

Design of Augmented Reality Application as an Interactive Educational Tool for Learning Spatial Building

Perancangan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Alat Edukasi Interaktif Untuk Pembelajaran Bangun Ruang

Mochammad Hisyam Syah Ramadhan, Hindarto*, Mochamad Alfian Rosid, Suprianto

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hindarto@umsida.ac.id

Abstract. *Augmented Reality (AR) technology is starting to be widely used in the education sector to increase the effectiveness of learning, including in spatial geometry material. This research designs an AR application based on Unity 3D and Vuforia SDK, to help Sidoklumpuk Elementary School students understand the concept of three-dimensional space interactively. The research uses the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method which includes the stages of concept, design, material collection, manufacture, testing and distribution. The trial results show that the designed application can improve students' understanding of shapes, volume formulas and surface areas of geometric figures. The application is also equipped with a Mini Quiz feature to test student understanding directly.*

Keywords – *Augmented Reality, Build Space, Unity 3D, Multimedia Development Life Cycle*

Abstrak. *Teknologi Augmented Reality (AR) mulai banyak digunakan dalam bidang pendidikan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, termasuk dalam materi geometri bangun ruang. Penelitian ini merancang aplikasi AR berbasis Unity 3D, untuk membantu siswa SDN Sidoklumpuk dalam memahami konsep bangun ruang tiga dimensi secara interaktif. Penelitian menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang meliputi tahapan konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap bentuk, rumus volume, dan luas permukaan bangun ruang. Aplikasi juga dilengkapi dengan fitur Mini Quiz untuk menguji pemahaman siswa secara langsung.*

Kata Kunci – *Augmented Reality, Bangun Ruang, Unity 3D, Multimedia Development Life Cycle*

I. PENDAHULUAN

Proses belajar dalam bidang pendidikan adalah pada teknologi baru. Salah satu teknologi adalah augmented reality (AR) mulai diterapkan dalam dunia pendidikan. Teknologi ini berpotensi membantu dan mengurangi beban pendidikan dengan menyediakan metode penyampaian pembelajaran yang sederhana dan efektif. Teknologi augmented reality membuat pengalaman belajar menjadi lebih mendalam bagi siswa, dibandingkan dengan penggunaan buku atau modul secara tradisional [1]. Dalam pembelajaran matematika, khususnya yang berkaitan dengan bangun ruang, materi yang diajarkan biasanya menggunakan gambar dua dimensi yang terdapat pada buku teks atau modul ajar. Namun media tersebut mempunyai keterbatasan dalam memberikan pengalaman visual yang cukup kepada siswa untuk memahami bentuk dan sifat bangun ruang. Untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, teknologi AR memberikan solusi menarik [2]. Dengan memanfaatkan AR, siswa dapat lebih mudah memahami animasi 3D selain mempelajari materi. Aplikasi animasi dapat dibuat menggunakan Blender, sedangkan aplikasi AR dikembangkan menggunakan Unity 3D dan Vuforia SDK [3].

Salah satu yang dapat diterapkan pada sekolah dasar yaitu penggunaan teknologi pembelajaran AR yang lebih nyaman dan dinamis. Teknologi AR dapat diakses melalui perangkat seluler kapan saja, membantu guru menyampaikan materi secara visual dan memungkinkan siswa belajar sendiri. Pembelajaran menggunakan AR tidak hanya menampilkan objek 3D dengan jelas tetapi juga meningkatkan interaktivitas dan menjadikan pengalaman belajar lebih menyenangkan [4].

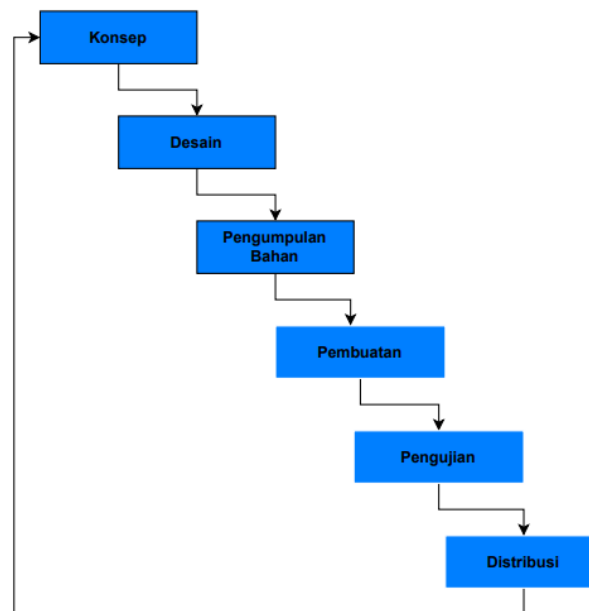
Bangun ruang merupakan salah satu topik dalam pelajaran matematika. Setiap jenis bangun ruang memiliki bentuk, serta rumus luas dan volume yang berbeda-beda. Hal ini seringkali membuat siswa kurang tertarik untuk

