Indonesian Journal of Information Technology and Computing

Vol. 4, No.2 (2024), pp. 218-232 | e-ISSN: 2798-9216
https://journal.polhas.ac.id/index.php/imaging

Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Organ Tubuh Manusia di Sekolah SDN Uungan Kecamatan Awayan Kabupaten Balangan

Muhammad Iqbal[1], Eko Purbiyanto[2], Abdul Hamid[3]
[1,2]Manajemen Informatika, Politeknik Assalaam Surakarta, Surakarta, Indonesia
[3] Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Sapta Mandiri, Balangan, Indonesia
E-mail: [1]mhmmd.iqbl147@gmail.com, [2] ekopurbiyanto7@gmail.com , [3] hamied@univsm.ac.id
*Coresponding Author

Article History: Received: October, 16 2024; Accepted: August, 10 2024; Published: December, 31 2024

ABSTRACT

Teaching human anatomy, a crucial subject for elementary students, benefits greatly from innovative educational tools. Augmented Reality (AR) is explored as a means to enhance traditional learning methods by integrating interactive 3D models, audio explanations, and zoom features into an AR application. The objective is to make learning about human organs more engaging and informative. The Waterfall model is employed for system development, including stages such as requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. Unity 3D, Blender for 3D modeling, and Vuforia for marker-based AR tracking are utilized in the development process. Results show that the AR application significantly improves students' understanding and retention of anatomical concepts compared to conventional methods. The conclusion underscores AR's effectiveness in overcoming the limitations of traditional learning media by offering a more immersive and interactive learning environment. Future development could expand the application's educational content and further enhance interactivity, potentially broadening AR's impact in various educational contexts.

Keywords: *Augmented Reality, Human Anatomy, Interactive Learning*

Copyright © 2021 The Author(s)
This is an open access article under the CC BY-SA license.

PENDAHULUAN

Pengetahuan tentang tubuh manusia merupakan salah satu materi penting yang diajarkan di jenjang Sekolah Dasar (SD). Organ tubuh manusia adalah suatu kumpulan dari berbagai jaringan yang melakukan fungsi-fungsi tertentu(Irawan, 2020). Materi ini mencakup berbagai organ tubuh manusia dan fungsinya yang sangat krusial untuk dipahami sejak dini. Dalam proses pembelajaran di sekolah dasar, metode dan media pembelajaran yang digunakan memainkan peranan penting untuk meningkatkan efektivitas dan interaktivitas belajar siswa. Pembelajaran adalah kegiatan yang melibatkan interaksi antara pengajar dan peserta didik dalam rangka mencapai tujuan tertentu, yaitu memperoleh pengetahuan, sikap, dan keterampilan baru. Media pembelajaran sendiri adalah

alat yang digunakan untuk merangsang siswa agar proses belajar dapat terjadi lebih efektif dan menarik.

Penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan interaksi selama proses belajar, mencegah kebosanan pada siswa, dan membuat mereka lebih antusias serta termotivasi untuk belajar. Dalam konteks pembelajaran tentang tubuh manusia, media yang biasanya digunakan adalah buku teks yang berisi penjelasan teoritis dan gambar ilustrasi dua dimensi. Sekolah dasar hanya menggunakan media buku pelajaran yang memiliki keterbatasan jumlah halaman, hal ini mengakibatkan informasi yang dijelaskan dalam buku menjadi berkurang(Syarifuddin et al., 2020). Penyampaian materi organ tubuh manusia yang hanya ditampilkan dalam bentuk gambar 2 dimensi,serta penjelasan mengenai cara kerja sistem organ tubuh manusia hanya berbentuk tulisan, sehingga siswa hanya mengerti teori saja dan pemahaman siswa mengenai organ tubuh manusia hanya bersifat sementara tidak dalam jangka waktu yang lama(Nabila et al., 2023). Selain itu, alat peraga konvensional yang digunakan untuk mengajarkan organ tubuh manusia seringkali berukuran besar dan mahal, sehingga menyulitkan penggunaannya di kelas.

Di tengah pesatnya perkembangan teknologi saat ini, muncul teknologi bernama *Augmented Reality* (AR) (Rifky & Artika, 2023). *Augmented Reality* dapat didefinisikan sebagai sebuah tekhnologi yang mampu menggabungkan benda maya dua dimensi dan tiga dimensi kedalam sebuah lingkungan yang nyata kemudian memunculkannya dan memproyeksikannya secara *real time*(M. Sabir, 2022). Teknologi AR telah banyak dikembangkan di berbagai bidang, termasuk pendidikan, dimana AR dapat digunakan sebagai alat untuk meningkatkan kreativitas dan imajinasi siswa . Mengingat tingginya penggunaan *smartphone* sebagai media pembelajaran saat ini, alat peraga dalam pembelajaran tubuh manusia dapat dikembangkan menggunakan aplikasi *Augmented Reality*.

Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi dari jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran. Referensi pertama adalah penelitian berjudul "Pemanfaatan Aplikasi *Augmented Reality* Untuk Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Di Sekolah Dasar" yang berfoukus untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang memudahkan siswa dalam memahami dan memvisualisasikan organ dalam tubuh manusia. Tujuan dari pembuatan aplikasi ini adalah untuk guru dan siswa sebagai media pembelajaran organ tubuh manusia(Hernanda & Aji, 2024). Referensi kedua adalah penelitian berjudul "Implementasi Aplikasi Perangkat Bergerak Pembelajaran Sistem Organ Peredaran Darah pada Tubuh Manusia berbasis *Augmented Reality*" yang bertujuan mempermudah pemahaman siswa tentang sistem peredaran darah melalui penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang memberikan visualisasi dan interaksi dengan objek 3D. Penelitian pengembangan AR ini diharapkan dapat meningkatkan daya ingat siswa dan dapat meningkatkan minat belajar siswa(Enowato et al., 2023).

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, tujuan utama aplikasi *Augmented Reality* untuk pembelajaran organ tubuh manusia adalah sebagai media pembelajaran yang menampilkan objek 3D pada *smartphone*, sehingga siswa dapat menerima materi dengan lebih jelas dan nyata. Namun, kebanyakan aplikasi AR yang ada saat ini hanya fokus pada penyajian organ tubuh utama tanpa detail yang lebih rinci. Selain itu, kebanyakan dari aplikasi tersebut belum dilengkapi dengan fitur tambahan yang dapat memperkaya pembelajaran . Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR yang mencakup organ tubuh pada sistem pencernaan, pernapasan, dan peredaran darah, serta menyediakan informasi yang lebih rinci tentang organ-organ tersebut.

Aplikasi ini akan dilengkapi dengan fitur suara yang menjelaskan objek 3d, serta fitur *zoom in* dan *zoom out* pada objek 3D untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas dan mendetail.

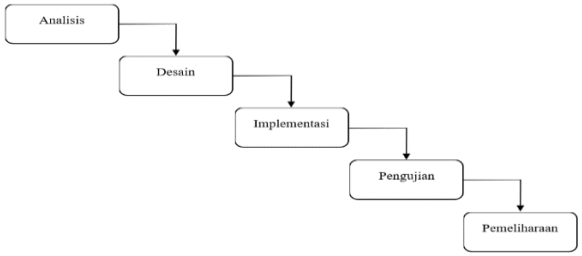
Penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya mengenai penggunaan AR dalam pembelajaran, namun menambahkan fitur suara dan *zoom* untuk memperkaya pengalaman belajar. Dengan demikian, penelitian ini berupaya untuk menjawab kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih efektif dan interaktif, serta menawarkan solusi yang lebih komprehensif dibandingkan dengan metode konvensional maupun aplikasi AR yang sudah ada. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran tentang tubuh manusia dan membantu siswa dalam memahami materi dengan lebih baik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall* dalam perancangan aplikasi *augmented reality* untuk pembelajaran materi pengenalan organ tubuh manusia. Metode Waterfall adalah salah satu pendekatan dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang memodelkan proses pengembangan perangkat lunak secara berurutan dan linier. Model *waterfall SDLC* (*System Development Life Cycle*) digunakan untuk membangun aplikasi, dimana setiap tahapannya dikerjakan secara sistematis dan terstruktur(Alparizi & Sutarman, 2023). Dalam konteks ini, setiap tahap harus selesai sebelum tahap berikutnya dapat dimulai(Hardiansyah et al., 2024).

Keunggulan dari pendekatan *Waterfall* adalah kemampuannya untuk menjaga kualitas software tetap terjaga dengan dokumentasi yang baik dan kontrol yang ketat di setiap tahapannya. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan karena tidak fleksibel, jika terdapat perubahan atau penemuan baru di tengah proses pengembangan, sangat sulit untuk kembali ke tahap sebelumnya.

Pada penelitian ini, tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut: analisis kebutuhan, desain dan perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta operasi dan pemeliharaan.



Gambar 1. Alur Model *Waterfall*

Analisis Kebutuhan. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi dan analisa terhadap kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan aplikasi. Ini mencakup arsitektur model, kebutuhan fungsional, dan kebutuhan non-fungsional. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dengan mencari dan mempelajari literatur dari jurnal serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penggunaan teknologi *augmented reality* dalam pembelajaran pengenalan organ tubuh manusia. Tujuan dari tahap ini adalah mendapatkan pemahaman yang jelas tentang apa yang dibutuhkan untuk mengembangkan aplikasi yang sesuai dengan tujuan.

Desain dan Perancangan Sistem. Setelah kebutuhan ditentukan, tahap desain dan perancangan sistem dimulai dengan menggunakan model *Unified Modelling Language* (UML). Pada tahap ini, perancangan aplikasi mencakup beberapa aspek, yaitu perancangan objek 3D menggunakan *software* Blender, perancangan antarmuka pengguna (*User Interface*), dan

perancangan *database* dengan menggunakan Vuforia sebagai platform untuk *marker-based augmented reality*.

Implementasi. Tahap implementasi dilakukan setelah desain sistem selesai. Proses implementasi dilakukan menggunakan *software* Unity 3D, yang dimulai dengan pengembangan antarmuka pengguna (UI) aplikasi, dilanjutkan dengan implementasi objek 3D yang terhubung dengan Vuforia untuk menampilkan objek tersebut berbasis marker. Pada tahap ini, semua elemen yang dirancang pada tahap sebelumnya mulai diintegrasikan ke dalam sistem yang berfungsi.

