

Teknologi *Augmented Reality* sebagai Media Pembelajaran Geografi Struktur Lapisan Bumi

Hermanto¹, Wafiyatul Bariroh², Muhammad Ajir Muzakki³, Ade Hendi^{4*}

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik,
Universitas Qomaruddin Gresik
Jalan Raya Bungah No. 1 Gresik
hermanto25@uqgresik.ac.id

Abstrak

Augmented reality (AR) merupakan salah satu teknologi yang memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan benda maya ke dalam dunia nyata dan menggabungkan keduanya sehingga menciptakan ruang gabungan kemudian diproyeksikan secara real time. Penerapan teknologi augmented reality dalam bidang pendidikan memberikan sebuah inovasi dalam membuat suatu media pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran Geografi struktur lapisan bumi kelas x di MA Mamba'ul Ulum Bedanten yang selama ini masih dilakukan dengan media pembelajaran konvensional. Tujuan penelitian ini yaitu dengan menggunakan teknologi AR sebagai metode mengajar menarik dan interaktif serta dapat meningkatkan keinginan siswa untuk mempelajari materi Geografi struktur lapisan bumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SDLC (Sistem development life cycle) dengan model waterfall. Metode pengujian yang digunakan adalah metode black box dengan aspek functional suitability dan probability. Pembuatan aplikasi ini menggunakan dua software yaitu blender dan unity. Hasil dari penelitian berupa aplikasi media pembelajaran Geografi struktur lapisan bumi dengan menerapkan teknologi augmented reality. Terdapat dua tahap pengujian, yakni (1) pengujian sistem meliputi button menu ar Play, button materi, button informasi, dan button exit; dan (2) pengujian terhadap pengguna sebanyak 23 siswa kelas x MA Mamba'ul Ulum Bedanten. Hasil dari pengujian sistem aplikasi AR struktur lapisan bumi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perencanaan dan pengujian terhadap pengguna menunjukkan 18% sangat setuju, 78% Setuju, dan 4% sangat tidak setuju adanya media pembelajaran dengan menerapkan teknologi AR dapat meningkatkan keaktifan dan semangat siswa dalam belajar materi struktur lapisan bumi.

Kata kunci— Geografi, Augmented reality, Waterfall, Black box testing

Abstract

Augmented reality (AR) is a technology that can integrate virtual objects into the real world and combine the two to create a combined space that is then projected in real-time. The application of augmented reality technology in education provides an innovation in creating learning media, especially in the subject of geography of the earth's layer structure for class X at MA Mamba'ul Ulum Bedanten which has so far been carried out with conventional learning media. The purpose of this study is to use AR technology as an interesting and interactive teaching method and can increase students' desire to study the geography of the earth's layer structure material. The method used in this study is the SDLC (System Development Life Cycle) method with the waterfall model.

The testing method used is the black box method with functional suitability and probability aspects. This application was created using two software, namely Blender and Unity. The results of the study are in the form of a learning media application for the geography of the earth's layer structure by implementing augmented reality technology. There are two stages of testing, namely (1) system testing including the ar Play menu button, material button, information button, and exit button; and (2) testing on users of 23 class X students of MA Mamba'ul Ulum Bedanten. The results of the AR application system testing of the earth's layer structure can function well according to the planning and testing of users showed that 18% strongly agreed, 78% agreed, and 4% strongly disagreed that the existence of learning media by implementing AR technology can increase student activity and enthusiasm in learning the material on the earth's layer structure.

Keywords— *Geography, Augmented reality, Waterfall, Black box testing*

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran Geografi merupakan salah satu cara untuk memahami berbagai fenomena alam, termasuk struktur lapisan bumi yang terdiri dari kerak, mantel, inti luar, dan inti dalam. Dalam upaya memahami struktur ini memungkinkan siswa untuk mengenali berbagai dinamika yang terjadi di dalam bumi (Fadzillah, 2023). Dalam konteks pendidikan, media pembelajaran memiliki peran penting karena dapat mempermudah proses penyampaian materi sekaligus meningkatkan minat siswa. Penggunaan media dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas pembelajaran itu sendiri, sebab media dapat membantu guru dan siswa berkomunikasi dan berinteraksi lebih baik selama proses belajar di kelas (Abdullah, 2017). Selain itu, perkembangan kurikulum yang menerapkan pembelajaran berpusat kepada siswa. Pembelajaran adalah proses pendidikan di mana guru dan siswa menggunakan banyak sumber pendidikan, baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Penggunaan sumber belajar yang tepat akan menciptakan proses pembelajaran berkualitas (Ruswan et al., 2024).

