

EVALUASI MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED REALITY* BANGUN DATAR/RUANG DENGAN PENDEKATAN ETNOMATEMATIKA RUMAH ADAT LENGKONG DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA SEKOLAH DASAR

Cicilia Clara Devi Anggraini¹, Gunawan Wiradharma², Mario Aditya Prasetyo³, Khaerul Anam⁴
Universitas Terbuka^{1,2,4}, Universitas Indonesia⁴
cicilia.anggraini@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Pendidikan matematika pada tingkat sekolah harus dikaitkan erat dengan budaya lokal dengan dimasukkan ke dalam media pembelajaran matematik agar lebih kontekstual dan menarik. Hal tersebut dikenal dengan istilah pendekatan etnomatematika. Penelitian sebelumnya telah dihasilkan aplikasi media pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk pembelajaran matematika materi bangun datar serta ruang memakai produk budaya rumah adat lengkong dari Jawa Barat. Produk tersebut memanfaatkan perkembangan teknologi terkini yang dipakai sebagai media pembelajaran. Aplikasi ini bermaksud guna memudahkan visualisasi proses pembelajaran bangun datar serta ruang pada tingkat sekolah dasar (SD). Metode pengumpulan data memakai kuesioner. Responden studi ini mencakup dua pihak, yakni ahli yang termasuk tenaga pengajar (dosen dan guru) dan pihak pengguna yang termasuk mahasiswa PGSD dan siswa yang menggunakan aplikasi. Kuesioner yang diisi mengukur penilaian yang mencakup kegunaan (*usefulness*), kemudahan penggunaan (*ease of use*), kemudahan dalam mempelajari (*ease of learning*), serta kepuasan pengguna (*user satisfaction*). Analisis data studi ini yakni deskriptif kuantitatif. Aplikasi pembelajaran yang dikembangkan mengintegrasikan teknologi *augmented reality* (AR) dengan pendekatan etnomatematika menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa sekolah dasar. Teknologi AR memungkinkan visualisasi yang lebih nyata dan interaktif dari objek-objek geometri, yang sulit dicapai melalui metode pembelajaran konvensional. Siswa dengan adanya visualisasi ini bisa mengamati dan berinteraksi dengan model bangun dua dan tiga dimensi sehingga pemahaman mereka terhadap struktur dan dinamika bangun ruang meningkat. Pendekatan etnomatematika yang menghubungkan konsep matematika dengan budaya lokal telah membuat materi pelajaran lebih relevan dengan keseharian siswa. Hal ini meningkatkan motivasi belajar siswa karena mereka bisa melihat langsung aplikasi konsep matematika dalam konteks budaya mereka.

Kata Kunci: *Mobile Learning, Augmented Reality, Evaluasi Aplikasi, Media Pembelajaran, Bangun Ruang/Datar, Etnomatematika*

ABSTRACT

Mathematics learning at the school level really needs to be linked to local culture by being incorporated into mathematics learning media to make it more contextual and interesting. This is known as the ethnomathematics approach. Previous research has produced augmented reality-based learning media applications for learning mathematics flat and spatial building materials using the cultural products of the lengkong traditional

house from West Java. The product utilizes the latest technological developments that are used as learning media. This application is designed as a support in visualizing the learning of flat and space shapes materials at the elementary school (SD) level. A questionnaire was employed as the data collection procedure. Respondents of this study consisted of two parties, namely experts who were teaching staff (lecturers and teachers) and users who were PGSD students and students who used the application. The filled questionnaire measures the assessment which includes usefulness, ease of use, ease of learning, and user satisfaction. Data analysis in this research is quantitative descriptive. The learning application developed integrating augmented reality (AR) technology with an ethnomathematics approach showed significant results in improving the spatial abilities of elementary school students. AR technology allows a more real and interactive visualization of geometry objects, which is difficult to achieve through conventional learning methods. With this visualization, students can observe and interact with two- and three-dimensional building models so that their understanding of the structure and dynamics of spatial buildings increases. The ethnomathematics approach that connects mathematical concepts with local culture has made the subject matter more relevant to students' daily lives. This increases students' learning motivation as they can see firsthand the application of mathematical concepts in their cultural context.

Keywords: *Mobile Learning, Augmented Reality, Application Evaluation, Learning Media, Flat/Space Building, Ethnomathematics*

PENDAHULUAN

Implementasi pembelajaran matematika yang efektif memerlukan suatu pendekatan. Tujuan penting pembelajaran adalah agar siswa memperoleh pengetahuan yang dapat mereka gunakan untuk memecahkan masalah dunia nyata. Etnomatematika berfungsi sebagai jembatan antara matematika dan aktivitas sehari-hari (Abdullah, 2017; Rahmawati *et al.*, 2022). Sebaliknya, Budaya mempunyai peran penting dalam etnomatematika, salah satu cabang matematika (Mulyatna *et al.*, 2022; Utami *et al.*, 2018). Etnomatematika dipilih sebab erat kaitannya dengan aktivitas siswa sehari-hari (Sholeh *et al.*, 2021). Etnomatematika berfungsi sebagai alat yang berharga bagi siswa untuk memahami dan memperoleh matematika karena memungkinkan mereka berpikir dengan cara yang tidak terbatas pada formalitas dan juga bisa memberikan panduan tentang bagaimana memakai konsep sesuai peraturan yang telah ditetapkan (Zulaekhhoh & Hakim, 2021). Meski demikian, sebagian besar pendidik belum mampu memahami penerapan etnomatematika di kelas (Apriliyani & Mulyatna, 2021; Lisgianto & Mulyatna, 2021). Penelitian lain yang mendukung pandangan tersebut menunjukkan bahwa siswa masih jarang terpapar budaya asli daerahnya dan pembelajaran matematika berdasarkan budaya ataupun etnomatematika masih kurang dimanfaatkan (Dhiki & Bantas, 2021; Mulyatna *et al.*, 2022).