Pengujian Aplikasi. Setelah implementasi selesai, aplikasi diuji untuk memastikan semua fitur berjalan sesuai rencana dan aplikasi dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Pengujian ini dilakukan dengan menginstal aplikasi pada perangkat pintar (*smartphone*) untuk mengidentifikasi *bug* atau kesalahan, serta memastikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dalam kondisi nyata.

Pengoperasian dan Pemeliharaan. Tahap ini merupakan tahap akhir di mana perangkat lunak yang sudah selesai dibuat akan digunakan oleh pengguna. Pada tahap pemeliharaan, aplikasi yang telah dibuat dan telah melalui pengujian akan diserahkan pada pengguna, pemeliharaan rutin untuk pengguna, perbaikan skala kecil maupun besar aplikasi, evaluasi, dan pengembangan aplikasi berdasarkan masukan dari pengguna(Evendy, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis

1) Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dapat dijelaskan dalam tiga aspek yaitu kebutuhan jenis masukan, proses-proses yang diperlukan, dan keluaran yang diharapkan.

a. Kebutuhan masukan
   1. Input model objek 3D yang digunakan untuk menampilkan objek 3D Organ Tubuh.
   2. Input *Marker* yang digunakan untuk memunculkan objek 3D.
   3. Input panduan tentang cara penggunaan aplikasi.
   4. Input tentang organ tubuh manusia.
   5. Input Audio penjelasan organ tubuh manusia.

b. Kebutuhuan proses
   1. Proses scan penggabungan *marker* dan objek 3D.
   2. Proses memanggil menu mulai
   3. Proses memanggil menu *marker*.
   4. Proses memanggil audio penjelasan dalam menu mulai.
   5. Proses memanggil panel informasi dalam menu mulai.
   6. Proses *zoom in* dan *zoom out* objek 3d dalam menu mulai.
   7. Proses memanggil menu panduan.
   8. Proses memanggil menu tentang aplikasi.

c. Kebutuhan luaran
   1. Tampilan *splash screen*
   2. Tampilan halaman utama yang berisikan menu mulai, panduan, tentang aplikasi, dan keluar

3. Tampilan objek 3D ketika kamera smartphone diarahkan terhadap *marker* yang telah disimpan.
4. Audio penjelasan objek 3D yang ditampilkan.

2) Kebutuhan non fungsional

Kebutuhan non fungsional diuraikan menjadi 2 bagian yaitu, kebutuhan perangkat lunak (*software*) dan kebutuhan perangkat keras (*hardware*).

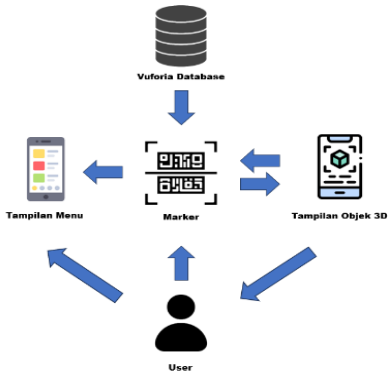
a. Kebutuhan Perangkat Lunak
   1. Windows 10 Pro
   2. Unity 3D
   3. Vuforia SDK
   4. Blender
   5. Visual Studio Code

b. Kebutuhan Perangkat Keras
   1. Intel® Core™ i5-13420H processor RAM 8 GB
   2. Ssd 512 gb
   3. Mouse dan Keyboard

B. Desain dan Perancangan Sistem

1) Analisis Sistem yang Berjalan

Analisis sistem yang sedang berjalan merupakan tahap identifikasi terhadap alur sistem pembelajaran pengenalan organ tubuh manusia. Proses analisis sistem ini diperlukan untuk mengevaluasi sistem pembelajaran yang ada saat ini serta kebutuhannya, sehingga dapat diusulkan perancangan yang dapat mendukung sistem menjadi lebih efektif dan interaktif. Saat ini, media pembelajaran pengenalan organ tubuh manusia yang digunakan adalah buku teks yang berisi gambar dan penjelasan teori. Media pembelajaran ini masih didominasi oleh gambar statis dan teks, serta alat peraga sederhana yang tidak memberikan interaksi langsung dengan materi yang dipelajari.



Gambar 2. Arsitektur Model

Gambaran arsitektur model sistem dimulai ketika pengguna (siswa) membuka aplikasi *Augmented Reality* dengan menggunakan *smartphone*. Aplikasi ini dirancang dengan menggunakan metode *marker-based tracking*, dimana metode ini menggunakan marker sebagai penanda(Ilham & Asriningtias, 2023). *Marker based tracking* adalah *Augmented Reality* yang menggunakan marker atau penanda objek dua dimensi yang memiliki suatu pola yang akan dibaca komputer melalui media *webcam* atau kamera yang tersambung dengan komputer, biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih(Edora, 2020). Namun *marker* juga bisa berupa ilustrasi dengan warna dan bentuk tertentu yang telah dirancang khusus untuk kebutuhan aplikasi ini. *Marker* tersebut akan masuk ke dalam *object tracker* yang disediakan oleh *Software Development Kit* (SDK), dalam hal ini menggunakan SDK Vuforia. Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit*(SDK) untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR(Jurnal et al., 2021). Vuforia dikenal sebagai salah satu *development kit* terbaik untuk *augmented reality mobile*, dan mendukung kedua platform mobile yaitu iOS dan Android, serta dapat digabungkan dengan *Unity* melalui plugin *Vuforia AR Extension for Unity SDK*. Setelah *marker-based tracking* didaftarkan dan tersimpan di dalam *database* Vuforia, *object tracker* akan melacak dan mencocokkan *marker* tersebut dengan data yang ada. Ketika proses pemindaian berhasil, aplikasi akan mengambil data objek 3D organ tubuh yang telah disimpan di dalam *database* tadi, sehingga objek tersebut akan muncul dalam tampilan 3D secara *real-time* di layar *smartphone* beserta informasi terkait yang telah dibuat dalam *software* Unity.

