



PENGEMBANGAN BUKU GEOMETRI TERINTEGRASI JAJANAN TRADISIONAL BERBASIS AR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL

**Eko Yudi Febriyanto¹, Erfan Yudianto², Reza Ambarwati³,
Dian Kurniati⁴, Lela Nur Safrida⁵, Frenza Fairuz Firmansyah⁶, Shima
Kunaza Fazira⁷**

^{1,2,3,4,5}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

email korespondensi : ekoyudifebriyanto123@gmail.com

Diterima: 11-03-2025, Revisi: 26-04-2025, Diterbitkan: 05-06-2025

ABSTRAK

Kemampuan spasial adalah kemampuan yang harus dimiliki siswa agar dapat memahami materi geometri dengan baik. Siswa dengan kemampuan spasial rendah akan kesulitan memahami geometri. Penerapan AR seperti *Assemblr Edu* dengan integrasi jajanan tradisional menjadi solusi untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses dan hasil pengembangan buku geometri terintegrasi jajanan tradisional berbasis AR untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Metode penelitian adalah R&D dengan model ADDIE. Pengumpulan data dilakukan dengan metode angket dan tes, dengan instrumen lembar validasi, angket uji keterbacaan, angket respon siswa, dan soal tes yang telah divalidasi sebelum digunakan. Buku geometri disusun sesuai dengan indikator kemampuan spasial: *spatial perception*, *spatial visualization*, dan *mental rotation*. Ujicoba dilakukan pada siswa kelas IX SMP. Hasil analisis data menunjukkan bahwa buku geometri memenuhi kriteria valid (2,84), praktis (81,7%), dan efektif meningkatkan kemampuan spasial siswa dengan 93,8% siswa mencapai kategori minimal sedang. Jadi, buku geometri terintegrasi jajanan tradisional berbasis AR dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat mengeksplorasi aplikasi AR dengan fitur dekomposisi objek 3D dan integrasi lintas budaya untuk menguji adaptasi buku pada konteks daerah yang berbeda.

Kata kunci: AR, geometri, kemampuan spasial, jajanan tradisional.

ABSTRACT

Student must have spatial ability in order to understand geometry material well. Students with low spatial ability will find it difficult to understand geometry. The application of AR such as Assemblr Edu with the integration of traditional snacks is a solution to improve students' spatial ability. This study aims to describe the process and results of developing an AR-based geometry book integrated with traditional snacks to improve students' spatial ability. The research method is R&D with the ADDIE model. Data were collected using questionnaire and test method, with validation sheet instruments, readability test questionnaires, student response questionnaires, and spatial ability tests that had been validated before use. Geometry books are arranged according to spatial ability indicators: spatial perception, spatial visualization, and mental rotation. The trial was conducted on grade IX junior high school students. The results showed that geometry books were valid (2.84), practical (81.7%), and effective in improving students' spatial ability with 93.8% of students reaching the minimum moderate category. So, AR-based geometry books integrated with traditional snacks can improve students' spatial ability. Further research is recommended to explore AR application with 3D object decomposition features and cross-cultural integration to test the adaptation of books in different regional contexts.

Keywords: AR, geometry, spatial ability, traditional snacks

Pendahuluan

Materi geometri dalam pembelajaran matematika masih dianggap sebagai hal yang sulit untuk dimengerti (Safrida et al., 2021; Yudianto et al., 2021, 2022). Data Pusat Asesmen Pendidikan Tahun 2019 menunjukkan bahwa hanya 42,27% siswa yang dapat menjawab pertanyaan geometri dengan baik jika dibandingkan dengan materi peluang, aljabar, dan statistika (Kemdikbud, 2019). Rendahnya kemampuan geometri siswa dan kurangnya minat belajar geometri disebabkan karena kegiatan pembelajaran yang tidak menarik dan proses pembelajaran yang tidak menggunakan bahan ajar yang bertujuan mendukung peningkatan pemahaman objek geometri (Ambarwati et al., 2018; Sari & Roesdiana, 2019).

Kemampuan spasial merupakan salah satu kemampuan yang penting untuk membantu dalam memecahkan masalah geometri yang bersifat abstrak. Hasil penelitian Sefianti (2015) dan Fajri et al. (2017) menunjukkan bahwa siswa kesulitan mengerjakan soal geometri karena kemampuan spasialnya rendah, belum mampu memprediksi bangun ruang yang dilihat dari sudut pandang tertentu, serta kesulitan mengintegrasikan bagian visual dalam sisi pada bangun ruang tiga

dimensi.

Disisi lain, Indonesia adalah negara dengan keberagaman budaya, salah satunya jajanan tradisional di Kabupaten Lumajang. Budaya jajanan tradisional perlu dilestarikan untuk mempertahankan kearifan lokal di wilayah tersebut (Andriani et al., 2024). Pengenalan budaya jajanan tradisional yang terintegrasi dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan kearifan lokal daerah masih jarang diterapkan (Aminullah et al., 2022; Yudianto et al., 2020), padahal konteks jajanan tradisional dapat diintegrasikan, salah satunya pada materi geometri (Nisa & Halifah, 2021). Integrasi tersebut dapat dilakukan dengan melibatkan AR.

