

Pengembangan 3D-Geo AR Cards untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Sekolah Dasar

Andi Marshanawiah ^{1*}, Gamar Abdullah ², Meylan Saleh ³, Rifda Mardian Arif ⁴,
Liliernawati ⁵

Correspondensi Author

^{1, 2, 3, 4, 5} Jurusan Pendidikan
Guru Sekolah Dasar, Fakultas
Ilmu Pendidikan Universitas
Negeri Gorontalo, Indonesia
Email:
andimarshanawiah@ung.ac.id

Keywords :

Pengembangan; 3D-Geo AR
Cards ; Pemahaman Konsep
Matematis; Siswa Sekolah
Dasar, ADDIE

Abstrak. Pemahaman konsep geometri, khususnya bangun ruang, merupakan kompetensi dasar dalam pendidikan matematika di sekolah dasar. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan dalam topik ini karena sifatnya yang abstrak, sehingga menyebabkan hambatan dalam menguasai konsep matematika yang lebih kompleks di jenjang pendidikan berikutnya. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran inovatif yang dapat menyajikan konsep geometri secara lebih konkret dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan 3D-Geo AR Cards sebagai media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) guna meningkatkan pemahaman siswa sekolah dasar terhadap konsep geometri tiga dimensi. Melalui penggunaan 3D-Geo AR Cards, siswa dapat memvisualisasikan dan berinteraksi dengan objek geometri tiga dimensi sehingga lebih mudah memahami konsep tersebut. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil validasi menunjukkan skor 95% dari ahli materi (kategori "sangat layak") dan 97,5% dari ahli media (kategori "sangat layak"). Implementasi dilakukan pada 17 siswa, dengan respon guru memperoleh skor 97,5% dan respon siswa sebesar 92,23% (keduanya dalam kategori "sangat praktis"). Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep siswa dengan skor N-Gain sebesar 78% (kategori "efektif"). Temuan ini menunjukkan bahwa 3D-Geo AR Cards efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep geometri serta menegaskan potensi besar teknologi AR dalam memperkaya pengalaman belajar matematika di tingkat sekolah dasar.

Abstract. Understanding geometric concepts, particularly spatial figures, is a fundamental competency in elementary mathematics education. However, many students struggle with this topic due to its abstract nature, which can lead to difficulties in mastering more complex mathematical concepts in higher grades. Therefore, there is an urgent need for innovative learning media that can present geometric concepts in a more concrete and interactive way. This study aims to develop 3D-Geo AR Cards as a learning medium based on Augmented Reality (AR) to enhance elementary students' understanding of three-

dimensional geometry concepts. By using 3D-Geo AR Cards, students can visualize and interact with three-dimensional geometric objects, making it easier to comprehend the concepts. This research employed the ADDIE development model, consisting of five stages: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The validation results showed a 95% score for material experts ("very feasible") and 97.5% for media experts ("very feasible"). Implementation was carried out with 17 students, with teacher responses scoring 97.5% and student responses 92.23% ("very practical"). The evaluation results indicated a significant improvement in students' conceptual understanding, with an N-Gain score of 78% ("effective"). The findings demonstrate that 3D-Geo AR Cards are effective in improving students' understanding of geometry concepts and highlight the strong potential of AR technology to enrich mathematics learning experiences in elementary education.

*This work is licensed under a Creative Commons Attribution
4.0 International License*



Pendahuluan

Pendidikan matematika, khususnya pada tingkat sekolah dasar, memiliki peranan yang sangat vital dalam membangun pemahaman dasar terhadap konsep-konsep matematika yang lebih kompleks di masa depan (Yuliandari & Anggraini, 2021). Pada jenjang pendidikan dasar, pemahaman terhadap konsep dasar seperti geometri sangat krusial karena menjadi fondasi bagi penguasaan topik matematika yang lebih mendalam (Kurt-Birel et al., 2020). Geometri merupakan salah satu bagian penting dalam matematika yang sering kali menimbulkan kesulitan bagi siswa sekolah dasar karena sifatnya yang abstrak dan menuntut kemampuan dalam memahami konsep spasial (Marshanawiah et al., 2025).

Salah satu konsep yang paling sulit dikuasai oleh siswa adalah geometri bangun ruang yang memerlukan pemahaman tentang bentuk, ukuran, serta hubungan antarobjek dalam ruang tiga dimensi. Meskipun demikian, proses pengajaran geometri masih menghadapi berbagai tantangan dalam membantu siswa memahami konsep-konsep tersebut secara mendalam (Altintas et al., 2022). Riset sebelumnya menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep teoretis dengan penerapan nyata pada pembelajaran geometri (Juman et al., 2022). Salah satu penyebab utama permasalahan tersebut adalah keterbatasan pendekatan pengajaran tradisional yang masih berfokus pada metode pasif, seperti penjelasan verbal dan penggunaan gambar dua dimensi, sehingga belum mampu memberikan representasi yang jelas mengenai objek geometri dalam ruang tiga dimensi. Seiring dengan perkembangan teknologi, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality (AR)* hadir sebagai solusi yang memungkinkan visualisasi objek geometri secara interaktif dan lebih nyata (Munir et al., 2022).

