BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan dasar merupakan fase fundamental dalam membangun kemampuan berpikir logis dan analitis anak. Pada jenjang SD/MI, salah satu kompetensi matematika yang perlu dikuasai siswa adalah pengenalan konsep bangun ruang, meliputi kubus, balok, prisma, limas, tabung, kerucut, dan bola. Namun, konsep bangun ruang sering dianggap sulit karena bersifat abstrak dan menuntut kemampuan visualisasi spasial yang memadai. Kesulitan tersebut selaras dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa SD/MI yang berada pada tahap operasional konkret, sehingga pemahaman konsep akan lebih mudah terbentuk melalui pengalaman belajar yang melibatkan objek konkret atau representasi yang mendekati konkret.[1]

Kegiatan belajar mengajar matematika masih banyak didominasi media konvensional dua dimensi, seperti LKS dan papan tulis. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kesulitan memahami bentuk tiga dimensi secara utuh, terutama hubungan antara sisi, rusuk, dan titik sudut. Akibatnya, siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep dasar geometri ruang. Pembelajaran yang terlalu verbal dan berpusat pada guru juga membatasi keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan melalui eksplorasi dan

[1] D A Wijayanti and T Wulandari, "Analisis Kesulitan Siswa Dalam Pembelajaran Geometri Ruang Di Sekolah Dasar," *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 5, no. 3 (2021): 2567–77.

manipulasi objek.[23]

Data PISA menunjukkan bahwa kemampuan literasi matematika siswa Indonesia masih perlu ditingkatkan, termasuk pada soal yang menuntut penalaran, pemodelan, dan interpretasi representasi matematis. Dalam konteks geometri, kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran bangun ruang perlu memberi ruang lebih besar bagi visualisasi, eksplorasi, dan representasi konkret agar kemampuan spasial siswa dapat berkembang secara optimal.[4]

Tantangan pembelajaran matematika di sekolah pedesaan cenderung lebih kompleks dibandingkan sekolah perkotaan. Madrasah ibtidaiyah di daerah pedesaan umumnya memiliki keterbatasan dalam penyediaan media pembelajaran modern, sehingga guru lebih banyak mengandalkan media sederhana berbahan kertas, kardus, atau alat peraga yang tersedia di sekolah.[5]

Kondisi serupa ditemukan di MI Miftahul Qulub Tawar, Kecamatan Gondang, Kabupaten Mojokerto. Hasil observasi peneliti pada November 2025 menunjukkan bahwa pembelajaran bangun ruang masih memanfaatkan media dua dimensi, gambar pada kertas karton, potongan kardus, dan alat peraga plastik yang digunakan berulang setiap tahun. Guru juga mendorong siswa membuat alat peraga sendiri dari kertas atau kardus karena belum terdapat anggaran

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

[2] N K Rahmawati, T Prasetyo, and M Firdaus, "Analisis Kesulitan Siswa Sekolah Dasar Dalam Memahami Konsep Geometri Ruang," *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia* 7, no. 1 (2022): 23–32.
[3] H Nurhikmah and F Febrian, "Penerapan Teori Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar," *Indonesian Journal of Educational Studies* 26, no. 1 (2023): 78–91.
[4] OECD, *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education* (OECD Publishing, 2023). , https://doi.org/10.1787/53f23881-en
[5] M S Hidayat and W Susiloningsih, "Studi Kondisi Pembelajaran Matematika Di Madrasah Ibtidaiyah Daerah Pedesaan Jawa Timur," *Jurnal Pendidikan Dasar Islam* 8, no. 1 (2021): 45–58.

khusus untuk pengadaan media bangun ruang yang lebih variatif. Kondisi ini menunjukkan perlunya media pembelajaran yang lebih konkret, menarik, dan tetap realistis digunakan dalam keterbatasan sarana sekolah.[6]

Perkembangan teknologi digital membuka peluang untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih interaktif. Salah satu teknologi yang relevan adalah Augmented Reality (AR), yaitu teknologi yang menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata melalui perangkat digital. AR memungkinkan siswa mengamati model bangun ruang tiga dimensi melalui smartphone atau tablet, memutar objek, memperbesar atau memperkecil tampilan, serta mengeksplorasi objek dari berbagai sudut pandang. Dalam penelitian ini, media SIAR dikembangkan sebagai aplikasi AR berbasis marker, sehingga objek 3D muncul ketika kamera perangkat memindai marker yang telah disediakan.[7]