mempelajarinya karena merasa kesulitan dalam memahami bentuk dari masing-masing bangun ruang secara jelas [5]. Permasalahan ini terjadi pada sekolah dasar SDN Sidoklumpuk. Seringkali guru kesulitan menjelaskan materi bangun ruang karena terbatasnya alat peraga fisik yang mereka miliki. Selain itu, siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk tiga dimensi seperti kubus, balok, bola, tabung, dan kerucut dalam pelajaran matematika sehingga menghambat pemahaman mereka tentang volume dan luas permukaan. Penggunaan aplikasi augmented reality di SDN Sidoklumpuk diharapkan dapat meningkatkan pembelajaran siswa dengan menjadikannya lebih interaktif dan mudah dipahami [6].

II. METODE PENELITIAN

2.1 Metode MDLC

Untuk merancang aplikasi AR bangun ruang yang inovatif, perlu menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Proses perancangan melibatkan serangkaian langkah desain dan implementasi yang terstruktur. Metode ini mencakup enam tahapan, yaitu konsep, desain, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, distribusi. Berikut adalah Gambar 1. Diagram Metode MDLC yang menyajikan detail tahap perancangan sistem yang menjadi fondasi dari aplikasi ini [7].



Gambar 1. Diagram Metode MDLC

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk merancang aplikasi dalam penelitian ini terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

Perangkat Keras

- a. Laptop / Komputer
- b. Mouse Eksternal
- c. Keyboard Eksternal
- d. Smartphone/Tablet Android

Perangkat Lunak

- a. Unity 3D
- b. Vuforia SDK
- c. Blender
- d. Visual Studio Code

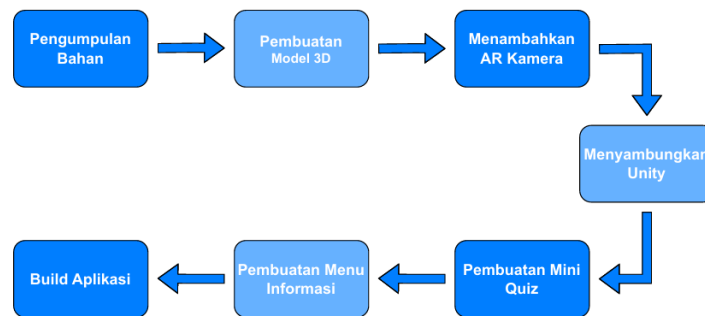
Bahan Pendukung

- a. Gambar Marker
- b. Materi Bangun Ruang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep

Dalam tahapan konsep metode MDLC ini merupakan langkah awal dalam siklus MDLC yang menentukan tujuan aplikasi ini dibuat [8]. Berikut adalah Gambar 2. Konsep Pembuatan Aplikasi yang menjelaskan konsep aplikasi ini.



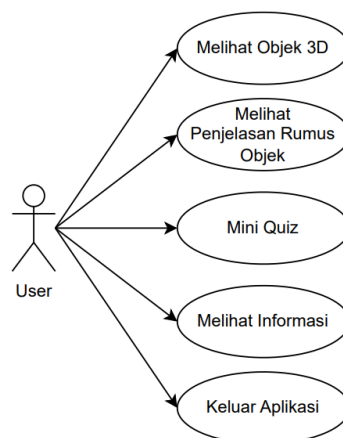
Gambar 2. Konsep Pembuatan Aplikasi

3.2 Desain

Pada tahapan desain merupakan proses perancangan aplikasi yang dilakukan menggunakan UML, yang terdiri dari diagram use case yang menggambarkan hubungan antara user dan sistem. serta flowchart yang menunjukkan alur logika proses dalam aplikasi. Selain itu, tahapan ini juga mencakup perancangan elemen visual seperti desain marker yang akan digunakan sebagai penanda dalam aplikasi berbasis AR, serta pembuatan objek 3D yang akan ditampilkan dalam aplikasi [9].

