Aplikasi *Augmented Reality* untuk Pembelajaran Organ Vital pada Tubuh Manusia Berbasis Android

Tesalonika Gracia Palilingan [1*], Gladly C. Rorimpandey [1], Quido C. Kainde [1]

[1]*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado, Indonesia*
Email: 18210034@unima.ac.id[*]

***Abstract*— This research aims to develop an Augmented Reality (AR) application based on Unity and Vuforia as a learning medium for human vital organs at SMP Negeri 1 Lembean Timur. In the context of education, which increasingly requires innovation, this AR application is expected to overcome the limitations of conventional learning methods that rely only on textbooks and 2D images. By utilizing AR technology, students can see three-dimensional (3D) models of vital organs in real-time, offering better details and more engaging interaction. The research results show that the implementation of the AR application has added a new, more interesting variation for students, making it easier for them to understand the shape, position, and function of vital organs. Additionally, this application provides an effective interactive learning alternative in the Natural Sciences (IPA) subject. Thus, the development of this AR application not only enhances students' understanding but also contributes to learning innovation at SMP Negeri 1 Lembean Timur.**

***Keywords*— Augmented Reality, Interactive Learning Media, Prototype SDLC, Unity, Vuforia SDK**

***Abstrak*— Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis Unity dan Vuforia sebagai media pembelajaran organ vital manusia di SMP Negeri 1 Lembean Timur. Dalam konteks pendidikan yang semakin membutuhkan inovasi, aplikasi AR ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan metode pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan buku teks dan gambar 2D. Dengan memanfaatkan teknologi AR, siswa dapat melihat model tiga dimensi (3D) organ vital secara real-time, yang menawarkan detail lebih baik dan interaksi yang lebih menarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan aplikasi AR telah menambahkan variasi baru yang lebih menarik bagi siswa, memudahkan mereka dalam memahami bentuk, posisi, dan fungsi organ vital. Selain itu, aplikasi ini memberikan alternatif pembelajaran interaktif yang efektif dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Dengan demikian, pengembangan aplikasi AR ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga berkontribusi pada inovasi pembelajaran di SMP Negeri 1 Lembean Timur.**

***Kata Kunci*— Augmented Reality, Media Pembelajaran Interaktif, Prototype SDLC, Unity, Vuforia SDK.**

I. PENDAHULUAN

Dunia pendidikan saat ini tengah mengalami transformasi yang signifikan, didorong oleh kemajuan pesat dalam bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Integrasi teknologi dalam proses belajar mengajar bukan lagi sekadar pilihan, melainkan sebuah kebutuhan untuk mempersiapkan generasi muda agar mampu bersaing di era digital yang semakin kompleks. Kemajuan TIK telah membuka peluang baru untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas pendidikan.

Munculnya berbagai inovasi teknologi pendidikan menawarkan cara-cara kreatif untuk membuat pembelajaran lebih efektif dan menarik. Berbagai platform pembelajaran daring, aplikasi edukatif, dan perangkat lunak simulasi memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan personal. Dan guru sebagai pengajar dapat dengan mudah mengembangkan alatnya masing-masing untuk menunjang kegiatannya dengan memanfaatkan teknologi seperti android [1]. Inovasi-inovasi ini bertujuan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, memperkuat pemahaman konsep, dan mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan di era digital. Sehingga hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi proses pembelajaran yan berlaku terlebih jika mengimplementasikan pembelajaran mobile karena tidak terbatas ruang dan waktu [2].

Salah satu teknologi yang berkembang pesat dalam pendidikan adalah Augmented Reality (AR) yang merupakan AR adalah teknologi yang menumpangkan (memasukkan) objek virtual ke dalam skenario nyata yang diamati melalui layar perangkat teknologi [3], integrasi ini dapat diterapkan pada berbagai teknologi tampilan yang mampu menampilkan informasi (angka, huruf, simbol, audio, video, gambar) bersamaan dengan pandangan pengguna terhadap dunia nyata [4]. Penggunaan AR dalam pembelajaran menawarkan banyak manfaat. Dengan AR, konsep yang sulit bisa dijelaskan dengan cara yang lebih nyata, membuat pelajaran lebih menarik dan mudah dipahami karena kemampuan AR yang dapat merepresentasikan secara virtual tiga dimensi, realtime dan interaktif [5]. Siswa dapat lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran, yang berdampak pada peningkatan motivasi dan pemahaman mereka. Teknologi Augmented Reality (AR) tidak hanya mengubah cara siswa belajar, tetapi juga cara guru mengajar, membuka peluang bagi metode pembelajaran yang lebih kreatif dan personal. Di era digital saat ini, metode pembelajaran tradisional yang hanya mengandalkan buku teks, ceramah, atau presentasi

statis sering dianggap kurang efektif karena kurang responsif terhadap kebutuhan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan literasi digital [6].