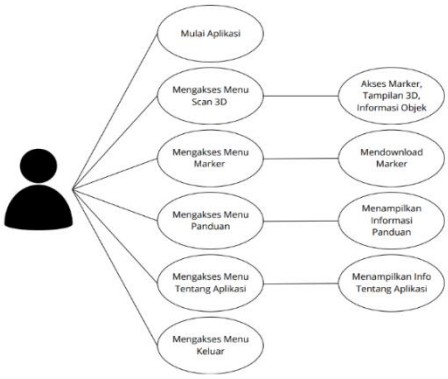
2) Desain Sistem

Desain sistem merupakan tahap perancangan suatu sistem yang akan dibangun. Pada aplikasi *Augmented Reality* (AR) dibutuhkan bahasa visual yang disebut *Unified Modeling Language* (UML) yang merupakan sebuah bahasa visual untuk pemodelan dan komunikasi mengenai sebuah sistem dengan menggunakan diagram dan teks-teks pendukung(Utami et al., 2024). Perancangan berorientasi objek biasanya menggunakan model yang dikenal dengan *Unified Modeling Language* (UML), yang merupakan sebuah bahasa pemodelan objek standar sebagai ganti dari pendekatan atau metode berorientasi objek standar. *Unified Modeling Language* (UML) adalah satu kumpulan konvensi pemodelan yang digunakan untuk menentukan atau menggambarkan sebuah sistem *software* yang terkait dengan objek. Adapun diagram UML (*Unified Modeling Language*) yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini meliputi *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*.

a. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan sebuah diagram yang digunakan sebagai pemodelan sistem informasi yang akan dibuat. Tujuan dari pembuatan *use case* adalah untuk mendapatkan dan menganalisis informasi persyaratan yang cukup untuk mempersiapkan model yang mengkomunikasikan apa yang diperlukan dari perspektif pengguna(Nurwicaksono & Swalaganata, 2023). Gambaran dari rancangan aplikasi

augmented reality untuk pengenalan organ tubuh manusia di SDN Uungan dalam *use case diagram* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

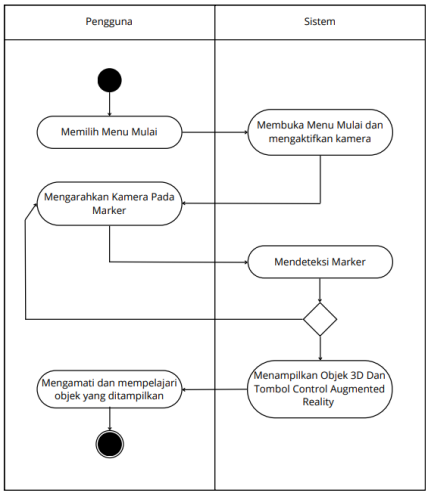


Gambar 3. *Use Case Diagram*

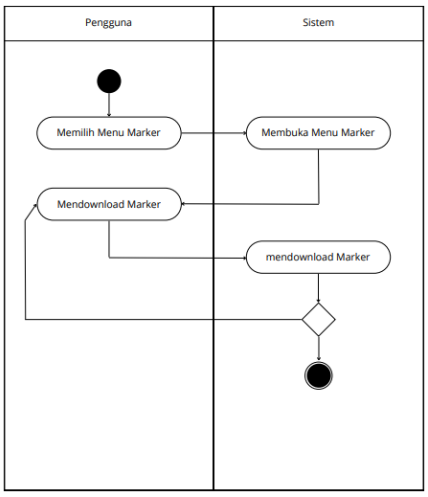
Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa dalam sistem yang akan dibuat akan terdapat 4 menu yang dapat diakses oleh pengguna yaitu menu scan 3D, *download marker*, menu panduan, dan menu tentang aplikasi.

b. Activity Diagram

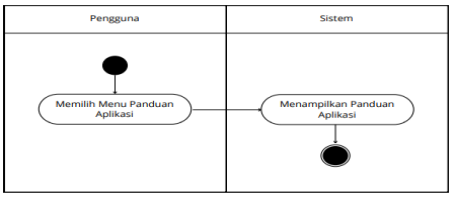
Activity Diagram merupakan rancangan aliran aktivitas atau aliran kerja dalam sebuah sistem yang akan dijalankan(Tri Herdiansyah & Harefa, 2024). Diagram ini mengungkapkan logika prosedural pada proses bisnis dan alur kerja pada berbagai kasus atau skenario. *Activity diagram* menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan oleh pengguna, serta aliran aktivitas dalam sistem secara vertikal. Alur dari aplikasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4, 5, 6, dan 7 di bawah.