3.2.1 Diagram Use Case

Use case merupakan gambaran interaksi atau komunikasi antara sistem dengan aktor, yang mencakup pertukaran pesan serta rangkaian tindakan yang dilakukan sistem guna mencapai tujuan tertentu. Dengan kata lain, use case merepresentasikan fungsi-fungsi yang seharusnya dimiliki dan dijalankan oleh sebuah sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada gambar dibawah merupakan gambaran interaksi antara pengguna, dimana pengguna dapat mengakses aplikasi, yaitu pengguna dapat melihat objek bangun ruang 3D, melihat penjelasan rumus, mengakses fitur mini quiz, dan melihat informasi pada aplikasi [10]. Berikut Gambar 3. Diagram Use Case.

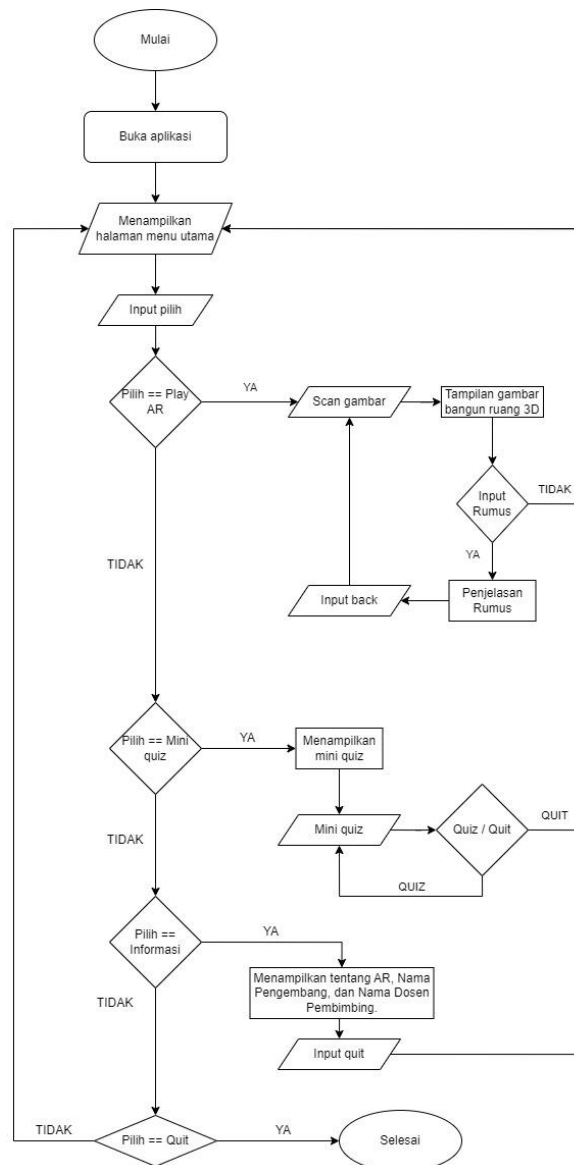


Gambar 3. Diagram Use Case

3.2.1 Flowchart

Flowchart merupakan representasi grafis dari suatu proses yang menggambarkan langkah-langkah secara berurutan menggunakan simbol-simbol standard. Untuk memvisualisasikan alur kerja suatu sistem maka diperlukan

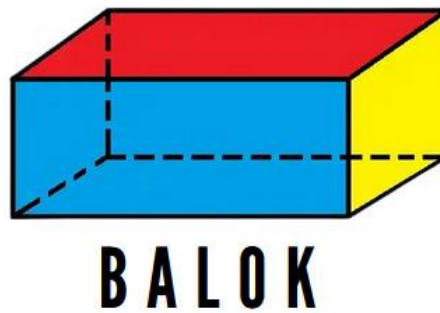
desain flowchart, sehingga mempermudah pemahaman terhadap suatu proses yang sedang dijalankan. Berikut adalah Gambar 4. Flowchart Aplikasi AR [11].