Diharapkan hasil penelitian ini memberikan kontribusi berarti bagi dunia pendidikan, khususnya dalam inovasi metode belajar. Media pembelajaran AR yang modern, menarik, dan efektif diharapkan menjadi alternatif yang menguatkan metode pembelajaran konvensional.

Teknologi AR menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan imersif karena kemampuan teknologinya dimana interaksi dunia nyata dengan dunia maya [7] digabungkan, khususnya untuk mata pelajaran yang membutuhkan visualisasi kompleks. Penerapan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pendidikan menawarkan potensi besar untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks. Salah satu bidang studi yang dapat memperoleh manfaat signifikan dari teknologi AR adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya dalam pembelajaran anatomi manusia. Model tiga dimensi (3D) organ vital yang interaktif dapat ditampilkan secara real-time melalui perangkat seperti smartphone atau tablet. Siswa dapat mengeksplorasi model 3D tersebut dan pengalaman interaktif ini jauh lebih menarik dan efektif daripada hanya melihat gambar dua dimensi di buku teks.

Di SMP Negeri 1 Lembean Timur, pembelajaran tentang organ vital manusia masih mengandalkan metode konvensional. Guru umumnya menggunakan buku teks, gambar dua dimensi, dan penjelasan lisan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi Augmented Reality (AR) sebagai solusi untuk meningkatkan pemahaman siswa. Dengan kemampuan AR untuk menggabungkan dunia nyata dan virtual, diharapkan siswa dapat lebih mudah memvisualisasikan dan berinteraksi dengan model organ vital.

Diharapkan siswa-siswa dapat menggunakan aplikasi ini dengan sudut pandang permainan edukatif sehingga pembelajaran dapat menjadi kegiatan yang sangat menyenangkan [8].

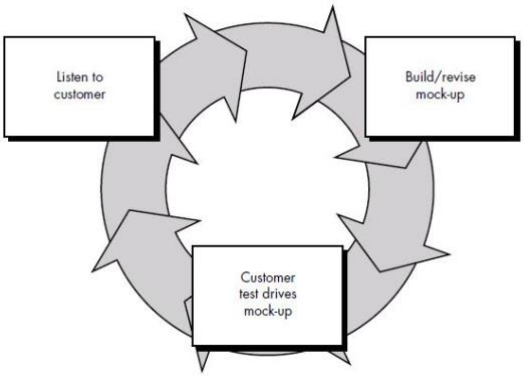
Memang ada penelitian serupa yang telah diterapkan untuk membantu siswa belajar dengan memanfaatkan AR, namun penelitian sebelumnya [9] mengembangkan aplikasi yang terhitung berat dalam penggunaan sumber daya perangkat kerasnya dan tidak relevan dengan konteks sumber daya sekolah di Indonesia khususnya di Indonesia Timur, sehingga penelitian ini akan mengisi research gap tersebut dengan mengembangkan aplikasi pembelajaran yang tetap memanfaatkan AR namun dengan spesifikasi seringan mungkin agar lebih mudah diakses oleh semua siswa dan tidak memperberat siswa.

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan prototype dalam pembuatan aplikasi Augmented Reality (AR) untuk pembelajaran organ vital manusia. Metode prototype dipilih karena sifatnya yang iteratif dan memungkinkan pengembangan aplikasi dilakukan secara bertahap. Pendekatan ini sangat sesuai dengan kebutuhan untuk menghasilkan aplikasi yang optimal dan sesuai dengan konteks pembelajaran di SMP Negeri 1 Lembean Timur. Dengan metode prototype, pengembangan aplikasi dilakukan melalui beberapa tahapan iterasi dan cocok untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang akan dikembangkan kembali [10]. Penggunaan metode prototype memastikan bahwa aplikasi AR yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna karena pada penerapannya metode prototype menggambarkan siklus hidup sebuah sistem yang bertujuan memberikan gambaran sistem yang akan dikembangkan pada pengguna [11]. Diharapkan, dengan adanya aplikasi Augmented Reality berbasis Unity dan Vuforia ini, pembelajaran di SMP Negeri 1 Lembean Timur menjadi lebih inovatif, menarik, serta meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi organ vital tubuh manusia. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi di sekolah-sekolah lainnya.

