



Aplikasi Pembelajaran Organ Tubuh Manusia dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Markerless Untuk Sekolah Dasar

Findyka Ayuningtyas*, Yuli Asriningtias

Fakultas Sains & Teknologi, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Sleman, Indonesia

Email: ^{1,*}findykaa@gmail.com, ²yuliasriningtias@uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: findykaa@gmail.com

Abstrak—Dalam lanskap kontemporer, kemajuan teknologi berlangsung dengan kecepatan luar biasa, sehingga memerlukan evaluasi ulang dan perbaikan praktik pendidikan untuk meningkatkan keterlibatan, efektivitas, dan efisiensi dalam aktivitas belajar. Sektor pendidikan menghadapi tantangan signifikan dalam materi pembelajaran biologi akibat kurangnya minat terhadap subjek tersebut, terutama disebabkan oleh ketergantungan pada media pembelajaran tradisional, seperti buku cetak atau fisik. Media pembelajaran yang bersifat fisik seperti gambar dan teks tersebut kurang efektif dalam menjelaskan materi yang konseptual terutama pada materi anatomi manusia yang mengharuskan pelajar untuk belajar dengan kemampuan visualisasi geometris. Solusi potensial untuk masalah ini melibatkan penerapan teknologi Augmented Reality (AR) melalui pendekatan tanpa penanda. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode pengembangan perangkat lunak waterfall. Augmented Reality (AR) mengintegrasikan elemen digital dengan lingkungan fisik, memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek virtual melalui perangkat mobile, terutama yang beroperasi pada platform Android. Metode markerless memungkinkan pelajar untuk menggunakan kamera AR dan menampilkan objek organ tubuh manusia tanpa menggunakan marker. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan organ tubuh manusia dengan teknologi Augmented Reality berbentuk objek tiga dimensi dengan metode markerless untuk mengurangi kompleksitas, memberikan pengalaman pembelajaran interaktif dengan fitur rotasi dan skala objek tiga dimensi untuk meningkatkan pemahaman visualisasi pelajar tentang anatomi, serta fitur quiz untuk mengasah pemahaman pelajar.

Kata Kunci: Augmented Reality; Markerless; Media Pembelajaran; Minat Belajar; Organ Tubuh Manusia

Abstract—The rapid development of technology in the modern era has led to the education sector being required to innovate learning activities that are more interesting, effective, and efficient. In the education sector, the challenge in biology learning materials is the lack of interest in learning caused by learning media that still use printed or physical books. Physical learning media such as images and text are less effective in explaining conceptual material, especially in human anatomy material that requires students to learn with geometric visualization skills. A potential solution to this issue involves applying Augmented Reality (AR) technology through a markerless approach. The development method used is the waterfall software development method. AR is a technology that integrates digital components with the physical environment, allowing users to interact with virtual objects via mobile devices, especially those utilizing the Android operating system. The markerless method allows students to use an AR camera and display human organ objects without using markers. This research aims to introduce human body organs with Augmented Reality technology in the form of three-dimensional objects with a markerless method to reduce complexity, provide an interactive learning experience with rotation and scaling features of three-dimensional objects to improve students' visualization understanding of anatomy, as well as quiz features to hone students understanding.

Keywords: Augmented Reality; Markerless; Instructional Media; Interest in Learning; Human Body Organs

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada era modern saat ini bertumbuh dengan pesat. Dengan adanya teknologi yang makin maju, hal tersebut berpengaruh pada berbagai macam bidang, termasuk yang paling utama adalah pada bidang pendidikan di Indonesia[1]. Teknologi yang sangat maju saat ini diperlukan untuk meningkatkan kualitas proses kegiatan belajar-mengajar. Kegiatan pembelajaran pada era modern ini masih banyak yang menggunakan metode konvensional diantaranya belajar materi pembelajaran dengan buku paket yang tebal atau mengerjakan ujian dengan kertas yang akhirnya berakhir tidak terpakai dan terbuang[2]. Kondisi itu menjadikan pelajar tidak semangat belajar karena mereka merasakan bosan, kesulitan menemukan motivasi untuk belajar, dan malas membawa buku yang memberatkan tas mereka.