Teknologi *Augmented reality* (AR) menjadi salah satu inovasi yang semakin berkembang, menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Selain dalam pendidikan, AR juga diterapkan di berbagai sektor lain, seperti pemasaran, hiburan, dan pelatihan profesional (Yusup et al., 2023). Hasil observasi yang telah dilakukan peneliti di MA Mamba'ul Ulum desa Bedanten masih menggunakan metode ceramah dengan bantuan media pembelajaran konvensional berupa buku LKS (Lembar Kerja Siswa), sehingga siswa kerap mengalami hambatan dalam memahami konsep struktur lapisan bumi karena sifat materi yang abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung. Penjelasan tentang lapisan-lapisan seperti kerak, mantel, inti luar, dan inti dalam biasanya disampaikan melalui teks, diagram dua dimensi, atau gambar statis di buku pelajaran. Pendekatan ini sering kali kurang mampu menggambarkan kompleksitas serta dinamika dari setiap lapisan, sehingga siswa kesulitan memvisualisasikan aspek-aspek seperti kedalaman, ketebalan, dan karakteristik fisik masing-masing lapisan. Akibatnya, pemahaman siswa terhadap materi menjadi kurang optimal.

Teknologi AR hadir sebagai alternatif yang menawarkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan mendalam sebab AR mampu melakukan deteksi

target dengan beberapa metode. Metode pertama adalah metode *marker based tracking* yang berfungsi memproyeksikan objek virtual ke dalam lingkungan nyata dengan mengenali dan mengidentifikasi pola pada *marker* tersebut (Setiawan et al., 2023). Biasanya, *marker* ini memiliki bentuk persegi dengan warna hitam-putih, garis tepi hitam tebal, dan latar belakang putih. Metode yang kedua adalah metode *markerless* dimana pengguna tidak perlu lagi mencetak *marker* untuk menampilkan elemen digital. *Marker* yang dikenali akan menunjukkan posisi, arah, dan lokasi perangkat. *Tracking* wajah, *tracking* objek 3D, dan *tracking* gerakan adalah beberapa metode *tracking* tanpa *marker* (Saputra, 2020). Dengan AR, siswa dapat melihat model tiga dimensi struktur lapisan bumi secara langsung, mengeksplorasi detail setiap lapisan, dan memahami keterkaitan antar lapisan secara lebih menarik dan mudah dipahami. Inovasi ini tidak hanya membantu memperjelas konsep yang abstrak, tetapi juga membuat proses pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan (Diva, 2024).

Salah satu jurnal penelitian terkait pemanfaatan AR adalah pengembangan media pembelajaran *augmented reality* pada pembelajaran Geografi materi planet di tata surya. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berbasis AR pada mata pelajaran Geografi materi planet di tata surya, serta untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis AR materi planet di tata surya (Seviana et al., 2022).

Dari pendahuluan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyediakan media pembelajaran yang interaktif, menarik, dan mudah diakses, sehingga mampu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan dengan metode konvensional. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran, memperjelas konsep mengenai struktur lapisan bumi, dan mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa sesuai dengan tuntutan kurikulum. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif media pembelajaran yang efektif, fleksibel, dan relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan proses. Gambar 1 menampilkan langkah-langkah dalam proses penelitian dengan perancangan melalui metode *Waterfall*.

2.1 Tahap Inisiasi

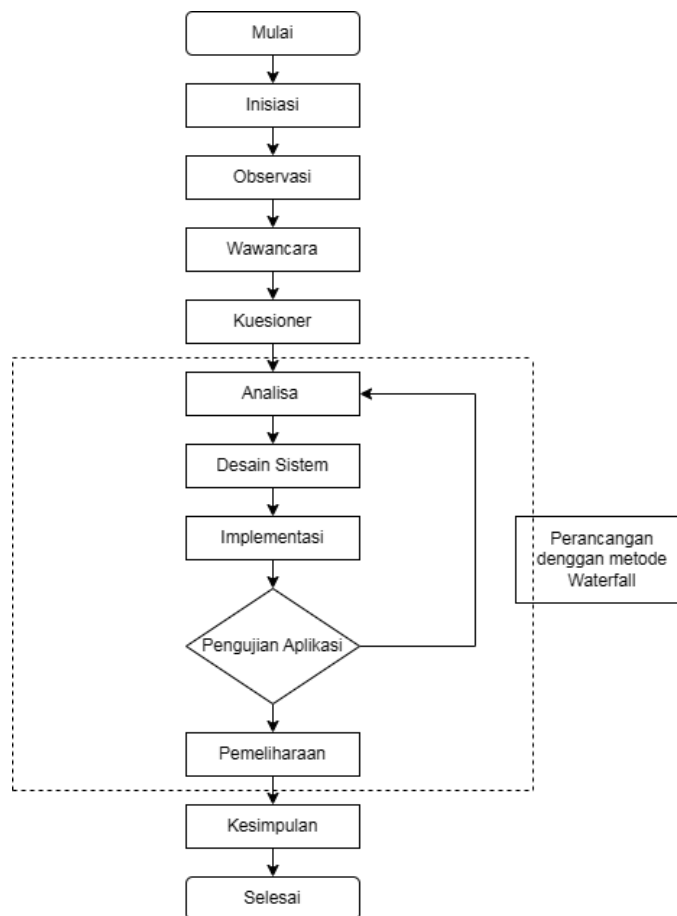
Pada tahap ini penulis mulai penelitian dan menentukan materi yang akan ditampilkan mengenai struktur dan gambar lapisan bumi (Sitanggang et al., 2019).