Gambar 4. Flowchart Aplikasi AR

3.2.3 Desain Marker

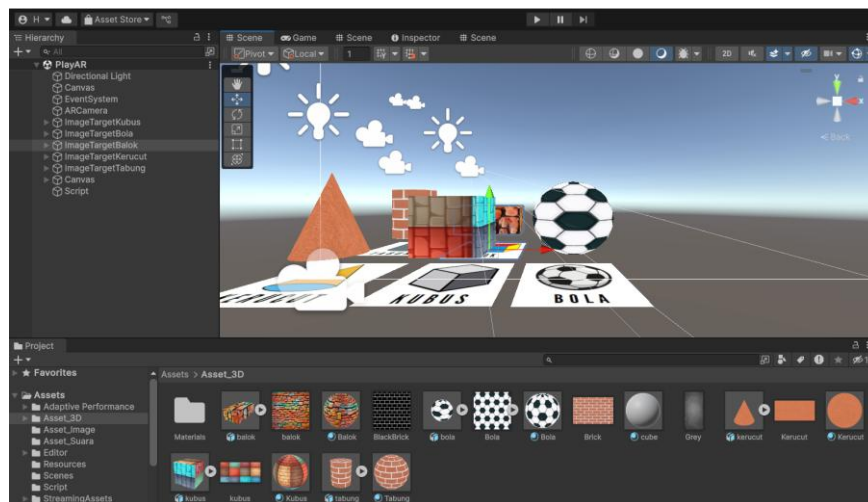
Marker yang digunakan berupa gambar atau stiker sebagai penanda visual. Dalam aplikasi ini, tersedia lima marker yang masing-masing merepresentasikan satu jenis bangun ruang. Berikut ditampilkan salah satu contoh marker yang digunakan dalam aplikasi media pembelajaran bangun ruang berbasis AR. Berikut adalah Gambar 5. Desain Marker Balok.



Gambar 5. Desain Marker Balok

3.2.4 Objek 3D

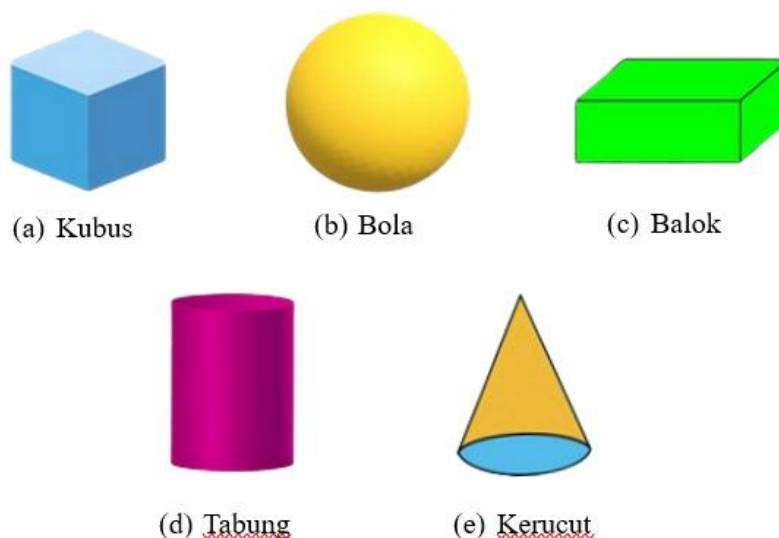
Dalam penelitian ini, model objek 3D dibuat menggunakan blender yang memiliki bentuk geometris sederhana. Setelah itu, objek diekspor dari blender dalam format fbx dan kemudian diimpor ke dalam unity untuk digunakan dalam aplikasi. Berikut adalah Gambar 6. Model 3D Bangun Ruang hasil pemodelan objek 3D yang telah dimasukkan ke dalam Unity [12].



Gambar 6. Model 3D Bangun Ruang

3.3 Pengumpulan Bahan

Pada tampilan halaman utama diperlukan beberapa bahan seperti objek bangun ruang dan desain button yang digunakan pada halaman utama aplikasi AR. Berikut Gambar 7. Desain Button Bangun Ruang.





Gambar 7. Desain Button Bangun Ruang

3.4 Pembuatan

Tahap pembuatan aplikasi merupakan proses implementasi dari desain yang telah dirancang sebelumnya ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan. Proses ini meliputi pembuatan berbagai tampilan atau antarmuka pengguna, seperti halaman utama yang berfungsi sebagai pusat navigasi dan menghubungkan seluruh fitur dalam aplikasi, termasuk tombol play AR, mini quiz, informasi, dan keluar. Tahap pembuatan mencakup proses pengembangan augmented reality menggunakan platform Unity, pengkodean sistem dengan bahasa pemrograman C#, berikut hasil keseluruhan yang dirancang menggunakan unity dengan dukungan objek 3d yang telah dipersiapkan sebelumnya [13].