Teknologi *Augmented Reality (AR)* memiliki potensi besar dalam mendukung pembelajaran, tetapi penerapannya di kelas masih tergolong terbatas. Berdasarkan pengamatan di SDN 75 Kota Tengah Kota Gorontalo, kegiatan pembelajaran masih didominasi oleh metode tradisional yang berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa serta kesulitan dalam memahami konsep geometri secara mendalam. Data sekolah menunjukkan bahwa hanya 45% siswa yang memenuhi kriteria ketuntasan minimum

dalam penguasaan materi geometri bangun ruang, menandakan adanya kesenjangan signifikan dalam proses pembelajaran. Penggunaan *AR* dalam pembelajaran geometri dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dengan menggabungkan objek virtual ke dalam konteks kehidupan nyata, memberikan kesempatan bagi siswa untuk memanipulasi dan berinteraksi secara langsung dengan objek geometri sehingga membantu mereka memahami sifat serta karakteristik bangun ruang secara lebih efektif (Siagian et al., 2022). Inovasi dalam penerapan teknologi ini diwujudkan melalui pengembangan *3D-Geo AR Cards*, yang memungkinkan siswa mempelajari bangun ruang dalam bentuk tiga dimensi melalui perangkat *AR*, sehingga memperjelas serta mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep geometri yang bersifat abstrak

Kemajuan teknologi telah mendorong penerapan *Augmented Reality (AR)* di berbagai bidang pendidikan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih menarik serta meningkatkan partisipasi aktif siswa. Teknologi ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berinteraksi secara langsung dengan objek virtual di lingkungan dunia nyata, sehingga memfasilitasi pembelajaran yang lebih visual dan mendalam. Dalam konteks pendidikan matematika, khususnya pada konsep geometri tiga dimensi (*3D*), *AR* memiliki kemampuan luar biasa dalam memperkuat pemahaman siswa terhadap bentuk dan ruang sebagai bagian fundamental dari matematika dasar. Sejumlah penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa penerapan *AR* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman, keterlibatan, serta keterampilan spasial dan visual siswa. Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa aplikasi *AR* dalam pembelajaran geometri membantu siswa memahami konsep *3D* secara lebih efektif karena mereka dapat memanipulasi serta mengeksplorasi bentuk secara langsung di ruang virtual, hal yang sulit dicapai melalui media tradisional seperti gambar atau model statis (Auliya & Munasiah, 2019). Temuan serupa juga dikemukakan yang menyatakan bahwa penggunaan *AR* mampu meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari konsep-konsep matematis yang abstrak melalui pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif (Çetintav & Yilmaz, 2023).

Pemanfaatan *AR* dalam berbagai disiplin ilmu telah menunjukkan hasil yang positif, tetapi penerapannya pada bidang pendidikan matematika di tingkat sekolah dasar, khususnya dalam pengajaran geometri tiga dimensi, masih terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terdapat potensi besar *AR* untuk membantu siswa memahami objek *3D*, implementasinya belum banyak dijumpai dalam konteks matematika dasar (Schutera et al, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan merancang pengembangan media pembelajaran berbasis *AR* yang dihubungkan dengan konsep geometri tiga dimensi, yaitu *3D-Geo AR Cards*, yang dikembangkan secara khusus untuk meningkatkan pemahaman matematis siswa sekolah dasar terhadap konsep-konsep geometri tiga dimensi. Studi yang dilakukan juga menegaskan bahwa penggunaan *AR* dapat meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari konsep-konsep matematis yang bersifat abstrak (Çetintav & Yilmaz, 2023). Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada aplikasi *AR* dalam bentuk perangkat lunak atau aplikasi digital tanpa melibatkan alat pembelajaran yang sederhana dan dapat diakses langsung oleh siswa di kelas.

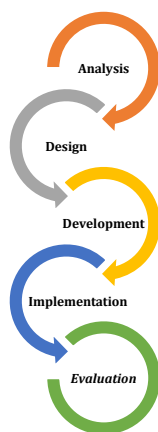
Penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih praktis dan mudah diimplementasikan melalui *3D-Geo AR Cards*, yang tidak hanya memanfaatkan teknologi *AR* tetapi juga menghadirkan media pembelajaran fisik yang dapat digunakan secara langsung di ruang kelas. Dengan pendekatan ini, siswa dapat berinteraksi langsung dengan objek geometri *3D* baik di dunia maya maupun nyata, sehingga memberikan

pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif dalam memahami konsep geometri yang kompleks. Kerangka teori penelitian ini berlandaskan pada teori perkembangan kognitif Piaget yang menjelaskan bahwa siswa pada tahap operasional konkret akan memperoleh manfaat terbesar dari pengalaman belajar yang melibatkan manipulasi langsung terhadap objek dan representasi visual dari konsep-konsep abstrak (Ahmad et al., 2016). Perspektif perkembangan ini menegaskan bahwa alat pembelajaran seperti *3D-Geo AR Cards* dapat sangat efektif membantu siswa muda mengembangkan pemahaman yang konkret terhadap konsep bangun ruang. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *3D-Geo AR Cards* yang dikembangkan untuk menjawab *gap* yang ada dalam pembelajaran matematika. Media ini tidak hanya memanfaatkan teknologi *Augmented Reality (AR)*, tetapi juga menyediakan alat pembelajaran yang dapat digunakan secara langsung oleh siswa di kelas. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada penggabungan elemen fisik dan digital dalam satu media pembelajaran, yang memungkinkan siswa berinteraksi dengan objek geometri 3D secara langsung dan intuitif melalui perangkat *AR*.