2.2 Observasi

Merupakan metode pengumpulan data yang diperoleh melalui proses pengamatan langsung di lapangan (Herdayati et al., 2019). Dalam observasi ini, peneliti mengamati secara langsung keadaan objek, yaitu proses pembelajaran Geografi di sekolah Madrasah Aliyah Mamba'ul Ulum Bedanten.

2.3 Wawancara

Merupakan metode pengumpulan data yang diperoleh melalui tanya jawab langsung kepada narasumber atau informan guna mendapatkan informasi-informasi tambahan yang berkaitan dengan penelitian (Achjar et al., 2023). Wawancara dilakukan kepada guru mata pelajaran Geografi dan siswa MA Mamba'ul Ulum Bedanten.



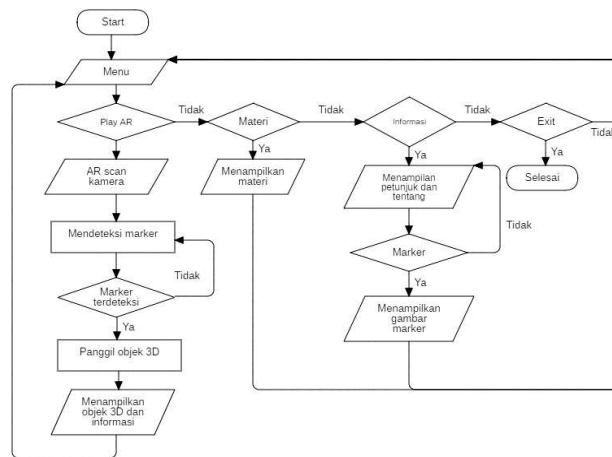
Gambar 1. *Flowchart* Proses Penelitian

2.4 *Kuesioner*

Merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan kepada pengguna yang dijadikan responden untuk menjawab (Putra, 2019). Responden dalam penelitian ini yaitu siswa kelas x MA Mamba'ul Ulum Bedanten.

2.5 *Analisis Sistem*

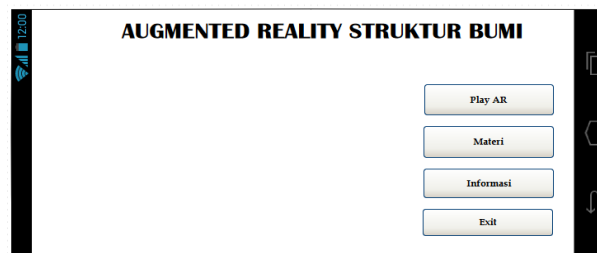
Pada tahap ini penulis menganalisis sistem secara umum dengan maksud untuk memberikan gambaran umum tentang sistem yang baru atau sistem yang akan diusulkan (Vicky & Syaripudin, 2022). Rancangan ini mengidentifikasi komponen-komponen sistem informasi yang dirancang secara rinci sebagaimana ditampilkan dalam gambar 2.