Augmented Reality (AR) dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran geometri bangun ruang dengan kemampuan menampilkan objek secara visual tiga dimensi (Winarni et al., 2023). Salah satu *platform* yang dapat membuat AR dan kelas digital adalah *Assemblr Edu*. Hasil penelitian Ridho et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan *Assemblr Edu* dapat meningkatkan kualitas pembelajaran geometri dan memudahkan guru untuk menjelaskan konsep geometri dengan baik melalui visualisasi tiga dimensi. Terdapat dua *gap* utama terkait penerapan AR dalam pembelajaran matematika, yaitu: minimnya bahan ajar yang mengintegrasikan AR dengan konten budaya lokal dan bahan ajar matematika berbasis AR sangat terbatas diterapkan di sekolah (Arianti et al., 2023; Vioeza et al., 2022). Pengembangan bahan ajar geometri berbasis AR terintegrasi jajanan tradisional sangat perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa dan melestarikan kebudayaan (Damayanti & Sukmawarti, 2022; Winarni et al., 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan buku geometri berbasis AR terintegrasi jajanan tradisional dengan model ADDIE. Inovasi integrasi AR berbasis *Assemblr Edu* dengan jajanan tradisional Lumajang digunakan sebagai konten geometri autentik dan mengisi celah antara pembelajaran yang abstrak dengan kontekstualisasi budaya. Kebaruan utama terletak pada pemanfaatan bentuk jajanan tradisional sebagai representasi bangun ruang 3D interaktif yang berbeda dari penggunaan objek non-kultural pada penelitian sebelumnya. Model ADDIE diadaptasi dengan validasi ganda (matematika dan antropologi) untuk memastikan akurasi konseptual dan relevansi budaya. Penelitian ini berkontribusi sebagai solusi penyediaan bahan ajar AR terkontekstualisasi budaya, meningkatkan kemampuan spasial siswa melalui visualisasi 3D, dan menyediakan *framework* yang dapat

diadaptasi daerah lain dengan kekayaan jajanan tradisional berbeda.

Metode Penelitian

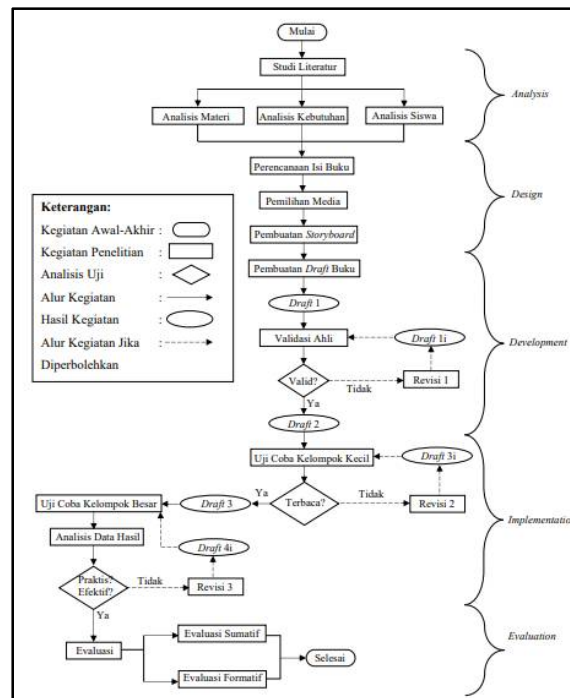
Penelitian pengembangan dilakukan dengan model ADDIE. SMP Negeri 1 Yosowilangun, Lumajang, Jawa Timur dipilih sebagai daerah penelitian karena hasil wawancara pada salah satu guru matematika menunjukkan lokasi sekolah berada di dekat Pasar Yosowilangun sehingga siswa memiliki pengetahuan yang baik terkait jajanan tradisional Lumajang; belum ada buku geometri yang berbasis AR dan terintegrasi jajanan tradisional disekolah tersebut; serta belum pernah dilakukan pengujian kemampuan spasial siswa.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas IX (9 kelas). Sampel kelas uji coba kelompok besar (dua kelas) diperoleh secara *purposive* dengan kriteria: kelas memuat siswa yang memiliki laptop dan jaringan internet, memiliki banyak siswa yang sama, diajar oleh guru matematika yang sama. Sampel penelitian terpilih adalah siswa pada kelas IX A (kelas eksperimen) dan IX B (kelas kontrol) yang terdiri dari 32 siswa. Sampel kelas uji coba kelompok kecil (satu kelas) diperoleh secara *simple random* dari kelas IX C hingga I, dan terpilih kelas IX C. Pemilihan siswa dilakukan setelah pengolahan data ulangan harian matematika kelas IX C pada materi sebelumnya, kemudian dikelompokkan berdasarkan kemampuan siswa. Enam siswa, masing-masing dua siswa pada setiap kategori rendah, sedang, dan tinggi, dipilih berdasarkan rekomendasi guru.

Prosedur penelitian dimulai dengan tahap analisis materi dan analisis karakteristik siswa yang dilaksanakan melalui proses wawancara dengan guru matematika terkait materi geometri dan identifikasi kemampuan spasial siswa kelas IX pada materi geometri, dilanjutkan dengan analisis kebutuhan yang bertujuan mengetahui semua jenis sumber daya yang diperlukan dalam pengembangan buku geometri. Tahap desain dilakukan dengan langkah-langkah: (1) merencanakan isi buku atau topik materi geometri berdasarkan hasil analisis, (2) memilih media yang sesuai untuk proses pembuatan buku geometri, dan (3) membuat *storyboard*. Tahap *development* dilakukan dengan langkah-langkah: (1) pembuatan *draft* 1 buku sesuai *storyboard*, (2) validasi ahli dan revisi sehingga menghasilkan *draft* 2. Tahap implementasi dilakukan dalam bentuk uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Tahap evaluasi meliputi evaluasi formatif dan evaluasi sumatif.

