

Analisis Kebutuhan dan Perancangan Desain Bahan Ajar Digital Berbasis Augmented Reality pada Materi Bangun Ruang Kelas VI Sekolah Dasar

Neci Siti Aliyah¹, Devi Afriyuni Yonanda², Eka Nurhidayat³

Postgraduate of Primary Education, Universitas Majalengka

Email: necisitaliyah@gmail.com¹, deviyonanda1990@gmail.com²,

ekanurhidayat@unma.ac.id³

Keywords:

*Augmented Reality;
Conceptual Understanding;
Spatial Visualization;
Need-Based Instructional Design;
Primary Geometry Education*

Abstract

The integration of digital technology in elementary school mathematics learning requires systematic pedagogical design to effectively increase understanding of concepts. This research aims to analyze needs and test the effectiveness of digital teaching materials based on Augmented Reality (AR) in building materials for class VI elementary schools. The research used a quantitative approach with a One-Group Pretest–Posttest quasi-experimental design on 24 students. Data was collected through concept understanding tests, ARCS model learning motivation questionnaires, and learning implementation observation sheets. The research results showed a significant increase in concept understanding, with the average score increasing from 60.42 to 83.17 and the N-Gain value of 0.57 (medium category). The Paired Sample t-test showed a significant difference between the pretest and posttest ($p < 0.05$). The highest increase occurred in the visual representation indicator, indicating that AR is effective in facilitating spatial visualization and understanding the relationships between spatial elements. Student learning motivation is in the very good category. The novelty of this research lies in the integration of needs analysis, pedagogical design, and AR feature specifications that are explicitly aligned with indicators of concept understanding. These findings indicate that contextually designed AR-based digital teaching materials can improve the cognitive and motivational aspects of elementary school mathematics learning.

Kata Kunci:

*Augmented Reality;
Conceptual Understanding;
Spatial Visualization;
Need-Based Instructional Design;
Primary Geometry Education*

Abstrak

Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika sekolah dasar memerlukan desain pedagogis yang sistematis agar efektif meningkatkan pemahaman konsep. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan serta menguji efektivitas bahan ajar digital berbasis Augmented Reality (AR) pada materi bangun ruang kelas VI sekolah dasar. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-eksperimen One-Group Pretest–Posttest terhadap 24 siswa. Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep, angket motivasi belajar model ARCS, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman konsep, dengan rata-rata skor meningkat dari 60,42 menjadi 83,17 dan nilai N-Gain sebesar 0,57 (kategori sedang). Uji Paired Sample t-test menunjukkan perbedaan signifikan antara pretest dan posttest ($p < 0,05$). Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator representasi visual, menunjukkan bahwa AR efektif memfasilitasi visualisasi spasial dan pemahaman relasi antar unsur bangun ruang. Motivasi belajar siswa berada pada kategori sangat baik. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis kebutuhan, desain pedagogis, dan spesifikasi fitur AR yang secara eksplisit diselaraskan dengan indikator pemahaman konsep. Temuan ini menunjukkan bahwa bahan ajar digital berbasis AR yang

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam dekade terakhir telah mendorong transformasi signifikan dalam praktik pendidikan dasar, khususnya melalui integrasi perangkat mobile, aplikasi interaktif, dan teknologi berbasis realitas campuran (Khaldy, 2025). Laporan Hajdin et al. (2025) dan Siboro et al. (2026) menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi digital berpotensi meningkatkan keterlibatan dan aksesibilitas pembelajaran, namun efektivitasnya sangat bergantung pada desain pedagogis yang tepat. Di sisi lain, laporan Wahyudi et al. (2024) menunjukkan bahwa integrasi teknologi di sekolah dasar masih menghadapi tantangan dalam hal kualitas desain pembelajaran dan kesesuaian dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa. Dalam konteks pendidikan matematika, kebutuhan akan media digital yang mampu memfasilitasi visualisasi konsep abstrak menjadi semakin mendesak, terutama pada materi geometri yang menuntut kemampuan spasial dan representasi mental.

