



Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia

Kaharuddin¹, Yonky Fernando^{2,*}, Marfuah³, Musliadi KH²

¹Fakultas Komputer, Teknik Perangkat Lunak, Universitas Universal, Batam Kompleks Maha Vihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sei. Panas, 29456, Batam, Indonesia

²Fakultas Komputer, Teknik Informatika, Universitas Universal, Batam Kompleks Maha Vihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sei. Panas, 29456, Batam, Indonesia

³Fakultas Komputer, Sistem Informasi, Universitas Universal, Batam Kompleks Maha Vihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sei. Panas, 29456, Batam, Indonesia

Email: ¹kahar.osvaldo@gmail.com, ^{2,*}yongkyfernando194@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: yongkyfernando194@gmail.com

Submitted: 19/06/2023; Accepted: 22/07/2023; Published: 26/07/2023

Abstrak—Masalah dalam sistem pendidikan Indonesia telah menimbulkan keprihatinan serius terhadap kualitas pendidikan yang rendah. Salah satu masalah yang menyebabkan rendahnya minat belajar adalah kurangnya daya tarik dalam media pembelajaran yang digunakan. Oleh karena itu, penting bagi sekolah untuk menciptakan kondisi pembelajaran yang nyaman, menarik, dan memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi secara aktif. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah penggunaan media pembelajaran berbasis komputer, seperti Augmented Reality (AR), yang dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar. Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam, pemahaman tentang anatomi tubuh manusia menjadi aspek penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi Augmented Reality (AR) menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) sebagai media pembelajaran atau pengenalan sistem rangka manusia. Aplikasi ini akan dilengkapi dengan materi teoritis dan tampilan objek berbasis 3D yang mencakup nama-nama tulang yang terkait. Dengan pengembangan aplikasi ini, diharapkan dapat menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan interaktif, meningkatkan efektivitas proses pembelajaran, serta menghindari rasa bosan bagi siswa.

Kata Kunci: Augmented Reality; Anatomi; Rangka Manusia; GDLC; Media Pembelajaran, Android

Abstract—Problems in the Indonesian education system have raised serious concerns over the low quality of education. One of the problems that causes low interest in learning is the lack of interest in the learning media used. Therefore, it is important for schools to create learning conditions that are comfortable, interesting, and provide opportunities for students to participate actively. One solution that can be used is the use of computer-based learning media, such as Augmented Reality (AR), which can increase students' interest in learning. In the context of learning Natural Sciences, understanding the anatomy of the human body is an important aspect. The purpose of this research is to develop an Augmented Reality (AR) application using the Game Development Life Cycle (GDLC) method as a learning medium or introduction to the human skeletal system. This application will be equipped with theoretical materials and 3D-based object views that include the names of related bones. With the development of this application, it is expected to create an interesting and interactive learning experience, increase the effectiveness of the learning process, and avoid boredom for students.

Keywords: Augmented Reality; Anatomy; Human Skeleton; GDLC; Instructional Media, Android

1. PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia saat ini menjadi perhatian serius karena terdapat beberapa permasalahan dalam sistem pendidikan yang berdampak negatif terhadap kualitas pendidikan di negara ini[1]. Beberapa contoh masalah tersebut meliputi pengelolaan pendidikan yang kurang efektif, ketimpangan fasilitas dan infrastruktur pendidikan antara daerah perkotaan dan desa, kurangnya dukungan dari pemerintah, pola pikir tradisional dalam masyarakat yang memengaruhi pendidikan, kualitas tenaga pengajar yang rendah, dan standar evaluasi pembelajaran yang lemah[2]. Minat siswa terhadap pembelajaran di sekolah menurun karena kurangnya daya tarik dalam penggunaan media pembelajaran[3]. Metode pembelajaran yang digunakan di sekolah masih mengandalkan pendekatan tradisional dan belum mengikuti perkembangan teknologi modern[4]. Oleh karena itu, penting bagi sekolah untuk menciptakan kondisi pembelajaran yang nyaman, menyenangkan, dan memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses belajar mengajar. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas[5].