Selain untuk membina perkembangan pengetahuan siswa, sumber belajar yang memasukkan unsur budaya juga berfungsi untuk menjaga warisan budaya mereka (Bahrodin *et al.*, 2019; Martyanti & Suhartini, 2018). Siswa diharapkan memperkuat kemampuan berpikir kritisnya melalui penyajian tantangan kontekstual dalam pembelajaran matematika dalam lingkungan budaya lokal. Etnomatematika merupakan

alat yang ampuh untuk meningkatkan dan mengasah kemampuan penalaran matematis siswa (Agusdianita *et al.*, 2020; Kurniati & Mariani, 2020; Manoy & Purbaningrum, 2021). Karena permasalahan ini, peneliti berpendapat dengan mengintegrasikan budaya lokal ke dalam pendidikan matematika sangatlah penting. Prabawati (2016), berpendapat media pembelajaran matematika harus memasukkan nilai-nilai budaya daerah untuk meningkatkan relevansi kontekstualnya. Penelitian Kristia *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa metode yang mengintegrasikan matematika sekolah dengan aktivitas keseharian terkait budaya sekitar diperlukan bagi siswa untuk memperoleh matematika di sekolah.

Unsur-unsur geometris telah banyak dimasukkan ke dalam aktivitas sehari-hari masyarakat Indonesia. Misalnya, Budaya Sunda menggabungkan banyak komponen geometris, termasuk panjang (*jeungkal, depa, siku, langkah*), lebar (*ramo, jempol, tampah*), tinggi (*curuk, tangtung, mumuncangan, bitis, cangkeng, dada, sirah*), serta volume (*kulak, dolak, bakul, gantang, cangkir, keupeul*) (Abdullah, 2017). Unsur geometris juga dimasukkan ke dalam motif kerawang, antara lain *matanelo, pucuk rebung, puter tali, emun berkune, peger, emun berangkat, rante, emun beriring*, serta *cucuk pengong* (Yustinaningrum *et al.*, 2018). Sebagai bagian dari tenun bambu, Komunitas Muntuk mengintegrasikan konsep geometri tambahan, termasuk transformasi geometri (Maryati & Prahmana, 2019). Hal ini memperlihatkan bahwa konsep geometri pada hakikatnya sudah mendarah daging dalam Budaya Indonesia.

Etnomatematika adalah studi tentang pembentukan ide geometris budaya dan hubungannya dengan geometri ilmiah. Awalan etnomatematika menunjukkan pemahaman umum tentang budaya yang mencakup seluruh aspeknya, termasuk nilai, konvensi, dan artefak, sedangkan akhiran matematika menunjukkan keterampilan matematika tertentu, seperti berhitung, membandingkan, dan mengurutkan (Utami *et al.*, 2019). Menurut D'Ambrosio, etnomatematika adalah studi tentang bagaimana kelompok budaya tertentu memakai matematika, dengan memakai pendekatan etnomatematika, unsur-unsur matematika yang terdapat dalam budaya dan konsep matematika sekolah dihubungkan dengan mengungkapkan cara berpikir individu, yang pada gilirannya menghasilkan matematika (Maryati & Prahmana, 2019; Yustinaningrum *et al.*, 2018).

Penelitian ini termasuk bagian lanjutan dari rangkaian pengembangan aplikasi ARBARU (Aplikasi AR Bangun Datar dan Ruang). Aplikasi *mobile learning* ini memanfaatkan *augmented reality* (AR) sebagai media pembelajaran untuk memudahkan visualisasi pembelajaran matematika pada materi bangun datar dan ruang ditingkat SD. Teknologi AR adalah teknik yang mengintegrasikan objek ataupun lingkungan virtual ke dalam dunia fisik (Milgram dalam Bacca *et al.*, 2014). Teknologi AR memiliki potensi khusus sebagai media pembelajaran karena memiliki kapasitas untuk menampilkan informasi secara praktis dalam segala bentuk media, suatu prestasi yang tidak bisa dicapai oleh teknologi lain (Baus & Bouchard, 2014). Teknologi AR juga bisa meningkatkan kemampuan belajar siswa dalam bidang berpikir kritis, komunikasi, dan pemecahan masalah (Dunleavy dalam Jamrus & Razali, 2019). Berbagai topik antara lain optimalisasi media pembelajaran konvensional, dampak AR terhadap hasil pembelajaran, dan penilaian teknis fungsional sistem AR menjadi bahan penelitian mengenai penerapan

AR sebagai media pembelajaran di setiap jenjang pendidikan. Pengembangan aplikasi ini memakai pendekatan etnomatematika agar pembelajaran menjadi kontekstual dan menarik.

Rumusan masalah studi ini yakni bagaimana evaluasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* materi bangun datar serta ruang pembelajaran matematika dengan pendekatan etnomatematika dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa sekolah dasar. Memanfaatkan kemajuan teknologi terkini, investigasi ini berupaya memvalidasi media *mobile learning* berbasis AR yang mencakup materi bangun datar dan ruang melalui pendekatan etnomatematika sebagai sumber belajar. Kebaruan penelitian ini yakni pengembangan media pembelajaran berbasis AR yang didasarkan pada pendekatan etnomatematika budaya Jawa Barat. Tujuannya adalah untuk mengetahui dampak penerapan aplikasi ini terhadap kemampuan spasial siswa sekolah dasar pada pembelajaran bangun ruang dan ruang matematika. Sebuah hunian tradisional di Desa Lengkong, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat, terpilih menjadi produknya. Provinsi Jawa Barat dipilih untuk penelitian ini karena melimpahnya keanekaragaman budaya, termasuk seni, upacara adat, dan benda-benda (Rofi'i, 2018). Rumah tradisional berbentuk rumah panggung dan dikaitkan dengan matematika. Hunian adat lengkung dirancang dengan berbagai macam konsep geometris, antara lain konsep bangunan datar dan ruang sisi datar, dalam konteks kajian materi datar/ruang, uraian ini berfungsi sebagai media.