Dalam konteks pendidikan matematika, berbagai studi terindeks Scopus periode 2022–2026 menekankan pentingnya visualisasi dalam memahami konsep abstrak (Shalihati et al., 2024; Septiani, 2024; Wibawa, 2024). Geometri, khususnya materi bangun ruang, menuntut kemampuan visualisasi spasial, rotasi mental, serta koordinasi antara representasi dua dimensi dan tiga dimensi. Penelitian oleh Fathonah et al. (2025), Mahardika (2024), dan Azzahra et al. (2025) menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi unsur bangun ruang (rusuk, sisi, titik sudut), memahami jaring-jaring, serta mengonstruksi representasi mental objek tiga dimensi. Studi internasional oleh Najamudin (2025) dan Suryaningsih (2025) juga menegaskan bahwa rendahnya kemampuan manipulasi spasial berkontribusi terhadap lemahnya pemahaman konseptual geometri.

Permasalahan tersebut diperparah oleh dominasi penggunaan media statis dalam buku teks dan pembelajaran konvensional. Visualisasi dua dimensi yang tidak interaktif cenderung menghasilkan pemahaman prosedural semata (Anggorowati et al., 2024; Purba et al., 2025). Padahal, teori konstruktivisme dan embodied cognition menekankan pentingnya pengalaman manipulatif dan interaktif dalam membangun konsep spasial secara bermakna (Komarudin., 2025; Diana et al., 2025).

Dalam kerangka tersebut, teknologi Augmented Reality (AR) menawarkan potensi pedagogis yang relevan. AR memungkinkan integrasi objek virtual tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara real-time dan interaktif. Meta-analisis terbaru yang diterbitkan pada jurnal bereputasi Scopus menunjukkan bahwa AR berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains dan matematika (Yunawati., 2024; Annida, 2024; Fadilla, 2025; Fatonah, 2026). Penelitian oleh Agil (2025) serta Hidajat (2025) mengungkapkan bahwa fitur manipulatif seperti rotasi, zoom, dan eksplorasi objek 3D membantu siswa membangun hubungan konseptual antarunsur bangun ruang secara lebih mendalam.

Seiring dengan kebutuhan tersebut, teknologi Augmented Reality (AR) menawarkan potensi pedagogis yang relevan. AR memungkinkan integrasi objek virtual tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara interaktif, sehingga dapat memperkaya pengalaman belajar dan mendukung konstruksi pengetahuan berbasis pengalaman (Harahap, 2025; Álvarez-Marín et

al., 2022). Dalam pembelajaran matematika, AR terbukti dapat meningkatkan visualisasi spasial, interaktivitas, dan motivasi belajar siswa karena siswa dapat memutar, memperbesar, dan mengeksplorasi objek secara langsung. Oleh karena itu, AR dipandang sebagai salah satu teknologi yang potensial untuk menjembatani kesenjangan antara representasi abstrak dan pengalaman konkret siswa sekolah dasar.

Secara empiris, beberapa penelitian terbaru (2022–2026) menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran geometri berdampak positif terhadap peningkatan hasil belajar dan motivasi siswa (Cetintav et al., 2023; Amores, 2022). Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada uji efektivitas penggunaan aplikasi yang telah tersedia, bukan pada proses analisis kebutuhan dan perancangan desain bahan ajar yang sistematis. Selain itu, penelitian seringkali menempatkan AR sebagai alat bantu teknologi semata, tanpa mengintegrasikannya secara eksplisit ke dalam desain pembelajaran yang mempertimbangkan karakteristik siswa sekolah dasar dan indikator pemahaman konsep. Pendekatan *need assessment* merupakan tahap krusial dalam model pengembangan instruksional modern untuk memastikan kesesuaian produk dengan konteks kurikulum, kesiapan infrastruktur, serta karakteristik kognitif dan motivasional siswa (Ridho et al, 2025; Mugara dan Ali et al., 2025).