Media pembelajaran memiliki peran penting dalam meningkatkan minat siswa dalam proses pembelajaran. Aktivitas pembelajaran melibatkan berbagai cara siswa berpartisipasi, seperti mendengarkan, melihat, menulis, merasakan, dan berpikir. Dalam hal ini, Carpenter dan Dale menyoroti pentingnya penggunaan media pembelajaran dalam konteks pengajaran di kelas. Dengan adanya media pembelajaran yang efektif, minat siswa terhadap belajar dapat ditingkatkan, karena media tersebut dapat memperkaya pengalaman belajar mereka[6]. Dalam pembelajaran yang efektif, penting bagi peserta didik untuk terlibat aktif dengan menggunakan berbagai indra seperti penglihatan, pendengaran, perasaan, dan pengalaman. Media pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan memperhatikan hal ini dengan menyediakan berbagai jenis konten, termasuk gambar, audio, video, dan teks. Media ini juga dilengkapi dengan soal evaluasi yang bertujuan untuk memperkuat pemahaman peserta didik terhadap materi yang disampaikan. Dengan demikian, diharapkan peserta didik dapat memperoleh pemahaman yang baik dan efektif terhadap materi pembelajaran melalui penggunaan media pembelajaran yang



interaktif[7]. Penggunaan alat bantu mengajar di sekolah dan lembaga pendidikan telah dipengaruhi oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sekolah yang telah maju dan memiliki sumber daya yang memadai telah mengadopsi penggunaan alat-alat tersebut sebagai sarana pembelajaran di kelas, tidak hanya untuk satu mata pelajaran, tetapi untuk semua mata pelajaran. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran. Seiring dengan perubahan teknologi yang cepat, pendidikan di sekolah terus mengalami transformasi yang mendorong perubahan di bidang pendidikan secara keseluruhan[8].

Dalam era perkembangan teknologi komputer, ada banyak metode pembelajaran menarik yang dapat digunakan. Salah satunya adalah penggunaan media pembelajaran berbasis komputer, yang memungkinkan terciptanya proses belajar mengajar yang lebih efektif. Salah satu contoh media pembelajaran berbasis multimedia adalah Augmented Reality (AR)[9]. Dalam penggunaan AR sebagai media pembelajaran, terdapat keunggulan visual yang menarik karena mampu menampilkan objek 3D yang seolah-olah ada dalam lingkungan nyata[10].

Salah satu aspek yang penting dalam Ilmu Pengetahuan Alam adalah pemahaman tentang anatomi tubuh manusia, yang menggambarkan keajaiban dan kekuasaan Tuhan. Dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di sekolah dasar, penting untuk tidak terlalu terfokus pada pendekatan akademis dan verbalistik[11]. Hal ini berarti bahwa pendekatan yang digunakan dalam mengajarkan materi Ilmu Pengetahuan Alam harus melibatkan lebih dari sekadar penjelasan verbal atau teori belaka[12]. Dalam studi anatomi, fokus utamanya adalah untuk mengkaji struktur tubuh yang normal, termasuk bentuk, ukuran, lokasi, dan hubungannya dengan struktur lain di sekitarnya. Melalui pemahaman anatomi, kita juga memperoleh dasar pengetahuan yang diperlukan untuk memahami fisiologi tubuh dan patologi[13]. Fisiologi tubuh berkaitan dengan fungsi-fungsi normal yang dilakukan oleh organ dan sistem dalam tubuh manusia, sedangkan patologi berkaitan dengan perubahan struktural yang terjadi akibat penyakit atau kondisi patologis. Dengan pemahaman yang baik tentang anatomi tubuh, kita dapat lebih memahami bagaimana tubuh bekerja, berfungsi, dan bereaksi terhadap penyakit atau gangguan kesehatan[14].

Terdapat penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan seperti penelitian yang berjudul Aplikasi Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar[12]. penelitian tersebut membuat aplikasi berbasis android tetapi tidak menggunakan prinsip Augmented Reality yang memadukan dunia nyata dan dunia digital. Penelitian yang berjudul Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia Dengan Augmented Reality Untuk Siswa SMP[4], penelitian tersebut tidak menggunakan Augmented Reality yang menampilkan objek berbasis 3D, sementara yang penulis lakukan berbasis objek 3D sehingga lebih memudahkan pengguna untuk mempelajari anatomi rangka manusia. Penelitian yang berjudul Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality[15] dan penelitian yang berjudul Pengenalan Anatomi Tubuh Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android[16], penelitian tersebut berisikan pengenalan organ tubuh manusia sedangkan penelitian penulis berisikan pengenalan sistem rangka manusia. Penelitian yang berjudul Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Pembelajaran Anatomi Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android[17]. penelitian tersebut menampilkan kerangka manusia berbasis 3D secara terpisah-pisah, berbeda dengan penulis lakukan yang keseluruhan rangka menjadi satu kesatuan dan memiliki keterangan yang lebih rinci dari setiap bagian sistem rangka manusia.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi Augmented Reality (AR) sebagai media pembelajaran atau pengenalan sistem rangka manusia. Aplikasi ini akan dilengkapi dengan materi teoritis yang mencakup setiap bagian rangka manusia, serta dilengkapi dengan Fitur Augmented Reality yang memungkinkan tampilan objek berbasis 3D dengan nama tulang yang terkait. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu media pembelajaran yang menarik dan interaktif, sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran dan menghindari kebosanan bagi siswa.