Sumber pembelajaran di sekolah era sekarang ini masih menggunakan buku paket terutama saat mempelajari materi biologi[3]. Namun, masih banyak pelajar terutama anak-anak dan remaja yang kurang menikmati kegiatan belajar-mengajar dengan tata cara membaca maupun menulis menggunakan media belajar yang berbentuk buku, kertas, maupun media fisik lainnya, dikarenakan kurang menarik[4]. Pada mata pelajaran biologi terdapat berbagai macam materi yang mengharuskan pelajar untuk menghafal semua materi dengan upaya yang lebih tinggi terutama pada materi organ manusia. Pelajar mengalami masalah dalam hal menghafal atau mengingat-ingat materi yang dipelajari[5]. Proses pembelajaran harus mengintegrasikan media yang menarik dan menyenangkan, memungkinkan siswa merasa nyaman saat menghafal materi yang disajikan. Pendekatan ini menjamin efektivitas aktivitas pembelajaran dan mencegah redundansi dalam pengalaman. Pembelajaran dengan metode visualisasi sangat diperlukan agar pelajar bisa mengamati bentuk, posisi, maupun hubungan antaranatomi dengan menyeluruh.

Dengan persoalan tersebut membuktikan perlu adanya reka baru dalam menyajikan materi pembelajaran supaya lebih memotivasi pelajar dan lebih selaras dengan perkembangan generasi yang serba digital di era saat ini[6]. Salah satu contoh dari perkembangan teknologi saat ini adalah Augmented Reality. AR adalah teknik yang memungkinkan orang melihat dan berinteraksi dengan objek virtual secara langsung melalui perangkat seluler seperti smartphone, tablet, dan lainnya dengan menggabungkan dunia nyata dengan fitur virtual[7]. Augmented reality (AR) dioperasikan dengan cara



interaktif secara langsung dan terdapat pembauran antarobjek secara tiga dimensi[8]. Augmented Reality (AR) pada bidang pendidikan mempunyai kelebihan sebagai perantara edukasi yang berpengaruh besar yang mana pelajar dapat mempelajari bahan ajar dengan lebih mudah dipahami karena dapat menyusun hal nyata yang sulit dilihat oleh mata tanpa bantuan alat professional[9].

Sebagaimana adanya perkembangan teknologi dan komunikasi pada saat ini dapat memberikan bermacam-macam manfaat di bidang pendidikan, salah satunya adalah meminimalisir kurangnya minat belajar pelajar di Indonesia[10]. Dengan adanya teknologi berbasis Augmented Reality dalam pengenalan organ tubuh manusia, diharapkan akan dapat meningkatkan minat belajar siswa dalam mempelajari biologi dengan metode yang lebih interaktif dan menarik. Implementasi Augmented Reality (AR) ini memungkinkan siswa untuk menyaksikan dan mempelajari organ tubuh manusia dalam bentuk tiga dimensi dalam bentuk yang lebih realistis, memberikan pengalaman belajar-mengajar yang lebih detail dan menyenangkan[11]. Siswa dapat melihat bagian organ tubuh tertentu dari berbagai sudut untuk memperdalam pemahaman mereka tentang bagian-bagian organ tubuh manusia[12]. Selain itu pelajar dapat mengasah kemampuan berpikir dan menghafal dengan mengerjakan quiz tentang organ tubuh manusia[13]. Selain itu teknologi markerless ditambahkan dalam aplikasi sehingga pengajar lebih efisien dalam menyajikan pembelajaran dan tidak menyumbang limbah kertas terlalu banyak[14]. Metode Markerless merupakan salah satu metode dalam teknologi augmented reality (AR) yang tidak menerapkan marker atau media berbentuk fisik seperti kertas [15]. Dengan metode markerless pelajar dapat memproyeksikan objek tiga dimensi organ secara langsung pada media fisik nyata diantaranya di atas meja, lantai, atau media lain yang berbentuk datar. Selain itu pelajar dapat memindahkan objek tiga dimensi, memutar, memperbesar atau memperkecil objek agar memberikan pengalaman belajar yang mendalam tanpa menggunakan organ yang asli dan tidak memerlukan media kertas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahap Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode waterfall dengan Software Development Life Cycle (SDLC) sebagai metode penelitian. Metode ini berfokus kepada langkah-langkah yang terstruktur untuk merancang dan merawat perangkat lunak. Tahapan metode ini terbagi menjadi beberapa tahap yaitu analisis sistem, desain, implementasi, dan pengujian.