Selain memberikan dampak langsung pada pembelajaran di SMP Negeri 1 Lembean Timur, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih luas. Hasil penelitian, termasuk aplikasi AR yang dikembangkan, dapat menjadi referensi dan contoh bagi sekolah-sekolah lain dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian ini dapat menginspirasi inovasi pembelajaran yang lebih modern dan efektif di berbagai jenjang pendidikan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini akan mengikuti pakem dari SDLC prototype yang adalah metode yang berfokus pada iterasi pengembangan yang melibatkan pengguna dalam prosesnya, hal ini agar pengguna dapat mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan keinginannya, berikut adalah tahapan yang akan diikuti oleh penulis,



Gbr. 1 Metode Prototipe

Pada tahapan ini, penulis berkomunikasi langsung dengan pelanggan atau pengguna, yaitu guru dan siswa di SMP Negeri 1 Lembean Timur. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan data kebutuhan sistem pada iterasi pertama sekaligus memperoleh umpan balik dari pengguna pada iterasi-iterasi berikutnya. Hasil utama dari tahap ini adalah tersusunnya daftar kebutuhan pengguna dalam bentuk user stories yang menjadi dasar pengembangan sistem.

Setelah kebutuhan terkumpul, tahap berikutnya adalah mengimplementasikan kebutuhan tersebut ke dalam bentuk aplikasi atau prototipe. Dalam penelitian ini, teknologi yang digunakan adalah Unity dan Vuforia. Prototipe yang dikembangkan pada iterasi pertama kemudian diuji untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna. Berdasarkan

masukan tersebut, prototipe diperbaiki dan disesuaikan kebutuhan terbaru pada iterasi selanjutnya. Tahapan ini menghasilkan dokumen pemodelan dan perancangan sistem serta prototipe yang siap diuji.

Prototipe yang telah dikembangkan diuji oleh penulis dan pengguna—guru serta siswa. Pengujian mencakup acceptance criteria untuk menguji fungsionalitas sistem oleh pengguna dan blackbox testing untuk pengujian kode dan aspek teknis sistem. Tahap ini dilakukan di akhir setiap iterasi untuk memastikan kebutuhan pada iterasi tersebut telah terpenuhi. Acceptance criteria diuji melalui angket pengujian prototipe, yang hasilnya kemudian diolah untuk menghasilkan dokumen kelayakan prototipe pada setiap siklus iterasi.

III. *HASIL DAN PEMBAHASAN*

SDLC Prototyping adalah metode yang dipilih untuk proses pengembangan aplikasi augmented reality untuk pembelajaran organ vital pada tubuh manusia berbasis android di SMP Negeri 1 Lembean Timur. Berikut adalah hasil dari prototyping yang dijalankan,

A. Listen to Customer

Pada tahapan listen to customer penulis akan mengumpulkan data yang relevan dengan aplikasi yang akan dikembangkan, hal ini agar aplikasi yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan dari calon pengguna nanti. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati proses pembelajaran di SMP Negeri 1 Lembean Timur, khususnya saat mata pelajaran biologi, selain itu yang tidak kalah penting adalah mewawancarai baik siswa dan guru untuk mengetahui bagaimana AR sebaiknya diimplementasikan agar dapat sesuai dengan kebutuhan baik secara fungsi maupun spesifikasi smartphone pengguna.

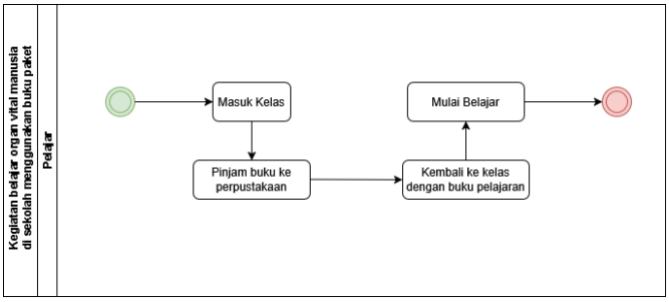
TABEL I. USER STORIES

ID	User Story
uSt01	Sebagai pelajar saya ingin dapat mengakses aplikasi dimana saja dan kapan saja
uSt02	Sebagai pelajar saya ingin mengakses teknologi AR untuk mempelajari organ vital manusia dengan lebih mudah
uSt03	Sebagai pelajar saya ingin mengakses marker untuk kamera AR dari mana saja

Tabel 1 adalah kumpulan kebutuhan pengguna yang disusun dalam sebuah tabel yang disebut user story yang menggambarkan kebutuhan dari tiap pengguna dari sistem yang akan dikembangkan

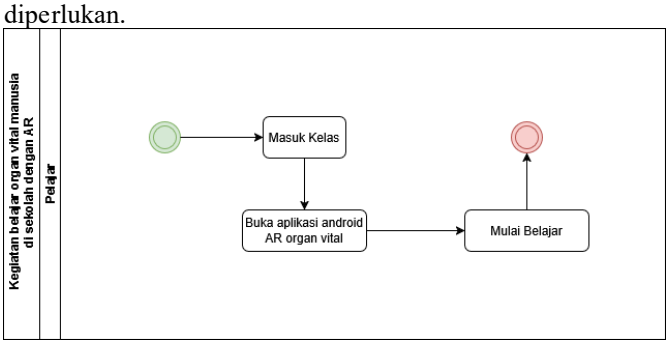
B. Build Mockup

Selanjutnya setelah selesai melakukan pengumpulan kebutuhan, tahap berikut adalah pemodelan dan pengembangan prototipe, pemodelan pertama adalah proses bisnis yang sedang dijalani saat ini di sekolah dan yang akan diajukan dalam aplikasi AR.