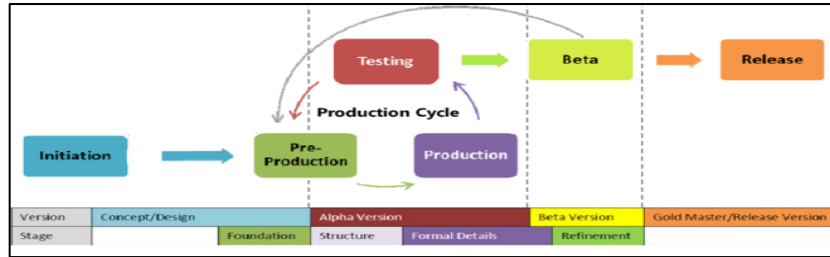
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan yang melibatkan studi literatur atau studi kepustakaan. Metode studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari beberapa penelitian sebelumnya, yang kemudian disusun secara komprehensif untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat[18].

2.2 Pengembangan Perangkat Lunak

Pendekatan pengembangan perangkat lunak (software development approach) yang digunakan adalah metode Game Development Life Cycle (GDLC), alasan pemilihan metode ini adalah karena metode tersebut dapat digunakan untuk pengembangan Augmented Reality seperti penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Pengembangan Games pada Aplikasi Augmented Reality (AR) Halo Kids 2.0”, penelitian tersebut bertujuan untuk meneliti game edukasi yang menerapkan teknologi Augmented Reality sebagai media ajar sekaligus media hiburan[19]. Game Development Life Cycle (GDLC), sebuah metode pengembangan yang fokus pada interaktivitas. Metode ini terdiri dari enam tahap pengembangan yang dimulai dengan tahap inisialisasi untuk membuat konsep awal, tahap pra-produksi, produksi, pengujian, tahap beta, dan peluncuran[20]. Adapun tahapan-tahapan pada metode GDLC tersebut dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Diagram GDLC

Penjelasan dari ke enam tahapan metode GDLC adalah sebagai berikut[21].

1. Initiation merupakan langkah awal dalam pembuatan game yang melibatkan pembuatan konsep dasar dari game tersebut. Pada tahap ini, dilakukan penentuan jenis game yang akan dibuat, identifikasi tren topik terkini, serta penentuan target pengguna dari game yang sedang dikembangkan. Hasil dari tahap ini berupa konsep game dan deskripsi permainan yang sederhana.
2. Pre-production adalah tahap yang krusial sebelum memulai pembuatan game. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan dan penyempurnaan desain game serta pembuatan prototipe permainan. Desain game berfokus pada penentuan gameplay, karakter, sistem alur, storyboard, antarmuka pengguna, dan aset-aset yang diperlukan.
3. Production merupakan inti dari proses pembuatan game yang meliputi pembuatan aset, penulisan kode sumber, dan integrasi kedua elemen tersebut.
4. Testing mengacu pada proses internal yang bertujuan untuk menguji kegunaan dan fungsionalitas permainan. Untuk melaksanakan pengujian prototipe, dapat digunakan metode khusus yang telah ditentukan.
5. Beta merupakan tahap game akan diuji oleh pihak ketiga atau eksternal yang akan menggunakan game tersebut.
6. Release adalah fase ketika game telah selesai dikembangkan mencapai tahap akhir dan siap untuk diluncurkan kepada publik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

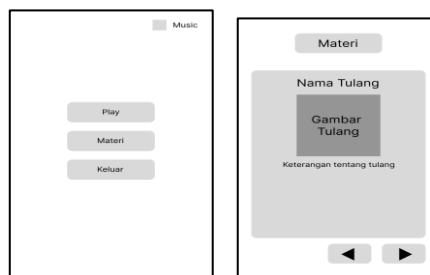
Berikut adalah rincian dari hasil implementasi metode Game Development Life Cycle (GDLC) pada pembuatan aplikasi Augmented Reality ini:

3.1 Initiation

Pada tahap ini, penulis melakukan penentuan konsep awal pembuatan aplikasi Augmented Reality (AR) dengan menggunakan marker dan berjalan di platform Android. Konsep ini melibatkan beberapa elemen penting yang harus ada dalam aplikasi tersebut. Pertama, aplikasi harus menyediakan materi yang menjelaskan setiap rangka-tubuh dalam tubuh manusia. Hal ini penting agar pengguna dapat memahami struktur dan fungsi dari setiap bagian tubuh tersebut. Selanjutnya, aplikasi harus memiliki menu AR yang memungkinkan pengguna untuk menampilkan sistem rangka manusia dalam bentuk 3D. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek 3D ini melalui aplikasi, sehingga mereka dapat mengamati secara visual bagaimana setiap rangka tubuh manusia tersusun dan berinteraksi satu sama lain. Selain itu, aplikasi juga harus dilengkapi dengan keterangan-keterangan yang menjelaskan lebih lanjut tentang setiap rangka tubuh manusia yang ditampilkan dalam bentuk 3D. Keterangan ini dapat berupa teks yang memberikan informasi penting mengenai nama, fungsi, dan karakteristik dari masing-masing rangka tubuh manusia. Dengan konsep ini, aplikasi Augmented Reality (AR) akan menjadi alat pembelajaran yang interaktif dan informatif, memungkinkan pengguna untuk secara visual menjelajahi dan memahami sistem rangka manusia.

3.2 Pre-Production

Pada tahap ini penulis mempersiapkan seluruh kebutuhan pembuatan aplikasi AR yang akan dibangun, yang pertama adalah desain antar muka dari aplikasi, berikut pada gambar 2 adalah rancangan desain aplikasi.



Gambar 2. Rancangan Tampilan Main Menu dan Materi

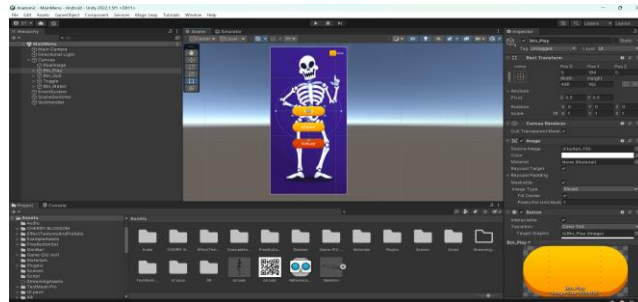
Berdasarkan gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa rancangan tampilan Main menu akan berisi 4 tombol yaitu tombol play, materi, keluar dan tombol untuk menghidupkan atau mematikan musik. Halaman materi akan terdapat tulisan judul halaman, nama tulang, contoh gambar tulangnya dan keterangan atau penjelasan untuk setiap bagian-bagian tulang.

Dalam pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) ini, karakter 3D yang digunakan didapatkan dari situs web free3d.com yang dibuat oleh storque12 dan dilisensikan di bawah Personal Use License. Pemilihan karakter ini didasarkan pada kebutuhan dan tujuan aplikasi pembelajaran. Dengan menggunakan lisensi tersebut, penulis dapat menggunakan karakter tersebut secara legal dalam pengembangan aplikasi AR ini. Selain karakter 3D, penulis juga mempersiapkan gambar-gambar latar belakang yang digunakan dalam aplikasi. Gambar-gambar tersebut diperoleh dari sumber pikisuperstar yang tersedia di Freepik. Pemilihan gambar latar belakang dilakukan agar sesuai dengan konteks pembelajaran dan memberikan pengalaman visual yang menarik bagi pengguna aplikasi. Penulis juga menyiapkan gambar-gambar untuk tombol-tombol interaktif dalam aplikasi. Gambar-gambar ini dirancang agar intuitif dan mudah dipahami oleh pengguna, sehingga mereka dapat berinteraksi dengan aplikasi dengan lancar. Selain itu, penulis juga mempersiapkan musik sebagai backsound untuk meningkatkan pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi. Pemilihan musik dilakukan dengan mempertimbangkan suasana yang diinginkan dan relevansi dengan konten pembelajaran. Terakhir, penulis juga menyiapkan gambar-gambar sebagai marker. Marker ini akan digunakan dalam aplikasi untuk mengenali dan memosisikan objek 3D dengan tepat di lingkungan nyata melalui teknologi Augmented Reality.