Pemanfaatan AR dalam pembelajaran geometri memiliki potensi untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa. Hal ini terjadi karena AR menghadirkan visualisasi tiga dimensi yang lebih dekat dengan pengalaman konkret. Dalam pembelajaran bangun ruang, siswa tidak hanya menerima penjelasan verbal, tetapi juga dapat mengamati bentuk dan unsur bangun ruang secara lebih jelas melalui representasi visual yang interaktif.[8][9]

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

---

[6] Bu Dita Gusti Novila, S.Pd., wawancara dengan penulis, 5 November 2025, pukul 10.00 WIB.
[7] M Akçayır and G Akçayır, "Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education: A Systematic Review of the Literature," *Educational Research Review* 20 (2017): 1–11. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002
[8] J Garzón and J Acevedo, "Meta-Analysis of the Impact of Augmented Reality on Students' Learning Gains," *Educational Research Review* 27 (2019): 244–60. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001
[9] Y Chen, Q Wang, and H Tang, "The Effectiveness of Augmented Reality in Elementary Geometry Education: An Experimental Study," *Educational Technology Research and*

AR juga mendukung pembelajaran multimodal karena menggabungkan aspek visual, audio, dan interaksi pengguna. Objek virtual yang ditampilkan dapat diperlakukan seperti benda nyata, sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih kaya daripada hanya melihat gambar pada buku atau papan tulis.[10]

Selain berdampak pada pemahaman jangka pendek, pembelajaran berbasis AR berpotensi membantu retensi pengetahuan karena siswa memperoleh pengalaman visual yang lebih bermakna. Pengalaman ini penting dalam materi geometri ruang karena siswa perlu membangun hubungan antara bentuk, unsur, dan rumus bangun ruang secara konseptual.[11][12]

Dalam pembelajaran bangun ruang, AR dapat mendukung experiential learning dan discovery learning. Siswa dapat mengamati jaring-jaring kubus, memahami hubungan luas permukaan dengan jumlah sisi, serta melihat perubahan volume ketika ukuran bangun dimodifikasi. Proses eksploratif tersebut mendorong siswa menemukan pola matematika secara mandiri dan melatih penalaran logis.

Tantangan utama penerapan teknologi pembelajaran digital di daerah pedesaan adalah keterbatasan akses internet yang stabil dan biaya kuota. Kondisi ini menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan desain produk agar media

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

Development 71, no. 3 (2023): 891–912.

[10] Samala, A. D., Novalia, R., & Tun, H. M. “Multimodal Analysis of Augmented Reality in Basic Programming Course.” JAETS, 6 (1), 2024.

[11] E S Wahyuni and E S Pramukantoro, “Pengaruh Augmented Reality Terhadap Retensi Jangka Panjang Pemahaman Geometri Siswa Sekolah Dasar,” *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia* 14, no. 1 (2024): 78–94.

[12] S. Nurwijaya and M. I. Sukaria, "Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Geometri: Dampak Pada Spasial Reasoning Siswa," Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika (2025)

yang dikembangkan tidak bergantung pada koneksi internet saat digunakan dalam pembelajaran.[1314]

Berdasarkan pertimbangan tersebut, aplikasi SIAR dirancang agar dapat digunakan secara offline setelah proses instalasi. Seluruh konten pembelajaran, model 3D, audio, dan data pendukung disimpan pada perangkat, sehingga media dapat digunakan di sekolah maupun di rumah tanpa membutuhkan koneksi internet secara terus-menerus.[15]

Karakteristik offline tersebut menjadikan SIAR relevan untuk konteks MI Miftahul Qulub Tawar. Media yang tidak bergantung pada jaringan internet dapat mengurangi hambatan penggunaan teknologi, terutama bagi sekolah dan keluarga yang memiliki keterbatasan akses digital.[16]