a. Analisis sistem

Pada tahapan ini peneliti mempersiapkan dan menganalisis keperluan aplikasi yang akan dilaksanakan dengan melakukan penggalan informasi secara maksimal dari pengguna.

b. Desain

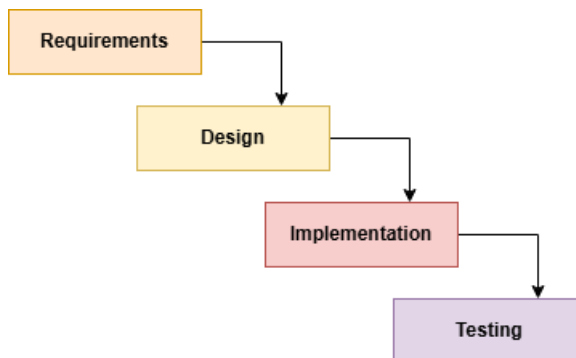
Tahapan ini berisi beberapa proses yang memiliki visualisasi dengan jelas yang berfokus pada perancangan konfigurasi data, arsitektur aplikasi, dll. Tahapan ini menjelaskan kebutuhan sistem mulai dari tahap pengecekan sampai rencana dalam bentuk gambar.

c. Implementasi

Tahapan ini merupakan hasil dari pembangunan aplikasi yang telah dibuat. Setiap halaman dari aplikasi dijelaskan secara berurutan dari awal hingga akhir.

d. Pengujian

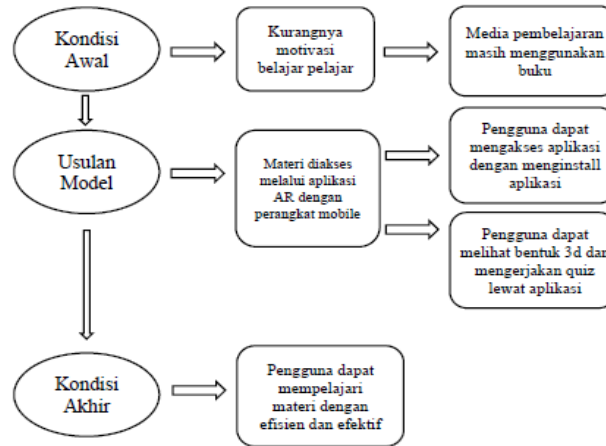
Seluruh halaman yang berada di aplikasi dikoordinasikan pada sistem setelah pelaksanaan pengujian setiap halaman. Sistem diuji dengan pengujian blackbox untuk mengecek setiap keberhasilan atau kegagalan.



Gambar 1. Waterfall

2.2 Kerangka Penelitian

Pembuatan aplikasi Augmented Reality pengenalan organ tubuh manusia dengan metode markerless yang diciptakan untuk para pelajar dapat membantu mereka untuk meningkatkan minat belajar mereka[16]. Pada Gambar 2 merupakan kerangka penelitian yang menjelaskan kondisi awal mengenai media pembelajaran dengan menggunakan buku atau alat tulis. Selain itu, terdapat usulan model pembelajaran menggunakan Augmented Reality dengan menggunakan perangkat mobile seperti tablet, smartphone, dan lainnya.



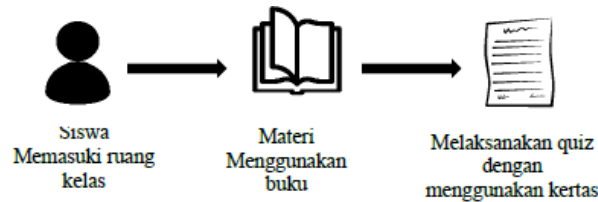
Gambar 2. Kerangka Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Model