Penelitian ini mengembangkan dan menerapkan *3D-Geo AR Cards* untuk meningkatkan pemahaman siswa sekolah dasar terhadap konsep-konsep geometri tiga dimensi, yang diharapkan dapat memperbaiki kualitas pembelajaran matematika melalui pendekatan berbasis teknologi yang lebih interaktif dan praktis. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan dan menerapkan *3D-Geo AR Cards* dalam peningkatan pemahaman konsep matematis geometri siswa, khususnya pada materi bangun ruang. Penelitian ini juga mengevaluasi kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan penggunaan *3D-Geo AR Cards* dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap bangun ruang. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi dampak penggunaan media pembelajaran interaktif terhadap kinerja akademik siswa di bidang geometri (Putra & Rahmawati, 2022). Secara keseluruhan, penelitian ini berupaya memberikan solusi berbasis teknologi untuk memperbaiki mutu pendidikan matematika di tingkat sekolah dasar. Melalui pengembangan dan penerapan *3D-Geo AR Cards*, diharapkan tercipta pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dan membantu siswa menguasai konsep geometri yang kompleks secara efektif sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

Metode

Penelitian ini menggunakan model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi) sebagai metode penelitian untuk merancang dan mengembangkan *3D-Geo AR Cards* yang bertujuan untuk memperdalam pemahaman konsep matematika di kalangan siswa sekolah dasar.



Gambar 1. Tahap penelitian model pengembangan ADDIE

Model ADDIE dipilih karena sifatnya yang sistematis dan terstruktur, serta dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran yang efektif dan efisien. Subjek penelitian dalam studi ini melibatkan guru dan siswa kelas II di SDN 75 Kota Tengah Kota Gorontalo. Berikut penjelasan model pengembangan ADDIE dalam penelitian ini:

Analysis (Analisis)

Tahapan pertama model ADDIE adalah dengan melakukan analisis untuk mengidentifikasi kebutuhan dan masalah yang terdapat dalam kegiatan pembelajaran matematika di tingkat sekolah dasar. Pada fase ini, peneliti akan melakukan observasi langsung di lapangan dan mewawancarai guru untuk memahami kondisi pembelajaran matematika yang sedang dilaksanakan, serta menganalisis kurikulum yang berlaku. Analisis ini meliputi pemahaman terhadap materi yang diajarkan, kesulitan yang dihadapi siswa, serta evaluasi terhadap media pembelajaran yang telah diterapkan. Selain itu, pada tahap ini, peneliti juga akan melakukan identifikasi terhadap potensi penggunaan teknologi, khususnya teknologi *Augmented Reality (AR)*, yang dapat mendukung pembelajaran matematika. Pemilihan *3D-Geo AR Cards* didasari oleh kebutuhan untuk menyajikan materi geometri dalam format yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa, agar mereka dapat memahami konsep-konsep yang sulit dengan cara yang lebih visual dan menyenangkan.

Design (Perancangan)

Setelah tahap analisis, tahap selanjutnya adalah perancangan media pembelajaran. Pada tahap ini, peneliti akan merancang bentuk dan konten dari *3D-Geo AR Cards* yang akan dikembangkan. Proses perancangan ini mencakup pemilihan konsep matematika yang akan diajarkan, seperti bangun ruang, sifat-sifat geometri, dan hubungan antar dimensi, yang akan dijelaskan melalui kartu *AR* tersebut. Desain kartu ini akan disesuaikan dengan karakteristik siswa sekolah dasar, dengan memperhatikan aspek visual dan interaktivitas. Peneliti juga akan merancang elemen-elemen *AR*, yakni siswa dapat menggunakan perangkat mereka untuk memvisualisasikan objek geometri tiga dimensi secara langsung di lingkungan sekitar mereka. Dengan menggunakan aplikasi *AR*, siswa dapat menggerakkan, memutar, dan memperbesar objek-objek geometri, sehingga mampu menguasai konsep-konsep tersebut melalui pendekatan yang lebih intuitif.

Development (Pengembangan)

Tahapan selanjutnya yaitu fase pengembangan, peneliti melakukan proses pengembangan serta validasi *3D-Geo AR Cards* yang divalidasi oleh ahli materi dan media untuk memastikan kelayakannya sebagai media pembelajaran. Validasi ini dilakukan untuk menilai kualitas konten, desain dan presentasi teknis dari media pembelajaran.