State of the art menunjukkan bahwa kajian mengenai AR dalam pendidikan dasar cenderung terbagi menjadi dua arus utama: (1) studi eksperimental yang menguji pengaruh AR terhadap hasil belajar, dan (2) studi pengembangan produk berbasis model R&D. Meskipun demikian, masih terbatas penelitian yang secara khusus memfokuskan pada analisis kebutuhan pengguna (guru dan siswa) sebagai landasan konseptual dalam merancang bahan ajar digital berbasis AR pada materi bangun ruang. Pendekatan berbasis kebutuhan ini penting untuk memastikan kesesuaian desain dengan konteks kurikulum, kesiapan teknologi sekolah, serta aspek motivasional siswa.

Kesenjangan penelitian (*research gap*) terletak pada kurangnya kajian komprehensif yang mengintegrasikan analisis kebutuhan, perancangan desain pedagogis, dan spesifikasi fitur AR yang secara eksplisit diarahkan untuk meningkatkan kemampuan visualisasi spasial siswa kelas VI sekolah dasar. Selain itu, aspek motivasi belajar sebagai variabel pendukung visualisasi spasial belum banyak diintegrasikan dalam tahap perancangan desain bahan ajar. Dengan kata lain, meskipun AR telah terbukti potensial, belum tersedia kerangka desain berbasis kebutuhan yang sistematis dan kontekstual untuk materi bangun ruang di sekolah dasar.

Urgensi penelitian ini semakin relevan dalam konteks percepatan transformasi digital pendidikan pascapandemi, di mana sekolah dituntut mengoptimalkan penggunaan teknologi pembelajaran secara bermakna (Judijanto et al., 2025; Sedatiwara et al., 2023). Tanpa desain yang tepat, integrasi AR berisiko menjadi sekadar inovasi teknologi tanpa dampak pedagogis yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian yang berfokus pada analisis kebutuhan dan perancangan desain bahan ajar digital berbasis AR menjadi krusial untuk memastikan bahwa teknologi yang dikembangkan benar-benar mendukung pemahaman konsep dan meningkatkan motivasi belajar siswa.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi tiga aspek utama, yaitu: (1) analisis kebutuhan kontekstual guru dan siswa sekolah dasar pada materi bangun ruang; (2) perancangan desain bahan ajar digital berbasis AR yang berorientasi pada indikator pemahaman konsep; dan (3) eksplisitnya integrasi dimensi motivasi belajar dalam spesifikasi fitur dan alur interaksi AR. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada teknologi, tetapi juga

pada kesesuaian pedagogis dan karakteristik perkembangan kognitif siswa sekolah dasar, sehingga diharapkan menghasilkan blueprint desain yang aplikatif dan adaptif.

Berdasarkan paparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kebutuhan mendesak untuk merumuskan desain bahan ajar digital berbasis Augmented Reality yang didasarkan pada analisis kebutuhan yang komprehensif dan berorientasi pada peningkatan pemahaman konsep bangun ruang siswa sekolah dasar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan merancang desain bahan ajar digital berbasis AR pada materi bangun ruang kelas VI sekolah dasar sebagai landasan konseptual dan pedagogis bagi pengembangan implementasi selanjutnya. Rumusan masalah dan tujuan penelitian selanjutnya disusun untuk menjawab kebutuhan tersebut secara sistematis dan terukur. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoretis berupa kontribusi pada pengembangan literatur tentang desain bahan ajar digital berbasis AR dalam pembelajaran matematika sekolah dasar, khususnya pada materi bangun ruang yang memerlukan visualisasi spasial. Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi guru sebagai pedoman dalam merancang bahan ajar digital yang kontekstual dan sesuai kebutuhan siswa, bagi siswa sebagai pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna dalam memahami konsep bangun ruang, serta bagi peneliti selanjutnya sebagai referensi untuk mengembangkan bahan ajar digital berbasis AR pada materi atau jenjang pendidikan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-eksperimen, khususnya One-Group Pretest–Posttest Design. Desain ini dipilih karena penelitian melibatkan satu kelas tanpa kelompok kontrol, namun tetap memungkinkan pengukuran perubahan sebelum dan sesudah perlakuan (Karim et al., 2025).