3.1.1 Analisis Sistem Berjalan

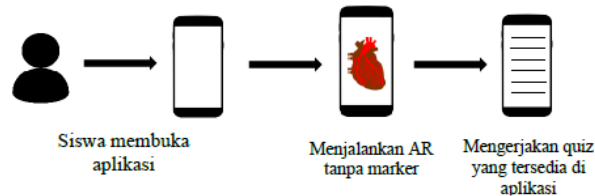
Gambar di bawah ini merupakan gambaran sistem saat ini. Pada analisis tersebut, diperoleh bahwa kegiatan pembelajaran masih menggunakan buku atau alat tulis yang tidak menarik minat belajar remaja dan anak-anak. Kegiatan belajar-mengajar menggunakan buku atau alat tulis dianggap membosankan dan menciptakan suasana yang membuat anak-anak tidak terganggu selera mereka untuk memperhatikan apa yang dijelaskan oleh pengajar. Selain itu, melakukan ujian menggunakan kertas tidak efisien dan berpeluang menciptakan limbah kertas.



Gambar 3. Sistem Saat Ini

3.1.2 Analisis Sistem Yang Diusulkan

Untuk meningkatkan minat belajar anak-anak, penulis mengusulkan sistem aplikasi dengan teknologi augmented reality metode markerless. Pada analisis sistem yang diusulkan, pembelajaran dilaksanakan melalui ponsel cerdas masing-masing. Pengguna menjalankan aplikasi augmented reality dengan mengaktifkan kamera tanpa menggunakan marker yang membuat pembelajaran optimal dan efisien. Terdapat quiz pada aplikasi yang nilainya dapat muncul secara spontan.



Gambar 4. Sistem Yang Diusulkan

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

3.2.1 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dapat dijelaskan dalam 3 aspek yaitu kebutuhan masukan, kebutuhan proses, kebutuhan luaran.

a. Kebutuhan Masukan

Kebutuhan masukan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi adalah objek 3D berupa organ tubuh manusia.

b. Kebutuhan Proses

Untuk membuat aplikasi, diperlukan kebutuhan proses agar pembuatan aplikasi berjalan dengan maksimal. Berikut kebutuhan proses :

1. Perencanaan : melakukan riset tentang organ tubuh manusia



2. Desain konsep : menentukan desain UI/UX yang menarik, sederhana, dan mudah digunakan serta nyaman untuk anak-anak
 3. Pengembangan konten : mencari asset desain 3D berbentuk organ tubuh manusia dan dimodifikasi menggunakan teknologi markerless
 4. Implementasi aplikasi edukasi : menambahkan materi edukasi sesuai konten organ, menyisipkan fitur quiz untuk mengasah pemahaman pengguna.
 5. Pengujian : memastikan aplikasi augmented reality berjalan dengan semestinya.
- c. Kebutuhan Keluaran
- Kebutuhan luaran yang dipastikan sesuai dengan harapan penulis setelah penyelesaian program aplikasi augmented reality:
1. Aplikasi augmented reality dengan metode markerless yang dapat diakses dan dijalankan pada perangkat android.
 2. Konten 3D berbentuk organ tubuh manusia dengan teknologi augmented reality metode markerless
 3. Materi edukasi yang mudah dimengerti serta dipahami oleh semua umur terutama pada kalangan remaja. Selain itu penambahan fitur quiz untuk mengukur pemahaman semua pengguna.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dapat dijabarkan dalam dua domain utama: persyaratan perangkat lunak dan persyaratan perangkat keras.

a. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan diantaranya adalah:

1. Sistem operasi windows 11
2. Android 14
3. corelDraw
4. Unity
5. Vuforia

b. Kebutuhan Perangkat Keras

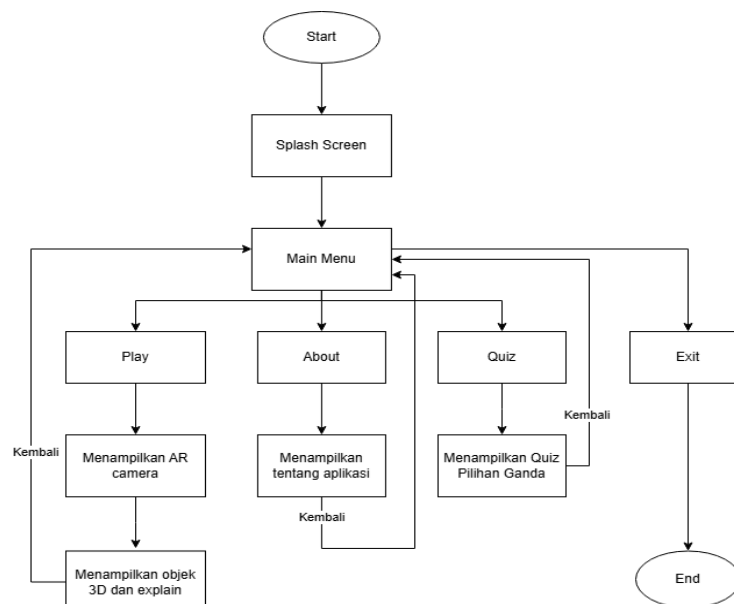
Perangkat keras yang dipergunakan diantaranya sebagai berikut:

1. Laptop Acer Aspire 3 RAM 8GB
2. Processor AMD Athlon Silver 3050U dengan Radeon Graphics
3. Ponsel pintar Samsung M23 RAM 6GB

3.2.3 Perencanaan Konseptual

a. Flowchart

Flowchart berperan sebagai simbol yang berfungsi untuk menggambarkan alur aplikasi dengan cara menyeluruh [17]. Gambar 3 merupakan alur pengguna dalam menjalankan aplikasi. Pertama, pengguna akan melihat Main Menu terlebih dahulu yang akan menampilkan tiga tombol yaitu “Start”, “About”, “Quiz”, dan “Exit”. Pada tombol “Start” pengguna dapat mengakses AR camera yang berisi objek tiga dimensi beserta penjelasannya. Pada tombol “About” pengguna dapat melihat penjelasan tentang aplikasi. Tombol “Quiz” untuk latihan soal dengan model soal pilihan ganda.

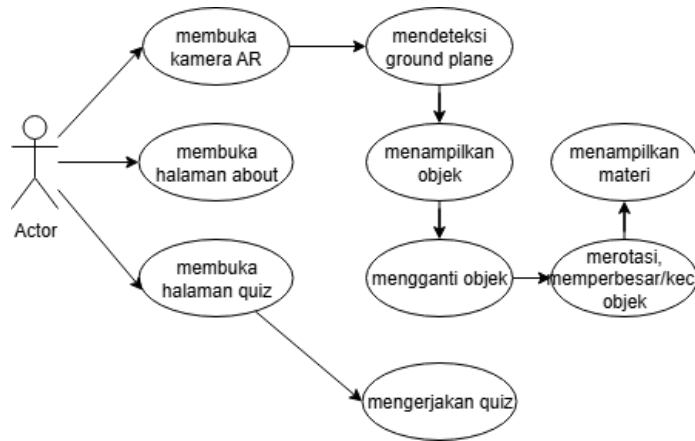


Gambar 5. Flowchart



b. Use Case Diagram

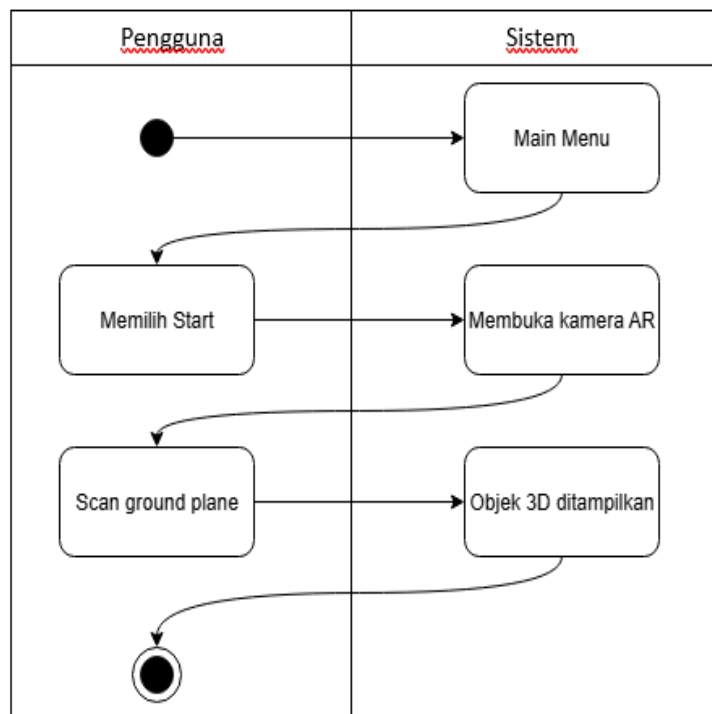
Gambar 5 merupakan proses perancangan menggunakan use case diagram. Diagram ini berperan sebagai penggambaran alur-alur yang mana pengguna dan sistem saling berhubungan atau berinteraksi[18].