Tabel 1. Kategori Penilaian Validasi oleh Ahli Materi dan Ahli Media

Interval Skor Rata-Rata (%)	Kategori
81-100	Sangat Layak
61-80	Layak
41-60	Cukup Layak
21-40	Kurang Layak
0-20	Tidak Layak

Tabel 1 menyajikan kategori penilaian validasi media pembelajaran oleh ahli materi dan ahli media yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan konten dan desain *3D-Geo AR Cards*. Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar pendidikan yang

diperlukan. Tabel 1 ini menunjukkan interval skor rata-rata yang digunakan untuk menilai kelayakan materi dan media pembelajaran berdasarkan persentase nilai yang diperoleh dari para ahli. Skor dengan interval 81-100% dianggap sebagai kategori "Sangat Layak", yang menunjukkan bahwa media dan materi tersebut sangat sesuai dan dapat diterapkan dalam pembelajaran geometri. Sementara itu, interval skor 61-80% menunjukkan kategori "Layak", yang menunjukkan bahwa media dan materi tersebut dapat diterima namun mungkin memerlukan sedikit perbaikan. Kategori "Cukup Layak" dan "Kurang Layak" diberikan kepada materi atau media yang perlu diperbaiki lebih lanjut agar dapat memenuhi kriteria kelayakan. Dari hasil validasi ini, terlihat bahwa baik materi maupun desain media mendapatkan skor tinggi, menunjukkan bahwa *3D-Geo AR Cards* sudah sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di kelas.

Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi adalah tahap penerapan dari *3D-Geo AR Cards* selama kegiatan pembelajaran di kelas. Pada tahap ini, kartu *AR* yang telah dikembangkan akan diujicobakan di sekolah dasar. Peneliti akan berkolaborasi dengan guru matematika dalam merancang rencana pembelajaran yang melibatkan penggunaan kartu *AR* dalam pengajaran geometri. Namun sebelum uji coba tersebut dilakukan terlebih dahulu pengambilan data pemahaman konsep matematis siswa (*pretest*). Selama implementasi, peneliti akan memantau pelaksanaan pembelajaran dan mengamati bagaimana siswa menggunakan kartu *AR* untuk memahami konsep-konsep matematika. Peneliti juga akan mengumpulkan data mengenai respons siswa dan guru terhadap penggunaan kartu *AR*, serta keefektifan kartu ini dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi geometri. Data yang didapatkan dari respon guru dan siswa ini akan dimanfaatkan untuk mengevaluasi kepraktisan media pembelajaran yang telah dikembangkan.

Tabel 2. Kategori Penilaian Angket Respon Guru dan Siswa

Interval Skor Rata-Rata (%)	Kategori
81-100	Sangat Praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup Praktis
21-40	Kurang Praktis
0-20	Tidak Praktis

Tabel 2 menyajikan kategori penilaian angket respon guru dan siswa terhadap kepraktisan penggunaan *3D-Geo AR Cards* sebagai media pembelajaran di kelas. Penilaian ini dilakukan untuk mengevaluasi seberapa efektif dan praktis media tersebut digunakan dalam pembelajaran geometri. Skor rata-rata yang diperoleh dari respon guru dan siswa dikelompokkan dalam beberapa kategori, yaitu "Sangat Praktis" (81-100%), "Praktis" (61-80%), "Cukup Praktis" (41-60%), dan "Tidak Praktis" (0-20%).

Evaluation (Evaluasi)

Tahap terakhir adalah evaluasi, yang bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efektif penggunaan *3D-Geo AR Cards* dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri matematis siswa. Peneliti akan melakukan evaluasi terhadap hasil pembelajaran dengan menggunakan *posttest* pasca pembelajaran dengan menggunakan media *3D-Geo AR Cards*. Evaluasi ini juga mencakup penilaian terhadap kualitas media pembelajaran, apakah kartu *AR* yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik, mendapatkan perhatian siswa, serta mendukung pemahaman yang lebih bermakna dari materi yang telah diajarkan. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan media pembelajaran untuk penelitian atau penggunaan di masa depan. Mengetahui

kategori besar peningkatan skor N-Gain, dapat merujuk pada kriteria Gain yang telah dinormalisasi dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. *Kategori Gain Ternormalisasi*

Skor N-Gain	Kategori
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq g < 0,30$	Rendah

Tabel 3 menyajikan kategori N-Gain yang digunakan untuk menilai efektivitas peningkatan pemahaman konsep geometri siswa setelah menggunakan *3D-Geo AR Cards*. Skor N-Gain dihitung untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi geometri bangun ruang meningkat, dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest*. Tabel ini mengklasifikasikan hasil N-Gain dalam empat kategori: "Tinggi" ($0,70 \leq g \leq 1,00$), "Sedang" ($0,30 \leq g < 0,70$), "Rendah" ($0,00 \leq g < 0,30$), dan "Tidak Efektif" ($< 0,40$). Selanjutnya untuk menentukan tingkat keefektifan penerapan intervensi, dapat merujuk pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. *Kategori Penentuan Tingkat Keefektifan*

% Skor N-Gain	Kategori
< 40	Tidak Efektif
$40 - 55$	Kurang Efektif
$56 - 75$	Cukup Efektif
≥ 76	Efektif

Tabel 4 menyajikan kategori penentuan tingkat keefektifan berdasarkan skor N-Gain yang telah dihitung pada tahap evaluasi. Tabel ini digunakan untuk mengklasifikasikan efektivitas pembelajaran yang diterapkan menggunakan *3D-Geo AR Cards*. Berdasarkan skor N-Gain, efektivitas pembelajaran dikategorikan menjadi empat tingkat: "Tidak Efektif" (skor N-Gain $< 40\%$), "Kurang Efektif" ($40\% \leq \text{N-Gain} < 55\%$), "Cukup Efektif" ($56\% \leq \text{N-Gain} < 75\%$), dan "Efektif" ($\text{N-Gain} \geq 76\%$). Dalam penelitian ini, skor N-Gain yang diperoleh adalah 78%, yang tergolong dalam kategori "Efektif".