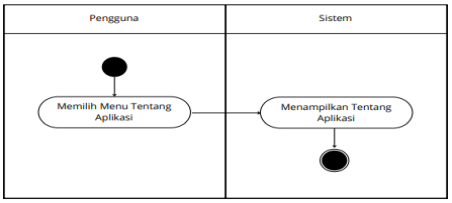
Gambar 4. *Activity diagram* menu Mulai



Gambar 5. *Activity diagram* Menu *download Marker*



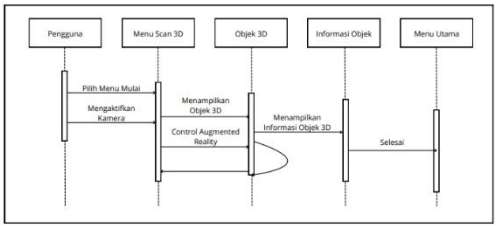
Gambar 6. *Activity Diagram* Menu Panduan



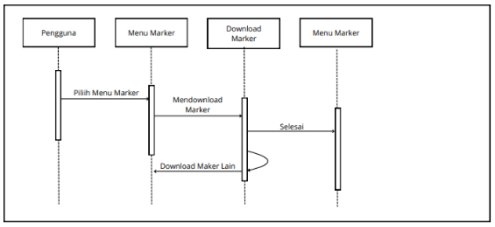
Gambar 7. *Activity Diagram* Menu Tentang

c. *Sequence diagram*

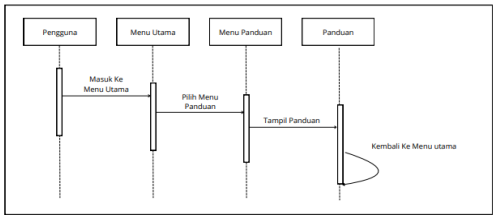
Sequence diagram menjelaskan dan merinci interaksi antar objek dalam suatu sistem(Izzuddin et al., 2023). Diagram ini digunakan untuk menggambarkan urutan-urutan kejadian atau proses yang terjadi dalam sistem, memperlihatkan interaksi antara berbagai komponen atau objek dalam aplikasi seiring berjalannya waktu. Alur dari aplikasi yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10, dan 11 di bawah.



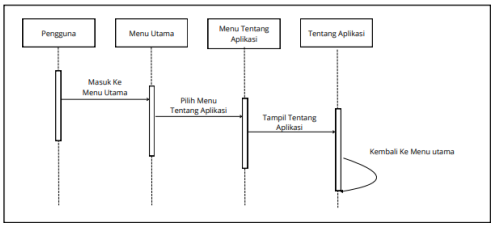
Gambar 8. *Sequence diagram* menu Mulai



Gambar 9. *Sequence diagram* menu *download marker*



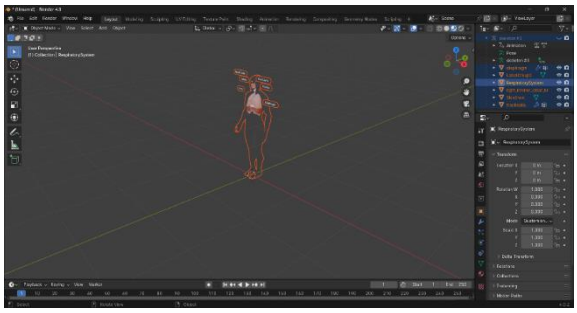
Gambar 10. *Sequence diagram* menu panduan



Gambar 11. *Sequence diagram* menu tentang

C. Implementasi

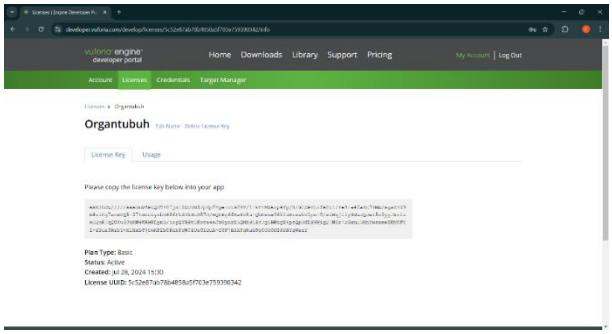
Berikut merupakan tahapan dalam perancangan aplikasi pengenalan organ tubuh manusia menggunakan *augmented reality*. Perancangan aplikasi dimulai dengan membuat objek 3D dari organ tubuh manusia menggunakan *software* Blender. Blender berfungsi sebagai dasar untuk semua konsep 3D, termasuk pemodelan, animasi, simulasi, rendering, komposisi, pelacakan gerak, bahkan pengeditan video dan pembuatan game(Siregar & Handoko, 2021). Setelah objek 3D berhasil dibuat, langkah selanjutnya adalah mengekspor objek 3D tersebut ke dalam format (.fbx), seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah.



Gambar 12. Pembuatan Objek 3D

Setelah membuat objek 3D, langkah selanjutnya adalah membuat database objek dan mendapatkan *License Key* menggunakan Vuforia SDK. Vuforia SDK mendukung berbagai jenis target, yang memungkinkan penggunaan database sebagai penanda untuk menampilkan objek 3D. Proses pembuatan *database* dimulai dengan login ke situs web Vuforia. Kemudian, tambahkan database baru dan beri nama sesuai kebutuhan. Setelah berhasil, Anda akan mendapatkan *License Key* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13, yang akan digunakan untuk menghubungkan *database* dengan Unity 3D, memungkinkan pemanggilan *object tracker* dan penampilan objek 3D.