3.4.1 Halaman Utama

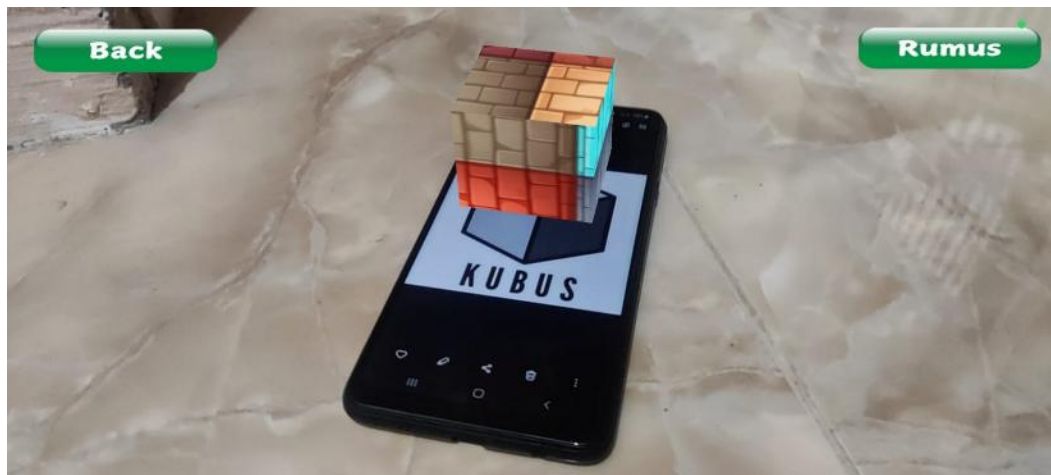
Tampilan halaman home merupakan halaman utama pada aplikasi AR, dikarenakan halaman ini menghubungkan semua menu pada aplikasi. Pada halaman ini terdapat nama aplikasi dan beberapa tombol seperti play AR, mini quiz, informasi, dan keluar. Tombol play AR digunakan untuk mengakses halaman yang berisi materi dan objek 3D mengenai bangun ruang. Tombol mini quiz digunakan untuk mengakses halaman yang berisi soal pada quiz. Tombol informasi untuk memperlihatkan informasi singkat tentang aplikasi, nama pengembang, dan nama dosen pembimbing. Tombol keluar digunakan untuk keluar dari aplikasi tersebut. Pada Gambar 8. Tampilan Halaman Utama.



Gambar 8. Tampilan Halaman Utama

3.4.2 Halaman Play AR

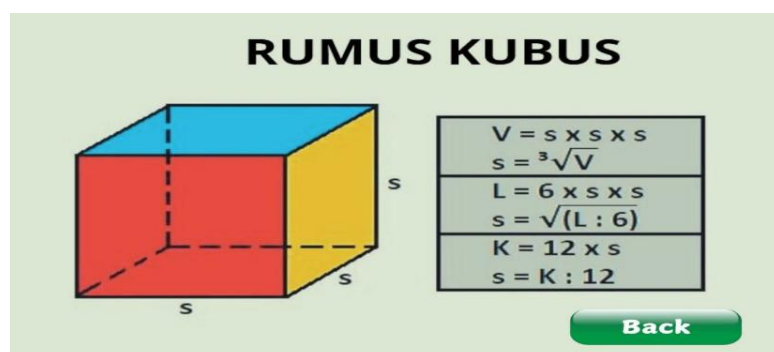
Tampilan halaman play AR, saat pengguna masuk ke halaman play AR maka secara otomatis menyalakan kamera AR, untuk menampilkan objek 3D bangun ruang, klik tombol Play AR, lalu arahkan kamera ke marker atau gambar maka akan muncul objek 3D bangun ruang. Kemudian terdapat tombol rumus yang berfungsi untuk menampilkan rumus dari bangun ruang yang ditampilkan [14]. Berikut gambar 9. Tampilan Halaman Play AR.