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *3D-Geo AR Cards* yang dapat meningkatkan pemahaman matematika siswa, khususnya dalam memahami konsep geometri yang sering dianggap sulit. Fokus penelitian ini tidak hanya pada pengembangan media, tetapi juga pada peningkatan pengalaman belajar siswa. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam metode pengajaran matematika di sekolah dasar. Dengan demikian teknologi digital memiliki potensi untuk memperbaiki kualitas pendidikan melalui pendekatan yang lebih menyenangkan dan interaktif. Penggunaan *AR* dalam pendidikan dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih efektif dengan memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan langsung (Koparanet al., 2023).

Hasil dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *3D-Geo AR Cards* sebagai alat bantu pembelajaran sehingga pemahaman siswa sekolah dasar mengenai konsep-konsep geometri dapat meningkat, terutama pada materi bangun ruang. Penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang mencakup lima tahap, yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.

Analysis (Analisis)

Tahap analisis pada penelitian ini dengan mengidentifikasi kebutuhan siswa sekolah dasar dalam pemahaman konsep-konsep geometri, khususnya bangun ruang. Peneliti melakukan pengamatan di kelas untuk menggali kondisi pembelajaran yang berlangsung, mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi siswa, serta menganalisis kurikulum yang diterapkan. Pada tahap Analisis, penelitian ini mengevaluasi kebutuhan pembelajaran geometri bangun ruang di SDN 75 Kota Tengah Kota Gorontalo. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan guru, ditemukan bahwa pengajaran geometri di sekolah tersebut lebih banyak mengandalkan metode tradisional, seperti ceramah dan gambar datar. Selain itu, hasil dari tahap analisis ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa mengalami kesulitan memahami geometri tiga dimensi karena keterbatasan media pembelajaran yang digunakan. Akibatnya, hal ini mempengaruhi rendahnya keterlibatan siswa selama pembelajaran dan kesulitan mereka memahami konsep-konsep geometri dalam ruang tiga dimensi.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa hanya 45% siswa yang memenuhi kriteria kelulusan minimum dalam penguasaan geometri bangun ruang. Peneliti juga mengidentifikasi bahwa teknologi *Augmented Reality (AR)* bisa digunakan sebagai solusi untuk menyajikan materi secara interaktif dan menyenangkan. Potensi *AR* sebagai media pembelajaran untuk geometri adalah dapat memvisualisasikan objek 3D yang memungkinkan siswa untuk lebih mudah memahami sifat dan karakteristik bangun ruang. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak dalam pengembangan media pembelajaran yang lebih menarik serta interaktif, yang mampu memperdalam pemahaman siswa terhadap geometri, khususnya bangun ruang.

Design (Perancangan)

Tahap desain berfokus pada perancangan media pembelajaran *3D-Geo AR Cards*. Berdasarkan hasil analisis, kartu *AR* dirancang dengan elemen-elemen visual yang sesuai dengan karakteristik kebutuhan siswa sekolah dasar. Desain kartu ini melibatkan elemen interaktif, seperti kemampuan untuk memanipulasi objek 3D, yang memungkinkan siswa untuk memutar, memperbesar, dan mengeksplorasi bentuk bangun ruang. Selain itu, aplikasi *AR* yang digunakan akan dirancang agar mudah diakses dan dipahami oleh siswa. Pada tahap ini, juga dilakukan pemilihan konten geometri yang akan disajikan dalam kartu, seperti bentuk bangun ruang dan hubungan antar dimensi. Desain ini mempertimbangkan tujuan untuk membuat pembelajaran lebih intuitif, menarik, dan sesuai dengan perkembangan kognitif siswa.

Pada tahap Desain, peneliti mendesain serta mengembangkan *3D-Geo AR Cards* yang bertujuan untuk membantu siswa memahami bangun ruang melalui pengalaman belajar interaktif yang menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)*. Desain kartu ini melibatkan gambar bangun ruang dan *barcode* untuk menampilkan visualisasi 3D dari bangun ruang tersebut. Media ini dirancang dengan warna-warna menarik dan visualisasi sehingga siswa dimungkinkan dapat belajar secara menyenangkan yang akan mendorong partisipasi aktif. *3D-Geo AR Cards* diharapkan dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dengan memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan mengamati objek geometri tiga dimensi. Secara keseluruhan, *3D-Geo AR Cards* dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep geometri, terutama bangun ruang, melalui pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan menyenangkan. Tabel 5 menyajikan rincian desain media *3D-Geo AR Cards* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Tampilan Depan dan Belakang 3D-Geo AR Cards