Dalam desain ini, siswa diberikan pretest untuk mengukur pemahaman konsep bangun ruang sebelum perlakuan, kemudian diberikan pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis Augmented Reality (AR), dan selanjutnya dilakukan posttest untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep.

Secara skematis, desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

$$O_1 — X — O_2$$

Keterangan:

O_1 = Pretest

X = Perlakuan (pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis AR)

O_2 = Posttest

Partisipan dan Teknik Pemilihan

Partisipan penelitian terdiri atas 24 siswa kelas VI sekolah dasar dengan rentang usia 11–12 tahun. Seluruh siswa dalam kelas tersebut dijadikan sampel penelitian.

Teknik pemilihan sampel menggunakan purposive sampling, dengan pertimbangan:

1. Siswa telah mempelajari materi prasyarat geometri.
2. Materi bangun ruang diajarkan pada semester berjalan
3. Sekolah memiliki fasilitas pendukung penggunaan perangkat digital.

Teknik pemilihan partisipan menggunakan purposive sampling, dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut telah mempelajari materi bangun ruang dan menunjukkan variasi kemampuan akademik (tinggi, sedang, dan rendah). Guru kelas dipilih karena memiliki pengalaman mengajar matematika di sekolah dasar serta terlibat langsung dalam proses perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran.

Karakteristik siswa yang dianalisis meliputi tingkat pemahaman awal terhadap konsep bangun ruang, motivasi belajar matematika, serta pengalaman penggunaan media digital dalam pembelajaran.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa teknik berikut:

1. Tes Visualisasi Spasial

Instrumen utama berupa tes uraian dan pilihan ganda yang mengukur indikator pemahaman konsep bangun ruang, meliputi:

- a. *Mental Rotation*
- b. *Perspective taking*
- c. *Spatial transformation*

Tes diberikan sebelum (pretest) dan sesudah perlakuan (posttest).

2. Angket Motivasi Belajar

Angket menggunakan skala Likert 4 tingkat untuk mengukur aspek perhatian, relevansi, kepercayaan diri, dan kepuasan siswa dalam pembelajaran menggunakan AR.

3. Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Observasi dilakukan untuk memastikan perlakuan berjalan sesuai skenario pembelajaran yang dirancang.

4. Dokumentasi

Dokumentasi berupa perangkat pembelajaran, foto kegiatan, serta hasil pekerjaan siswa selama proses pembelajaran.

Teknik Analisis Data

1. Analisis Statistik Deskriptif

Digunakan untuk menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, skor minimum dan maksimum pretest dan posttest.

2. Uji Normalitas

Dilakukan untuk menentukan jenis uji statistik yang digunakan (Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk).

3. Uji Hipotesis

Jika data berdistribusi normal, digunakan uji Paired Sample t-test untuk mengetahui perbedaan signifikan antara skor pretest dan posttest. Jika tidak normal, digunakan uji Wilcoxon Signed Rank Test.

4. Perhitungan N-Gain

Untuk mengetahui tingkat peningkatan visualisasi spasial siswa, digunakan rumus N-Gain dengan kategori:

- a. Tinggi ($g > 0,7$)
- b. Sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$)
- c. Rendah ($g < 0,3$)
- d. Analisis Angket Motivasi

Data angket dianalisis menggunakan statistik deskriptif dalam bentuk persentase dan rata-rata skor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Results

Penelitian ini melibatkan 24 siswa kelas VI sekolah dasar yang mengikuti pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis Augmented Reality (AR) pada materi bangun ruang. Data diperoleh melalui tes visualisasi spasial (pretest–posttest), angket motivasi belajar, serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.

a. Peningkatan visualisasi spasial Bangun Ruang

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan adanya peningkatan yang jelas antara skor pretest dan posttest. Rata-rata skor pretest siswa sebesar 60,42 meningkat menjadi 83,17 pada posttest. Nilai minimum meningkat dari 45 menjadi 70, sedangkan nilai maksimum meningkat dari 75 menjadi 95. Standar deviasi yang lebih kecil pada posttest menunjukkan distribusi nilai yang lebih merata setelah perlakuan.

Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,57 yang berada pada kategori sedang. Distribusi peningkatan menunjukkan bahwa 25% siswa berada pada kategori tinggi, 58% kategori sedang, dan 17% kategori rendah. Data ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan visualisasi spasial setelah pembelajaran menggunakan AR.

Hasil uji Paired Sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara skor pretest dan posttest. Dengan demikian, penggunaan bahan ajar digital berbasis AR berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan visualisasi spasial bangun ruang siswa kelas VI.

Table 1. Statistik Deskriptif

Statistik	Pretest	Posttest
Jumlah Siswa	24	24
Nilai Minimum	45	70
Nilai Maksimum	75	95
Rata-rata	60,42	83,17
Standar Deviasi	8,12	6,45

Sumber: Data primer diolah menggunakan SPSS, 2025

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat adanya peningkatan rata-rata skor dari 60,42 menjadi 83,17. Nilai minimum dan maksimum juga mengalami peningkatan yang signifikan setelah perlakuan diberikan.

Perhitungan N-Gain

Rumus N-Gain:

$$G = \frac{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}$$

Hasil perhitungan menunjukkan rata N-Gain 0,57 dengan kategori sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$)

Table 2. Kategori Peningkatan

Kategori	Jumlah Siswa	Persentase
Tinggi ($g > 0,7$)	6	25%
Sedang ($0,3-0,7$)	14	58%
Rendah ($g < 0,3$)	4	17%

Sumber: Data primer diolah menggunakan SPSS, 2025

Sebagian besar siswa (58%) mengalami peningkatan pada kategori sedang, dan 25% berada pada kategori tinggi.

Uji Hipotesis (Paired Sample t-test)

Hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal ($Sig > 0,05$), sehingga digunakan uji Paired Sample t-test. Hasil uji t menunjukkan t hitung 12,48 dan Sig. (2-tailed) 0,000 ($< 0,05$). Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pretest dan posttest. Dengan demikian, pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis AR berpengaruh signifikan terhadap peningkatan visualisasi spasial bangun ruang siswa kelas VI.

b. Peningkatan Berdasarkan Indikator visualisasi spasial

Jika dianalisis per indikator, peningkatan paling tinggi terjadi pada kemampuan menggunakan representasi visual (jaring-jaring dan model 3D). Sebelum perlakuan, banyak siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan bentuk tiga dimensi dari gambar dua dimensi. Setelah menggunakan AR, siswa dapat mengamati objek bangun ruang secara interaktif, memutar model, serta mengidentifikasi unsur-unsurnya secara langsung.

Indikator penyelesaian masalah kontekstual juga mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya memahami konsep secara deklaratif, tetapi juga mampu menerapkannya dalam situasi masalah.

c. Motivasi Belajar Siswa

Hasil angket menunjukkan rata-rata skor motivasi sebesar 3,50 (kategori sangat baik). Aspek attention dan satisfaction memperoleh skor tertinggi, yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AR mampu menarik perhatian siswa dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan. Aspek relevance dan confidence juga berada pada kategori baik, yang mengindikasikan bahwa siswa merasa pembelajaran tersebut bermanfaat dan meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam memahami materi bangun ruang.

Table 3. Morivasi Belajar Siswa

Aspek (ARCS)	Rata-rata Skor	Kategori
Attention	3,58	Sangat baik
Relevance	3,46	Baik
Confidence	3,33	Baik
Satisfaction	3,62	Sangat baik
Rata-rata Total	3,50	Sangat baik

Sumber: Data primer hasil angket, 2025

Sebanyak 79% siswa menyatakan setuju dan sangat setuju bahwa pembelajaran menggunakan AR membuat mereka lebih tertarik dan memahami materi bangun ruang dengan lebih baik.

d. Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Observasi menunjukkan bahwa seluruh tahapan pembelajaran terlaksana sesuai rencana. Siswa aktif mengeksplorasi objek 3D, berdiskusi, serta menunjukkan antusiasme yang tinggi selama proses pembelajaran berlangsung. Guru juga mampu memfasilitasi interaksi dan membimbing siswa dalam mengoperasikan aplikasi AR secara efektif.