Gambar 9. Tampilan Halaman Play AR

3.4.3 Halaman Rumus

Tampilan halaman rumus, merupakan halaman yang ada pada halaman play AR, pada halaman ini pengguna dapat melihat rumus luas permukaan dan volume dari masing-masing bentuk geometri seperti kubus, balok, bola, tabung, dan kerucut. Tombol rumus akan muncul saat pengguna mengarahkan kamera ke marker yang sesuai dan setelah objek 3D bangun ruang muncul, pengguna dapat menekan tombol tersebut untuk menampilkan rumus secara detail. Berikut salah satu dari Gambar 10. Tampilan Halaman Rumus.



Gambar 10. Tampilan Halaman Rumus

3.4.4 Halaman Mini Quiz

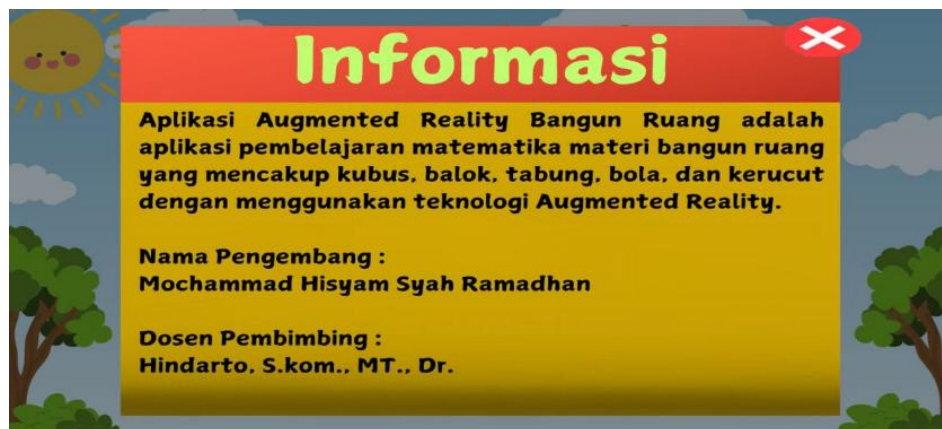
Tampilan halaman mini quiz merupakan fitur interaktif dalam aplikasi yang dirancang untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi bangun ruang. Pada halaman ini, pengguna disajikan pertanyaan pilihan ganda yang berkaitan dengan karakteristik dan perhitungan bangun ruang, seperti bentuk sisi, jumlah sisi, dan volume. Setiap pertanyaan ditampilkan secara jelas di bagian atas layar dengan empat pilihan jawaban yang ditata rapi dalam dua kolom. Skor siswa ditampilkan secara real-time di pojok kanan atas, memberikan umpan balik langsung atas jawaban yang diberikan. Tombol "Keluar" di bagian kiri atas memungkinkan pengguna untuk kembali ke menu utama kapan saja. Setelah menjawab semua pertanyaan, pengguna diarahkan ke halaman akhir yang menampilkan tombol "Restart" untuk memulai ulang quiz [15]. Berikut Gambar 11. Tampilan Halaman Mini Quiz.



Gambar 11. Tampilan Halaman Mini Quiz

3.4.5 Halaman Informasi

Tampilan halaman Informasi merupakan fitur pelengkap yang berfungsi untuk memberikan keterangan umum mengenai aplikasi AR bangun ruang. Pada halaman ini ditampilkan deskripsi singkat bahwa aplikasi ini merupakan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi augmented reality yang digunakan untuk membantu siswa memahami materi matematika bangun ruang, seperti kubus, balok, tabung, bola, dan kerucut. Terdapat ikon tombol silang (X) di sudut kanan atas agar pengguna dapat menutup halaman ini dan kembali ke menu utama. Berikut Gambar 12. Halaman Informasi.



Gambar 12. Halaman Informasi

3.5 Pengujian

Pada tahap uji fungsi yang digunakan black box testing, proses pengujian sistem dilaksanakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil yang diharapkan dan hasil pada sistem. Status pengujian akan dinyatakan valid jika hasil pada sistem sesuai dengan apa yang diharapkan, dan sebaliknya akan dinyatakan tidak valid jika hasil tidak sesuai dengan yang diharapkan. Metode yang diterapkan adalah blackbox testing, suatu teknik pengujian yang mengutamakan pemeriksaan fungsionalitas pada sistem tanpa perlu mengetahui struktur kode internal. Metode ini mengevaluasi

sistem dengan memeriksa input dan output yang dihasilkan oleh sistem dan memastikan sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan [16]. Berikut adalah Tabel 1. Black Box Testing.