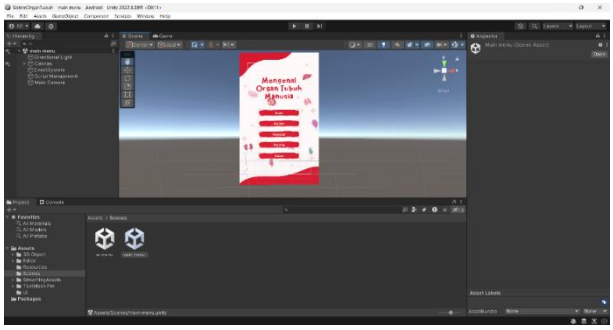
Langkah berikutnya adalah mengimpor *database* Vuforia yang telah dibuat dengan menginstal *Vuforia package manager* ke dalam Unity 3D. Masukkan *License Key* yang telah diperoleh ke dalam menu *Vuforia Configuration*. Setelah Vuforia terhubung dengan Unity 3D, Anda dapat menggunakan fitur Vuforia seperti *Ground Plane Stage* untuk menempatkan objek 3D, yang kemudian dapat dilacak oleh kamera.



Gambar 13. Pembuatan *Database* Vuforia

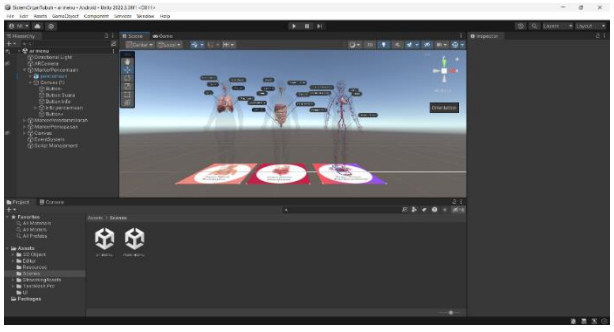
Tahap berikutnya adalah pembuatan aplikasi menggunakan *software* Unity 3D. Unity merupakan sebuah *software engine* untuk mengembangkan *game* dengan genre casual yang berupa 2D maupun 3D, AR (*Augmented Reality*) dan VR (*Virtual Reality*)(Kusnadi et al., 2024). Langkah pertama adalah membuat tampilan *user interface*.

Proses ini dilakukan dengan mengimpor beberapa gambar yang akan digunakan untuk mendesain tampilan aplikasi. *Scene* yang dibuat dimulai dari tampilan *scene* halaman utama, halaman *marker*, halaman panduan penggunaan aplikasi, dan halaman tentang pembuat aplikasi. Pertama membuat menu mulai yang mana menu untuk memunculkan objek 3D.



Gambar 14. Pembuatan *interface* menu utama

Selanjutnya pada gambar 15 adalah pembuatan *scene Augmented Reality* menggunakan objek 3D yang sebelumnya telah dibuat di Blender dan kemudian diimpor ke dalam scene di Unity 3D. Unity secara khusus dapat digunakan untuk membuat game 3D, animasi 3D real-time, visualisasi arsitektur, dan konten interaktif serupa lainnya. Umumnya, proses ini melibatkan pembuatan objek dan penambahan fungsi agar objek tersebut dapat berinteraksi. Setelah semua objek berhasil diimpor, dilakukan pengkodean menggunakan bahasa pemrograman C# untuk memastikan bahwa fungsi-fungsi di dalam program dapat berjalan dengan baik. Pengkodean ini meliputi penambahan fungsi untuk navigasi antar halaman, penambahan audio dan fungsi zoom *in zoom out* objek 3D.



Gambar 15. Pembuatan *scene* 3d

Setelah semua proses perancangan aplikasi selesai dilakukan, berikut adalah hasil visualisasi dari implementasi kerangka *user interface* yang telah dirancang menjadi aplikasi siap pakai, yang terdiri dari halaman utama, menu mulai, menu *marker*, menu Panduan, dan menu Tentang Aplikasi.

a. Tampilan Menu Utama

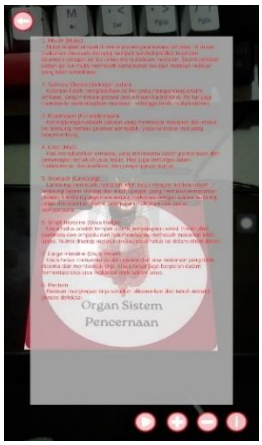
Halaman menu akan muncul setelah halaman splash screen selesai ditampilkan. Pada halaman ini, berbagai menu aplikasi akan ditampilkan, yaitu menu "Mulai" untuk memunculkan objek 3D, menu "*Marker*" untuk mengunduh *marker*, menu "Panduan" untuk melihat tata cara penggunaan aplikasi, dan menu "Tentang" untuk informasi mengenai pembuat aplikasi. Selain itu, terdapat juga fitur "Keluar" untuk menutup aplikasi.