Gambar 6. Use Case Diagram

c. Activity Diagram

Gambar 6 merupakan proses perancangan menggunakan activity diagram. Diagram tersebut berfungsi sebagai permodelan dari runtutan peristiwa atau aktivitas yang berlangsung[19].



Gambar 7. Activity Diagram

3.3 Implementasi

Penelitian ini menghasilkan sebuah Aplikasi Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Markerless Untuk Sekolah Dasar. Untuk meningkatkan motivasi belajar pengguna serta membantu pengguna memahami materi secara mudah lewat visualisasi dengan objek tiga dimensi. Berikut implementasi dari aplikasi augmented reality :

a. Halaman Main Menu

Halaman Main Menu merupakan tampilan awal dari aplikasi dimana kita mengakses fitur AR. Terdapat dua tombol utama yaitu Start dan About. Tombol Start berfungsi untuk mengakses fitur AR camera untuk menjelajahi objek tiga dimensi secara real life. Sementara itu, Tombol About berfungsi untuk mendeskripsikan secara singkat tentang aplikasi. Selain tombol utama, terdapat pula tombol Quit yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Berikut halaman Main Menu yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Halaman Main Menu

b. Halaman About

Halaman About merupakan halaman yang memberikan informasi singkat tentang aplikasi. Halaman ini berfungsi membantu pengguna memahami apa yang ditawarkan pada aplikasi. Halaman About dilengkapi dengan tombol Back yang memungkinkan pengguna kembali ke halaman Menu Utama. Gambar 8 menampilkan halaman About.



Gambar 9. Halaman About

c. Halaman Start

Halaman Start merupakan halaman aplikasi yang memungkinkan pengguna langsung mengakses fitur utama yaitu AR camera. Halaman ini terdapat objek tiga dimensi beserta informasi materi. Terdapat tombol yang menunjukkan arah kanan dan kiri untuk mengganti objek tiga dimensi yang aktif. Di bawah tombol arah kanan terdapat tombol "I" untuk mengaktifkan informasi materi. Selain itu ada tombol Back untuk kembali ke halaman Main Menu.



Gambar 10. Halaman Start

d. Halaman Quiz

Halaman Quiz merupakan halaman aplikasi yang berisi latihan soal dengan model pilihan ganda. Terdapat icon benar dan salah pada pojok kanan bawah, icon tersebut akan muncul apabila pengguna menekan pilihan ganda pada quiz tersebut. Pada halaman ini juga berisi tombol Kembali dan Lanjut. Berikut halaman Quiz dapat dilihat pada gambar



Gambar 11. Halaman Start

3.4 Pengujian

Pada tahap ini, aplikasi dilakukan sebuah rentetan pengujian yang disebut blackbox. Pengujian menggunakan metode ini memusatkan perhatian kepada uraian secara terperinci fungsional dari aplikasi yang sudah diimplementasikan oleh penulis[20].

Tabel 1. Pengujian Blackbox

Form	Skenario	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Halaman Main Menu	Membuka aplikasi	Sistem memunculkan Main Menu	Berhasil
Halaman About	Mengakses halaman about	Sistem memunculkan Halaman About	Berhasil
Halaman Quiz	Mengakses halaman quiz	Sistem memunculkan Halaman Quiz	Berhasil
Tombol Kembali	Menekan tombol kembali	Sistem memunculkan halaman sebelumnya	Berhasil
Tombol Pilihan Ganda	Menekan tombol pilihan ganda	Sistem mengganti soal dan pilihan ganda berikutnya	Berhasil
Icon Benar/Salah	Menekan tombol pilihan ganda	Sistem memunculkan icon benar/salah	Berhasil
Tombol Materi	Menekan tombol materi	Sistem memunculkan materi	Berhasil
Halaman Start	Menekan tombol start	Sistem membuka halaman start, membuka kamera AR	Berhasil
Tombol Keluar Aplikasi	Menekan tombol keluar	Sistem menutup aplikasi	Berhasil
Tombol Ganti Objek AR	Menekan tombol kanan/kiri pada halaman start	Sistem mengganti objek yang aktif	Berhasil