Gambar marker ini dirancang agar dapat memberikan hasil yang akurat dan konsisten saat digunakan oleh aplikasi. Dengan mempersiapkan semua komponen tersebut, termasuk karakter 3D, gambar latar belakang, tombol-tombol interaktif, musik, dan marker, penulis dapat melengkapi aplikasi Augmented Reality (AR) dengan elemen-elemen yang diperlukan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik dan interaktif bagi pengguna.

3.3 Production

Pada tahap ini penulis mulai membuat aplikasinya, pada gambar 3, 4, dan 5 adalah proses pembuatan aplikasi Augmented Reality menggunakan Unity Engine 3D.



Gambar 3. Proses Pembuatan Main Menu

Dalam gambar 3 terlihat bahwa proses pembuatan menu utama dilakukan dengan menggunakan UI Canvas. Tombol-tombol dalam menu tersebut dibuat menggunakan komponen Button-TextMeshPro, yang memungkinkan penambahan teks pada tombol dengan format yang lebih kaya. Sedangkan untuk latar belakang menu, digunakan komponen RawImage.

Selain itu, perpindahan antar halaman saat tombol ditekan diimplementasikan menggunakan script SceneSwitcher. Script ini bertanggung jawab untuk mengatur perpindahan antar scene atau halaman dalam aplikasi berdasarkan input pengguna. Dengan menggunakan script SceneSwitcher, ketika seorang pengguna menekan tombol, aksi perpindahan halaman akan dijalankan sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan.

Dengan demikian, gambar 3 menggambarkan proses pembuatan menu utama menggunakan UI Canvas, tombol-tombol dengan komponen Button-TextMeshPro, latar belakang dengan komponen RawImage, dan perpindahan halaman yang dikendalikan oleh script SceneSwitcher saat tombol ditekan.



Gambar 4. Proses Pembuatan Halaman Materi

Dalam gambar 4, terlihat bahwa proses pembuatan halaman materi juga menggunakan UI Canvas. Setiap halaman penjelasan dari masing-masing tulang direpresentasikan oleh panel-panel yang terpisah. Setiap panel ini berisi elemen-elemen seperti judul tulang, gambar tulang, dan keterangan tentang tulang tersebut. Pada setiap panel, judul tulang dibuat menggunakan komponen TextMeshPro, yang memungkinkan penambahan teks dengan format yang lebih kaya. Gambar tulang ditampilkan menggunakan komponen RawImage, yang memungkinkan tampilan gambar dalam format aslinya. Sedangkan keterangan tentang tiap tulangnya juga ditampilkan menggunakan komponen TextMeshPro.

Dibagian bawah halaman materi, terdapat dua tombol yang digunakan untuk memindahkan halaman materi. Tombol-tombol ini dibuat menggunakan komponen Button-TextMeshPro, yang memungkinkan penambahan teks pada tombol dengan format yang lebih kaya. Dengan menggunakan tombol-tombol ini, pengguna dapat berpindah antara halaman materi sesuai dengan yang mereka inginkan. Dengan demikian, gambar 4 menggambarkan proses pembuatan halaman materi menggunakan UI Canvas, panel-panel terpisah untuk setiap penjelasan tulang, penggunaan komponen TextMeshPro untuk judul dan keterangan tulang, komponen RawImage untuk gambar tulang, dan tombol-tombol dengan komponen Button-TextMeshPro untuk memindahkan halaman materi.



Gambar 5. Proses Pembuatan Objek AR

Pada gambar 5 diatas dapat dilihat proses pembuatan objek AR atau objek yang akan ditampilkan ketika kamera melakukan pemindaian pada marker, proses pembuatannya dengan cara mengimpor aset 3D yang sudah disediakan sebelumnya kemudian ditambahkan dengan pembuatan keterangan-keterangan menggunakan UI World Space.

3.4 Testing

Berikut adalah proses pengujian, aplikasi yang telah dibuat kemudian di implementasikan pada smartpone, hasil implementasi dapat dilihat pada gambar 6,7 dan 8:



Gambar 6. Tampilan Main Menu

Pada gambar 6 dapat dilihat tampilan main menu yang akan pertama kali tampil ketika membuka aplikasi AR ini, di halaman tersebut terdapat 4 buah tombol, tombol yang pertama adalah play yang berfungsi untuk membuka menu AR, tombol materi untuk menuju ke halaman materi, tombol keluar untuk menutup aplikasi dan tombol musik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan musik.