Evaluasi formatif ditinjau dari semua prosedur mulai dari analisis hingga implementasi untuk melihat dan merevisi kekurangan yang masih ada. Evaluasi sumatif dilakukan untuk menilai efektivitas dan keberhasilan program pembelajaran.

Diagram alir prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Instrumen penelitian meliputi: lembar validasi, angket respon siswa, lembar uji keterbacaan, dan tes kemampuan spasial (*pre-test* dan *post-test*). Tes kemampuan spasial terdiri dari 14 soal dengan bentuk: pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, penjumlahan, benar-salah, isian singkat, dan uraian, yang disusun berdasarkan tiga indikator kemampuan spasial. Semua instrumen sudah divalidasi sebelum digunakan dalam penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi, validasi semua instrumen, tes, dan angket respon siswa.

Analisis data meliputi analisis validitas buku geometri dan instrumen penelitian. Validator dipilih empat orang dengan kriteria minimal lulusan S1 pendidikan matematika. Penilaian validitas isi materi buku geometri terdiri dari aspek kelayakan: isi (7 indikator), penyajian (7 indikator), dan bahasa (6 indikator). Penilaian validitas desain buku geometri terdiri dari aspek: kelayakan buku (8 indikator), penggunaan aplikasi *Assembler Edu* (9 indikator), kelayakan kegunaan (2

indikator). Rekap hasil validasi kemudian dirata-rata dan dikategorikan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Validitas Instrumen

No	Nilai V_{α}	Kategori Kevalidan
1.	$1 \leq V_{\alpha} \leq 1,66$	Kurang Valid
2.	$1,66 \leq V_{\alpha} \leq 2,33$	Valid
3.	$2,34 \leq V_{\alpha} \leq 3$	Sangat Valid

Kepraktisan ditinjau dari data angket respon siswa, yang besar persentase jawabannya disimpulkan berdasarkan kriteria respon siswa. Efektivitas dianalisis dengan uji N-Gain berdasarkan data *pre-test* dan *post-test*. Uji N-Gain dilaksanakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan spasial siswa setelah pembelajaran menggunakan buku geometri. Skor N-Gain dihitung dengan rumus berikut (Ramdhani et al., 2020).

$$g = \frac{St-Si}{Sm-Si} \times 100\%$$

(1)

Keterangan:

g : persentase N-Gain; St : skor post-test; Si : skor pre-test; Sm : skor maksimal

Hasil perhitungan selanjutnya disesuaikan dengan kriteria N-Gain pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria N-Gain

No	Kriteria	N-Gain
1.	$g \geq 0,7$	Tinggi
2.	$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
3.	$g < 0,3$	Rendah

Selanjutnya ditentukan banyak siswa yang termasuk kategori minimal sedang dan dihitung persentasenya. Hasil perhitungan disesuaikan dengan kriteria efektivitas. Adapun kriteria respon siswa dan kriteria efektivitas mengacu pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Respon Siswa dan Kriteria Efektivitas Produk

No	Persentase	Kategori	
		Respon Siswa	Efektivitas
1.	$85\% \leq RS \leq 100\%$	Sangat Positif	Sangat Efektif
2.	$70\% \leq RS < 85\%$	Positif	Efektif
3.	$50\% \leq RS < 70\%$	Kurang Positif	Kurang Efektif
4.	$0\% \leq RS < 50\%$	Tidak Positif	Tidak Efektif

Kemampuan spasial siswa dikatakan meningkat jika banyak siswa pada kategori

kemampuan spasial minimal sedang lebih dari 70% dari keseluruhan.

Hasil dan Pembahasan

Tahap Analisis

Analisis materi menghasilkan informasi materi yang akan dikembangkan yaitu bangun ruang dengan integrasi jajanan tradisional berbasis AR. Analisis kebutuhan menghasilkan informasi ketersediaan buku matematika sebagai sumber referensi penyusunan buku geometri, ketersediaan teknologi pendukung, sumber daya, dan hasil rencana kerja. Analisis karakteristik siswa menghasilkan informasi adanya siswa yang masih kesulitan materi bangun ruang, khususnya dalam memvisualisasikan, memprediksi tampilan, dan merotasikan bangun ruang. Siswa telah mengenal jajanan tradisional di Kabupaten Lumajang karena lokasi sekolah terletak di dekat pasar tradisional.

Tahap Desain

Tahap ini menghasilkan data terkait isi buku geometri yaitu bangun ruang sisi datar dan sisi lengkung dengan integrasi jajanan tradisional meliputi: kubus (*talam*), balok (lapis), prisma (sagu mutiara), limas (*koci-koci*), tabung (*dadar gulung*), kerucut (*apem contong*), dan bola (*onde-onde*). Buku geometri dibuat berbasis AR dengan platform *Assemblr Edu* dan didukung *Autodesk Tinkercad* dan *Paint 3D* untuk membuat model 3D. *Storyboard* disusun sebagai acuan pembuatan buku geometri.