Dengan demikian, pengembangan media AR offline diposisikan sebagai solusi yang sesuai dengan kebutuhan lokal, bukan sekadar mengikuti tren teknologi. Keunggulan utama yang diharapkan adalah kemudahan akses, fleksibilitas penggunaan, dan dukungan visualisasi konsep bangun ruang secara konkret.[17]

Media AR dapat membantu siswa mengamati bentuk, ukuran, proporsi,

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

---

[13] Badan Pusat Statistik, *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2024* (BPS, 2024). https://www.bps.go.id/id

[14] P.P. Bachtiar, R.A. Diningrat, and A.Z.D. Kusuma, "Ekonomi Digital untuk Siapa," Smeru Research Institute, 2020

[15] M Alkhattabi, "Augmented Reality as E-Learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption," *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 16, no. 3 (2021): 85–99. https://doi.org/10.3991/ijet.v16i03.14943

[16] M Safitri and H Hartono, "Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Offline Untuk Pembelajaran Matematika Di Daerah Dengan Akses Internet Terbatas," *Kreano: Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif* 14, no. 1 (2023): 112–26.

[17] A Nugroho, S Widodo, and H Pramono, "Komparasi Efektivitas Augmented Reality Online Dan Offline Dalam Pembelajaran Geometri Di Sekolah Pedesaan," *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains* 12, no. 2 (2024): 89–104.

serta struktur bangun ruang dari berbagai sudut pandang. Fitur memperbesar, memperkecil, memutar, dan menampilkan jaring-jaring bangun ruang memungkinkan siswa memahami konsep yang sebelumnya hanya dijelaskan melalui gambar dua dimensi.

Sejalan dengan kebijakan Merdeka Belajar, media pembelajaran berbasis AR mendukung pembelajaran yang aktif, interaktif, berpusat pada siswa, dan berbasis kompetensi. Teknologi ini memberi kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi objek geometri secara mandiri, belajar sesuai kecepatan masing-masing, dan memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna.[18]

Meski demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait penerapan AR pada pembelajaran matematika di madrasah ibtidaiyah, terutama di wilayah pedesaan. Sebagian media AR yang telah dikembangkan belum sepenuhnya menyesuaikan desain antarmuka, bahasa instruksi, dan konten dengan karakteristik siswa SD/MI. Oleh karena itu, diperlukan media yang sederhana, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran bangun ruang kelas V.[19]

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif SIAR berbasis Augmented Reality pada materi bangun ruang kelas V di MI Miftahul Qulub Tawar. Produk yang dikembangkan berupa aplikasi Android berbasis marker yang dapat digunakan secara offline, dilengkapi materi, visualisasi objek tiga dimensi, dan

[18] Kebudayaan Kementerian Pendidikan Riset, dan Teknologi, *Panduan Pengembangan Kurikulum Merdeka* (Kemendikbudristek, 2022). https://www.kemdikbud.go.id/
[19] D Rohendi and Y Wihardi, "Prinsip Desain User Interface Aplikasi Pembelajaran Untuk Anak Sekolah Dasar," *Jurnal Reka Integra* 11, no. 1 (2023): 56–68.

panduan penggunaan bagi guru serta siswa.

B. Rumusan Masalah

Sebagaimana pemaparan latar belakang, maka rumusan masalah yang didapat yaitu:

1. Bagaimana proses pengembangan dan spesifikasi produk media pembelajaran interaktif SIAR berbasis AR pada materi bangun ruang kelas V di MI Miftahul Qulub Tawar?
2. Bagaimana tingkat validitas media pembelajaran interaktif SIAR berbasis *AR* pada materi bangun ruang kelas V menurut para ahli?
3. Bagaimana tingkat kepraktisan media pembelajaran interaktif SIAR berbasis *AR* dalam pembelajaran bangun ruang kelas V di MI Miftahul Qulub berdasarkan penilaian guru dan siswa?
4. Bagaimana tingkat efektivitas media pembelajaran interaktif SIAR berbasis *AR* pada materi bangun ruang terhadap hasil belajar siswa kelas V di MI Miftahul Qulub?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dan pengembangan yang hendak dicapai meliputi:

1. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan serta menghasilkan spesifikasi produk media pembelajaran interaktif SIAR berbasis AR pada materi bangun ruang kelas V di MI Miftahul Qulub Tawar.
2. Untuk mengetahui tingkat validitas media pembelajaran interaktif SIAR berbasis AR pada materi bangun ruang kelas V berdasarkan penilaian para ahli.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

3. Untuk mengetahui tingkatan kepraktisan media pembelajaran interaktif SIAR berbasis *AR* dalam pembelajaran bangun ruang kelas V di MI Miftahul Qulub berdasarkan penilaian guru dan siswa.
4. Untuk mengetahui tingkat efektivitas media pembelajaran interaktif SIAR berbasis AR pada materi bangun ruang terhadap hasil belajar siswa kelas V di MI Miftahul Qulub Tawar.

D. Spesifikasi Produk yang diharapkan

Produk yang dikembangkan ini yaitu aplikasi mobile pembelajaran berbasis AR untuk pengenalan bangun ruang pada siswa kelas V Madrasah Ibtidaiyah. Aplikasi ini dirancang khusus untuk dapat beroperasi secara *offline* tanpa memerlukan koneksi internet setelah instalasi awal, sehingga dapat digunakan dengan fleksibel baik di sekolah ataupun di rumah oleh siswa di daerah pedesaan dengan keterbatasan akses internet.

Aplikasi AR ini memungkinkan siswa mengeksplorasi model 3D bangun ruang dengan interaktif melalui perangkat Android. Dengan teknologi AR berbasis marker, objek 3D ditampilkan saat kamera memindai marker, serta dapat diputar 360°, diperbesar, dan diperkecil. Produk ini dirancang sesuai CP, TP, dan ATP Kurikulum Merdeka mata pelajaran Matematika elemen Geometri kelas V MI, dengan tujuan meningkatkan pemahaman konsep, visualisasi spasial, dan hasil belajar siswa.

1. Platform dan Kompatibilitas

   Aplikasi dikembangkan untuk platform Android dengan dukungan minimum Android 7.0 (Nougat, API Level 24) dan berjalan optimal pada

Android 9.0 (Pie, API Level 28) ke atas. Perangkat yang digunakan minimal memiliki RAM 2 GB, ruang penyimpanan tersedia 500 MB, prosesor quad-core 1.4 GHz, serta dukungan OpenGL ES 3.0 untuk rendering 3D. Selain itu, perangkat perlu dilengkapi kamera minimal 5 MP dengan autofocus, sensor accelerometer dan gyroscope, serta layar beresolusi minimal 720 × 1280 piksel. Aplikasi dapat dijalankan secara offline penuh setelah instalasi, dengan seluruh proses rendering 3D dan tracking AR dilakukan langsung pada perangkat. Ukuran aplikasi dibatasi maksimal 150 MB dengan total penggunaan penyimpanan setelah instalasi hingga 450 MB. Fitur Teknis AR

2. . AR Tracking dan Visualization

Fitur teknis AR pada aplikasi meliputi kemampuan tracking dan visualisasi objek secara stabil melalui deteksi marker dan persistent tracking sehingga objek tetap berada pada posisi yang sama meskipun kamera bergerak. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek 3D melalui gesture swipe untuk memutar objek 360° dan pinch gesture untuk memperbesar atau memperkecil ukuran objek. Selain itu, aplikasi menyediakan visualisasi lanjutan berupa wireframe mode untuk menampilkan kerangka bangun ruang, termasuk jaring-jaring, rusuk, sisi, dan titik sudut, serta fitur net unfolding yang memungkinkan animasi pembukaan bangun ruang menjadi jaring-jaring 3D.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

E. Manfaat Pengembangan

Melalui penelitian pengembangan ini, diharapkan diperoleh manfaat teoretis dan praktis yang mendukung pengembangan media pembelajaran matematika berbasis teknologi.

1. Manfaat Teoritis

   Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian tentang pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Augmented Reality, khususnya pada materi bangun ruang di kelas V SD/MI.