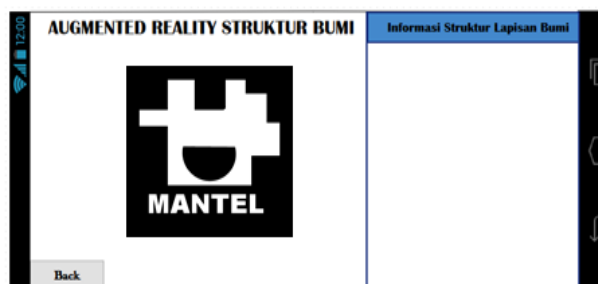
Gambar 2. Flowchart Sistem

2.6 Desain Sistem

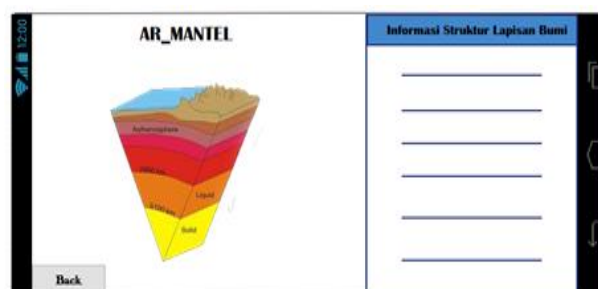
Pada tahapan ini, peneliti memulai desain yang akan dikembangkan disesuaikan dengan hasil yang diperoleh dari tahapan sebelumnya. Secara umum, rancangan *interface* bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terkait tampilan sistem yang akan dibangun (Irwanto, 2021). Adapun menu-menu sistem informasi yang dirancang sebagaimana gambar 3 sampai dengan 6.



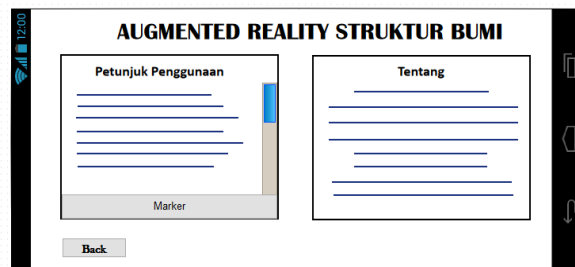
Gambar 3. Desain Halaman Menu Utama



Gambar 4. Desain Menu AR Play dengan Marker



Gambar 5. Desain AR Play dengan Object 3D



Gambar 6. Desain Halaman Menu Informasi

2.7 Implementasi

Tahapan ini merupakan proses pembuatan aplikasi yang akan dibuat sesuai dengan perancangan yang sudah ada.

2.8 Pengujian Sistem

Peneliti melakukan proses pengujian aplikasi dari segi *interface* dan fungsi setiap fitur yang ada. Dalam pengujian ini juga dilakukan pembagian kuesioner pada siswa untuk mengetahui jika dalam tahap pengujian aplikasi tidak sesuai maka akan kembali pada tahap analisis namun jika aplikasi sesuai kebutuhan maka lanjut pada tahap selanjutnya (Hendra & Kristianto, 2024).

2.9 Pemeliharaan

Tahap ini bertujuan untuk menjaga kualitas, kinerja, dan relevansi perangkat lunak setelah dirilis. Tahap ini melibatkan perbaikan, peningkatan fitur, penyesuaian terhadap perubahan lingkungan, pencegahan masalah di masa depan, serta dukungan kepada pengguna.

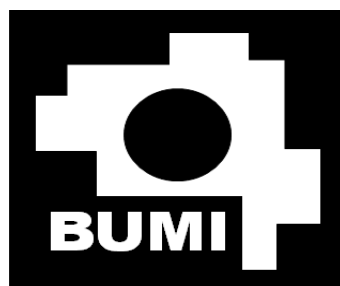
2.10 Tahap simpulan

Di tahapan ini merupakan fase melakukan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dikerjakan mulai dari perancangan hingga pengujian media.

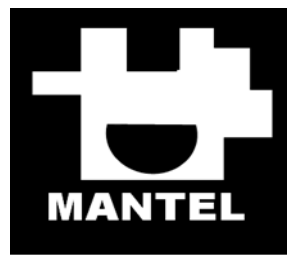
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Marker (Image Target)

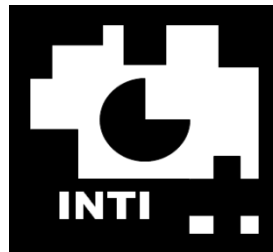
Implementasi ini adalah target agar dapat menampilkan objek 3D yang sudah dibuat sebelumnya. Pembuatan desain *marker* aplikasi ini mengacu pada metode pengenalan target *marker based tracking* dimana desain *marker* berbentuk persegi berwarna hitam dan putih, dengan batas hitam dan latar belakang putih yang tebal. Berikut adalah gambar *marker* yang digunakan untuk menampilkan objek 3D pada aplikasi *augmented reality* struktur bumi.