Gbr. 2 Proses Bisnis Belajar Mengajar Secara Tradisional

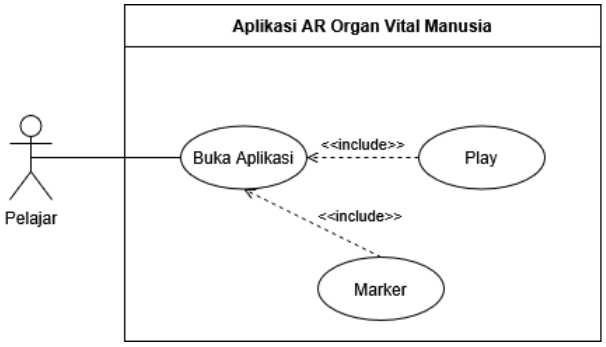
Gambar 2 adalah apa yang ada saat ini untuk proses belajar mengajar siswa di SMP Negeri 1 Lembean Timur khususnya pelajaran biologi dengan topik organ vital manusia, terlihat bahwa ada langkah dimana siswa perlu untuk mengambil buku paket ke perpustakaan, langkah ini tentu memakan waktu dan membuat waktu belajar lebih singkat karena harus menunggu sampai siswa yang ditugaskan untuk kembali dengan buku paket yang diperlukan.



Gbr. 3 Proses Bisnis Aplikasi

Selanjutnya pada gambar 3 adalah proses bisnis yang diajukan, dan telah menerapkan aplikasi AR untuk pembelajaran organ vital manusia, terlihat bahwa dengan diterapkannya aplikasi AR tahap yang memakan waktu seperti mengambil buku di perpustakaan sudah tidak ada lagi sehingga waktu belajar tidak terpakai untuk menunggu dan guru dapat langsung mulai mengajar sesuai dengan topik pembelajaran.

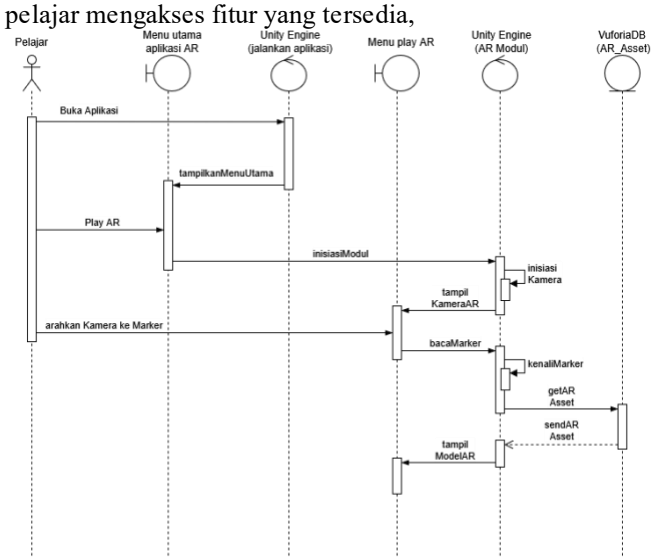
Selanjutnya akan mulai dimodelkan dengan UML yang bertujuan untuk menyediakan suatu metode yang konsisten dalam menangkap dan mengekspresikan hubungan, perilaku, serta konsep-konsep tingkat tinggi dengan menggunakan notasi yang mudah dipahami dan efisien dalam penulisannya. Selain itu, UML bersifat visual, di mana hampir seluruh elemen yang terdapat di dalamnya memiliki representasi grafis yang jelas [12], Dalam pemodelannya uml yang dapat digunakan adalah usecase diagram, class diagram, package diagram, sequence diagram, communication diagram, state machine diagram, activity diagram, componen diagram, deployment diagram, object diagram, composite structure diagram, interaction overview diagram, dan timing diagram [13]. Namun pada penelitian ini hanya menggunakan diagram use case, diagram aktivitas, diagram sequence dan diagram package untuk melihat bagaimana sistem akan berfungsi, model yang dirancang pertama adalah diagram use case,



Gbr. 4 Diagram Use Cae

Gambar 4 adalah hasil pemodelan dengan use case diagram, pada diagram tersebut terlihat bahwa pelajar harus menginstal dan membuka terlebih dahulu aplikasi dengan perangkat android dan setelah itu bisa mengakses teknologi AR yang disiapkan dengan menekan tombol play, untuk marker perlu untuk diunduh terlebih dahulu ke dalam perangkat android tiap pelajar sehingga diperlukan 2 ponsel saat akan menggunakan aplikasi AR, 1 ponsel sebagai kamera AR dan 1 ponsel untuk media penampil marker, alternatif lainnya adalah marker dapat dicetak oleh tiap pelajar dan disimpan dalam buku pelajaran atau media penyimpanan yang tersedia untuk selanjutnya digunakan saat dibutuhkan.