Tabel 5 menyajikan rincian desain media *3D-Geo AR Cards* yang digunakan dalam penelitian ini. Tabel ini menginformasikan tentang komponen-komponen utama yang terdapat pada kartu AR, yaitu tampilan depan dan belakang, serta bahan yang digunakan untuk memproduksi kartu tersebut. Tampilan depan kartu mencakup informasi yang berkaitan dengan bangun ruang yang diajarkan, sementara tampilan belakang mencakup elemen-elemen tambahan yang mendukung interaktivitas dengan teknologi *Augmented Reality*. Kartu AR ini dirancang menggunakan bahan *art paper* 310 gram dengan ukuran 7 x 10 cm untuk memastikan ketahanan dan kemudahan penggunaan di tangan siswa. Desain yang jelas dan sederhana ini bertujuan agar siswa dapat dengan mudah memahami konsep-konsep geometri tiga dimensi dengan memanfaatkan visualisasi 3D melalui perangkat AR. Rincian desain ini menunjukkan bahwa kartu AR dibuat dengan memperhatikan kenyamanan penggunaan siswa serta memastikan bahwa setiap komponen mendukung pengalaman pembelajaran yang efektif dan interaktif.

Development (Pengembangan)

Tahap Pengembangan, *3D-Geo AR Cards* divalidasi oleh ahli materi dan media untuk menjamin kesesuaiannya sebagai media pembelajaran. Validasi ini dilakukan untuk menilai kualitas konten, desain, dan presentasi teknis dari media pembelajaran. Umpan balik dari ahli materi dan media menunjukkan hasil yang sangat positif. Ahli materi memberikan skor 95% terhadap kelayakan konten, sementara ahli media memberikan skor 97,5% terhadap aspek teknis dan desain, mengkategorikan media sebagai “sangat layak” untuk digunakan dalam pengajaran geometri bangun ruang.

Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi melibatkan penerapan *3D-Geo AR Cards* di kelas. Peneliti berkolaborasi dengan guru matematika untuk mengintegrasikan penggunaan kartu AR dalam pembelajaran geometri. Selama implementasi, peneliti memantau penggunaan media ini oleh siswa, mengamati interaksi mereka dengan objek AR, serta mengumpulkan data tentang respons siswa maupun guru terhadap media tersebut. Pada tahap Implementasi, uji coba terbatas dilakukan di SDN 75 Kota Tengah Kota Gorontalo dengan melibatkan 17 siswa kelas II. Sebelum uji coba, peneliti memberikan evaluasi *pretest* kemampuan pemahaman konsep matematis terlebih dahulu kepada siswa kelas II dengan memperoleh skor rata-rata *pretest* siswa adalah 55. Selanjutnya dilakukan uji coba yang bertujuan untuk menilai kepraktisan media *3D-Geo AR Cards* dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap geometri. Umpan balik dari guru dan siswa selama proses pembelajaran menunjukkan hasil yang sangat positif. Guru memberikan skor 97,5% dengan kategori “sangat praktis” terhadap kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran, sementara siswa memberikan skor 92,23% dengan kategori “sangat praktis”, mengindikasikan bahwa media ini diterima dengan baik dan efektif dalam menarik perhatian serta meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran geometri.

Evaluation (Evaluasi)

Tahapan Evaluasi yaitu siswa diukur pemahaman mereka terhadap geometri bangun ruang setelah menggunakan *3D-Geo AR Cards*. Hasil evaluasi *posttest* menunjukkan bahwa mayoritas siswa dapat menguasai materi dengan baik. Hasil evaluasi *posttest* menunjukkan skor rata-rata *posttest* siswa adalah 90. Adapun skor *N-Gain* yang diperoleh adalah 0,78 yang termasuk dalam kategori “tinggi” serta persentase *N-Gain* yaitu 78% dengan kategori “efektif”. Hal tersebut menegaskan bahwa media *3D-Geo AR Cards* efektif dalam meningkatkan pemahaman serta kemampuan siswa dalam menguasai konsep-konsep geometri bangun ruang.

Pembahasan

Penelitian ini memiliki fokus utama mengembangkan serta mengevaluasi kelayakan, Penelitian ini berfokus pada pengembangan serta evaluasi kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas *3D-Geo AR Cards* sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep geometri siswa sekolah dasar, khususnya pada materi bangun ruang. Proses pengembangan media ini didasarkan pada model ADDIE yang meliputi tahapan Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Setiap tahapan memiliki peran penting dalam memastikan bahwa media yang dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan siswa serta mendukung proses pembelajaran secara efektif (Rahmandhani & Utami, 2022). Tahap analisis menunjukkan bahwa pengajaran geometri di SDN 75 Kota Tengah Kota Gorontalo menghadapi tantangan signifikan, terutama dalam membantu siswa memahami bangun ruang tiga dimensi.

