata ke dalam model geometri ideal. Kondisi ini mencerminkan zona perkembangan proksimal S2 hampir mampu menyelesaikan tugas representasi secara mandiri, tetapi masih memerlukan scaffolding untuk menyelesaikan transformasi secara tuntas.

3.3. Subjek S3 – Kategori Konseptual

S3 menunjukkan kemampuan representasi visual matematis pada tahap konseptual. Pada LKPD Aktivitas 3 konteks Benteng Amsterdam (Gambar 6), S3 tidak hanya mendekomposisi bangunan menjadi prisma segi empat (badan benteng) dan limas segi empat (puncak atap), tetapi juga melengkapi tabel unsur bangun ruang dengan tepat untuk kedua bangun sekaligus. S3 menuliskan bahwa prisma segi empat memiliki 6 sisi, 12 rusuk, dan 8 titik sudut; sedangkan limas segi empat memiliki 5 sisi, 8 rusuk, dan 5 titik sudut. Pada LKPD Aktivitas 4 (Gambar 7), jaring-jaring limas segi empat digambar lengkap dengan label setiap sisi, dan rumus luas permukaan dituliskan dengan benar.



Gambar 6 dan 7. Hasil LKPD S3: Dekomposisi Benteng Amsterdam (kiri) dan Jaring-jaring Limas Segi Empat Lengkap (kanan)

…

P : Kaka bisa ceritakan, kenapa badan bentengnya kaka bilang prisma segi empat?

S3 : Karena kalau saya putar di AR, badan bentengnya itu kelihatan ada dua alas segi empat yang sama, terus ada empat sisi tegak persegi panjang. Itu cirinya prisma segi empat, Bu.

P : Terus atapnya bagaimana?

S3 : Atapnya limas segi empat Bu. Satu alasnya segi empat, terus ada empat sisi segitiga yang ketemu di satu titik di atas. Jadi ada 5 sisi, 8 rusuk, sama 5 titik sudut.

P : Kalau luas permukaannya, bagaimana cara kaka hitung?

S3 : Luas alasnya itu s kali s, terus ditambah empat kali luas segitiganya. Luas segitiga itu setengah kali alas kali tinggi. Jadi totalnya s kuadrat plus 2 kali s kali t, Bu.

…

Wawancara dengan S3 memperlihatkan bahwa siswa tidak hanya menamakan bangun ruang dengan tepat, tetapi juga mampu menjelaskan alasan geometris di balik penamaannya. S3 menggunakan pengamatan dari fitur rotasi AR ('kalau saya putar di AR, kelihatan ada dua alas segi empat') sebagai dasar identifikasi, kemudian mengaitkannya dengan ciri-ciri formal prisma segi empat. Lebih lanjut, S3 mampu menuliskan rumus luas permukaan limas segi empat secara benar dan menjelaskan maknanya. Ini menunjukkan bahwa S3 telah mencapai tahap transformasi semiosis yang penuh dari representasi visual tiga dimensi ke representasi simbolik formal.

a) Tiga Tahap Konstruksi Representasi Visual Matematis

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa representasi visual matematis siswa dalam pembelajaran etnomatematika berbantuan AR tidak berkembang secara seragam, melainkan berbedadapat dikategorikan dalam tiga kategori representasi visual yang berbeda: reproduktif, transisional, dan konseptual. Pola ini selaras dengan teori register semiotik Duval (2017) yang menyatakan bahwa pemahaman matematis tidak berkembang hanya melalui satu jenis representasi, melainkan melalui kemampuan siswa mentransformasikan dan mengkoordinasikan antarregister representasi. Pada kategori reproduktif (S1), siswa masih berada dalam register ikonik menyalin bentuk visual objek budaya tanpa melakukan abstraksi matematis. Pada kategori transisional (S2), siswa mulai bergerak menuju register geometrik dengan mengenali nama dan sifat bangun ruang, meskipun transformasi representasi belum tuntas. Pada kategori konseptual (S3), siswa telah mampu melakukan konversi representasi secara penuh dari model 3D AR ke sketsa dua dimensi, ke jaring-jaring, dan akhirnya ke rumus matematis.