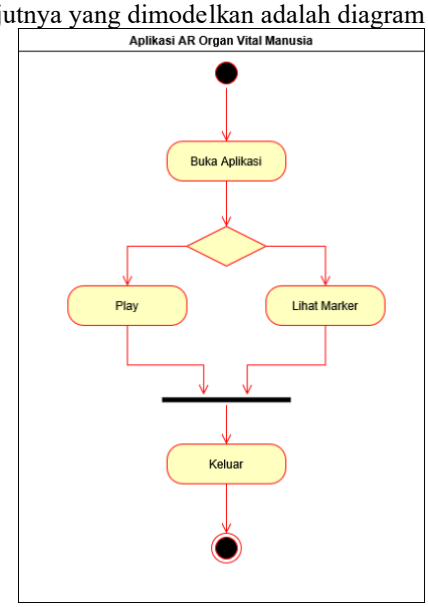
Selanjutnya yang dimodelkan adalah sequence diagram untuk melihat bagaimana sistem bereaksi secara urut saat pelajar mengakses fitur yang tersedia,



Gbr. 5 Sequence Diagram Play AR Organ Vital

Sequence diagram yang dimodelkan pada gambar 5 adalah salah satu sequence diagram yang dimodelkan untuk menggambarkan aktivitas pelajar saat menggunakan aplikasi dimulai dengan membuka aplikasi yang akan dikelola oleh unity engine sebagai mesin pengembangan dan saat pelajar akan menggunakan fitur AR nya untuk mulai melihat organ vital manusia secara 3D di dunia nyata. Bisa dilihat bahwa unity engine akan memfasilitasi permintaan pelajar untuk menggunakan fitur AR, unity akan mendeteksi marker atau penanda terkait organ vital dan mencocokkannya di basis data yang telah dibuat sebelumnya dengan vuforia apabila ditemukan aset AR dengan marker yang digunakan maka unity engine akan menampilkan AR dari organ vital terkait melalui kamera android pelajar,

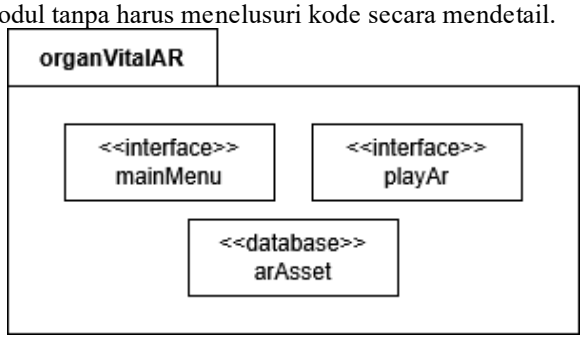
Selanjutnya yang dimodelkan adalah diagram aktivitas,



Gbr. 6 Diagram Aktivitas

Gambar 6 menggambarkan diagram aktivitas yang akan dilalui setiap aktor pelajar yang akan mengakses aplikasi AR yang dikembangkan, terlihat bahwa aktivitas dibuat sesederhana mungkin agar aplikasi yang dikembangkan tetap ringan dan dapat digunakan oleh mayoritas pengguna android di SMP Negeri 1 Lembean Timur,

Selanjutnya yang dimodelkan adalah diagram paket yang digambarkan untuk menunjukkan secara visual hubungan ketergantungan (dependencies) antar komponen sistem, sehingga memudahkan penulis dalam mengidentifikasi interaksi kompleks dan potensi gangguan saat melakukan modifikasi. Sebagai bentuk dokumentasi yang intuitif, diagram ini menyajikan gambaran menyeluruh (high-level overview) tentang struktur sistem, memungkinkan penulis dan stakholder lain untuk memahami peran dan hierarki tiap modul tanpa harus menelusuri kode secara mendetail.