Gambar 7. Marker Objek 3D Kerak Bumi



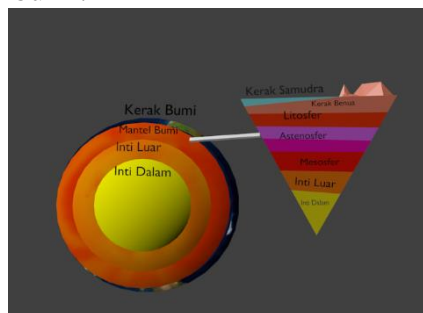
Gambar 8. *Marker* Objek 3D Mantel Bumi



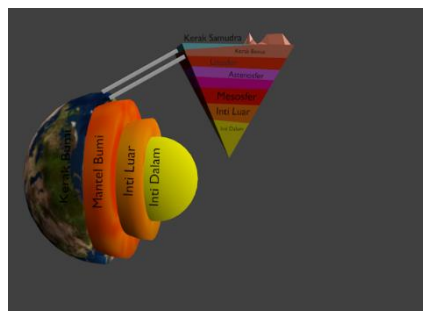
Gambar 9. *Marker* objek 3D inti bumi

3.2 Implementasi Objek 3D

Implementasi object 3D struktur lapisan bumi yang ditampilkan dibuat dengan software Blender. Pembuatan model objek 3D struktur lapisan bumi mengacu pada gambar struktur lapisan bumi yang sering ada di buku maupun internet. Untuk menampilkan objek 3D pada *software* Unity model objek 3D perlu diekspor dari *file* blender ke *file* fbx. Terdapat tiga objek 3D dalam AR struktur bumi yaitu model lapisan mantel bumi, inti bumi, dan kerak bumi. Gambar 10 sampai dengan 12 adalah objek-objek 3D lapisan struktur bumi.



Gambar 10. Objek 3D Lapisan Kerak Bumi



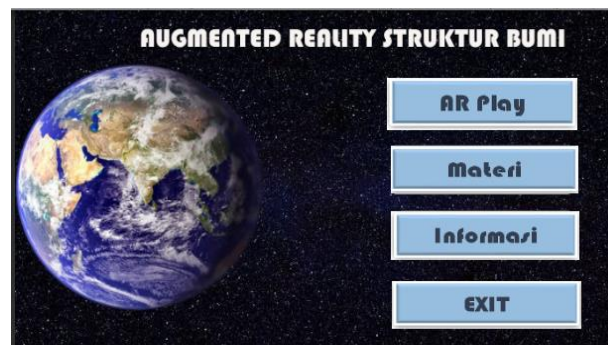
Gambar 11. Objek 3D Lapisan Mantel Bumi



Gambar 12. Objek 3D Lapisan Inti Bumi

3.3 Tampilan Menu Utama

Interface menu utama mempunyai empat tombol menu yang menuju pada tiga *scene* yang berbeda, yaitu tombol *Play AR*, materi, informasi, dan untuk tombol *exit* tidak mempunyai *scene*.



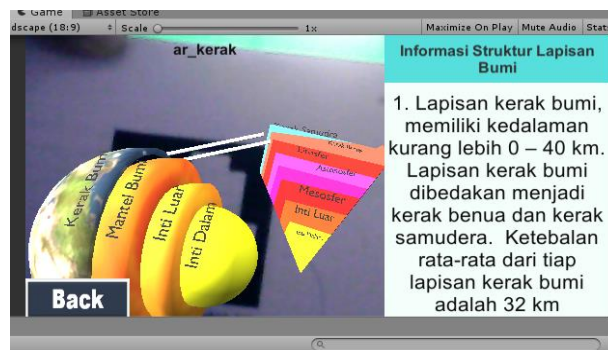
Gambar 13. Halaman Menu Utama

3.4 Tampilan Menu Ar Play

Tampilan yang selanjutnya adalah tampilan menu *AR Play* atau deteksi *marker*. Tampilan ini akan terbuka ketika pengguna menekan menu *AR Play* pada menu utama. Ketika tampilan menu *AR Play* terbuka otomatis kamera akan aktif. *Scene* deteksi *marker* ini digunakan untuk mendeteksi *marker* yang ditunjukkan oleh pengguna. Gambar 14 dan 15 adalah tampilan halaman *AR Play* ketika kamera tidak mendeteksi *marker*.



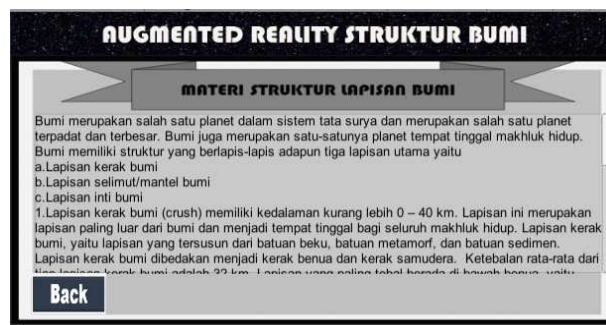
Gambar 14. Halaman Menu Utama *AR Play*



Gambar 15. Halaman Menu AR Play

3.5 Tampilan Menu Materi

Menu utama memiliki menu materi yang berisi mengenai penjelasan ringkasan materi dari struktur lapisan bumi. Gambar 16 adalah tampilan halaman menu materi.