b) Peran AR sebagai Media Visual dan Kognitif

AR terbukti memberikan kontribusi berbeda pada masing-masing tahap representasi. Pada tahap reproduktif, AR berfungsi sebagai stimulus visual yang menarik perhatian siswa tetapi belum menghasilkan abstraksi matematis. Pada tahap transisional, AR mulai berperan sebagai alat dekomposisi siswa memanfaatkan fitur rotasi untuk mengidentifikasi bagian badan dan atap bangunan. Pada tahap konseptual, AR berfungsi sebagai jembatan epistemologis yang memungkinkan siswa membangun hubungan langsung antara objek budaya nyata dan model geometri formal. Temuan ini sejalan dengan (Li et al. (2022) yang menemukan bahwa AR efektif meningkatkan kelancaran representasi matematis ketika siswa memanfaatkan fitur representasi yang saling terhubung secara dinamis, bukan sekadar menggunakannya sebagai media tontonan. Ibáñez & Delgado-Kloos (2018) juga menegaskan bahwa dampak positif AR terhadap pemahaman konseptual sangat bergantung pada kualitas desain aktivitas yang mengiringinya, bukan pada teknologi itu sendiri. Ibili et al. (2019) juga menunjukkan bahwa di antara berbagai subkemampuan berpikir geometri 3D, kemampuan mengenali dan membuat bangun tiga dimensi adalah yang paling signifikan mengalami peningkatan melalui pembelajaran berbantuan AR, berbeda dengan kemampuan menghitung volume

yang tidak mengalami perbedaan signifikan. Temuan ini konsisten dengan profil ketiga subjek dalam penelitian ini, di mana representasi yang paling berkembang adalah dekomposisi visual dan pengenalan bangun ruang, sementara rumus volume hanya dikuasai oleh subjek konseptual (S3).

c) Etnomatematika Maluku sebagai Sumber Konsep Geometri

Keempat objek budaya Maluku yang digunakan dalam penelitian ini terbukti memiliki potensi kuat sebagai sumber eksplorasi bangun ruang sisi datar. Masjid Tua Wapauwe, Gereja Tua Imanuel, Rumah Tua Lating Nustapy, dan Benteng Amsterdam memuat struktur balok, prisma segitiga, prisma segi empat, dan limas segi empat yang dapat diidentifikasi, didekomposisi, dan direpresentasikan oleh siswa. Temuan ini memperkuat pandangan Rosa & Orey (2016) bahwa pendekatan etnomodelasi memungkinkan siswa memahami bagaimana konsep matematika lahir dari dan tertanam dalam praktik budaya. Siswa tidak hanya menggunakan bangunan sebagai ilustrasi, tetapi juga sebagai objek matematis yang dianalisis secara aktif. Batiibwe (2024) menegaskan bahwa efektivitas etnomatematika sebagai pendekatan epistemologis sangat bergantung pada sejauh mana budaya diposisikan sebagai sumber konstruksi pengetahuan, bukan sekadar konteks motivasi.

d) *Scaffolding* sebagai Faktor Penentu Perkembangan Representasi

Temuan yang paling signifikan dari penelitian ini adalah bahwa representasi konseptual tidak muncul secara otomatis dari penggunaan AR, melainkan sangat bergantung pada kualitas scaffolding yang diberikan guru. S1 dan S2 keduanya berinteraksi dengan model AR yang sama dan mengerjakan LKPD yang sama, namun menghasilkan kualitas representasi yang berbeda. Perbedaan ini tidak semata-mata disebabkan oleh kemampuan awal, tetapi juga oleh kemampuan siswa merespons pertanyaan pemantik. Ketika guru mengajukan pertanyaan seperti 'bagian mana yang berbentuk prisma?' dan 'berapa sisi tegak yang kamu lihat dari atas?', S2 mampu melangkah lebih jauh dari sebelumnya. Pola ini konsisten dengan prinsip zona perkembangan proksimal Vygotsky (Pedersen et al., 2021) scaffolding yang tepat memungkinkan siswa bergerak dari kemampuan aktual menuju kemampuan potensial. Mainali (2021) menegaskan bahwa dalam pembelajaran berbasis representasi, tugas guru bukan hanya menyediakan media visual, tetapi juga secara aktif mengarahkan siswa untuk berpindah antarmodus representasi dari grafis ke verbal, dari verbal ke simbolik.