Penggunaan metode pembelajaran konvensional seperti gambar datar dan penjelasan verbal terbukti kurang efektif dalam menggambarkan objek tiga dimensi secara jelas (Schwan & Papenmeier, 2017). Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menekankan pentingnya penggunaan alat pembelajaran yang lebih interaktif dan visual guna meningkatkan partisipasi siswa serta memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep matematika yang kompleks (Uwineza et al., 2023). Pengembangan *3D-Geo AR Cards* dilakukan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan menyediakan visualisasi objek geometri tiga dimensi yang lebih nyata dan mudah dipahami oleh siswa. Tahap desain melibatkan pembuatan kartu AR menggunakan aplikasi dan perangkat lunak yang memungkinkan visualisasi objek tiga dimensi secara interaktif. Desain ini menonjolkan aspek visual yang menarik dengan elemen interaktif yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk memanipulasi objek geometri. Pendekatan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa desain visual yang menarik dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap materi (Sadiq, 2022). Desain kartu juga mempertimbangkan karakteristik siswa sekolah dasar dengan ukuran yang sesuai dan instruksi yang mudah dipahami.

Tahap pengembangan menghasilkan validasi oleh ahli materi dan media dengan kategori sangat layak, masing-masing memperoleh skor 95% untuk kelayakan materi dan 97,5% untuk desain media. Skor tersebut menunjukkan bahwa *3D-Geo AR Cards* layak digunakan dalam pembelajaran geometri di tingkat sekolah dasar. Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian yang menegaskan pentingnya validasi oleh ahli untuk memastikan kualitas produk pendidikan (Velychko et al., 2022). Pengujian awal terhadap prototipe kartu juga menunjukkan bahwa media ini berfungsi dengan baik dalam menyampaikan konsep-konsep geometri serta mampu menarik minat siswa untuk lebih terlibat dalam proses pembelajaran. Tahap implementasi menunjukkan hasil positif berdasarkan uji coba di kelas. Siswa terlihat antusias dan aktif saat menggunakan kartu

AR dalam mempelajari konsep geometri, terutama bangun ruang. Kuesioner yang diberikan kepada guru dan siswa menunjukkan hasil tinggi, dengan guru memberikan skor 97,5% dan siswa memberikan skor 92,23%. Temuan ini memperlihatkan bahwa 3D-Geo AR Cards sangat praktis serta diterima dengan baik dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa selama pembelajaran geometri, sejalan dengan penelitian yang menekankan pentingnya partisipasi aktif siswa dalam proses belajar (Japutra et al., 2021).

Tahap evaluasi memperlihatkan bahwa hasil posttest menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep geometri siswa setelah menggunakan 3D-Geo AR Cards. Rata-rata skor posttest meningkat dari 55 pada pretest menjadi 90. Skor N-Gain sebesar 0,78 berada pada kategori tinggi, dengan persentase N-Gain sebesar 78% dalam kategori efektif, yang menunjukkan bahwa penggunaan 3D-Geo AR Cards efektif dalam meningkatkan pemahaman matematis siswa pada materi geometri bangun ruang. Hasil ini selaras dengan penelitian yang menegaskan efektivitas alat pembelajaran berbasis pengalaman langsung dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap matematika (Qurohman et al., 2022). Penelitian ini juga sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang mengungkapkan dampak positif penggunaan media pembelajaran berbasis AR dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa selama proses belajar matematika. Studi yang dilakukan oleh Thamrongrat dan Law (2019) menunjukkan bahwa aplikasi AR mempermudah siswa dalam memahami konsep geometri tiga dimensi karena mereka dapat berinteraksi langsung dengan objek-objek tersebut. Penelitian ini berkontribusi terhadap pengayaan literatur dengan mengembangkan media AR yang secara khusus dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap geometri, yang sebelumnya masih terbatas pada konteks pendidikan matematika dasar.

Keberhasilan pengembangan dan evaluasi *3D-Geo AR Cards* memberikan implikasi penting bagi pengajaran dan pembelajaran geometri di sekolah dasar. Media ini dapat dimanfaatkan sebagai pelengkap yang efektif untuk metode pengajaran tradisional, memperkaya pengalaman belajar siswa metode yang lebih interaktif dan menyenangkan. Penelitian ini juga menyarankan bahwa mengintegrasikan teknologi AR dalam pembelajaran geometri dapat membantu siswa dalam mengatasi kesulitan yang mereka hadapi terhadap pemahaman konsep-konsep yang abstrak. *3D-Geo AR Cards* selain terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis geometri siswa, juga mampu mengatasi tantangan dalam pengajaran geometri di sekolah dasar.

Konsep bangun ruang yang seringkali sulit dipahami dapat disajikan secara lebih nyata dan interaktif melalui penggunaan teknologi *Augmented Reality*. Guru juga merasa terbantu dalam menyampaikan materi dengan memanfaatkan alat yang visual dan dapat dimanipulasi oleh siswa secara langsung. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan berupa pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang relevan dan inovatif untuk sekolah dasar. *3D-Geo AR Cards* diharapkan menjadi inspirasi bagi pendidik untuk merancang alat bantu belajar yang sederhana namun efektif, yang selaras dengan penelitian sebelumnya berupa penggunaan media pembelajaran yang inovatif dan berbasis teknologi dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di tingkat sekolah dasar.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan mengembangkan serta menguji efektivitas *3D-Geo AR Cards* sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa sekolah dasar terhadap konsep geometri bangun ruang. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa setelah menggunakan *3D-Geo AR Cards*.