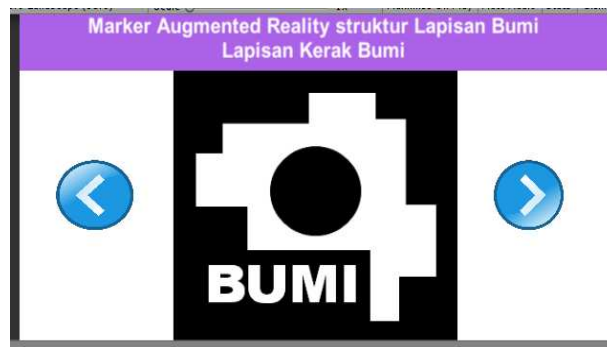
Gambar 16. Halaman Menu Materi

3.6 Menu Informasi

Tampilan Menu informasi terdapat pada halaman menu utama, yang berisi penjelasan mengenai penggunaan aplikasi dan informasi aplikasi yang sudah dibuat. Selain itu dalam menu informasi pada bagian *form* petunjuk penggunaan terdapat *button marker*, setelah pengguna menekan *button marker* maka akan muncul halaman *marker*, dimana halaman ini menampilkan gambar-gambar *marker* yang akan digunakan.



Gambar 17. Halaman Menu Informasi



Gambar 18. Halaman *Marker*

3.7 Pengujian Sistem

pengujian sistem dilakukan agar aplikasi yang dibuat sesuai dengan perancangan dan juga layak untuk digunakan oleh pengguna. Pengujian ini meliputi pengujian proses setiap *scene*, pengujian sistem pada beberapa perangkat android dan pengujian keberhasilan pendeteksian *marker*. Berikut tabel pengujian proses aplikasi penerapan teknologi *augmented reality* sebagai media pembelajaran Geografi struktur bumi.

Tabel 1. Hasil pengujian proses aplikasi



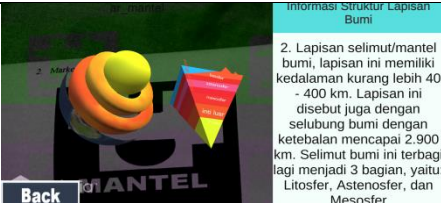
No.	<i>Use Case</i>	Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Menu AR <i>Play</i>	Pengguna masuk aplikasi	Sistem menampilkan halaman utama aplikasi	Sesuai
		Pengguna memilih <i>button</i> menu AR <i>Play</i>	Sistem menampilkan halaman AR <i>Play</i> dan kamera aktif dengan otomatis	Sesuai
		Pengguna mengarahkan kamera pada <i>marker</i>	Kamera dapat mendeteksi gambar <i>marker</i> dan menampilkan objek 3D dengan informasinya	Sesuai
		Pengguna memilih <i>button</i> back untuk kembali ke halaman utama	Sistem kembali ke halaman utama	Sesuai
2.	Menu Materi	Pengguna memilih <i>button</i> menu materi	Sistem menampilkan halaman materi	Sesuai
		Pengguna memilih <i>button</i> back untuk kembali ke halaman utama	Sistem kembali ke halaman utama	Sesuai
3.	Menu Informasi	Pengguna memilih <i>button</i> menu informasi	Sistem menampilkan halaman informasi	Sesuai
		Pengguna memilih <i>button</i> <i>marker</i> pada halaman informasi	Sistem menampilkan halaman <i>marker</i>	Sesuai

		Pengguna memilih <i>button</i> back untuk kembali ke halaman utama	Sistem kembali ke halaman utama	Sesuai
4.	Menu <i>Exit</i>	Pengguna memilih <i>button</i> menu <i>exit</i>	Sistem akan keluar dari aplikasi	Sesuai



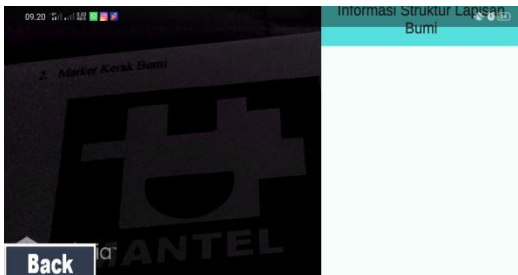
Tabel 2. Hasil pengujian pada perangkat android

Merk	Hasil Uji Coba	
	Status	Keterangan
OPPO F7	Berhasil	Lancar
Xiomi note8	Berhasil	Lancar
Vivo Y71	Berhasil	Lancar
Realme C2	Berhasil	Lancar
Samsung J2 Prime	Gagal	Kamera pada menu <i>AR Play</i> tidak dapat mendeteksi <i>marker</i> dan resolusi perangkat terlalu kecil

Tabel 3. Hasil pengujian *marker* terhalang sesuatu (Okluksi)