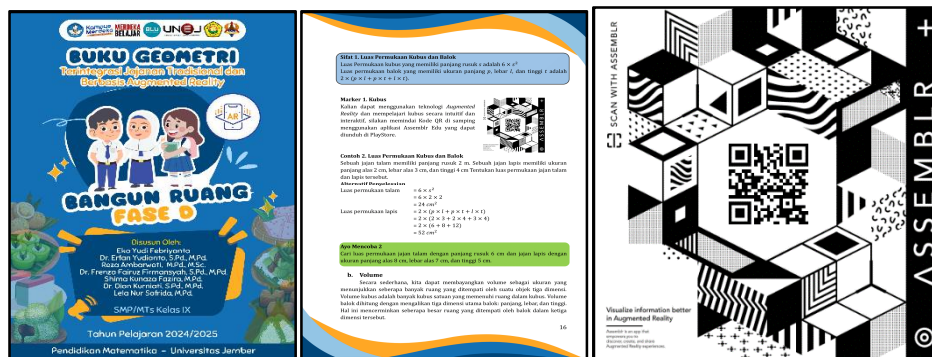
Tahap Pengembangan

Tahap ini menghasilkan *draft 1* buku geometri yang memiliki struktur susunan meliputi: cover buku; halaman identitas; kata pengantar; prakata; daftar isi; petunjuk penggunaan buku; peta konsep; tujuan pembelajaran; ayo bersiap belajar; mengenal jajanan tradisional; materi pengantar; Bab 1. Bangun Ruang Sisi Datar; Bab 2. Bangun Ruang Sisi Lengkung; ringkasan materi; evaluasi akhir; refleksi; daftar referensi; glosarium; dan profil penulis. Buku geometri dilengkapi dengan model 3D yang terdiri dari model jajanan tradisional, bangun ruang, dan jaring-jaring serta dilengkapi *marker AR* yang dapat discan untuk menampilkan objek 3D. Tahap ini juga menghasilkan instrumen penelitian. Hasil validasi *draft 1* menjadi dasar proses revisi hingga menghasilkan *draft 2* yang siap untuk diujicobakan.

Buku geometri dikembangkan sesuai indikator kemampuan spasial yang memfasilitasi siswa untuk memahami bangun ruang dengan baik. Aspek persepsi

spasial disediakan pada materi geometri yang dibuat sesuai kegiatan persepsi pada setiap unsur bangun ruang. Aspek visualisasi spasial disediakan pada proses menggambar bangun ruang dan unsur-unsurnya. Aspek rotasi mental disediakan pada proses rotasi bangun ruang yang dibantu dengan AR melalui kode QR yang tersedia.

Gambar 2. menunjukkan tampilan buku geometri yang memuat *marker* AR dari model jajanan tradisional dan bentuk 3D bangun ruang yang telah dibuat dan diterapkan di sekolah. *Marker* AR dapat di-scan menggunakan aplikasi *Assemblr Edu* untuk menampilkan hasil model 3D.



Gambar 2. Tampilan Buku Geometri dan *Marker*

Buku geometri yang telah dibuat dapat dilihat pada kode QR Gambar 3.



Gambar 3. Kode QR Buku Geometri

Hasil analisis data validasi dan interpretasinya ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Buku Geometri dan Interpretasinya

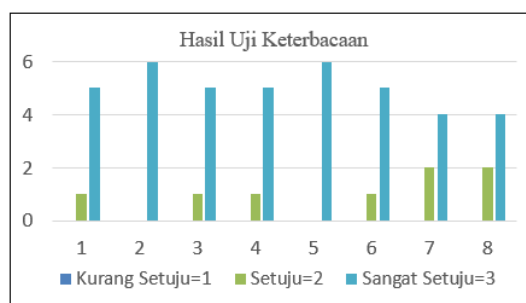
No	Aspek Validitas	Skor	Interpretasi Skor	Kategori
		Rata-rata Validitas		
1.	Isi materi buku	2,59	Materi sesuai indikator kemampuan spasial dan kurikulum (2,64), penyajian buku (2,43), dan penggunaan bahasa (2,71).	Sangat valid
2.	Desain buku	2,89	Desain buku geometri (2,86), tampilan	Sangat Valid

No	Aspek Validitas	Skor Rata-rata Validitas	Interpretasi Skor	Kategori
			model 3D pada Assemblr Edu (2,86), dan kelayakan kegunaan (2,95).	
3.	Lembar uji keterbacaan	2,96	Aspek kontruksi (3), isi (3), dan bahasa (2,88)	Sangat Valid
4.	Angket respon siswa	2,80	Format angket (3), kontruksi (2,5), isi (2,88) dan bahasa (2,83)	Sangat Valid
5.	Modul ajar	2,90	Susunan modul ajar memenuhi aspek format (2,92), kontruksi (3), isi (2,85) dan bahasa (2,83)	Sangat Valid
6.	Tes kemampuan spasial	2,92	Tes kemampuan spasial memenuhi aspek isi (3), kebahasaan (2,75), dan format (3)	Sangat Valid
	Rata-rata	2,84		Sangat Valid

Tabel 4 menunjukkan bahwa buku geometri dan instrumen penelitian memenuhi kriteria valid, artinya produk dapat digunakan dalam pembelajaran. Hal tersebut diketahui dari rata-rata hasil validasi yang berada pada interval skor $2,34 \leq V_a \leq 3$ dengan kategori sangat valid.