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang dibahas, penelitian ini menghasilkan aplikasi Augmented Reality berbasis markerless yang dapat diimplementasikan ke perangkat mobile seperti Android. Aplikasi ini dikembangkan dikarenakan penelitian sebelumnya masih menggunakan metode marker atau penanda berupa fisik seperti kertas. Augmented Reality berbasis markerless memungkinkan pengguna untuk mempelajari organ tubuh manusia dengan pengalaman yang lebih realistis dengan mengarahkan objek tiga dimensi secara langsung di media datar seperti meja, lantai, dan terdapat informasi detail mengenai organ tubuh manusia. Pada aplikasi tersebut terdapat juga quiz untuk mengasah pemahaman pengguna sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif.

REFERENCES

- [1] A. Dafiq Muslichah, N. H. Fazira, N. P. Anugrah, and B. D. Lukitoaji, "Pengaruh Teknologi Pembelajaran Terhadap Pendidikan Global," *BASICA ACADEMICA : Jurnal Pendidikan Anak Sekolah Dasar*, vol. 1, no. 1, pp. 119–124, Feb. 2025.
- [2] F. Risana, A. Ikhsan Muhtar Hadi, A. Pratama, F. Rahmah, and I. Syafe, "Transformasi Metode Pembelajaran Pendidikan Agama Islam: Dari Konvensional Ke Pendekatan Student-Centered Learning," *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 01, pp. 619–632, Mar. 2025, doi: <https://doi.org/10.23969/jp.v10i01.23618>.
- [3] F. Hidayat, Muhyiatul Fadilah, S. Fajrina, and F. O. Rahmi, "Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran E-Booklet Bermuatan Konservasi Orangutan Tapanuli (Pongo tapanuliensis) Sebagai Suplemen Pembelajaran Biologi di SMAN 4 Padang," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, vol. 3, no. 4, pp. 1036–1043, May 2025, doi: 10.31004/jerkin.v3i4.417.