METODE PENELITIAN

Tujuan dari desain penelitian deskriptif dan evaluatif ini adalah untuk mengevaluasi dan menjelaskan keberhasilan suatu produk agar sampai pada suatu kesimpulan yang relevan, efisien, dan efektif (Siedlecki, 2020). Penyelidikan ini termasuk lanjutan dari rangkaian proses pengembangan aplikasi media pembelajaran, yakni ARBARU (Aplikasi *Augmented Reality* Bangun Datar dan Bangun Ruang). Aplikasi ini dirancang sebagai sebuah *mobile learning* berbasis *augmented reality* sebagai pendukung dalam visualisasi pembelajaran materi bangun datar dan ruang di tingkat SD. Selain itu, pengembangan aplikasi ini memakai pendekatan etnomatematika agar pembelajaran menjadi kontekstual dan menarik. Tujuan dari pengembangan aplikasi ini adalah untuk meningkatkan kemampuan spasial melalui salah satu produk budaya Jawa Barat.

Metode pengumpulan data memakai kuesioner. Para ahli dan konsumen menjadi responden dalam penyelidikan ini. Responden kategori ahli yakni tenaga pengajar (dosen dan guru), sedangkan pihak pengguna termasuk mahasiswa PGSD dan siswa yang menggunakan aplikasi ARBARU. Analisis deskriptif kuantitatif studi ini dirancang untuk mengevaluasi hasil kuesioner dengan menetapkan nilai bobot terhadap indikator yang telah ditentukan sesuai skala yang telah ditentukan. Tujuan dari metodologi ini adalah untuk memberikan penjelasan rinci tentang atribut dari setiap kumpulan data yang telah dikumpulkan. Selanjutnya, hasil analisis data diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas aplikasi dalam pengembangan. Penilaian dalam penelitian ini dilaksanakan memakai skala Likert dengan rentang skor 1-4. Setelah ditentukan skor skala Likert, suatu

produk dianggap layak dipakai apabila interpretasinya $\geq 60\%$ (Riduwan, 2012). Kriteria kualitas deskriptif dan *rating scale* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Deskriptif Kualitas dengan *RatingScale*

Tingkat Penilaian	Keterangan
Angka 0-20%	Sangat Kurang Baik
Angka 21-40%	Kurang Baik
Angka 41-60%	Cukup Baik
Angka 61-80%	Baik
Angka 81-100%	Sangat Baik

Setelah menguji aplikasi dan memastikan kualitasnya, langkah selanjutnya adalah melakukan pemantauan dan evaluasi berkala terhadap penggunaan dan efektivitas aplikasi dalam meningkatkan kemampuan spasial peserta didik SD. Hal ini memungkinkan untuk terus memperbaiki dan meningkatkan aplikasi sesuai perubahan kebutuhan. Dengan demikian, aplikasi yang dikembangkan bisa menjadi alat yang efektif sebagai media pembelajaran dan memberikan pengalaman pendidikan menarik yang konsisten dengan kemajuan teknologi terkini.

Analisis deskriptif kuantitatif diterapkan dalam penyelidikan ini. Indikator yang telah ditentukan dipakai untuk mengkonversi hasil kuesioner dengan memakai metode ini. Proses ini dilakukan dengan memberi bobot skor disetiap jawaban responden. Bobot skor ini ditentukan berdasarkan tingkat relevansi dan pentingnya masing-masing indikator dalam konteks penelitian yang dilakukan. Melalui pendekatan ini, peneliti bisa menggambarkan karakteristik masing-masing data yang diperoleh secara lebih jelas dan terperinci (Siregar, 2016). Hasil analisis deskriptif kuantitatif selanjutnya dipakai untuk menarik kesimpulan yang lebih tepat tentang fenomena yang diselidiki dan memberikan gambaran umum tentang pola-pola yang muncul dari data yang dikumpulkan.

HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

Aplikasi *mobile learning* ARBARU (Aplikasi AR Bangun Datar dan Bangun Ruang) termasuk hasil penelitian ini dan bisa diakses memakai *smartphone* bersistem operasi Android. Isi media ini meliputi simulasi AR, materi, video pembelajaran, latihan, artikel etnomatematika Jawa Barat, dan informasi aplikasi yang semuanya sesuai temuan analisis kebutuhan. Segmen pengembangan aplikasi media pembelajaran dibagi menjadi tiga tahap yakni pengembangan produk awal, uji coba awal, dan penyempurnaan produk awal. Pembuatan desain gambar tampilan *mobile learning* merupakan langkah awal dalam pengembangan produk. Para ahli di bidang media, materi, dan bahasa melakukan pengujian awal untuk menemukan kelemahan penerapan sehingga dapat dilakukan perubahan. Aplikasi pembelajaran seluler selanjutnya ditingkatkan sesuai masukan para ahli pada tahap penyempurnaan produk awal. Tahap uji coba awal serta tahap penyempurnaan produk awal digabungkan dalam payung membahas kelayakan penerapan dari para ahli. Siswa yang dipilih untuk memakai aplikasi *mobile learning* akan dapat menilai fungsionalitas dan kualitasnya di bagian ini. Dalam penelitian ini, fokus penelitian adalah tahap implementasi dan evaluasi produk ABRAR setelah

dikembangkan serta mengetahui efektivitas aplikasi dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa. Hasil analisis implementasi pengembangan mobile learning berbasis AR di materi bangun datar dan ruang yang difokuskan pada kemampuan spasial siswa sekolah dasar adalah sebagai berikut.