Tabel 1. Black Box Testing

No	Bagian	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil	Status
1	Halaman Utama	Pengguna membuka aplikasi	Menampilkan tampilan utama dengan tombol: Play AR, Mini Quiz, Informasi, dan Keluar	Menampilkan tampilan utama dengan semua tombol berfungsi	Sukses
2	Play AR	Pengguna klik tombol "Play AR" dan arahkan kamera ke marker	Menampilkan objek 3D bangun ruang sesuai marker dan tombol rumus	Objek 3D dan tombol rumus tampil sesuai marker	Sukses
3	Tombol Rumus	Pengguna klik tombol "Rumus" saat objek 3D tampil	Menampilkan informasi rumus luas permukaan dan volume bangun ruang	informasi rumus tampil sesuai objek	Sukses
4	Mini Quiz	Pengguna memilih jawaban dan menyelesaikan kuis	Menampilkan halaman quiz dengan pertanyaan dan empat pilihan jawaban	Halaman quiz tampil dan dapat dijawab	Sukses
5	Penilaian Quiz	Pengguna memilih jawaban dan menyelesaikan kuis	Skor tampil otomatis di bagian kanan atas layar	Skor tampil sesuai jawaban yang diberikan	Sukses
6	Restart Quiz	Setelah quiz selesai, klik tombol "Restart"	Kembali ke soal pertama dan skor di reset	Quiz kembali ke soal pertama dan skor di reset	Sukses
7	Halaman Informasi	Pengguna klik tombol "Informasi"	Menampilkan informasi tentang aplikasi, pengembang, dan pembimbing	Informasi tampil dengan jelas	Sukses
8	Tombol Keluar	Pengguna klik tombol "Keluar" dari halaman utama	Aplikasi ditutup dan kembali ke sistem atau keluar dari program	Aplikasi keluar sesuai perintah	Sukses

3.5 Distribusi

Pada tahap ini, proses pengembangan aplikasi telah selesai dilakukan. Aplikasi kemudian dikonversi ke dalam format *apk agar dapat dijalankan pada perangkat Android. Selanjutnya, aplikasi diunggah ke play store sehingga dapat diakses dan diunduh oleh siapa saja. Setelah itu, aplikasi didistribusikan kepada siswa kelas 4 hingga 6 sekolah dasar sebagai media bantu pembelajaran, khususnya untuk mendukung pemahaman materi bangun ruang dalam mata pelajaran matematika.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) untuk pembelajaran bangun ruang pada siswa sekolah dasar, dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi AR yang dikembangkan berhasil menampilkan objek bangun ruang tiga dimensi (kubus, balok, bola, tabung, dan kerucut) dengan visualisasi yang interaktif dan mudah dipahami oleh siswa..
2. Fitur tambahan seperti tombol rumus dan Mini Quiz mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep luas permukaan dan volume bangun ruang.
3. Antarmuka aplikasi dirancang secara sederhana dan ramah pengguna, sehingga memudahkan siswa dan guru dalam menggunakan aplikasi tanpa membutuhkan pelatihan teknis.

4. Penggunaan Unity 3D dan Vuforia SDK memberikan fleksibilitas dalam pengembangan AR dan menghasilkan aplikasi yang responsif serta kompatibel di berbagai perangkat Android.
5. Hasil uji coba menunjukkan bahwa aplikasi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika dan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan interaktif di kelas.

4.2 Saran

Beberapa masukan diusulkan oleh penulis sebagai referensi pengembangan sistem, dengan harapan dapat meningkatkan kualitas dan fungsionalitas aplikasi di masa mendatang. Saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi sebaiknya dikembangkan untuk mendukung lebih banyak jenis bangun ruang agar cakupan materi semakin lengkap.
2. Diharapkan aplikasi dapat tersedia dalam versi multi-platform, seperti untuk iOS atau berbasis web, sehingga dapat diakses lebih luas.
3. Perlu ditambahkan fitur penilaian hasil kuis secara keseluruhan dan rekapan skor siswa agar guru dapat melakukan evaluasi secara langsung.
4. Dapat dipertimbangkan pengembangan fitur suara (audio narasi) agar pembelajaran semakin menarik dan membantu siswa yang kesulitan membaca.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segecap ucapan terima kasih saya sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam mendukung penyelesaian penelitian ini. Dengan penuh ketulusan, saya sampaikan rasa terima kasih kepada orang tua dan keluarga yang saya kasihi, para pembimbing yang telah dengan sabar memberikan arahan. Semoga penelitian dan aplikasi ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika di tingkat sekolah dasar.