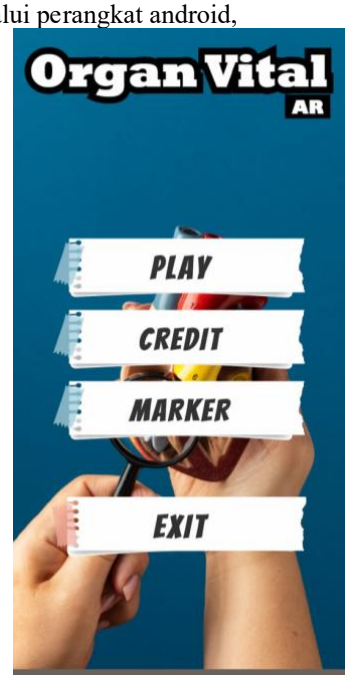
Gbr. 7 Diagram Paket

Diagram paket pada gambar 7 dimodelkan untuk mengelompokkan elemen-elemen yang terkait dan akan berubah apabila salah satunya mengalami perubahan. Pemodelan ini bertujuan mengatur elemen-elemen tersebut ke dalam kelompok terstruktur agar model sistem menjadi lebih terorganisir dan mudah dipahami.

Setelah pemodelan selesai dilakukan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mengimplementasikan

hasil rancangan tersebut, pengembangan dilakukan dengan menggunakan engine unity yang umumnya dapat digunakan untuk mengembangkan permainan augmented reality, virtual reality, serta permainan dua dimensi dan tiga dimensi, bersama dengan simulasi dan praktik lainnya. Di abad ke-21, game engine ini telah diadopsi secara luas [14]. Unity diperhitungkan sebagai engine yang mudah dipelajari, memiliki waktu kompilasi yang singkat dan memiliki ukuran yang cenderung kecil, dibandingkan dengan game engine lain seperti Unreal Engine [15].

Serta akan memanfaatkan Vuforia SDK, yang adalah sebuah pustaka yang memanfaatkan visi komputer untuk mendeteksi objek 3D. Pustaka ini telah dikembangkan untuk berbagai bahasa pemrograman dan dapat dengan mudah ditambahkan ke dalam proyek Unity. Target planar disimpan dalam basis data target perangkat dalam format gambar. Berkat pustaka ini, perangkat dapat memastikan bahwa objek 3D ditampilkan ketika gambar target terlihat. Ketika gambar target berada di luar sudut pandang kamera, objek 3D tersebut tidak akan ditampilkan. Vuforia telah dikembangkan untuk lingkungan mobile [16], berikut adalah hasil implementasi tersebut yang sudah dapat diakses melalui perangkat android,



Gbr. 8 Menu Utama

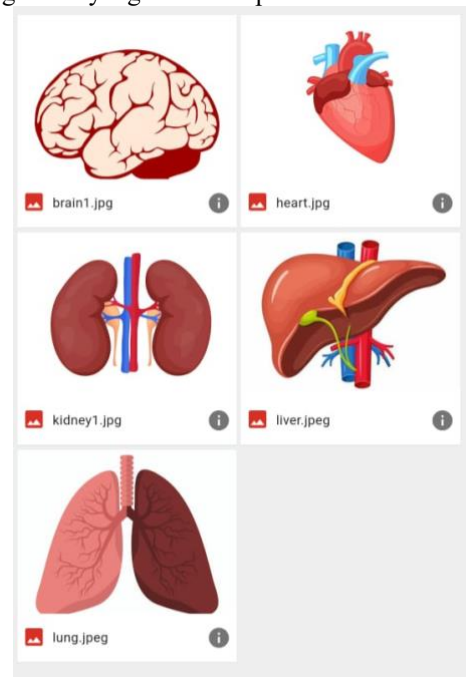
Menu yang ditampilkan pada gambar 8 adalah menu utama yang akan diakses oleh semua pengguna aplikasi yang dalam hal ini adalah pelajar, melalui menu ini pelajar dapat menavigasi aplikasi, disediakan 4 tombol yang dapat digunakan, tombol play untuk memulai modul AR, tombol credit untuk melihat informasi pengembang aplikasi, tombol marker untuk melihat marker yang tersedia dan yang terakhir adalah tombol exit untuk keluar dari aplikasi dan kembali ke halaman utama android,

Antarmuka menu utama dirancang dengan font Rockwell Nova Extra Bold dan KillJoy Italic untuk tiap deskripsi menu, dipilih karena sederhana dan mudah dibaca dengan bentuk yang menarik. Latar belakang menggunakan gambar ilustrasi jantung 3D dalam genggaman dan kaca pembesar untuk menggambarkan fungsi aplikasi, dimensi gambar akan menyesuaikan resolusi dari perangkat android yang digunakan.



Gbr. 9 Menu Credit

Gambar 9 merupakan menu yang menampilkan kredit bagi pengembang dan yang terlibat dalam pembuatan aplikasi, selain teks informasi hanya ada tombol back untuk kembali ke menu utama aplikasi, untuk latar belakang sendiri dipilih latar belakang solid white atau warna putih saja agar menu ini terasa lebih ringan karena tidak perlu memuat gambar yang lebih kompleks.