Penggunaan teknologi AR dalam aplikasi pembelajaran ARBARU telah terbukti memberikan manfaat yang signifikan dalam peningkatan pemahaman siswa di konsep matematika, terutama pada materi bangun datar dan ruang. Teknologi AR memungkinkan visualisasi objek secara nyata dan interaktif yang sulit dicapai melalui metode pembelajaran konvensional karena kesulitan dalam merepresentasikan model bangun. Siswa dengan AR bisa mengamati dan berinteraksi dengan model bangun tiga dimensi serta memperkuat pemahaman mereka terhadap struktur dan dinamika model bangun dua dimensi. Hal ini diperkuat temuan sebelumnya yang memperlihatkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran bisa meningkatkan beberapa aspek kemampuan siswa serta mempermudah pemahaman konsep-konsep yang kompleks (Latipah, 2021; Sungkur, 2016).

Pendekatan etnomatematika yang mengintegrasikan nilai-nilai budaya lokal ke dalam proses pembelajaran juga memberikan manfaat tambahan. Pendekatan ini dalam konteks ARBARU, tidak hanya membuat materi pelajaran lebih relevan dengan keseharian siswa, tetapi juga meningkatkan motivasi belajar mereka. Siswa bisa melihat langsung aplikasi konsep matematika dalam konteks budaya mereka, yang membantu menghubungkan teori dengan praktik nyata. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa etnomatematika bisa memperkuat pemahaman dan keterlibatan siswa dalam belajar dengan mengaitkan konsep ilmiah dengan budaya lokal (Selasih & Sudarsana, 2018). Media berbasis AR dengan menghadirkan visualisasi memudahkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika abstrak. Tampilan AR juga bisa membantu siswa dalam pengembangan keterampilan *spatial visualization*, yang mengacu pada kemampuan membayangkan perubahan bentuk ataupun lokasi suatu bentuk. Selain itu, tampilan AR 3D bisa memungkinkan siswa mengamati perubahan bentuk objek dari berbagai sudut pandang. Kapasitas ini biasanya disebut sebagai *spatial perception*. Media berbasis AR bisa memitigasi kekurangan media tradisional, seperti pemanfaatan papan tulis untuk mengembangkan struktur spasial berdasarkan berbagai persepsi. Oleh karena itu, pada bagian ini menganalisis bagaimana pengaruh *mobile learning* ARBARU yang telah dibuat memakai teknologi AR dengan kemampuan spasial responden yang menggunakannya.

Materi pembelajaran AR dapat membantu siswa meningkatkan penalaran spasial dan kemampuan pemecahan masalah (Herman dkk., 2023). Ristontowi dalam Mursyidah, (2022) mengungkapkan ketiga komponen kemampuan spasial tersebut: 1) melihat, menangkap, dan memahami suatu benda dengan memakai panca indera seseorang; 2) kemampuan mata, khususnya warna dan ruang; dan 3) kemampuan memberi tampilan baru pada bentuk visual suatu objek dengan mengamati, mendokumentasikan, dan menafsirkannya secara mental, dan kemudian menyatukan representasi mental tersebut

dalam cara yang kreatif, seperti lukisan, gambar, dan kolase. Siswa memerlukan masing-masing kemampuan ini untuk menyelidiki bentuk spasial (İbili *et al.*, 2020).

Temuan studi ini memperlihatkan pembelajaran melalui *smartphone* khususnya bahan ajar berbantuan AR sangat praktis dalam mengakomodir motivasi peserta didik. Secara keseluruhan, responden merasa aplikasi ARBARU berdampak baik pada peserta didik dan menyambut baik jika diimplementasikan dalam pembelajaran. Keterbatasan penelitian ini terdiri atas sampel subjek ataupun responden yang terbatas. Selain itu, responden yang tidak memiliki Android merasa dirugikan karena mereka tidak bisa mengunduh aplikasi ARBARU sehingga mereka tidak banyak memiliki kesempatan belajar memakai aplikasi tersebut. Pada penelitian selanjutnya, bisa dilakukan pengaruh *mobile learning* AR terhadap kemampuan spasial siswa. Pengaruh tersebut bisa dibandingkan dengan memakai kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Responden yang relevan yaitu orang tua/wali dari siswa PAUD diberikan metode *USE Questionnaire* selama tahap evaluasi pengembangan ARBARU. Analisis *usability testing* dilakukan dengan memakai empat parameter dari kuesioner USE: *usefulness*, *satisfaction*, *ease of use*, dan *ease of learning* (Atalay, 2022). Evaluasi dilakukan dengan melakukan uji *usability* terhadap pengguna. Tahap evaluasi penelitian ini melibatkan 30 responden termasuk anak dan orang tuanya sebagai pendamping di lembaga pendidikan ataupun akomodasi anak yang dipilih melalui random sampling. Kuesioner dikirimkan melalui media survei guna mengumpulkan data. Penyelidikan ini memakai skala Likert dengan rentang 1-5 untuk memperoleh data ordinal (Setiawan, 2020). Data dianalisis setelah responden menjalani uji *usability* dan diperoleh hasil kuesioner USE. Tanggapan responden terhadap kuesioner USE menjadi sasaran analisis, untuk memperoleh kesimpulan, rata-rata data dihitung.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Validitas