Marker	Hasil Pengujian	
	Gambar	Keterangan
Tertutup 65%		<i>Marker</i> tidak terdeteksi, objek 3D dan informasi tidak dapat ditampilkan
Tertutup 50%		<i>Marker</i> terdeteksi, objek 3D dan informasi dapat ditampilkan namun objek 3D yang ditampilkan tidak stabil
Tidak tertutup		<i>Marker</i> terdeteksi, objek 3D dan informasi dapat ditampilkan dengan baik

Tabel 4. Hasil pengujian *marker* dengan intensitas cahaya

Kondisi	Hasil Pengujian	
	Gambar	Keterangan
Siang		Objek 3D dan informasi dapat ditampilkan dengan baik
Malam dengan lampu		Objek 3D dan informasi dapat ditampilkan dengan baik
Malam tanpa lampu		Objek 3D dan informasi tidak dapat ditampilkan karena intensitas cahaya rendah

3.8 Pengujian Pengguna

Pengujian terhadap pengguna dilakukan untuk melihat respon dari pengguna terhadap aplikasi yang dibangun. Pengujian dilakukan langsung pada siswa kelas X MA Mamba'ul Ulum sebanyak 23 siswa dibagi menjadi 3 kelompok. Dengan dua kelompok berjumlah 8 siswa dan satu kelompok lainnya berjumlah 7 siswa. Setiap kelompok diberikan satu smartphone yang sudah terinstall aplikasi AR struktur lapisan bumi setelah itu siswa diberikan penjelasan mengenai penggunaan aplikasi tersebut dan siswa diberikan kesempatan untuk mencoba menggunakan aplikasi AR struktur lapisan bumi. Sesudah menggunakan aplikasi siswa diberikan kuesioner dengan beberapa pertanyaan. Berikut hasil pengujian kuesioner terhadap siswa.

1. Hasil kuesioner pertama dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 65% mengatakan setuju dan 35% mengatakan sangat setuju bahwa pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran AR lebih menyenangkan dibandingkan hanya dengan metode ceramah.
2. Hasil kuesioner kedua dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 61% mengatakan setuju dan 22% mengatakan sangat setuju bahwa siswa lebih bisa memahami dengan baik pembelajaran materi struktur lapisan bumi yang disampaikan guru bila menggunakan media pembelajaran AR struktur lapisan bumi, sedangkan 17% mengatakan tidak setuju dengan hal tersebut.

3. Hasil kuesioner ketiga yang telah dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 52% mengatakan setuju dan 44% mengatakan sangat setuju bahwa siswa lebih menyukai proses belajar mengajar yang interaktif (diskusi, penggunaan media-media, dll) karena lebih cepat memahami materi pembelajaran, sedangkan 4% mengatakan sangat tidak setuju dengan hal tersebut.
4. Hasil kuesioner yang telah dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 56% mengatakan setuju dan 35% mengatakan sangat setuju bahwa dengan media pembelajaran AR struktur lapisan bumi membuat suasana pembelajaran Geografi lebih menarik dan dapat digunakan dimana saja (*mobile*), sedangkan 9% mengatakan tidak setuju dengan hal tersebut.
5. Hasil kuesioner kelima yang telah dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 65% mengatakan setuju dan 31% mengatakan sangat setuju bahwa dengan adanya media pembelajaran AR struktur lapisan bumi siswa dapat memvisualisasi struktur lapisan bumi dengan baik, sedangkan 4% mengatakan tidak setuju dengan hal tersebut.
6. Hasil kuesioner keenam yang telah dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 78% mengatakan setuju dan 18% mengatakan sangat setuju bahwa adanya media pembelajaran AR struktur lapisan bumi dapat menumbuhkan motivasi dan semangat siswa dalam belajar, sedangkan 4% mengatakan sangat tidak setuju dengan hal tersebut.
7. Hasil kuesioner ketujuh yang telah dilakukan kepada 23 siswa, sebanyak 74% mengatakan setuju dan 22% mengatakan sangat setuju bahwa media pembelajaran AR struktur lapisan bumi termasuk media pembelajaran yang interaktif, sedangkan 4% mengatakan sangat tidak setuju dengan hal tersebut.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan, antara lain: 1). teknologi AR dalam bidang pendidikan dapat dimanfaatkan sebagai inovasi dalam membuat media pembelajaran yang interaktif dalam pembelajaran Geografi materi struktur lapisan bumi; dan 2). pengujian aplikasi AR struktur bumi dibagi menjadi dua tahap yakni pengujian sistem dan pengujian pengguna. Dalam pengujian sistem terbagi menjadi tiga pengujian yaitu pengujian proses aplikasi, pengujian perangkat dan pengujian *marker*. Hasil dari pengujian sistem, aplikasi dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan desain. sedangkan uji coba terhadap pengguna dengan kuesioner sebagai alat pengujian dan siswa sebagai respondennya. Hasil kuesioner dari pengujian terhadap pengguna, menunjukkan bahwa dengan adanya media pembelajaran terutama dengan menerapkan teknologi AR dapat meningkatkan semangat dan keaktifan siswa dalam belajar materi Geografi struktur lapisan bumi.