Gbr. 10 Menu Marker

Gambar 10 adalah menu yang tampil saat pelajar menekan tombol marker, semua gambar yang ada di menu tersebut adalah marker terkait organ vital manusia yang dapat digunakan dengan mengarahkan kamera ponsel saat sudah di halaman play ke salah satu marker tersebut dan model AR akan muncul secara realtime di perangkat android pelajar.

Menu marker memanfaatkan fitur google drive untuk menyimpan data media sehingga elemen teks dan tata letak mengikuti dengan tata letak dan teks yang disediakan google, untuk dimensi gambar tiap marker adalah, 1920 x 1920 untuk marker paru-paru, 474 x 331 untuk liver, 1385 x 980 untuk ginjal, 360 x 360 untuk jantung, dan 1920 x 1920 untuk marker otak.



Gbr. 11 Menu Play AR Organ Vital

Gambar 11 adalah fitur utama pada aplikasi AR organ vital, ditampilkan modul kamera yang telah mengarah pada marker dan muncul gambar 3D dari salah satu organ vital yaitu jantung, selain AR 3D secara realtime, tersedia pula penjelasan mengenai organ vital yang tertangkap kamera,

Menu play ar pada sudut kanan layar disediakan elemen "X" yang diberi warna merah sebagai tombol untuk keluar dari menu ini, pada halaman ini selain tampilan aset 3D yang ditampilkan lewat kamera disediakan juga penjelasan materi untuk tiap organ yang di-scan dengan kamera,

Prototipe yang ditampilkan selanjutnya akan diuji oleh pelajar pada tahap berikutnya di iterasi kedua ini yaitu customer test mock up.

C. *Customer Test Mock-Up*

Pengujian oleh pengguna kembali akan mengacu pada pemenuhan kriteria fungsional aplikasi dengan standar acceptance criteria, pengguna akan menjalankan sistem dengan mengacu pada kriteria yang ditetapkan dan akan memberi nilai seberapa terpenuhinya suatu kriteria.

Hasil dari pengujian ini akan ditampilkan pada tabel 2

TABEL II. HASIL UJI ACCEPTANCE CRITERIA

ID	Acceptance Criteria	Bobot Hasil Uji	Keterangan
ACr1	Pelajar Dapat Menginstal Dan Membuka Aplikasi Dari Perangkat Android Masing-Masing	5	Aplikasi Berjalan Dengan Sangat Baik, Pelajar Dapat Menginstal Dengan Lancar Pada Perangkat Android Masing-Masing
ACr2	Pelajar Dapat Menggunakan AR Melalui Kamera Ponsel Untuk Melihat Gambaran 3D Organ Vital Manusia	5	Aplikasi Berjalan Dengan Sangat Baik, Pelajar Dapat Melihat Gambaran 3D Dari Organ Vital Manusia Melalui Kamera Perangkat Android,
ACr3	Pelajar Dapat Mengakses Marker AR Untuk Tiap Organ Vital Manusia Dari Mana Saja	5	Aplikasi Berjalan Dengan Sangat Baik, Pelajar Dapat Mengakses Marker AR Dari Mana Saja Melalui Menu Yang Disiapkan.

Bobot penilaian :
1 : Sistem sangat tidak berjalan
2 : Sistem tidak berjalan
3 : Sistem berjalan
4 : Sistem berjalan dengan baik
5 : Sistem berjalan dengan sangat baik

Setelah menguji aplikasi yang telah diimplementasikan dengan unity engine dan vuforia sdk di perangkat android masing-masing pengguna aplikasi AR yang diberi akses awal memberi nilai 5 kepada semua kriteria yang ditetapkan, hal ini menunjukkan bahwa aplikasi telah berhasil diimplementasikan dan siap digunakan oleh seluruh siswa yang memiliki perangkat android.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat penulis dari penelitian ini adalah, penulis berhasil mengembangkan aplikasi pembelajaran organ vital berbasis Android dengan memanfaatkan teknologi augmented reality (AR) menggunakan metode prototipe. Proses pengembangan dilakukan dalam dua iterasi, yang memungkinkan perbaikan fitur dan antarmuka aplikasi secara bertahap. Dalam pengembangan ini, penulis menggunakan tools seperti Unity dan Vuforia. Unity berfungsi sebagai platform utama untuk menciptakan antarmuka pengguna yang interaktif dan menarik, sementara Vuforia digunakan untuk mengimplementasikan elemen AR, seperti pelacakan gambar dan pemodelan objek 3D. Metode prototipe yang diterapkan memungkinkan penulis untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah teknis secara bertahap, sehingga menghasilkan aplikasi yang stabil dan berfungsi dengan baik. Hasil akhir dari pengembangan ini adalah aplikasi yang dapat menampilkan visualisasi organ vital manusia dalam bentuk 3D yang dapat diakses melalui perangkat Android, menunjukkan keberhasilan integrasi teknologi AR dalam konteks pembelajaran