Tahap Implementasi

Implementasi dilakukan dengan uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Uji coba kelompok kecil dilakukan dengan 6 siswa di kelas IX C yang bertujuan mendapatkan informasi awal pengguna. Buku geometri dan soal tes diberikan pada siswa melalui *Assemblr Edu* untuk dibaca, dipahami, dan dieksplorasi isinya. Siswa juga diberi kesempatan untuk mengerjakan salah satu soal tes.



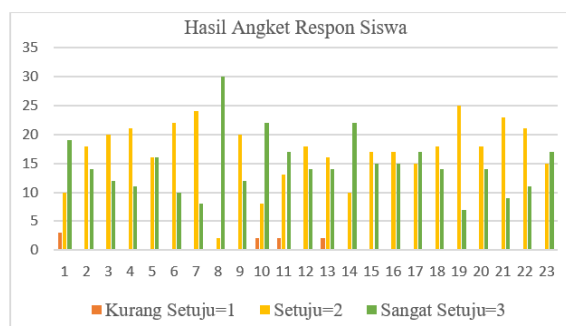
Gambar 4. Hasil Uji Keterbacaan

Di akhir kegiatan, tiap siswa diberi angket uji keterbacaan buku geometri dan soal

tes yang memuat delapan pernyataan. Hasil angket skor 136 dan persentase 94,4% yang termasuk kategori sangat terbaca. Hasil tersebut ditampilkan pada Gambar 4, yang menunjukkan mayoritas siswa memilih sangat setuju. Uji keterbacaan ini menghasilkan *draft* 3 yang digunakan dalam uji coba kelompok besar.

Uji coba kelompok besar dilakukan di kelas IX A. Pertemuan pertama digunakan untuk *pre-test* selama 2 JP. Soal *pre-test* disusun dengan format AKM (Asesmen Kompetensi Minimum). Setelah *pre-test*, diberikan informasi terkait pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan siswa diarahkan untuk mengunduh aplikasi *Assembler Edu*. Pertemuan kedua dilakukan pembelajaran menggunakan buku geometri dengan materi bangun ruang sisi datar (kubus, balok, prisma, dan limas). Pertemuan ketiga dilakukan pembelajaran menggunakan buku geometri dengan materi bangun ruang sisi lengkung (tabung, kerucut, dan bola). Pertemuan keempat dilakukan *post-test* selama 2 JP. Soal *post-test* menggunakan format AKM dan berbeda dengan soal *pre-test* karena terdapat perubahan pada pertanyaan namun memiliki tingkatan soal yang sama. Pada akhir pembelajaran, diberikan angket respon siswa untuk diisi sesuai pernyataan yang diberikan guna menentukan kepraktisan buku.

Hasil rekapitulasi angket respon siswa menunjukkan total skor 1175 dengan persentase 81,7% yang termasuk kategori positif, artinya respon siswa telah memenuhi kriteria praktis. Hasil angket respon siswa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan Hasil Angket Respon Siswa

Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan menganalisa setiap tahapan (evaluasi formatif) dan menguji keberhasilan buku geometri dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa (evaluasi sumatif). Hasil evaluasi formatif menunjukkan perlunya penyempurnaan materi rotasi bangun ruang karena materi tersebut merupakan

topik transformasi geometri. Selain itu, perlu perbaikan desain karena ada ketidaksesuaian gambar dengan materi dan penyantunan tautan video pembelajaran pada kegiatan eksplorasi.

Evaluasi sumatif dilakukan dengan menganalisa hasil *pre-test* dan *post-test*. Penilaian dilakukan berdasarkan rubrik penilaian yang telah disusun sesuai indikator kemampuan spasial. Setiap indikator dikembangkan menjadi dua soal dengan masing-masing skor maksimal empat jika siswa menjawab benar. Analisis efektivitas ditinjau dari nilai N-Gain yang menunjukkan ada 2 siswa (6,3%) termasuk kategori rendah, 23 siswa (71,9%) termasuk kategori sedang, dan 7 siswa (21,9%) termasuk kategori tinggi. Rata-rata N-Gain adalah 0,56 yang termasuk kategori sedang, dengan banyak siswa kategori sedang dan tinggi sebesar 93,8%. Artinya, kemampuan spasial siswa kelas IX A memenuhi kategori efektif sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan buku geometri berbasis AR terintegrasi jajan tradisional secara signifikan meningkatkan kemampuan spasial siswa. Peningkatan ini dapat dikaitkan pada dua hal utama yaitu dampak teknologi AR dan kontekstualisasi budaya. Penerapan AR melalui *Assembler Edu* dapat memberikan fasilitas visualisasi 3D interaktif dan memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek geometri secara langsung.