REFERENSI

- [1] Q. J. Adrian, A. Ambarwari, and M. Lubis, "Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 171–176, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3842.
- [2] S. A. Widyanto, S. T. G. Kaunang, and B. A. Sugiarto, "Augmented Reality Pengenalan Operasi Dasar Matematika Pada Anak," 2023.
- [3] R. Rahmat and N. Noviyanti, "Augmented Reality untuk Materi Bangun Ruang Menggunakan Unity 3D, Vuforia SDK dan Aplikasi Blender," *J. Tika*, vol. 5, no. 3, pp. 86–92, 2021, doi: 10.51179/tika.v5i3.59.
- [4] J. Sutresna, F. Yanti, and A. E. Safitri, "Media Pembelajaran Matematika Pada Usia Dini Menggunakan Augmented Reality," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 4, p. 424, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i4.42900.
- [5] I. P. Sari, I. H. Batubara, A. H. Hazidar, and M. Basri, "Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 209–215, 2022, doi: 10.56211/helloworld.v1i4.142.
- [6] Q. Aini and D. Indrawati, "Pengembangan Media Pembelajaran Etnomatematika (Aretma) Berbasis Augmented Reality Pada Bangun Ruang Kelas V Sd," *Jpgsd*, vol. 12, no. 6, pp. 1026–1036, 2024.
- [7] S. Alisyafiq, B. Hardiyana, and R. P. Dhaniawaty, "Implementasi Multimedia Development Life Cycle Pada Aplikasi Pembelajaran Multimedia Interaktif Algoritma dan Pemrograman Dasar Untuk Mahasiswa Berkebutuhan Khusus Berbasis Android," *J. Pendidik. Kebutuhan Khusus*, vol. 5, no. 2, pp. 135–143, 2021, doi: 10.24036/jpkk.v5i2.594.
- [8] K. H. K. Samsu, S. M. Jamil, "Pengembangan Media Pembelajaran Bahasa Indonesia Berbasis Teknologi Augmented Reality," *JIPI (Jurnal Ilm. Pendidik. Islam.)*, vol. 3, no. 1, pp. 52–62, 2024, doi: 10.58788/jipi.v3i1.4186.
- [9] R. Indah Maryanti, F. Satrya Fajar Kusumah, and H. Fajri, "Aplikasi Media Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Marker Based Augmented Reality," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 3, pp. 3003–3009, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9605.
- [10] L. Puji, I. Kharisma, Y. H. Yana, T. Informatika, S. Zainuddin, and N. W. Anjani, "Media Pembelajaran Matematika dengan Materi Bangun Datar dan Bangun Ruang Berbasis Web (Mathematics Learning Media

- with Theory Two-Dimensional Figure and Geometry Web Based),” vol. 3, no. 1, pp. 39–45, 2021.
- [11] T. Rachman and H. I. Awab, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID PADA MATERI PENGENALAN BANGUN RUANG UNTUK ANAK DIDIK TK / RA,” vol. 8, no. 1, pp. 10–15, 2025.
 - [12] B. K. Umri, I. A. Astuti, and A. C. Solihan, “EVALUASI AUGMENTED REALITY BANGUN RUANG SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISWA KELAS IV SEKOLAH DASAR Buyut,” vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2023.
 - [13] W. Wandiro, S. Syarli, and A. Qashlim, “Penerapan Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Bangun Ruang Berbasis Android,” *J. Peqguruang Conf. Ser.*, vol. 5, no. 1, p. 361, 2023, doi: 10.35329/jp.v5i1.3204.
 - [14] N. A. M. Shobachus Surur, R. Djaya, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID PADA MATERI BANGUN RUANG,” *J. Teach. Educ.*, vol. 4, no. 3, pp. 756–761, 2023.
 - [15] Ardief Candra V & Tito P, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATERI PENGENALAN BANGUN RUANG DI SD NEGERI 1 PURBALINGGA WETAN,” pp. 91–100, 2025.
 - [16] B. K. Umri *et al.*, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ETNOMATEMATIKA CANDI DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY-BASED ETHNOMATHEMATICS,” vol. 12, no. 2, pp. 301–311, 2025, doi: 10.25126/jtiik.2025129456.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.