2. Manfaat Praktis

   Secara praktis, produk SIAR diharapkan dapat dimanfaatkan oleh sekolah, guru, siswa, dan peneliti lain sebagai salah satu alternatif media pembelajaran matematika.

   a. Bagi Lembaga Pendidikan

      Hasil pengembangan ini dapat menjadi rujukan bagi lembaga pendidikan dalam menyediakan media pembelajaran yang lebih inovatif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

      1) Media SIAR dapat mendukung peningkatan kualitas proses pembelajaran matematika melalui pemanfaatan teknologi yang sederhana dan mudah diakses.
      2) Produk ini dapat menjadi salah satu contoh praktik baik penggunaan media digital di madrasah ibtidaiyah, terutama pada sekolah dengan keterbatasan alat peraga.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

3) Penggunaan media digital berpotensi mengurangi ketergantungan pada alat peraga fisik yang mudah rusak atau memerlukan ruang penyimpanan besar.
4) Aplikasi dapat dikembangkan lebih lanjut untuk materi atau kelas lain sesuai kebutuhan sekolah.
5) Penggunaan produk ini dapat mendorong peningkatan kompetensi digital guru dalam merancang dan menggunakan media pembelajaran.
6) Produk ini juga dapat menjadi tahap awal penguatan ekosistem pembelajaran digital di sekolah.

b. Bagi Guru

1) Media SIAR membantu guru menjelaskan konsep bangun ruang secara lebih konkret melalui visualisasi objek tiga dimensi.
2) Media ini dapat menghemat waktu persiapan pembelajaran karena beberapa representasi bangun ruang tersedia dalam satu aplikasi.
3) Penggunaan SIAR dapat mendukung pengembangan kompetensi digital guru, terutama dalam memanfaatkan teknologi AR secara pedagogis.
4) Media yang menarik dan mudah digunakan dapat membantu guru meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran matematika.

c. Bagi Siswa

1) Siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret melalui visualisasi 3D yang dapat diamati dari berbagai sudut pandang.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

2) Siswa terbantu dalam mengingat konsep karena materi disajikan melalui pengalaman visual dan interaktif.
3) Media ini mendukung pengembangan penalaran spasial dan kemampuan menghubungkan representasi dua dimensi dengan tiga dimensi.
4) Tampilan visual dan aktivitas eksplorasi pada media dapat meningkatkan motivasi serta rasa ingin tahu siswa terhadap materi bangun ruang.
5) Pembelajaran yang lebih konkret dapat membantu mengurangi kecemasan siswa ketika mempelajari konsep geometri yang abstrak.
6) Aplikasi dapat digunakan kembali sebagai sarana belajar mandiri dengan pendampingan guru atau orang tua.
7) Akses offline memungkinkan siswa belajar dengan lebih fleksibel tanpa bergantung pada koneksi internet.
8) Penggunaan media ini juga dapat mendukung literasi digital, berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan pengelolaan diri siswa.

d. Bagi Peneliti Lain

1) Model dan Kerangka Kerja yang Fleksibel

Penelitian ini dapat menjadi rujukan model pengembangan aplikasi AR edukatif, terutama terkait desain antarmuka sederhana dan konten yang sesuai dengan karakteristik siswa SD/MI.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM

2) Metodologi Penelitian dan Pengembangan (R&D)

   Penelitian ini memberikan contoh penerapan pendekatan R&D dengan model ADDIE yang mencakup analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi produk.

3) Referensi dan Sitasi Ilmiah

   Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan kajian pustaka untuk penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi.

4) Kolaborasi dan Jejaring Akademik

   Penelitian ini membuka peluang kolaborasi lanjutan dalam pengembangan media AR untuk materi, jenjang, atau konteks sekolah yang berbeda.

5) Produk yang Siap Digunakan

   Produk SIAR dapat dimanfaatkan sebagai dasar penelitian komparatif, eksperimen, atau pengembangan lanjutan dengan desain uji coba yang lebih luas.

6) Analisis Kesenjangan untuk Penelitian Masa Depan

   Keterbatasan produk pada perangkat Android, penggunaan marker, materi bangun ruang, dan subjek kelas V dapat menjadi dasar penelitian lanjutan.

UNIVERSITAS KH. ABDUL CHALIM