2. Discussion

Peningkatan visualisasi spasial bangun ruang yang signifikan menunjukkan bahwa integrasi AR dalam pembelajaran memberikan kontribusi kognitif yang nyata. Secara teoritis, hal ini dapat dijelaskan melalui pendekatan konstruktivisme, di mana siswa membangun pengetahuan melalui interaksi langsung dengan objek belajar. AR menyediakan pengalaman visual-spasial yang konkret, sehingga membantu siswa mengembangkan representasi mental terhadap bangun ruang.

Peningkatan yang paling menonjol pada indikator representasi visual menunjukkan bahwa AR efektif dalam menjembatani kesenjangan antara abstraksi matematis dan pengalaman konkret siswa. Sebelum penggunaan AR, siswa cenderung memahami konsep melalui hafalan jumlah sisi atau rumus volume. Setelah intervensi, siswa mampu mengidentifikasi hubungan antar unsur bangun ruang secara lebih mendalam karena mereka dapat melihat dan memanipulasi objek secara langsung.

Selain aspek kognitif, motivasi belajar yang berada pada kategori sangat baik menunjukkan adanya kontribusi afektif dari penggunaan AR. Ketertarikan dan kepuasan belajar yang tinggi berpotensi meningkatkan keterlibatan kognitif siswa. Hal ini memperkuat asumsi bahwa pembelajaran yang menarik secara visual dan interaktif dapat meningkatkan kualitas pemrosesan informasi.

Meskipun demikian, nilai N-Gain yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa efektivitas AR masih dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kesiapan siswa menggunakan teknologi, kualitas pendampingan guru, serta waktu pembelajaran yang tersedia. Dengan demikian, AR bukan satu-satunya faktor penentu keberhasilan, melainkan bagian dari sistem pembelajaran yang terintegrasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan ajar digital berbasis AR yang dirancang berdasarkan indikator visualisasi spasial dan kebutuhan siswa mampu meningkatkan hasil belajar secara signifikan. Temuan ini memperkuat pentingnya desain pedagogis yang sistematis dalam integrasi teknologi pendidikan di sekolah dasar.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan serta merancang dan menguji efektivitas bahan ajar digital berbasis Augmented Reality (AR) pada materi bangun ruang kelas VI sekolah dasar dalam meningkatkan visualisasi spasial siswa. Latar belakang penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami representasi tiga dimensi, hubungan antar unsur bangun ruang, serta penerapan konsep dalam konteks masalah. Kesenjangan tersebut mengindikasikan perlunya desain bahan ajar yang mampu memfasilitasi visualisasi spasial secara konkret dan interaktif. Melalui pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-eksperimen One-Group Pretest-Posttest terhadap 24 siswa, penelitian ini menemukan bahwa pembelajaran menggunakan bahan ajar digital berbasis AR secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang. Peningkatan tersebut berada pada kategori