Buku geometri berbasis AR dapat mendorong lebih banyak siswa menggunakan aplikasi berbasis AR dalam memahami topik geometri terutama dalam bentuk 2D dan 3D. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cao & Liu (2019); Cortes et al. (2018); Nadzeri et al. (2022); dan Sun & Chen (2019) yang menunjukkan bahwa penerapan AR dapat membantu siswa dalam memahami geometri menggunakan teknologi. Integrasi jajan tradisional pada buku geometri dapat mengkonstruksi konsep matematika bentuk bangun ruang melalui integrasi unsur budaya sehingga lebih berkesan dalam melestarikan budaya. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Priyatna dan Utami (2023) serta Sudirman et al. (2020) yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan unsur budaya dapat menjadi lebih berkesan karena memperkenalkan tradisi dan budaya lokal yang masih diakui dan diterapkan oleh kelompok masyarakat. Pengembangan buku geometri berbasis AR dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar geometri dalam upaya meningkatkan kemampuan spasial dan membantu guru menerapkan peluang belajar di dalam kelas. Hal tersebut sesuai hasil penelitian González (2018); Liao et al. (2015); Ozcakir & Cakiroglu (2021); serta Wu et al.

(2019) yang menunjukkan bahwa guru dapat menggunakan media untuk memvisualisasikan konsep matematika dan mendukung pembelajaran baru kepada siswa melalui penerapan teknologi AR.

Buku geometri disusun berdasarkan tiga indikator kemampuan spasial serta menampilkan visualisasi objek tidak hanya secara 2D tetapi juga secara visual 3D melalui *marker*. Pemanfaatan AR dapat membantu siswa dalam mevisualisasikan objek 3D untuk memahami bagian yang tersembunyi dari objek yang sulit dipahami karena hanya melalui representasi 2D (Alves et al., 2017; Kaur et al., 2018; Papakostas et al., 2021). Selain membantu dalam visualisasi, buku geometri dapat meningkatkan kemampuan rotasi mental siswa melalui pemanfaatan visual 3D yang memberikan kesempatan siswa untuk memutar objek 3D. Kemudahan tersebut sesuai dengan temuan Kaur et al. (2018b) yang menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi berbasis AR efektif mendukung tugas rotasi mental melalui fitur interaktifnya untuk memutar objek 3D.

Analisis hasil validasi menunjukkan rata-rata skor validasi yang tinggi. Validitas yang tinggi menjadi pedoman kuat dalam mendukung efektivitas buku geometri dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa (Nadzeri et al., 2024). Kepraktisan buku geometri mampu berkontribusi dalam pembelajaran di kelas yang lancar, meningkatkan motivasi siswa secara lebih aktif, memudahkan pemahaman konsep geometri yang dipelajari. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Carrión-Robles et al. (2023); serta Lee (2020). Analisis data kepraktisan menunjukkan bahwa respon siswa terhadap buku geometri sangat positif. Tingkat kepraktisan yang sangat positif menjadi petunjuk bahwa bahan ajar dapat diterima oleh siswa dengan baik untuk digunakan (Kurniati, 2015).

Data N-Gain menunjukkan adanya peningkatan hasil terkait dampak teknologi AR dan kontekstualisasi budaya. Penerapan AR melalui *Assemblr Edu* dapat memberikan fasilitas visualisasi 3D interaktif dan memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek geometri secara langsung. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian de Ravé et al. (2016); serta Pujiastuti & Haryadi (2024) yang menekankan bahwa kombinasi stimulus visual dan verbal akan memperkuat pemahan konsep abstrak dalam kemampuan rotasi mental dan visualisasi spasial. Selain itu, integrasi jajanan tradisional sebagai representasi bangun ruang menciptakan pembelajaran bermakna dengan mengaitkan konsep geometri dengan konteks budaya siswa. Kombinasi AR dan budaya tidak hanya mempermudah visualisasi spasial, persepsi

spasial, dan rotasi mental terhadap objek tiga dimensi tetapi juga memperkuat konsep pembelajaran melalui pengalaman belajar yang relevan dan personal.

Temuan pada penelitian ini adalah penggunaan AR pada buku geometri mampu mempercepat proses pemahaman konsep geometri tiga dimensi. Implementasi AR pada buku geometri terintegrasi jajanan tradisional dapat mendorong keterlibatan siswa secara aktif baik dalam kegiatan individu maupun kelompok yang dapat meningkatkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi saat berdiskusi serta menjaga kelestarian budaya setempat.

Penelitian ini berhasil mengembangkan buku geometri terintegrasi jajanan tradisional berbasis AR yang valid, praktis, dan efektif, namun terdapat beberapa keterbatasan yang perlu untuk disempurnakan. Pertama, sampel penelitian terbatas pada siswa kelas IX pada satu sekolah di Kabupaten Lumajang sehingga proses generalisasi temuan pada populasi yang luas perlu diperhatikan. Kedua, penerapan AR bergantung pada kesediaan perangkat teknologi dan jaringan internet yang stabil, namun tidak semua sekolah memenuhi kriteria tersebut. Ketiga, jajanan tradisional Lumajang dikenali oleh siswa lokal sehingga integrasi budaya ini mungkin kurang relevan apabila diimplementasikan pada wilayah yang konteks jajanan tradisionalnya berbeda. Sebagai refleksi, pengembangan buku geometri menghadapi tantangan teknis dalam penyesuaian model 3D jajanan tradisional dengan bentuk dan proporsi geometri yang akurat. Meskipun AR dapat meningkatkan interaktivitas, namun pembelajaran memerlukan pendampingan guru untuk memastikan pemahaman konsep materi yang mendalam.