Gambar 7. Tampilan Materi

Pada Gambar 7, ditampilkan tampilan halaman materi yang berisi penjelasan tentang setiap tulang pada sistem rangka manusia. Pengguna dapat melihat berbagai informasi terkait tulang-tulang ini dalam bentuk teks dan gambar yang menjelaskan secara rinci tentang nama, lokasi, fungsi, dan karakteristik masing-masing tulang. Untuk navigasi halaman, pengguna dapat menggunakan tombol panah yang terdapat pada antarmuka aplikasi. Tombol panah ke kiri digunakan untuk kembali ke halaman sebelumnya, sementara tombol panah lainnya digunakan untuk melanjutkan ke halaman berikutnya. Dengan demikian, pengguna memiliki fleksibilitas untuk menjelajahi seluruh materi dengan mudah dan sesuai dengan kebutuhan mereka. Dengan tampilan halaman materi ini, pengguna dapat dengan mudah memahami informasi yang disajikan tentang setiap tulang pada sistem rangka manusia. Teks dan gambar yang diberikan memberikan pemahaman yang jelas tentang fungsi dan karakteristik tulang, sehingga membantu pengguna dalam mempelajari secara mendalam tentang sistem rangka manusia.



Gambar 8. Tampilan Fitur AR

Gambar 8 menggambarkan tampilan yang muncul ketika pengguna menggunakan fitur pemindaian pada aplikasi untuk menampilkan objek 3D. Pada tahap ini, pengguna diminta untuk mengarahkan kamera smartphone mereka ke gambar marker yang telah ditentukan. Setelah pemindaian berhasil, objek 3D akan ditampilkan dengan jelas dan dapat dilihat dari berbagai sudut pandang. Pengguna juga memiliki fleksibilitas untuk memperbesar atau memperkecil objek 3D untuk melihatnya dengan jelas bahkan dari jarak yang lebih dekat.

Setelah penulis melakukan implementasi aplikasi ini pada perangkat smartphone, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan dengan baik. Hasil pengujian fungsionalitas ini mencakup beberapa aspek yang diuji dan berikut pada tabel 1 adalah hasil dari pengujian tersebut:

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Menekan tombol Play	Menuju ke fitur AR	Fitur AR terbuka	Berhasil
2	Menekan tombol Materi	Membuka halaman materi	Halaman materi terbuka	Berhasil
3	Menekan tombol keluar	Menutup aplikasi	Aplikasi tertutup	Berhasil
4	Menekan tombol musik	Mematikan musik	Musik menjadi mati	Berhasil
5	Melakukan pindai pada gambar marker	Menampilkan Objek 3D	Objek 3D Tampil	Berhasil
6	Menekan tombol back pada Smartphone dihalaman AR	Kembali ke halaman main menu	Kembali ke halaman main menu	Berhasil
7	Menekan tombol next pada halaman materi	Menampilkan halaman materi selanjutnya	Halaman materi selanjutnya tampil	Berhasil
8	Menekan tombol previous pada halaman materi	Menampilkan halaman materi sebelumnya	Halaman materi sebelumnya tampil	Berhasil
9	Menekan tombol back pada smartphone dihalaman materi	Kembali ke halaman main menu	Kembali ke halaman main menu	Berhasil

3.5 Beta

Setelah menyelesaikan pengujian Black Box menggunakan smartphone pribadi penulis, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian Beta. Pengujian Beta ini melibatkan penulis dalam menguji ulang fungsionalitas aplikasi pada beberapa smartphone yang memiliki perangkat keras dan versi android yang berbeda. Tujuan utama dari pengujian ini adalah memastikan bahwa semua fitur aplikasi dapat berjalan dengan baik di berbagai jenis smartphone berbasis Android yang berbeda. Dalam pengujian Beta, penulis akan memastikan bahwa aplikasi dapat



berfungsi dengan lancar dan stabil pada berbagai model dan merek smartphone yang berbeda. Hal ini melibatkan pengujian performa, responsivitas kontrol, tampilan grafis yang konsisten, dan kompatibilitas dengan berbagai versi sistem operasi Android yang ada. Dengan melakukan pengujian ini, penulis akan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja aplikasi pada smartphone yang berbeda dan dapat mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang mungkin muncul pada perangkat tertentu. Hasil dari pengujian Beta ini akan membantu memastikan bahwa aplikasi dapat memberikan pengalaman yang memuaskan bagi pengguna, tanpa hambatan atau masalah teknis yang signifikan, terlepas dari jenis smartphone yang digunakan.