e) Implikasi Praktis bagi Pembelajaran Matematika

Berdasarkan temuan di atas, pembelajaran bangun ruang sisi datar berbasis etnomatematika berbantuan AR memerlukan tiga kondisi agar menghasilkan representasi konseptual pada seluruh siswa. Pertama, desain aktivitas yang secara eksplisit mendorong dekomposisi objek budaya ke bangun ruang sederhana bukan sekadar mengamati objek secara keseluruhan. Kedua, *scaffolding* bertahap yang disesuaikan dengan tahap representasi masing-masing siswa: siswa reproduktif memerlukan pertanyaan pengarah untuk mengenali nama bangun ruang; siswa transisional memerlukan contoh pembanding untuk menuntaskan jaring-jaring; siswa konseptual memerlukan tantangan permasalahan yang lebih kompleks. Ketiga, tugas refleksi tertulis yang mengharuskan siswa menjelaskan hubungan antara visual AR, representasi gambar, dan rumus matematis, sehingga transformasi semiotik yang terjadi menjadi eksplisit dan dapat dinilai. Sunzuma & Umbara (2025) menyimpulkan bahwa penelitian etnomatematika berbasis teknologi di Indonesia masih didominasi oleh pengembangan media, sementara analisis mendalam tentang proses representasi siswa masih sangat terbatas temuan penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, tiga tujuan penelitian dapat dijawab sebagai berikut. Pertama, terkait bentuk aktivitas etnomatematika berbantuan AR yang mendukung pembelajaran bangun ruang sisi datar, ditemukan bahwa keempat objek budaya Maluku Masjid Tua Wapauwe, Gereja Tua Imanuel, Rumah Tua Lating Nustapy, dan Benteng Amsterdam memuat struktur geometri berupa balok, prisma segitiga, prisma segi empat, dan limas segi empat yang dapat diidentifikasi, didekomposisi, dan direpresentasikan oleh siswa. Aktivitas yang paling efektif mendukung representasi adalah eksplorasi model AR tiga dimensi (memindai, memutar, memperbesar objek), dilanjutkan dengan dekomposisi geometri dan transformasi ke sketsa, jaring-jaring, tabel unsur, serta penulisan rumus melalui LKPD berbasis AR. Kedua, terkait tahapan representasi visual matematis siswa, ditemukan tiga kategori representasi visual yang berbeda. Pada kategori reproduktif, siswa mengamati dan menggambar ulang objek budaya secara keseluruhan tanpa mampu mengaitkannya dengan nama, unsur, dan

sifat bangun ruang sisi datar. Pada kategori transisional, siswa mulai mengenali dan mendekomposisi bagian-bagian objek budaya sebagai balok, prisma, atau limas, namun masih mengalami kesulitan dalam menyusun jaring-jaring dan menjelaskan hubungan antarelemen geometri. Pada kategori konseptual, siswa mampu mendekomposisi objek budaya secara tepat, menyusun sketsa dan jaring-jaring lengkap, mengisi tabel unsur bangun ruang, serta menuliskan dan menjelaskan rumus luas permukaan secara bermakna.