Kesimpulan

Penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan buku geometri terintegrasi jajanan tradisional berbasis AR sebagai bahan ajar inovatif untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa dengan kriteria valid (2,84), praktis (81,7%), dan efektif (rata-rata N-gain 0,56 kategori sedang dan 93,8% siswa mencapai kategori minimal sedang). Penelitian ini berkontribusi untuk mengisi *gap* bahan ajar berbasis teknologi dan budaya lokal sekaligus menyediakan *framework* yang adaptif untuk wilayah lain. Implikasi pembelajaran mencakup pemanfaatan AR sebagai media visualisasi 3D interaktif yang dapat memudahkan pemahaman konsep abstrak geometri dan integrasi konteks budaya untuk meningkatkan keterlibatan dan

relevansi belajar siswa. Pada sisi kurikulum, ditemukan perlunya penyusunan materi pembelajaran yang mengakomodasi teknologi mutakhir dan kearifan lokal sehingga kurikulum matematika dapat lebih kontekstual, inklusif, dan selaras dengan perkembangan pendidikan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi aplikasi AR dengan fitur dekomposisi objek 3D dan integrasi lintas budaya untuk menguji adaptasi buku pada konteks daerah yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Alves, B., Dias, D. R. C., Borges, S. de S., Durelli, V. H. S., Bressan, P. A., Martins, V. F., & de Paiva Guimarães, M. (2017). On Capitalizing on Augmented Reality to Impart Solid Geometry Concepts: An Experimental Study. In M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human–Computer Interaction. Designing Novel Interactions* (pp. 105–117). Springer International Publishing. <https://www.springerprofessional.de/en/on-capitalizing-on-augmented-reality-to-impart-solid-geometry-co/12487190>
- Ambarwati, Setiawan, T. B., & Yudianto, E. (2018). Analisis Kemampuan Visual Spasial Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berstandar Pisa Konten Shape And Space Ditinjau Dari Level Berpikir Geometri Van Hiele. *Jurnal Kadikma*, 9(3), 51–60. <https://doi.org/10.19184/kdma.v9i3.10829>
- Aminullah, Witilar, H., & Elihami. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Kearifan Lokal Budaya Masserempulu Tema Keragaman Negeriku di Sekolah Dasar. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 3(1), 25–30. <https://ummaspu.e-journal.id/MGR/article/view/3171>
- Andriani, R., Kurniahu, H., & Rahmawati, A. (2024). Potensi Tumbuhan Budidaya Lokal Dalam Jajanan Khas Tuban, Jawa Timur. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 9(1), 13–22. <https://doi.org/10.32528/bioma.v9i1.986>
- Arianti, B. D. D., Djamaluddin, M., & Sabila, H. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality. *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 6(2), 478–490. <https://doi.org/10.29408/jit.v6i2.18812>
- Cao, R., & Liu, Y. (2019). Hand ControlAR: An Augmented Reality Application for Learning 3D Geometry. *2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, 144–149. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00-60>
- Carrión-Robles, F., Espinoza-Celi, V., & Vargas-Saritama, A. (2023). The Use of Augmented Reality through Assemblr Edu to Inspire Writing in an Ecuadorian EFL Distance Program. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 13(5), 121–141. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i5.38049>

- Cortes, G., Marchand, E., Brincin, G., & Lécuyer, A. (2018). MoSART: Mobile Spatial Augmented Reality for 3D Interaction With Tangible Objects. *Frontiers in Robotics and AI*, 5(93), 1–13. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00093>
- Damayanti, A., & Sukmawarti. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Geometri SD Berbasis Jajanan Pasar. *IRJE: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 382–388. <https://doi.org/10.31004/irje.v3i1.231>
- de Ravé, E. G., Jiménez-Hornero, F. J., Ariza-Villaverde, A. B., & Taguas-Ruiz, J. (2016). DiedricAR: a Mobile Augmented Reality System Designed for the Ubiquitous Descriptive Geometry Learning. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16), 9641–9663. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3384-4>
- Fajri, H. N., Johar, R., & Ikhsan, M. (2017). Peningkatan Kemampuan Spasial dan Self-Efficacy Siswa melalui Model Discovery Learning Berbasis Multimedia. *Beta Jurnal Tadris Matematika*, 9(2), 180. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v9i2.14>
- González, N. A. A. (2018). Development of Spatial Skills with Virtual Reality and Augmented Reality. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 12(1), 133–144. <https://doi.org/10.1007/s12008-017-0388-x>
- Kaur, N., Pathan, R., Khwaja, U., & Murthy, S. (2018). GeoSolvAR: Augmented Reality Based Solution for Visualizing 3D Solids. *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 372–376. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00093>
- Kaur, N., Pathan, R., Khwaja, U., Sarkar, P., Rathod, B., & Murthy, S. (2018). GeoSolvAR: Augmented Reality Based Application for Mental Rotation. *2018 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E)*, 45–52. <https://doi.org/10.1109/T4E.2018.00017>
- Kemdikbud. (2019). *Laporan Hasil Ujian Nasional*. Hasilun.Pusmenjar.Kemdikbud.Go.Id. https://hasilun.pusmenjar.kemdikbud.go.id/#2019!smp!capaian_nasional!99&99&999!T&T&T&T&1&1!&
- Kurniati, D. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Geometri SMP dengan Pendekatan RME Berbasis Karakter Teliti dan Konsisten. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 49–58. <http://dx.doi.org/10.36709/jpm.v6i1.2061>
- Lee, I.-J. (2020). Using Augmented Reality to Train Students to Visualize Three-dimensional Drawings of Mortise–tenon Joints in Furniture Carpentry. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 930–944. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1572629>
- Liao, Y.-T., Yu, C.-H., & Wu, C.-C. (2015). Learning Geometry with Augmented Reality to Enhance Spatial Ability. *2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*, 221–222.