3.6 Release

Setelah melalui serangkaian pengujian yang berhasil tanpa adanya kesalahan, langkah selanjutnya adalah merilis aplikasi ini kepada pengguna potensial. Proses ini melibatkan mengunggah aplikasi ke Google Drive dan membagikannya kepada calon pengguna. Dalam tahap ini, tujuannya adalah memberikan akses kepada sebanyak mungkin orang untuk mencoba dan mengevaluasi aplikasi yang telah dikembangkan.

Proses pengunggahan ke Google Drive melibatkan mempersiapkan file instalasi aplikasi yang berupa file APK dan memastikan bahwa semua komponen dan sumber daya yang dibutuhkan sudah termasuk. Setelah file aplikasi siap, penulis dapat mengunggahnya ke Google Drive dan membagikan tautan unduhan kepada calon pengguna. Dengan cara ini, mereka dapat mengunduh aplikasi dan menginstalnya di perangkat mereka sendiri.

Selain itu, penulis juga berharap bahwa di masa depan, aplikasi ini dapat diunggah ke Play Store. Mengunggah aplikasi ke Play Store memungkinkan akses yang lebih luas dan memungkinkan pengguna untuk menemukan dan mengunduh aplikasi dengan lebih mudah melalui platform resmi Android. Namun, proses ini melibatkan langkah-langkah tambahan seperti memenuhi persyaratan dan kebijakan yang ditetapkan oleh Google untuk penerbitan aplikasi di Play Store.

4. KESIMPULAN

Aplikasi Augmented Reality (AR) untuk pengenalan sistem rangka manusia merupakan opsi menarik sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi tersebut. Dengan menggunakan aplikasi ini, siswa memiliki kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan objek 3D, yang dapat mengatasi kekurangan dalam media pembelajaran tradisional dan mendorong minat belajar yang lebih tinggi. Dalam pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) ini, penting untuk mengikuti Game Development Life Cycle (GDLC) dengan baik untuk memastikan semua fungsi aplikasi berjalan sesuai harapan dan memberikan pengalaman pembelajaran yang optimal. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, kurangnya animasi pada objek 3D dalam aplikasi saat ini dapat menjadi kendala, karena animasi dapat meningkatkan daya tarik visual dan membantu siswa memahami gerakan dan interaksi dalam sistem rangka manusia. Selain itu, ketiadaan kuis sebagai alat pengukuran pemahaman siswa juga merupakan kekurangan, karena kuis dapat memberikan umpan balik langsung tentang pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari melalui aplikasi. Untuk pengembangan selanjutnya, peneliti dapat memperhatikan saran-saran yang telah diberikan. Beberapa perbaikan yang dapat dilakukan meliputi penambahan animasi pada objek 3D untuk meningkatkan interaktivitas dan daya tarik aplikasi, serta integrasi fitur kuis yang dapat mengukur pemahaman siswa secara langsung. Selain itu, peneliti juga dapat mengeksplorasi kemungkinan pengembangan aplikasi Augmented Reality (AR) berbasis markerless, yang tidak memerlukan penanda fisik untuk menampilkan objek 3D. Harapannya adalah melalui pengembangan lebih lanjut, aplikasi ini dapat digunakan oleh para pengajar di sekolah sebagai alat pembelajaran yang efektif untuk materi lainnya selain sistem rangka manusia.