No	Pearson Corelation	R tabel
<i>Usefulness</i> (Kebergunaan)		
1	0,75328	0,3494
2	0,88254	0,3494
3	0,49621	0,3494
4	0,88254	0,3494
<i>Ease of Use</i> (Kemudahan dalam Penggunaan)		
5	0,737464	0,3494
6	0,419143	0,3494
7	0,660491	0,3494
8	0,810307	0,3494
9	0,737464	0,3494
<i>Ease of Learning</i> (Kemudahan dalam Mempelajari)		
10	0,749025	0,3494
11	0,681045	0,3494
12	0,568936	0,3494
<i>Use Satisfaction</i> (Kepuasan Pengguna)		
13	0,904396	0,3494
14	0,871885	0,3494
15	0,866571	0,3494
16	0,906885	0,3494

Uji validitas diterapkan untuk mengevaluasi keakuratan evaluasi ini. Korelasi Pearson diterapkan untuk menilai validitas. Instrumen ini dianggap sah jika nilai korelasinya $> r$ tabel, dan tidak valid bila nilai korelasinya $< r$ tabel. Untuk setiap pernyataan (Q1 - Q16) pada tabel 3, semua korelasinya $> r$ tabel (0,3494) pada tingkat signifikansi 0,05. Dengan demikian, setiap pernyataan masuk kriteria yang bisa diterima.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach's Alpha	N of items
<i>Usefulness</i> (Kebergunaan)	0,765	4
<i>Ease of Use</i> (Kemudahan dalam Penggunaan)	0,778	5
<i>Ease of Learning</i> (Kemudahan dalam Mempelajari)	0,758	3
<i>Use Satisfaction</i> (Kepuasan Pengguna)	0,795	4

Uji reliabilitas dipakai untuk mengevaluasi stabilitas dan konsistensi penilaian yang dihasilkan. Pengujian ini memakai nilai Cronbach's alpha dengan nilai batas minimal 0,7. Tabel 4 menggambarkan seluruh elemen konstruk melebihi 0,7, jadi bisa disimpulkan nilai alpha Cronbach semua konstruk kriteria diterima. Penggunaan *USE Questionnaire* yang disebar pada siswa dan orang tua juga dilakukan uji normalitas. Jenis yang dipakai adalah *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Uji normalitas dipakai guna memastikan apakah data tersebut normal. Tabel 5 menampilkan hasil uji normalitas *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*.

Tabel 5. Hasil Analisis Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			Unstandardized Residual
			32
Normal Parameters ^{a,b}			
		Mean	.000000
		Std. Deviation	2.08334877
Most	Extreme	Absolute	.119
Differences		Positive	.108
		Negative	-.119
Test Statistic			.119
Asymp. Sig. (2-tailed)			.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov menghasilkan signifikansi (sig.(2.tailed)) senilai 0,200 yang berarti $0,200 > 0,05$. *USE Questionnaire* yang dipakai biasanya terdistribusi, dibuktikan dengan nilai signifikansi $> 0,05$.

Tabel 6. Hasil Analisis Uji T-Parsial

Model		Coefficients ^a		Standardized Coefficients	t	Sig.
		Unstandardized Coefficients	Std. Error			
1	(Constant)	11.456	3.626		3.159	.004
	Kegunaan	.322	.126	.373	2.553	.016
	Kemudahan Dalam Penggunaan	.404	.133	.532	3.048	.005
	Kemudahan Dalam Mempelajari	-.471	.184	-.435	-2.558	.016

a. Dependent Variable: Kepuasan Pengguna

Pengaruh variabel independen terhadap dependen dinilai dengan memakai uji t yang dihitung pada tingkat signifikansi 0,05. Berdasarkan hasil di tabel 6, variabel bebas (kegunaan) mempunyai nilai Sig. $0,016 < 0,05$, dan nilai t hitung (2,553) $>$ t tabel (2,0484). Penegasannya adalah kepuasan secara substansial dipengaruhi oleh kegunaan. Variabel independen kedua adalah kemudahan penggunaan juga mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kepuasan, khususnya nilai Sig. $0,005 < 0,05$ serta t hitung (2,2558) $>$ t tabel (2,0484). Sementara variabel bebas (kemudahan mempelajari) mempunyai nilai sig. $0,016 < 0,05$ serta t hitung (2,558) $>$ t tabel (2,0484). Klaim ini menegaskan kepuasan secara substansial dipengaruhi oleh kemudahan mempelajari.

Tabel 7. Hasil Analisis Uji F ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	76.157	3	25.386	8.593	.000 ^b
	Residual	82.718	28	2.954		
	Total	158.875	31			

a. Dependent Variable: Kepuasan Pengguna

b. Predictors: (Constant), Kemudahan Dalam Mempelajari, Kegunaan, Kemudahan Dalam Penggunaan

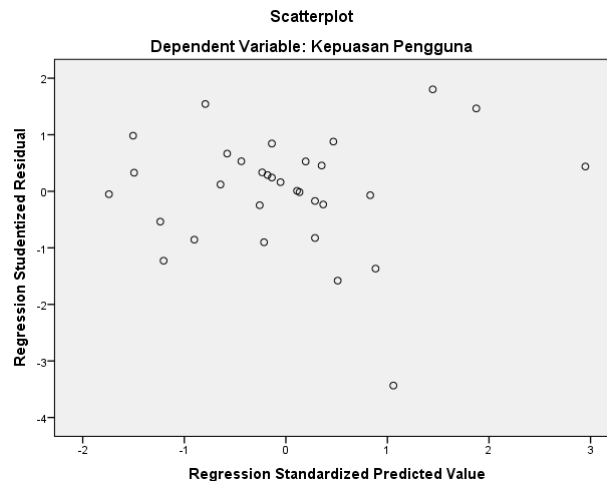
Tujuan uji F adalah guna melihat apakah variabel terikat dipengaruhi oleh variabel bebas secara simultan. Sig. $0,000 < 0,05$ sesuai Tabel 7. Hal ini menunjukkan memenuhi kriteria karena F hitung (8,593) $>$ F tabel (2,93). Jadi, terbukti bahwa variabel terikat (Kepuasan) secara simultan dipengaruhi oleh variabel bebas (Kemudahan Mempelajari, Kegunaan, Kemudahan Penggunaan).