- [4] N. Asrina, M. S. Bialangi, H. Mawaddah, A. Buntu, R. Rafiqah, and R. Agni, "Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X MAS Al-Ikhlas Karya Mukti," *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 13, no. 2, pp. 1020–1029, Jun. 2025, doi: 10.33394/bioscientist.v13i2.16138.
- [5] I. Putri Nurita Sari and D. Ferry, "Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi di SMA," *Biosfer : Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, vol. 9, no. 2, pp. 172–181, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.23969/biosfer.v9i2.18613>.
- [6] Jusman and A. Usman, "Peran Teknologi Pendidikan dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di Era Digital: Sebuah Studi Literatur," *Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2025, doi: <https://doi.org/10.54297/jpmd.v1i1.879>.
- [7] D. Syahbania, I. Berliana, I. Fadillah, and Kamilah, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Sekolah Utilization of Augmented Reality as a Learning Media in Schools," *JMI : Jurnal Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 1, Jun. 2025.
- [8] A. Dwi Yanti, H. Wulandari, and R. Dwi Arista, "Desain dan Pembangunan Aplikasi Augmented Reality untuk Pengenalan Huruf Alphabet secara Interaktif pada Siswa dan Siswi Raudhatul Athfal Al Hasan Kota Binjai," *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, vol. 5, no. 3, p. 433, Jul. 2025, doi: <https://doi.org/10.61306/jnastek.v5i3.233>.
- [9] W. Permata Sari, H. Rahmatika, R. Yogica, and F. Olvia Rahmi, "Analisis Kebutuhan Pengembangan Booklet Berbantuan Augmented Reality Pada Materi Virus Untuk Siswa SMA Dengan Beragam Gaya Belajar," *COGNITIVE: JURNAL PENDIDIKAN DAN PEMBELAJARAN*, vol. 3, no. 2, pp. 49–8, Aug. 2025, doi: <https://doi.org/10.61743/cg.v3i2.147>.
- [10] L. Judijanto, R. Y. Santoso, and A. Mansur, "Integrasi Teknologi dan Sektor Pendidikan: Tantangan dan Peluang dalam Perspektif Multisektoral," *Jurnal Ilmiah Edukatif*, vol. 11, no. 01, pp. 47–57, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.37567/jie.v11i1.3580>.
- [11] Umi Purnama and N. Nurhanika, "Analisis Sistematis terhadap Efektivitas Penggunaan Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran Fisika: Studi Literatur," *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, vol. 15, no. 3, pp. 1300–1306, Sep. 2025, doi: 10.37630/jpm.v15i3.3394.
- [12] S. Nurwijaya and M. Ikhsan Sukaria, "Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Geometri: Dampak Pada Spasial Reasoning Siswa," *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 10, no. 2, pp. 471–481, Jun. 2025, doi: <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i2.5953>.
- [13] L. R. Pangaribuan, C. O. Lumbantoruan, J. Hutasoit, R. G. Sitorus, and Y. H. Simatupang, "Utilization of Augmented Reality (AR) Media and Quizizz on Student Learning Interests at Hang Tuah Belawan Private High School Pemanfaatan Media Augmented Reality (AR) Dan Quizizz Terhadap Minat Belajar Siswa Di Sekolah SMA Swasta Hang Tuah Belawan," *ARSY : Aplikasi Riset kepada Masyarakat*, vol. 6, no. 2, pp. 312–317, Apr. 2025, doi: <https://doi.org/10.55583/arsy.v6i2.1289>.
- [14] K. S. Kartini, N. L. P. Labasariyani, M. I. S. Abenk, and I. N. T. A. Putra, "Analisis Perbandingan Efektivitas Augmented Reality Marker-Based dan Markerless pada Media Pembelajaran Struktur Tumbuhan," *Digital Transformation Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 301–309, Jul. 2025, doi: 10.47709/digitech.v5i1.6343.
- [15] C. Purnama Yanti, D. Ayu Putri Wulandari, and I. Ketut Yama Cahyana Putra, "Markerless Augmented Reality Untuk Pembelajaran Sistem Saraf Pusat," *JURNAL ELEKTRO DAN INFORMATIKA SWADHARMA (JEIS)*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, Jul. 2025, doi: <https://doi.org/10.56486/jeis.vol5no2.777>.
- [16] Z. Juwita Ikhsanat Nirmala, N. A. Zega, T. Waruwu, and D. Telaumbanua, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Peserta Didik dalam Pembelajaran IPA UPTD SMP Negeri 7 Gunungsitoli," *JBB: Jurnal Biologi Babasal*, vol. 4, no. 2, pp. 186–194, Sep. 2025, doi: <https://doi.org/10.32529/jbb.v4i2.4278>.
- [17] M. Del Cielo Nababan, A. D. Sumarna, P. K. Alfonsa, and D. Sumarna, "Rancangan Sistem Informasi Pembayaran Angsuran Rumah oleh Customer Melalui Metode Transfer," *Jurnal Sistem Informasi, Akuntansi dan Manajemen*, vol. 5, no. 2, pp. 147–158, May 2025, doi: <https://doi.org/10.54951/sintama.v5i2.758>.
- [18] H. S. Hadi, W. Yahyan, and M. Sabriani, "Penerapan UML dan Metode Waterfall pada Sistem Pelacakan Sertifikat Tanah Berbasis Web," *Journal of Informatics Management and Information Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 292–301, 2025, doi: 10.47065/jimat.v5i3.648.
- [19] I. Syah Putra and D. Mallisza, "Sistem Informasi Pelanggaran Siswa Berbasis Web Pada SMP Negeri 42 Padang," *JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMATIKA*, vol. 3, no. 2, pp. 80–89, Aug. 2025, doi: <https://doi.org/10.70038/jentik.v3i2.118>.
- [20] D. MARDIATI and Y. SAPUTRA, "Implementasi Sistem Informasi Manajemen Klinik Menggunakan Metode Black Box Testing," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.6015.