5. SARAN

Berdasarkan temuan dan kesimpulan dari penelitian, berikut beberapa rekomendasi, antara lain: 1). mengembangkan pada desain aplikasi dan penambahan materi pembelajaran yang lebih maksimal; 2). melakukan penambahan menu pada aplikasi AR struktur bumi seperti latihan soal atau kuis untuk melatih siswa dalam memahami dan mendalami materi; dan 3). penambahan animasi pada aplikasi yang dapat

berupa suara atau video, sehingga membuat objek jauh lebih interaktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, peneliti mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Ungkapan terima kasih mendalam ditujukan kepada dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Qomaruddin, serta kepala sekolah dan guru-guru Madrasah Aliyah di Desa Bedanten, yang telah berkontribusi banyak dalam proses penelitian ini sehingga dapat selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. (2017). Pembelajaran dalam Perspektif Kreativitas Guru dalam Pemanfaatan Media Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 4(1), 35–49.
- Achjar, K. A. H., Rusliyadi, M., Zaenurrosyid, A., Rumata, N. A., Nirwana, I., & Abadi, A. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif: Panduan Praktis untuk Analisis Data Kualitatif dan Studi Kasus*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Diva, N. U. R. S. (2024). *Augmented Reality dalam Pendidikan Dasar: Systematic Literature Review Dan Analisis Bibliometrik*.
- Fadzillah, Y. (2023). *Penerapan Model Project Based Learning dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Bumi Dan Tata Surya Di UPT SMPN 4 Tambang*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Hendra, H., & Kristianto, R. P. (2024). Pengujian Aplikasi *Game Puzzle* Indonesia Berbasis Android dengan Teknik *Black-Box Testing*. *Infotech: Journal of Technology Information*, 10(1), 1–10.
- Herdayati, S. P., Pd, S., & Syahrial, S. T. (2019). Desain Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian. *ISSN 2502-3632 ISSN 2356-0304 J. Online Int. Nas. Vol. 7 No. 1, Januari–Juni 2019 Univ. 17 Agustus 1945 Jakarta*, 53(9), 1689–1699.
- Irwanto, I. (2021). Perancangan Sistem Informasi Sekolah Kejuruan dengan Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus SMK PGRI 1 Kota Serang-Banten). *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 86–107.
- Putra, P. (2019). Pengembangan aplikasi kuesioner survey berbasis web menggunakan skala likert dan guttman. *Jurnal Sains Dan Informatika P-ISSN*, 2460, 173X.
- Ruswan, A., Rosmana, P. S., Najayanti, N., Husna, M., Nurhikmah, I., Irsalina, S., Azahra, R., & Faqih, A. (2024). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Kurikulum Merdeka Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 97–105.
- Saputra, N. (2020). *Aplikasi Augmented reality Pembelajaran Pengenalan Hewan Berbasis Android Bagi Siswa Sekolah Dasar*. Prodi Teknik Informatika.
- Setiawan, Z., Pustikayasa, I. M., Jayanegara, I. N., Setiawan, I. N. A. F., Putra, I. N. A. S., Yasa, I. W. A. P., Asry, W., Arsana, I. N. A., Chaniago, G. G., & Wibowo, S. E. (2023). *Pendidikan Multimedia: Konsep dan Aplikasi pada Era Revolusi Industri 4.0 menuju society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Seviana, R., Rosyida, F., & Atmoko, R. A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran

- Augmented Reality* pada pembelajaran Geografi Materi Planet di Tata Surya. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 6(2), 198–208.
- Sitanggang, N., Simarmata, J., & Luthan, P. L. A. (2019). *Pengantar konsep manajemen proyek untuk teknik*. Yayasan Kita Menulis, 2019.
- Vicky, V. O., & Syaripudin, A. (2022). Perancangan Sistem Informasi Absensi Pegawai Berbasis Web Dengan Metode Waterfall (Studi Kasus: Kantor DBPR Tangerang Selatan). *Oktal: Jurnal Ilmu Komputer Dan Sains*, 1(01), 17–26.
- Yusup, A. H., Azizah, A., Rejeki, E. S., Silviani, M., Mujahidin, E., & Hartono, R. (2023). Literature Review: Peran Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* dalam Media Sosial. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, 3(5).