Tabel 8. Hasil Analisis Uji Multikolinearitas

Model	Coefficients ^a	
	Tolerance	Collinearity Statistics VIF
1 (Constant)		
<i>Usefulness</i> (Kegunaan)	.872	1.147
<i>Ease of Use</i> (Kemudahan dalam Penggunaan)	.610	1.640
<i>Ease of Learning</i> (Kemudahan dalam Mempelajari)	.645	1.551

a. Dependent Variable: Kepuasan Pengguna

Data diasumsikan bebas multikolinearitas pada model regresi linier berganda. Kriteria tidak terjadinya multikolinearitas terpenuhi apabila setiap variabel independen punya nilai VIF < 10 serta nilai toleransi > 0,10. Seperti tergambar pada tabel 8, toleransi kegunaan (0,872), kemudahan penggunaan (0,610), dan kemudahan mempelajari (0,645) > 0,10. Nilai VIF untuk kegunaan (0,147), kemudahan penggunaan (1,640), dan kemudahan mempelajari (1,551) > 0,10. Konsekuensinya, variabel independen tidak terkena multikolinearitas.

**Gambar 2. Hasil Analisis Uji Heterokedastisitas**

Hal ini disebut dengan heteroskedastisitas dalam uji regresi linier berganda. Untuk membuktikan asumsi tersebut, perhatikan titik-titik yang tersebar di atas, di bawah, ataupun di sekitar angka 0. Titik-titik itu tidak menumpuk dan tidak membentuk pola. Terlihat dari Gambar 2 menunjukkan model regresi tidak menunjukkan heteroskedastisitas ataupun memenuhi homoskedastisitas.

Uji Peningkatan Kemampuan Spasial Siswa Berdasarkan *Pre-Test* dan *Post-Test*

Penilaian pengetahuan *pre-test* dan *post-test* diberi ke siswa sebelum serta setelah pembelajaran dengan memanfaatkan aplikasi ARBARU untuk mengumpulkan data mengenai kemampuan kognitif mereka. Hasil *pre-test* dan *post-test* bakat spasial disajikan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Data *Pre-Test* dan *Post-Test*

Hasil Belajar	N	Nilai min	Nilai Max	Rata-rata
Pre-Test	32	10	80	41,25
Post-Test	32	50	100	74,68

Tabel 10. Hasil Analisis Uji Wilcoxon *Pre-Test* dan *Post-Test*

	<i>Post-Test – Pre-Test</i>
Z	-4.972 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Pada tabel 9 menunjukkan bahwa peningkatan nilai sebelum dan sesudah tes yang menekankan bahwa terdapat pengaruh positif terhadap penggunaan ARABRU terhadap kemampuan spasial siswa. Tabel 10 juga menunjukkan uji Wilcoxon pada hasil *pre-test* dan *post-test* menghasilkan nilai signifikansi senilai 0,000. Karena skor uji Wilcoxon $< 0,05$, akibatnya ada perbedaan yang cukup besar antara skor *pre-test* dan *post-test* pada hasil tes Wilcoxon. Artinya, kemampuan spasial siswa bisa dipengaruhi secara signifikan oleh penggunaan media pembelajaran. Pembelajaran dikatakan efektif bila meningkatkan hasil belajar siswa yang dibuktikan dengan hasil *pre dan post test* (Said & Hassanudin, 2020).

Evaluasi ARBARU dilaksanakan dengan memanfaatkan *USE Questionnaire* yang mencakup empat parameter: *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *saticfation*. Variabel terikat termasuk parameter terakhir (kepuasan), sedangkan tiga parameter pertama termasuk variabel bebas. Hasil analisis menunjukkan *USE Questionnaire* termasuk alat yang andal serta valid untuk mengevaluasi kemandirian pembelajaran berbasis AR. Semua item pertanyaan lolos uji validitas dan semuanya lulus uji reliabilitas karena semuanya telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil uji normalitas *One Sample Kolmogorof-Smirnov* senilai $0,200 > 0,05$ menunjukkan data berdistribusi normal.

Hasil yang diperoleh dari uji T Parsial yang dipakai guna melihat ada ataupun tidak pengaruh antara variabel terikat serta bebas menunjukkan kepuasan dipengaruhi secara signifikan oleh kemudahan, kegunaan, dan kesederhanaan belajar. Uji F dipakai guna melihat apakah variabel bebas (*usefulness*, *ease of use*, dan *ease of learning*) secara simultan memengaruhi variabel terikat (*satisfaction*). Selain itu, pada uji regresi linier berganda, data tidak menunjukkan adanya multikolinearitas yang ditunjukkan dengan uji multikolinieritas. Sebaliknya uji heteroskedastisitas tidak membuahkan hasil.

Sebelum serta sesudah pembelajaran menggunakan ARBARU, dilakukan analisis Wilcoxon *Pre-test* dan *Post-test* untuk mengevaluasi perkembangan evaluasi belajar siswa. Dalam hasil Wilcoxon ditentukan bahwa skor *Pre-test* dan *Post-test* memperlihatkan perbedaan besar, yang menunjukkan bahwa keduanya berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa media pembelajaran bisa memberikan pengaruh yang

cukup besar karena $< 0,05$. Oleh karena itu, media pengembangan game edukasi ARBARU bisa meningkatkan kemampuan spasial siswa dengan menunjukkan ketidaksesuaian antara hasil *pre-test* dan *post-test* sehingga berkontribusi terhadap kemajuan akademiknya.