REFERENCES

- [1] A. A. M. C. Yonky Perno, "INLA GOES TO SCHOOL AUGMENTED REALITY ANALYSIS AND DESIGN," vol. VII, no. 1, pp. 95–102, 2021, doi: <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v8i1.1239>.
- [2] S. F. N. Fitri, "Problematika Kualitas Pendidikan di Indonesia," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 5, no. 1, pp. 1617–1620, 2021.
- [3] Y. Perno and A. A. M. Cundana, "Inla Goes To School Augmented Reality Analysis and Design," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 95–102, 2021, doi: [10.33330/jurteksi.v8i1.1239](https://doi.org/10.33330/jurteksi.v8i1.1239).
- [4] H. Rossa, "Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia Dengan Augmented Reality untuk Siswa SMP," *Media Elektr.*, vol. 14, no. 1, p. 11, 2021, doi: [10.26714/me.14.1.2021.11-31](https://doi.org/10.26714/me.14.1.2021.11-31).
- [5] M. M. Moto, "Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran dalam Dunia Pendidikan," *Indones. J. Prim. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–28, 2019, doi: [10.17509/ijpe.v3i1.16060](https://doi.org/10.17509/ijpe.v3i1.16060).
- [6] I. Magdalena, A. Fatakhatus Shodikoh, A. R. Pebrianti, A. W. Jannah, I. Susilawati, and U. M. Tangerang, "Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Sdn Meruya Selatan 06 Pagi," Ed. *J. Edukasi dan Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 312–325, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/edisi>
- [7] I. Pebriyanti, D. G. H. Divayana, and M. W. A. Kesiman, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Pada Mata Pelajaran Informatika Kelas VII Di SMP Negeri 1 Seririt," *Kumpul. Artik. Mhs. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, p. 50, 2021, doi: [10.23887/karmapati.v10i1.31110](https://doi.org/10.23887/karmapati.v10i1.31110).
- [8] N. Sopiah, M. T. Amanda, M. T. Aminto, A. B. Al Mubarakah, and Y. Herawati, "Aplikasi Ujian Online Berbasis Web



- Di Sma Bhakti Nusantara Palembang,” *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 1, pp. 110–121, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i1.851.
- [9] Y. Perno, M. Prodi, T. Informatika, U. Universal, P. T. Informatika, and U. Universal, “Design augmented reality for property in jarmah group,” vol. 3, no. 1, pp. 17–22, 2023.
- [10] A. P. Restika, H. Nirwana, and A. Asriyadi, “Implementasi augmented reality sebagai media pembelajaran untuk pengenalan komponen total station,” *Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 21, no. 3, pp. 208–214, 2021.
- [11] R. Novita and S. Z. Harahap, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Sistem Komputer Di Smk,” *J. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 36–44, 2020, doi: 10.36987/informatika.v8i1.1532.
- [12] D. Nazelliana, “Aplikasi Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 4, p. 612, 2021, doi: 10.32493/informatika.v5i4.7932.
- [13] L. I. Wati, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Adobe Flash Cs6 Pada Mata Pelajaran Teknologi Perkantoran di Kelas X OTKP SMK Negeri 1 Lamongan,” *J. Pendidik. Adm. Perkantoran (JPAP)*, vol. 9, no. 1, pp. 65–76, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpap/article/view/9229/4194>
- [14] Z. S. Nugraha, F. Khadafianto, and I. Fidianingsih, “Refleksi Pembelajaran Anatomi pada Mahasiswa Kedokteran Fase Ketiga melalui Applied and Clinical Question,” *Refleks. Pembelajaran Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–27, 2019, doi: 10.20885/rpi.vol1.iss1.art3.
- [15] F. Gianadevi and R. Iriana Napitupulu, “Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, pp. 8497–8507, 2022.
- [16] Y. S. Nauko and L. N. Amali, “Pengenalan Anatomi Tubuh Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android,” *Jambura J. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 66–76, 2021, doi: 10.37905/jji.v3i2.11720.
- [17] A. Latif and S. H. D. Loppies, “Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Pembelajaran Anatomi Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android,” *Mustek Anim Ha*, vol. 8, no. 2, pp. 141–147, 2019, doi: 10.35724/mustek.v8i2.2534.
- [18] M. R. Fazli, L. Pandapotan, M. Rizaldi, and Y. Widiastwi, “Analisis Pengembangan Aplikasi Mobile Tukangbersih Indonesia (Studi Kasus : Pt. Anilo Adikarya Sentosa),” *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl. Jakarta-Indonesia*, no. April, pp. 374–385, 2021.
- [19] F. A. P. Nurhidayat, “Rancang Bangun Pengembangan Game pada aplikasi Augmented Reality (AR) Halo Kids 2.0”.
- [20] A. A. Saputra, F. N. Putra, and R. D. R. Yusron, “Pembuatan Game Edukasi Pengenalan Kebudayaan Indonesia Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Android,” *J. Autom. Comput. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 66–73, 2022.
- [21] S. Syarif, T. Hasanuddin, and M. Hasnawi, “Perancangan Game Puzzle Labirin menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) berbasis Unreal Engine,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 3, no. 1, pp. 34–41, 2022, doi: 10.33096/busiti.v3i1.582.