Data kuantitatif memperlihatkan skor *N-Gain* sebesar 78% yang termasuk dalam kategori efektif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media ini mampu meningkatkan pemahaman siswa secara substansial setelah proses pembelajaran. Respon guru yang mencapai 97,5% dengan kategori sangat praktis serta respon siswa sebesar 92,23% dengan kategori sangat praktis menunjukkan bahwa *3D-Geo AR Cards* diterima dengan baik dan dinilai efektif serta mudah digunakan dalam pembelajaran geometri.

Tujuan penelitian untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality (AR)* dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika, khususnya geometri, dapat terkonfirmasi. Penggunaan *AR* dalam pembelajaran geometri terbukti meningkatkan keterlibatan siswa serta mempermudah pemahaman terhadap materi yang sulit dijelaskan melalui metode konvensional. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang relatif kecil, yaitu 17 siswa dari satu sekolah dasar, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan lebih banyak sekolah dan peserta didik dari berbagai latar belakang agar temuan yang dihasilkan memiliki jangkauan yang lebih luas dan representatif.

Daftar Pustaka

- Ahmad, S., Hussain, C. A., Batool, A., Sittar, K., & Malik, M. (2016). Play and cognitive development: Formal operational perspective of Piaget's theory. *Journal of Educational Practice*.
- Altintas, E., İlğün, Ş., & Angay, M. (2022). The opinions of primary school mathematics teachers on the teaching of geometry lesson. *Artvin Çoruh University International Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.22466/acusbd.1101910>
- Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2019). Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1318(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012069>
- Çetintav, 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*. <https://doi.org/10.1177/07356331231176022>
- Japutra, A., Wang, S., & Li, T. (2021). The influence of self-congruence and relationship quality on student educational involvement. *Journal of Marketing for Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/08841241.2021.1884928>
- Juman, Z. A. M. S., Mathavan, M., Ambegedara, A. S., & Udagedara, I. G. (2022). Difficulties in learning geometry component in mathematics and active-based learning methods to overcome the difficulties. *Shanlax International Journal of Education*. <https://doi.org/10.34293/education.v10i2.4299>
- Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 101245. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101245>
- Kurt-Birel, G., Deniz, S., & Önel, F. (2020). Analysis of primary school teachers' knowledge of geometry. *International Electronic Journal of Elementary Education*. <https://doi.org/10.26822/IEJEE.2020459459>

- Marshanawiah, A., Abdullah, G., Saleh, M., Nurfadiah, & Arif, R. M. (2025). Transformasi pembelajaran geometri dan pengukuran melalui gamifikasi: Meningkatkan kreativitas, logika dan minat belajar siswa sekolah dasar. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 7(2), 74–81. <https://doi.org/10.33506/pjcs.v7i2.4626>
- Munir, N. P., Anas, A., Suryani, L., & Munir, F. S. (2022). The practicality of geometry learning media based on augmented reality. *Al-Khwarizmi Journal of Mathematics and Science Education*. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v9i2.2241>
- Putra, A., & Rahmawati, Y. (2022). Development of interactive mathematics learning media on geometry material. *Brillo Journal*. <https://doi.org/10.56773/bj.v2i1.27>
- Qurohman, M. T., Sungkar, M. S., & Abidin, T. (2020, August 28). Improvement of students' ability with mathematics learning innovation based on handphone technology. *Proceedings of the 3rd Annual Symposium on Social Sciences and Humanities (ASSEHR)*. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.200827.116>
- Rahmandhani, H. N., & Utami, E. (2022). Comparative analysis of ADDIE and ASSURE models in designing learning media applications. *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies*. <https://doi.org/10.30983/educative.v7i2.6005>
- Sadiq, B. J. (2022). Visual materials and their impact on students' achievement during virtual learning. *Proceedings of the 2nd International Multi-Disciplinary Conference: Integrated Sciences and Technologies (IMDC-IST 2021)*. <https://doi.org/10.4108/eai.7-9-2021.2314784>
- Schutera, S., Schnierle, M., & Wu, M. (2021). On the potential of augmented reality for mathematics teaching with the application cleARmaths. *Educational Sciences*, 11(8), 368. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11080368>
- Schwan, S., & Papenmeier, F. (2017). Learning from animations: From 2D to 3D? In *Multimedia Learning Research Series*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56204-9_2
- Siagian, A., Richardo, R., & Riyanto, S. (2022). Utilizing AR for 3D geometry object visualization. *Proceedings of the International Conferences on Networking, Information Systems & Security (NISS)*.
- Thamrongrat, P., & Law, E. L.-C. (2019). Design and evaluation of an augmented reality app for learning geometric shapes in 3D. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1_20
- Uwineza, I., Uworwabayeho, A., & Yokoyama, K. (2023). Grade-3 learners' performance and conceptual understanding development in technology-enhanced teaching with interactive mathematics software. *European Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.759>
- Velychko, O., Gordiyenko, T., & Salceanu, A. (2022, October 20). Group expert evaluation of the quality criteria of educational program in field of measuring technology. *EPE Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/EPE56121.2022.9959082>
- Yuliandari, R. N., & Anggraini, D. M. (2021). Teaching for understanding mathematics in primary school. *Proceedings of the 6th International Conference on Social Sciences and Humanities (ASSEHR)*. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.210421.007>