Pembahasan

Penggunaan aplikasi ARBARU, yang mengintegrasikan teknologi augmented reality (AR) dengan pendekatan etnomatematika, menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa sekolah dasar. Teknologi AR memungkinkan visualisasi yang lebih nyata dan interaktif dari objek-objek geometri yang sulit dicapai melalui metode pembelajaran konvensional. Siswa dengan adanya visualisasi ini, bisa mengamati dan berinteraksi dengan model bangun dua dan tiga dimensi sehingga pemahaman mereka terhadap struktur dan dinamika bangun ruang meningkat. Pendekatan etnomatematika yang menghubungkan konsep matematika dengan budaya lokal telah membuat materi pelajaran lebih relevan dengan keseharian siswa. Misalnya, penggunaan rumah adat Lengkong sebagai contoh dalam aplikasi ARBARU membantu siswa menghubungkan konsep geometri dengan bangunan yang mereka kenal dalam keseharian. Hal ini meningkatkan motivasi belajar siswa karena mereka bisa melihat langsung aplikasi konsep matematika dalam konteks budaya mereka. Hasil evaluasi menunjukkan aplikasi ARBARU memiliki dampak positif yang signifikan terhadap kemampuan spasial siswa. Berdasarkan kuesioner yang diisi oleh responden, aplikasi ini mendapatkan penilaian yang tinggi dalam hal kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan dalam mempelajari, dan kepuasan pengguna. Nilai rata-rata dari kriteria ini menunjukkan bahwa aplikasi ARBARU sangat efektif sebagai alat bantu pembelajaran matematika.

SIMPULAN

Rata-rata persentase uji coba media pada media mobile learning ARBARU (Aplikasi Bangun Datar dan Ruang AR) menunjukkan interpretasi yang sangat akurat. Aspek penggunaan AR pada media *mobile learning* mempunyai nilai rata-rata tertinggi. Hal ini membuktikan pemanfaatan AR pada materi bangun ruang memiliki respons yang positif karena bisa meningkatkan motivasi dalam proses pembelajaran. Setelah itu, dilakukan implementasi ARBARU terhadap kemampuan spasial dan didapatkan peningkatan pada kemampuan membayangkan posisi suatu bangun ruang. Hal ini membuktikan bahwa *mobile learning* ARBARU ini telah berpengaruh terhadap kemampuan spasial responden. Dari sudut pandang tertentu, responden juga bisa membayangkan kontur bangun ruang dan datar. Pengguna bisa memvisualisasikan bentuk bidang dan ruang yang ingin diamati dengan memakai teknologi AR.

Pendekatan etnomatematika yang diterapkan dalam aplikasi ARBARU juga memberikan manfaat besar, dengan menghubungkan konsep matematika dengan elemen-elemen budaya lokal, seperti penggunaan rumah adat Lengkong sebagai contoh. Siswa bisa melihat langsung penerapan konsep-konsep geometri dalam kehidupan sehari-hari.

Ini tidak hanya membuat materi pelajaran menjadi lebih menarik dan relevan, tetapi juga membantu siswa untuk lebih menghargai budaya sendiri. Metode ini terbukti meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dengan mengamati penerapan praktis dari pengetahuan baru mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. S. (2017). Ethnomathematics in Perspective of Sundanese Culture. *Journal on Mathematics Education*, 8(1), hal: 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.22342/jme.8.1.3877.1-15>.
- Agusdianita, N., Karjiyati, V., & Sufiyandi. (2020). The Use of Ethnomathematics Learning Devices Based on Realistic Mathematics Education Models on Mathematics Literacy Mastery. *Proceedings of The International Conference on Educational Sciences and Teacher Profession (ICETeP 2020)*, hal: 317–324.
- Apriliyani, S. W., & Mulyatna, F. (2021). Flipbook E-LKPD dengan Pendekatan Etnomatematika pada Materi Teorema Phytagoras. *Prosiding Seminar Nasional Sains*, 2(1), hal: 491–500. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/5389>.
- Bagus, K. H., Buchori, A., & Aini, A. N. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android memakai Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 6(1), hal: 61–69.
- Bahrodin, Istiqomah, U., & Abdullah, A. A. (2019). Identifikasi Etnomatematika pada Masjid Mataram Kotagede Yogyakarta. *Soulmath: Jurnal Ilmiah Edukasi Matematika*, 7(2), hal: 113–124.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática*, 7(2), hal: 100–107.
- Dhiki, Y. Y., & Bantas, M. G. D. (2021). Eksplorasi Etnomatematika sebagai Sumber Belajar Matematika di Kabupaten Ende. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), hal: 2698–2709.
- Dosinaeng, W. B. N. (2017). Analisis pemikiran matematis dalam permainan tradisional masyarakat lamaholot. *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, hal: 491–498.
- Fouze, A. Q., & Amit, M. (2018). Development of Mathematical Thinking through Integration of Ethnomathematic Folklore Game in Math Instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), hal: 617–630. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/ejmste/80626>.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research : An Introduction* (7th изд). Pearson.
- Hariastuti, R. M., Budiarto, M. T., & Manuharawati, M. (2019). From Culture to Classroom: Study Ethnomathematics in House of Using Banyuwangi. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 2(2), hal: 76. <https://doi.org/https://doi.org/10.33122/ijtmer.v2i2.60>.
- Kristia, D., Soebagyo, J., & Ipaenim, H. (2021). Analisis bibliometrik dari istilah “Etnomatematika”. *Jurnal Riset HOST Pendidikan Matematika*, 1, hal: 178–190.
- Kurniati, C. N., & Mariani, S. (2020). Qualitative Analysis on Mathematical Literacy Ability and Student Responsibility with Realistic Mathematics Education Learning Models of Ethnomathematics Nuance. *Unnes Journal of Mathematics*, 9(3), hal: 227–235.