sedang berdasarkan nilai N-Gain, dengan perbedaan skor pretest dan posttest yang signifikan secara statistik. Peningkatan paling menonjol terjadi pada indikator representasi visual, yang menunjukkan bahwa fitur interaktif AR efektif dalam membantu siswa membangun representasi mental terhadap objek tiga dimensi. Selain aspek kognitif, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa berada pada kategori sangat baik. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi AR tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga memperkuat keterlibatan dan pengalaman belajar siswa. Dengan demikian, efektivitas AR dalam pembelajaran tidak semata-mata terletak pada unsur teknologinya, melainkan pada desain pedagogis yang disusun berdasarkan analisis kebutuhan dan indikator pemahaman konsep yang jelas.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa bahan ajar digital berbasis Augmented Reality yang dirancang secara sistematis dan kontekstual mampu menjadi alternatif inovatif dalam pembelajaran matematika sekolah dasar, khususnya pada materi bangun ruang. Temuan ini memberikan implikasi bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan dasar perlu didasarkan pada desain pembelajaran yang terarah, bukan sekadar penggunaan teknologi sebagai alat bantu visual. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan kelompok kontrol dan jumlah sampel yang lebih besar guna memperkuat generalisasi temuan, serta mengkaji dampak jangka panjang penggunaan AR terhadap perkembangan kemampuan spasial dan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agil, A. M. (2025). *Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk meningkatkan pemahaman konsep bangun ruang di UPTD SMP Negeri 1 Parepare* (Doctoral dissertation, IAIN Parepare).
- Alvarez-Marín, A., & Velazquez-Iturbide, J. A. (2022). Augmented reality and engineering education: A systematic review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(6), 817–831. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3144356>
- Amores-Valencia, A., Burgos, D., & Branch-Bedoya, J. W. (2022). Influence of motivation and academic performance in the use of augmented reality in education: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 1011409. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1011409>
- Anggorowati, A. A. A., & Untari, R. S. (2024). Virtual reality as an interactive learning medium for perspective drawing. *JICTE (Journal of Information and Computer Technology Education)*, 8(2), 66–78. <https://doi.org/10.21070/jicte.v8i2.1661>
- Annida, L. P. (2024). *Meta-analisis model pembelajaran problem based learning terhadap hasil belajar selama dan setelah pandemi Covid-19* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Azzahra, S. S., & Jeujan, M. (2025). Analisis kemampuan spasial visual siswa sekolah dasar melalui instrumen pre-test dan post-test pada materi bangun ruang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (JIPDAS)*, 5(4), 4114–4222. <https://doi.org/10.37081/jipdas.v5i4.4237>
- Cetintav, G., & Yilmaz, R. (2023). The effect of augmented reality technology on middle school students' mathematic academic achievement, self-regulated learning skills, and motivation. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1483–1504. <https://doi.org/10.1177/07356331231176022>
- Diana, R., & Mahmudah, U. (2025). Engklek dan geometri dalam studi fenomenologi interaksi siswa kelas 3 SD dalam menjelajahi konsep spasial. *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, 5(2), 534–548. <https://doi.org/10.51574/jrip.v5i2.3211>

- Fadilla, F. H., Mumtaza, A., Fauzi, A., Afifi, M. W., & Resbiantoro, G. (2025). Pemetaan tren riset dan dampak pedagogis augmented reality dalam pembelajaran fisika: Analisis bibliometrik dan systematic literature review. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(4), 1046–1060. <https://doi.org/10.62491/njpi.2025.v5i4-16>
- Fathonah, A. A., & Purnomo, H. (2025). Analisis kesulitan peserta didik kelas V dalam memahami konsep bangun ruang di SD Muhammadiyah Nglatihan. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, 2(3), 125–132. <https://doi.org/10.62383/katalis.v2i3.2061>
- Fatonah, F., Juriah, J., & Siburian, J. (2026). Literatur review: Efektivitas model pembelajaran problem based learning dalam mengembangkan literasi sains dan higher order thinking skills (HOTS) peserta didik. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 16(1), 45–57. <https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.3625>
- Hajdin, G., Vukovac, D., & Remenar, D. (2025). Impact of digital educational content: A case study from primary school. In *2025 MIPRO 48th ICT and Electronics Convention*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/mipro65660.2025.11131968>
- Harahap, R. D., Judijanto, L., Hasibuan, L. R., & Sutrisno, S. (2025). *Aplikasi media pembelajaran berbasis augmented reality: Inovasi untuk mendukung pendekatan deep learning*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Hidajat, F. A. (2025). *Buku ajar: Media pembelajaran dan TIK berbasis aplikasi virtual untuk pembangunan pola berpikir kreatif*. CV Eureka Media Aksara.
- Judijanto, L., Santika, T., Nurjanah, N., Suwandi, W., Sulaeman, S., & Rais, R. D. A. (2025). *Transformasi pendidikan: Menghadapi era digital di ruang belajar*. PT Sonpedia Publishing Indonesia.
- Karim, P. A., & Wandini, R. R. (2024). Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan aplikasi Al-Qur'an berbasis Android dalam pembelajaran matematika. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 4613–4622. <https://doi.org/10.58230/27454312.1114>
- Khalidy, M. (2025). Virtual reality for early childhood education: A technology-driven approach to learning Arabic alphabets and numbers. *International Journal of Information and Education Technology*. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.8.2376>
- Komarudin, A. (2025). Integrasi augmented reality dalam pembelajaran matematika: Tinjauan teoretis pendekatan kognitif dan visualisasi spasial. *Jurnal Axioma: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 10(2), 26–36. <https://doi.org/10.56013/axi.v10i2.4298>
- Mahardika, A. A., Fauziyah, N., & Khikmiyah, F. (2024). Analisis representasi bangun ruang kubus oleh peserta didik. *JIIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(1), 1074–1080. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i1.3891>
- Mugara, R., & Ali, E. Y. (2025). *Kurikulum dan pembelajaran di pendidikan dasar: Teori, desain, strategi, dan implementasi kontekstual untuk abad 21*. Penerbit Widina.
- Najamuddin, N., Makmur, M., Sukmawati, S., & Nirfayanti, N. (2025). Peran augmented reality dalam meningkatkan pemahaman spasial siswa pada pembelajaran geometri: Kajian literatur. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(4), 2585–2599. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7620>
- Purba, S. G., Napitupulu, I. P., Hutasoit, J. B., Suyanti, R. D., & Pardosi, S. M. (2025). Integrasi media 3D Sketchfab dan alat peraga konvensional untuk meningkatkan pemahaman sistem pencernaan pada pembelajaran IPA. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(11). <https://doi.org/10.62281/dj9n0g89>
- Ridho, H., Asmara, A., Safarati, N., Mutoharoh, M., Marnita, M., Haryono, H., & Natadiwijaya, I. F. (2025). *Desain pembelajaran inovatif di perguruan tinggi*. Star Digital Publishing.