<https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2015.40>

- Nadzeri, M. B., Meng, C. C., Ismail, I. M., & Abu Hassan, A. H. (2022). The Development and Evaluation of Augmented Reality Learning Application in Geometry Topic. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(1), 785–792. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v11-i1/12279>
- Nadzeri, M. B., Musa, M., Cheng Meng, C., & Ismail, I. M. (2024). The Effects of Augmented Reality Geometry Learning Applications on Spatial Visualization Ability for Primary School Pupils. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 18(16), 104–118. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i16.47079>
- Nisa, K., & Halifah, S. (2021). Temu Baur Budaya dan Matematika : Kue Tradisional Konjo pada Pengenalan Bentuk Geometri Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(1), 445–456. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i1.936>
- Ozcakir, B., & Cakiroglu, E. (2021). An Augmented Reality Learning Toolkit for Fostering Spatial Ability in Mathematics Lesson: Design and Development. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 145–167. <https://doi.org/10.30935/scimath/11204>
- Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Exploration of Augmented Reality in Spatial Abilities Training: A Systematic Literature Review for the Last Decade. *Informatics in Education*, 20(1), 107–130. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.06>
- Priyatna, S., & Utami, N. W. (2023). Ethnomathematics-based Student Worksheets: Yogyakarta Traditional Foods as a Means to Learn Solid Geometry. *Instructional Media for Mathematics*, 1(1), 19–29.
- 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>
- Ramdhani, E. P., Khoirunnisa, F., & Siregar, N. A. N. (2020). Efektifitas Modul Elektronik Terintegrasi Multiple Representation pada Materi Ikatan Kimia. *Journal of Research and Technology*, 6(1), 162–167. <https://doi.org/10.55732/jrt.v6i1.152>
- Ridho, A., Supandi, & Ekowati, N. H. (2024). Analisis Pemanfaatan Media Pembelajaran Assemblr Edu dalam Pembelajaran Matematika Materi Lingkaran di SMA Negeri 14 Semarang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 19549–19557. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/15263>
- Safrida, L. N., Susanto, Setiawan, T. B., Ambarwati, R., & Hussien, S. (2021). An Analysis of Undergraduate Students' Higher Order Thinking Skills in Geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012034>

- Sari, R. M. M., & Roesdiana, L. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMA pada Pembelajaran Geometri. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 10(2), 209–214. <https://doi.org/10.26877/aks.v10i2.4253>
- Sefianti, R. (2015) *Implementasi Brain-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial dan Self-Concept Matematis Siswa pada Pembelajaran Geometri SMP: Penelitian kuasi eksperimen pada siswa kelas VIII salah satu SMP di Siak* [Thesis]. Universitas Pendidikan Indonesia. <http://repository.upi.edu/18414/>
- Sudirman, S., Yaniawati, R. P., Melawaty, M., & Indrawan, R. (2020). Integrating Ethnomathematics into Augmented Reality Technology: Exploration, Design, and Implementation in Geometry Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032006>
- Sun, K. T., & Chen, M. H. (2019). Utilizing Free Augmented Reality App for Learning Geometry at Elementary School in Taiwan. *International Journal of Distance Education Technologies*, 17(4), 36–53. <https://doi.org/10.4018/IJDET.2019100103>
- Vioreza, N., Supriatna, N., Hakam, K. A., & Setiawan, W. (2022). Analisis Ketersediaan Bahan Ajar Berbasis Kearifan Lokal dalam Menumbuhkan Ecoliteracy. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(1), 147–156. <https://doi.org/10.31949/jcp.v8i1.1924>
- Winarni, S., Fadhila, N. S., Kumalasari, A., Marlina, M., & Rohati, R. (2023). Desain Modul Berbasis Augmented Reality dalam Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3321–3337. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2654>
- Wu, S., Liu, C., Shi, H., & Cai, S. (2019). Using Augmented Reality Technology to Learn Cube Expansion Diagram in Spatial Geometry of Elementary Mathematics. *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/TALE48000.2019.9225978>
- Yudianto, E., Dinia, L. R., Sugiarti, T., Kurniati, D., & Lestari, N. D. S. (2022). Analysis of Students' Errors in Solving Curved Face Three-Dimensional Problems Based on Kastolan's Stage Reviewed from Field Dependent and Field Independent Cognitive Styles. *Junal MaPan (Matematika dan Pembelajaran)*, 10(2), 188–206. <https://doi.org/10.24252/mapan.2022v10n2a1>
- Yudianto, E., Nindya, Y. S., & Setiawan, T. B. (2021). Kecemasan Geometri Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau dari Teori Van Hiele. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1102–1115. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.510>
- Yudianto, E., Susanto, S., & Priciliya, S. (2020). Etnomatematika pada Batik Lukis Daun Singkong di Rumah Produksi Daweea Batik Bondowoso. *Jurnal Elemen*, 6(2), 199–210. <https://doi.org/10.29408/jel.v6i2.2002>