- Lailiyah. (2020). Pengembangan Media Komik Siklus Air Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V Di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(1), hal: 1–11. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian%02pgsd/article/view/33521/29990>.
- Lisgianto, A., & Mulyatna, F. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Geometri Dimensi Tiga Berbasis Etnomatematika untuk SMK Teknik. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, hal: 15–28. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/5558>
- Manoy, J. T., & Purbaningrum, M. (2021). Mathematical Literacy Based on Ethnomathematics of Batik Sidoarjo. *Jurnal Didaktik Matematika*, 8(2), hal: 160–174.
- Martyanti, A., & Suhartini. (2018). Etnomatematika: Menumbuhkan kemampuan berpikir kritis melalui budaya dan matematika. *Indonesia Mathematics Education*, 1(1), hal: 35–41.
- Maryati, & Prahmana, R. C. I. (2019). Ethnomathematics: Exploration of the muntuk community. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(6), hal: 47–49.
- Mulyatna, F., Karim, A., & Wiratomo, Y. (2022). Eksplorasi Kembali Etnomatematika pada Jajanan Pasar di Daerah Cileungsi. *Cartesian: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), hal: 76–84. <http://ejournal.unhasy.ac.id/index.php/cartesian/article/view/2477>.
- Musafanah, H. J. S. & Q. (2017). Pengembangan Media Koran Melalui Flipbook Berupa E-BOOK Pada Materi IPA. *Elementary School*, 4(2), hal: 205–211. <https://doi.org/10.31316/esjurnal.v4i2.179>.
- Nurhasanah, Z., Widodo, A., & Riandi, R. (2019). Augmented reality to facilitate students' biology mastering concepts and digital literacy. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), hal: 481–488.
- Orey, D., & Rosa, M. (2007). Cultural Assertions and Challenges Towards Pedagogical Action of an Ethnomathematics Program. *For the Learning of Mathematics*, 27(1), hal: 10–16. <https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/40248554>.
- Prabawati, M. N. (2016). Etnomatematika Masyarakat Pengrajin Anyaman Rajapolah Kabupaten Tasikmalaya. *Infinity Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.22460/infinity.v5i1.188>.
- Purnama, W., & Rohmah, M. S. (2018). *Sejarah dan Filsafat Matematika (Edisi Revisi 2018)*.
- Putri, W. N. (2017). Pengaruh Media Pembelajaran Terhadap Motivasi Belajar Bahasa Arab Siswa Madrasah Tsanawiyah. *LISANIA: Journal of Arabic Education and Literature*, 1(1), hal: 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.18326/lisania.v1i1.1160>.
- Rahmawati, N. D., Komarudin, K., & Mulyatna, F. (2022). Desain Ethnic-math HOTS pada Museum Islam Indonesia di Tebuireng. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 8, hal: 333–340. <http://proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/6055>.
- Riduwan. (2012). *Dasar-dasar Statistika*. Alfabeta.
- Rofi'i, M. (2018). *Selandang Pandang Jawa Barat*. PT Intan Perwira.
- Rohmanurmeta, M. & D. (2019). Pengembangan Komik Digital Pelestarian Lingkungan Berbasis Nilai Karakter Religi Untuk Pembelajaran Tematik pada Siswa Sekolah Dasar. *Studi Kependidikan Dan Keislaman*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24269/muaddub.v1i1i2.1213>.

- Sholeh, M., Supriadi, N., & Suherman, S. (2021). Etnomatematika pada Buku Saku Digital Berbasis Android Materi Segitiga dan Segiempat MTs. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(2), hal: 191–204. <https://doi.org/https://doi.org/10.30998/jkpm.v6i2.9184>.
- Siedlecki, S. L. (2020). Understanding descriptive research designs and methods. *Clinical Nurse Specialist*, 34(1), hal: 8–12.
- Sri, A. (2021). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Materi Bangun Datar Kelas IV Sekolah Dasar* [Universitas Muhammadiyah Mataram]. <http://repository.ummat.ac.id/id/eprint/2744>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supriadi, S., Susilawati, S., & Tristyanto, B. (2019). Ethnomathematics in Mathematics, Social, and Physical Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1318(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012126>.
- Utami, N. W., Sayuti, S. A., & Jailani. (2019). Math and Mate in Javanese Primbon: Ethnomathematics Study. *Journal on Mathematics Education*, 10(3), hal: 341–356. <https://doi.org/https://doi.org/10.22342/jme.10.3.7611.341-356>.
- Utami, R. E., Nugroho, A. A., Dwijayanti, I., & Sukarno, A. (2018). Pengembangan e-modul berbasis etnomatematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 2(2), hal: 268–283. <https://doi.org/https://doi.org/10.33603/jnpm.v2i2.1458>.
- Yustinaningrum, B., Nurliana, & Rahmadhani, E. (2018). The ethnomathematics: Exploration of Gayo tribe local wisdom related to mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012061>.
- Zaenuri, Dwidayati, N., & Suyitno, A. (2019). Ethnomathematics Role As an Encouragement of the Growth of Student's Nationalism. *KnE Social Sciences*, hal: 759–774. <https://doi.org/https://doi.org/10.18502/kss.v3i18.4766>.
- Zulaekhoh, D., & Hakim, A. R. (2021). Analisis Kajian Etnomatematika pada Pembelajaran Matematika Merujuk Budaya Jawa. *JPT: Jurnal Pendidikan Tematik*, 2(2), hal: 216–226. <https://siducat.org/index.php/jpt/article/view/289>.
- Dewi, F., Pd, S., & Pd, M. (n.d.). *Diagnosa Kesulitan Belajar Disusun Oleh Tim*.