- Sedatiwara, R., Larasido, N., & Jabonata, F. (2023). Efektivitas pembelajaran daring di era pasca-pandemi: Studi literatur pada sekolah dasar di daerah 3T. *Jurnal Literasi Digital*, 3(3), 140–149. <https://doi.org/10.54065/jld.3.3.2023.597>
- Septiani, P. Y. F. (2024). Pembelajaran dengan etnomatematika dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika abstrak. *Inovasi Pendidikan*, 11(1). <https://doi.org/10.31869/ip.v11i1.5649>
- Shalihati, S. (2024). Enhancing the mathematical understanding of second grade students in madrasah ibtidaiyah (MI) through visualization using concrete tools: A literature study. *NUMBERS: Jurnal Pendidikan Matematika & IPA*, 2(3), 136–143.
- Siboro, G. A. F. P., et al. (2026). Dampak layanan infrastruktur digital terhadap efektivitas pembelajaran: Bukti dari sekolah menengah pertama di Pematangsiantar. *Young Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(1), 11–21.
- Suryaningsih, I. (2025). Model pembelajaran realistic mathematics education (RME) melalui aplikasi Cabri 3D terhadap pemahaman siswa pada materi geometri ruang. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(1), 74–80. <https://doi.org/10.46918/equals.v8i1.2767>
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-2). Alfabeta.
- Teng, F. (2022). Incidental L2 vocabulary learning from viewing captioned videos: Effects of learner-related factors. *System*, 105, 102736. <https://doi.org/10.1016/j.system.2022.102736>
- Teng, M. (2022). The effectiveness of multimedia input on vocabulary learning and retention. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 17, 738–754. <https://doi.org/10.1080/17501229.2022.2131791>
- Wahyudi, N. G., & Jatun, J. (2024). Integrasi teknologi dalam pendidikan: Tantangan dan peluang pembelajaran digital di sekolah dasar. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(4), 444–451. <https://doi.org/10.31004/irje.v4i4.1138>
- Wibawa, F. S., Nurhikmayati, I., & Kania, N. (2024). Cultural perspectives in geometry: Designing ethnomathematics-inspired educational tools for geometric thinking. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(3), 453–470. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i3.2276>
- Yunawati, S. (2024). *Studi meta-analisis pengaruh media pembelajaran berbasis digital terhadap hasil belajar fisika peserta didik* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).