Gambar 16. Tampilan Menu Utama

b. Tampilan menu mulai

Halaman "Mulai" merupakan halaman utama yang menjadi inti dari aplikasi ini. Pada halaman ini, aplikasi akan mengakses kamera dari perangkat Android. Pengguna mengarahkan kamera pada marker untuk menampilkan objek 3D dari organ tubuh manusia. Jika pengguna menekan tombol "Mulai", audio penjelasan akan diputar. Selain itu, terdapat tombol "Informasi" yang akan menampilkan panel informasi detail mengenai organ tubuh yang sedang ditampilkan. Aplikasi ini juga menyediakan tombol "*Zoom In*" dan "*Zoom Out*" untuk memperbesar atau memperkecil tampilan objek 3D. Pengguna juga dapat kembali ke menu utama dengan menekan tombol "Kembali".

Gambar 17. Tampilan menu mulai



Gambar 18. Tampilan panel informasi

c. Tampilan menu marker

Pada menu ini, jika pengguna masuk ke dalam menu "*Marker*", mereka akan diarahkan ke Google Drive untuk mengunduh marker yang digunakan untuk memunculkan objek 3D. Terdapat 3 *marker* yang tersedia, yaitu *marker* untuk organ pernapasan, organ pencernaan, dan organ peredaran darah.

d. Tampilan menu panduan

Halaman "Panduan" berisi petunjuk dan tata cara penggunaan aplikasi. Pada halaman ini, terdapat penjelasan mengenai fungsi tombol-tombol yang ada di Menu Mulai Selain itu, terdapat tombol untuk kembali ke halaman utama.

Gambar 19. Menu panduan

e. Tampilan menu tentang

Halaman "Tentang Aplikasi" berisi informasi mengenai profil pembuat aplikasi serta penjelasan tentang Organ Tubuh yang ditampilkan dalam aplikasi.

Gambar 20. Menu tentang

D. Pengujian Aplikasi

Pengujian terhadap sistem yang telah dirancang dilakukan dengan metode *Black Box*. Metode pengujian *Black Box* menekankan pada pemeriksaan fungsionalitas perangkat lunak tanpa melihat ke dalam struktur internal atau kode sumbernya. Metode yang digunakan adalah pengujian *black box* yang menguji aplikasi secara fungsional, artinya pengujian terhadap fungsi-fungsi pada aplikasi yang dibangun apakah berjalan sesuai tujuan atau tidak(Sholeh et al., 2021). Hasil pengujian yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Pengujian Aplikasi

Skenario Pengujian	Tindakan pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Install Apk	Menginstall Aplikasi Augmented Reality Organ Tubuh Manusia	Menjalankan Aplikasi Augmented Reality Organ Tubuh Manusia	Aplikasi Terinstall Pada Perangkat Android	Berhasil
Menu Mulai	Klik Menu Mulai	Untuk Memulai Tracking Objel Augmented Reality	Menampilkan Objek 3D Organ Tubuh Beserta informasi dan suara mengenai materi dari objek yang sedang ditracking, serta menyediakan fitur zoom in dan zoom out pada objek 3D.	Berhasil
Menu Marker	Klik Menu Marker	Untuk mendownload marker objek	Menampilkan menu untuk mendownload marker objek augmented reality	Berhasil
Menu Panduan	Kilk Menu Panduan	Untuk Membuka menu panduan	Menampilkan informasi tata cara penggunaan aplikasi	Berhasil
Menu Tentang	Klik Menu Tentang	Untuk Membuka Menu Tentang	Menampilkan informasi aplikasi dan identitas pengembang aplikasi	Berhasil
Keluar Aplikasi	Klik Menu Keluar	Untuk Keluar Aplikasi	Keluar dan Menutup Aplikasi	Berhasil

E. Pemeliharaan

Tahap terakhir dalam model pengembangan *waterfall* adalah fase pemeliharaan. Pemeliharaan pada konteks ini mencakup tindakan memperbaiki kesalahan yang tidak terdeteksi pada tahapan sebelumnya, melakukan pengembangan sistem untuk menambahkan fitur baru, serta meningkatkan kinerja perangkat lunak. Tidaklah jarang jika sebuah perangkat lunak mengalami perubahan setelah diserahkan kepada pengguna. Perubahan ini dapat disebabkan oleh kesalahan yang muncul dan tidak terdeteksi selama tahap pengujian, atau karena perangkat lunak perlu beradaptasi dengan lingkungan baru. Fase pendukung atau pemeliharaan dapat melibatkan kembali proses pengembangan, mulai dari analisis spesifikasi, untuk mengakomodasi perubahan pada aplikasi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran pengenalan organ tubuh manusia di SDN Uungan, namun tidak digunakan untuk menciptakan perangkat lunak baru.

KESIMPULAN

Penggunaan *Augmented Reality* (AR) terbukti efektif dalam meningkatkan pembelajaran anatomi manusia bagi siswa sekolah dasar. Aplikasi AR yang dikembangkan menghadirkan visualisasi 3D interaktif, penjelasan audio, dan fitur *zoom*, membantu siswa memahami dan mengingat materi dengan lebih baik. Penelitian ini mencapai tujuannya, menunjukkan bahwa AR mampu mengatasi keterbatasan pengajaran konvensional. Pengembangan lebih lanjut diharapkan dapat memperluas topik dan fitur aplikasi, serta mengeksplorasi penerapan AR di bidang pendidikan lainnya.

REFERENSI

Alparizi, S. R., & Sutarman, S. (2023). Aplikasi Media Pembelajaran Tumbuhan Langka Indonesia menggunakan Augmented Reality berbasis Android. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, *7*(2), 356–365. https://doi.org/10.29408/edumatic.v7i2.23091

Edora, F. R. A. (2020). *Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Sebagai Media Pembelajaran Mengenal Tanaman Untuk Anak Usia Dini Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android*. *10*(2), 143–151.