Dengan dikembangkannya aplikasi AR untuk pembelajaran organ vital tubuh manusia, siswa di SMP Negeri 1 Lembean Timur mendapatkan 1 lagi media pembelajaran alternatif yang lebih modern dibandingkan media buku teks dan gambar dua dimensi, serta pemanfaatan teknologi AR ini dapat mempermudah siswa untuk memahami bentuk, posisi dan fungsi organ tubuh

manusia secara nyata melalui gambar 3D yang ditampilkan melalui kamera ponsel masing-masing dengan aplikasi AR yang telah dibuat

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berperan serta dan memberikan dukungan tiada henti kepada penulis selama proses penelitian ini, mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaiannya berjalan lancar. Penghargaan khusus kami sampaikan kepada Rektor Universitas Negeri Manado, Dekan Fakultas Teknik, Pimpinan dan Dosen Program Studi Teknik Informatika, Dosen Mata Kuliah, serta keluarga, orang tua, dan sahabat yang selalu ada memberikan semangat dan dukungan penuh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Q. C. Kainde, H. N. Tambingon, J. A. M. Rawis, and M. L. Mangantes, "Android-Based Practical Applications in Educational Evaluation," *Int. J. Inf. Technol. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 53–65, 2022.

[2] D. Wonggo, D. Olii, and A. A. Kenap, "Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Digital Berbasis Android di Prodi PTIK Unima," *Edutik J. Pendidik. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 2, no. 1, pp. 100–112, 2022.

[3] O. O. Vergara Villegas and V. G. Cruz Sánchez, *Augmented reality*. London, England: CRC Press, 2024.

[4] F. Arena, M. Collotta, G. Pau, and F. Termine, "An overview of augmented reality," *Computers*, vol. 11, no. 2, p. 28, 2022.

[5] G. C. Rorimpandey and V. P. Rantung, "Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Wisata Kota Manado Berbasis Mobile," *Front. J. Sains Dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, 2018.

[6] H. Zainuri, "Blending Traditional and Modern Methods A New Curriculum Framework for PAI," *Al-Mau'izhoh J. Pendidik. Agama Islam*, vol. 6, no. 1, pp. 656–673, 2024.

[7] R. Adjis, V. P. Rantung, S. Kumajas, and G. C. Rorimpandey, "Aplikasi Augmented Reality Penuntun Shalat Untuk Anak Usia Dini," *JOINTER J. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 01, pp. 9–15, 2021.

[8] I. R. H. T. Tangkawarow, "PELATIHAN PERMAINAN EDUKATIF UNTUK ANAK BERBASIS KOMPUTER PADA GURU DAN SISWA DI TK KATOLIK MALAEKAT PELINDUNG KOTA MANADO," *ABDIMAS J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 10, no. 01, 2017.

[9] Y. Aprilinda, R. Y. Endra, F. N. Afandi, F. Ariani, A. Cucus, and D. S. Lusi, "Implementasi Augmented Reality untuk media pembelajaran biologi di sekolah menengah pertama," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 11, no. 2, pp. 124–133, 2020.

[10] O. Kembuan, "PKM SISTEM INFORMASI PERJALANAN DINAS DI BALAI PENGKAJIAN DAN PENGEMBANGAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA (BPPKI) MANADO," *ABDIMAS J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 12, no. 2, 2019.

[11] D. R. A. Pusung, C. P. Munaiseche, and O. Kembuan, "Sistem Informasi Beban Kerja dan Laporan Kinerja Dosen Berbasis Web," *JOINTER J. Informatics Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 17–24, 2020.

[12] D. Pilone and N. Pitman, *UML 2.0 in a Nutshell*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2005.

[13] S. W. Ambler, *The elements of UML (TM) 2.0 style*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2005. doi: 10.1017/cbo9780511817533.

[14] A. Hussain, H. Shakeel, F. Hussain, N. Uddin, and T. L. Ghouri, "Unity game development engine: A technical survey," *Univ. Sindh J. Inf. Commun. Technol*, vol. 4, no. 2, pp. 73–81, 2020.

[15] A. Ciekanowska, A. Kiszczak-Gliński, and K. Dziedzic, "Comparative analysis of Unity and Unreal Engine efficiency in creating virtual exhibitions of 3D scanned models," *J. Comput. Sci. Inst.*, vol. 20, pp. 247–253, 2021.

[16] Ö. UÇAR and Ç. S. ULUSOY, "COMPARISON OF TWO APPS BUILT WITH UNITY AND VUFORIA," in *PROCEEDINGS OF IV. INTERNATIONAL AGRICULTURAL, BIOLOGICAL & LIFE SCIENCE CONFERENCE AGBIOL 2022*, 2022, p. 1028.