Ketiga, terkait peran AR sebagai media visual, kognitif, dan epistemologis, ditemukan bahwa peran AR berbeda sesuai tahap representasi siswa. Secara visual, AR memungkinkan siswa mengamati objek budaya tiga dimensi dari berbagai sudut yang tidak dapat dilakukan melalui foto atau gambar statis. Secara kognitif, fitur rotasi dan pembesaran AR membantu siswa mendekomposisi objek budaya menjadi bangun-bangun ruang sederhana, menjembatani pengamatan ikonik menuju abstraksi geometri formal. Secara epistemologis, AR memposisikan objek budaya Maluku bukan sekadar sebagai ilustrasi, melainkan sebagai sumber konsep geometri yang dianalisis dan direpresentasikan secara aktif oleh siswa. Namun demikian, ketiga peran ini tidak muncul secara otomatis; AR hanya efektif ketika disertai *scaffolding*, pertanyaan pemantik, dan LKPD yang mengarahkan siswa untuk berpindah antarmode representasi secara eksplisit

Daftar Pustaka

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, *20*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002

Batiibwe, M. S. K. (2024). The role of ethnomathematics in mathematics education: A literature review. *Asian Journal for Mathematics Education*, *3*(1). https://doi.org/10.1177/27527263241300400

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixxed Methods Approaches* (Fifth). Sage Publications.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, *5*(1), 44–48.

Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. In *Understanding the Mathematical Way of Thinking - The Registers of Semiotic Representations*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56910-9

Goldin, G. A. (2020). Perspectives on representation in mathematical learning and problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, *103*(2), 223–237. https://doi.org/10.1007/s10649-020-09935-0

Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, *123*, 109–123. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002

Ibili, E., Resnyansky, D., & Billinghurst, M. (2019). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *50*(8), 1–22. https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1580335

Istia, M. S., Putri, R. I. I., & Zulkardi. (2025). Meta-analysis of ethnomathematics based geometry learning in Indonesian junior high schools. *Media Pendidikan Matematika*, *13*(1), 1–15. https://doi.org/10.33394/mpm.v13i1.13267

Li, S., Shen, Y., Jiao, X., & Cai, S. (2022). Using augmented reality to enhance students' representational fluency: The case of linear functions. *Mathematics*, *10*(10), 1718. https://doi.org/10.3390/math10101718

Mainali, B. (2021). Representation in teaching and learning mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, *9*(1), 1–21. https://doi.org/10.46328/ijemst.1111

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Sakdana, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook (4th ed.)* (4th Ed). Sage Publications.

Özçakır, B., Çakıroğlu, E., & Işıksal-Bostan, M. (2021). Fostering spatial abilities of middle school students through augmented reality: Spatial strategies. *Education and Information Technologies*, *26*(2), 1585–1603. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10326-w

Pedersen, M. K., Bach, C. C., Gregersen, R. M., Højsted, I. H., & Jankvist, U. T. (2021). Mathematical representation competency in relation to use of digital technology and task design: A literature review. *Mathematics*, *9*(4), 444. https://doi.org/10.3390/math9040444

Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2024). The Effectiveness of Using Augmented Reality on the Geometry Thinking Ability of Junior High School Students. *Procedia Computer Science*, *234*, 1738–1745. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.180

Richardo, R., Wijaya, A., Rochmadi, T., Abdullah, A. A., Nurkhamid, N., Astuti, A. W., & Hidayah, K. N. (2023). Ethnomathematics augmented reality: Android-based learning multimedia to improve creative thinking skills on geometry. *International Journal of Information and Education Technology*, *13*(4), 731–737. https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.4.1860

Rohendi, D., Nurdiyah, A., Wihardi, Y., & Hamidah, I. (2025). Enhancing student's interactivity and responses in learning geometry by using augmented reality. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(3), em2573. https://doi.org/10.29333/ejmste/15776

Rosa, M., & Orey, D. C. (2016). Humanizing mathematics through ethnomodelling. *Journal of Humanistic Mathematics*, *6*(2), 3–22. https://doi.org/10.5642/jhummath.201602.03

Schoenherr, J., & Schukajlow, S. (2024). Characterizing external visualization in mathematics education research: A scoping review. *ZDM Mathematics Education*, *56*(1), 73–85. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01494-3

Sunzuma, G., & Umbara, U. (2025). Ethnomathematics-based technology in Indonesia: A systematic review. *Asian Journal for Mathematics Education*, *4*(1), 3–26. https://doi.org/10.1177/27527263241305812

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). SAGE Publications.