Enowato, M., Brata, K. C., & Brata, A. H. (2023). Implementasi Aplikasi Perangkat Bergerak Pembelajaran Sistem Organ Peredaran Darah pada Tubuh Manusia berbasis Augmented Reality. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *7*(1), 289–296. https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12167

Evendy, M. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Mifa Berbasis Android. *Jurnal Tekinfo*, *8*(4), 2024. http://repository.upi-yai.ac.id/id/eprint/3116%0Ahttp://repository.upi-yai.ac.id/3116/1/PDF Tekinfo.pdf

Hardiansyah, G., Farida, A., & Kalifa, A, D. (2024). Implementasi Augmented Reality Pada Media. *Jurnal Tekinkom*, *7*(1), 142–149. https://doi.org/10.37600/tekinkom.v7i1.1255

Hernanda, A., & Aji, A. S. (2024). Pemanfaatan Aplikasi Augmented Reality Untuk Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Di Sekolah Dasar. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, *6*(1), 245–251. https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i1.1166

Ilham, M. I., & Asriningtias, Y. (2023). Aplikasi Mobile Augmented Reality untuk Mendukung Pengenalan Aksara Sunda. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, *7*(2), 426–434. https://doi.org/10.29408/edumatic.v7i2.23602

Irawan, Y. (2020). APLIKASI ANDROID SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN ORGAN TUBUH MANUSIA DENGAN MENERAPKAN AUGMENTED REALITY (Studi Kasus: SDN 005 Makmur Pangkalan Kerinci). *Jurnal Ilmu Komputer*, *9*(2), 102–106. https://doi.org/10.33060/jik/2020/vol9.iss2.173

Izzuddin, A., Angelika, J. J., & Arista, H. (2023). Aplikasi Pembelajaran Bertema Pahlawan Nasional Berbasis Augmented Reality Pada Platform Android. *Jurnal Sains Dan Informatika*, *9*(2), 154–163. https://doi.org/10.34128/jsi.v9i2.619

Jurnal, H., Ibnih, S., Istini, M., Hidayat, A., Zulaikasari, P., & Pristi, A. (2021). *JURNAL TEKNIK MESIN, ELEKTRO DAN ILMU KOMPUTER Pengembangan Aplikasi Pengenalan Alat Ukur Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality*. *1*(1), 1–10.

Kusnadi, K., Parman, S., Kartika, V. D., Apriyanto, D., & ... (2024). Perancangan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Zat Kimia Pada Tingkat Sma. *Jurnal Grafis*, *2*(2). https://jurnal.cic.ac.id/index.php/jurnalgrafis/article/view/221%0Ahttps://jurnal.cic.ac.id/index.php/jurnalgrafis/article/download/221/172

M. Sabir, F. (2022). Aplikasi Media Pembelajaran Ipa Berbasis Augmented Reality (Ar). *Jtriste*, *9*(1), 132–142. https://doi.org/10.55645/jtriste.v9i1.371

Nabila, A. R., Hidayat, O. S., & Hasanah, U. (2023). Media Pembelajaran Augmented Reality Scrapbook Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Organ Tubuh Manusia Kelas V. *Kompetensi*, *16*(1), 126–134. https://doi.org/10.36277/kompetensi.v16i1.137

Nurwicaksono, A. S., & Swalaganata, G. (2023). Analisis dan perancangan aplikasi Augmented Reality anatomi tubuh manusia berbasis Android. *Journal of Information System and Application Development*, *1*(1), 47–57. https://doi.org/10.26905/jisad.v1i1.9866

Rifky, S. D., & Artika, S. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Tata Surya Berbasis Android. *Media Online*, *4*(3), 1808–1818. https://doi.org/10.30865/klik.v4i3.1373

Sholeh, M., Suraya, S., & Andika, M. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Kosakata Bahasa Inggris Berbasis Teknologi Augmented Reality (Studi Kasus Pada Kosakata Peralatan Mebel). *National Conference on Applied Business, Education, & Technology (NCABET)*, *1*(1), 64–77. https://doi.org/10.46306/ncabet.v1i1.6

Siregar, J. A. S., & Handoko, K. (2021). Jurnal Comasie Jurnal Comasie. *Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Pompa Utama Elektrik Pemadam Gedung Bertingkat Berbasis Web*, *6*(2), 40–51. http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal%0AJurnal Comasie ISSN (Online) 2715-6265%0APERANCANGAN

Syarifuddin, F., Purnawansyah, P., & Irawati, I. (2020). Aplikasi Augmented Reality Media Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Untuk SD Kelas 5 Berbasis Android. *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, *1*(1), 23–28. https://doi.org/10.33096/busiti.v1i1.518

Tri Herdiansyah, A., & Harefa, K. (2024). Jurnal Ilmu Komputer dan Science Implementasi Metode Markerless Pada Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Geometri Untuk Siswa SD Berbasis Android. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, *3*(2), 481–490.

Utami, W. S., Mauludiah, H., Pratiwi, N., & Faisal, M. (2024). Aplikasi Sistem Saraf Otak Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, *29*(1), 25–38. https://doi.org/10.35760/tr.2024.v29i1.9882