

Aplikasi Sistem Rangka Manusia Untuk Pembelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality

Hanum Salsabila Zakiyah* , Wahyu Sri Utami

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

Email: ^{1,*}hanumsalsabilazakiyah@gmail.com, ²wahyu.utami@uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: hanumsalsabilazakiyah@gmail.com

Abstrak—Proses pembelajaran anatomi pada materi sistem rangka manusia memanfaatkan media sebagai alat bantu pembelajaran. Media pembelajaran adalah metode yang digunakan guru dengan murid berkomunikasi saat proses pembelajaran. Komunikasi dalam pembelajaran dapat berjalan dengan optimal dengan bantuan sarana penyampaian pesan atau media. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi sistem rangka manusia untuk media pembelajaran dengan menggunakan teknologi augmented reality. Media pembelajaran augmented reality dapat memvisualisasikan konsep abstrak untuk pemahaman dan struktur suatu model objek. Penelitian ini menggunakan teknologi augmented reality dengan metode marker based tracking. Metode pengembangan yang digunakan untuk aplikasi ini adalah MDLC (Multimedia Development Life Cycle). Pengujian menggunakan beberapa macam smartphone android dan pengujian fungsional aplikasi sesuai dengan kebutuhan. Dengan pengembangan aplikasi berbasis android ini diharapkan dapat menambah ilmu dan minat belajar siswa untuk pembelajaran sistem rangka manusia.

Kata Kunci: Sistem Rangka Manusia; Pembelajaran; Augmented Reality; Marker Based Tracking; Android

Abstract—The anatomy learning process on human skeletal system material utilizes media as a learning aid. Learning media is a method used by teachers and students to communicate during the learning process. Communication in learning can run optimally with the help of means of delivering messages or media. Based on this explanation, this research aims to develop human skeletal system applications for learning media using augmented reality technology. Augmented reality learning media can visualize abstract concepts for understanding and structure of an object model. This research uses augmented reality technology with marker-based tracking method. The development method used for this application is MDLC (Multimedia Development Life Cycle). Testing uses several kinds of android smartphones and functional testing of applications in accordance with the needs. With the development of this android-based application is expected to increase knowledge and interest in learning students for learning the human skeletal system.

Keywords: Human Skeletal System; Learning; Augmented Reality; Marker Based Tracking; Android

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran adalah proses komunikasi antara siswa, pengajar dan bahan ajar. Menurut Asosiasi Teknologi Komunikasi Pendidikan (AECT), media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan orang untuk menyalurkan pesan[1]. Selain itu, pemanfaatan teknologi sebagai sarana pembelajaran dapat membantu guru dalam mempermudah penyampaian materi kepada siswa[2]. Maka penelitian ini mengembangkan aplikasi sistem rangka manusia untuk media membantu proses pembelajaran. Pengembangan aplikasi ini menggunakan teknologi *augmented reality* yang akan memberi aplikasi yang *interaktif* yang dapat menambah minat siswa dalam mempelajari materi sistem rangka manusia. Dengan menggunakan *multimedia* sebagai media pembelajaran pengguna akan memiliki pengalaman yang beragam dari berbagai media sehingga menghilangkan kebosanan karena media yang bervariasi dan cocok untuk kegiatan belajar mandiri[3]. Multimedia juga diartikan sebagai suatu kombinasi data atau media untuk menyampaikan suatu informasi sehingga informasi itu tersaji dengan lebih menarik[4]. Salah satu bentuk implementasi dari perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan adalah cara pembelajaran *interaktif* berbasis multimedia pada *mobile application* berteknologi *augmented reality*[5].

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan objek *virtual* dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan objek-objek *virtual* secara *real time*[6]. *Augmented reality* merupakan teknologi yang mengacu pada antarmuka *virtual* dalam bentuk 2D atau 3D yang meningkat atau menambahkan apa yang kita lihat dengan melapisi informasi tambahan (Konten Digital) ke dunia nyata[7]. Implementasi teknologi *augmented reality* (AR) telah menghasilkan produk berupa aplikasi dengan format .apk yang dapat di-install pada perangkat handphone *android* dan berisi tentang materi pengenalan perangkat keras komputer yang disajikan dalam bentuk 3D. Kelebihan metode *augmented reality* ini adalah tampilan *visual* yang menarik, karena dapat menampilkan objek 3D yang seakan-akan ada pada lingkungan nyata[8]. *Augmented Reality* berdasarkan metode pelacakannya (*tracking*) terbagi atas dua, yaitu *marker-based tracking* dan *markerless tracking*[9]. *Augmented Reality* yaitu teknik yang dapat membuat objek 3D disekitar dengan menampilkan hasilnya pada aplikasi [10]. Pesatnya perkembangan pada *smartphone android*, muncul teknologi *augmented reality* (AR) pada *smartphone*[11]. Menurut[12] *Android* merupakan sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis *linux* yang mencakup sistem operasi, *Middleware* dan aplikasi. *Android* merupakan generasi baru *platform mobile* yang memberikan kesempatan bagi para pengembang untuk melakukan pengembangan sesuai dengan yang diharapkan.

Marker based tracking merupakan metode *augmented reality* yang mengenali *marker* dan mengidentifikasi pola dari *marker* tersebut untuk menambahkan suatu objek *virtual* ke lingkungan nyata[13]. Metode *augmented reality* memiliki sisi *interaktif* karena menggunakan *marker* untuk menampilkan objek 3D tertentu yang akan diarahkan ke *webcam*. *Marker* adalah penanda yang memiliki titik-titik pola pada sebuah penanda sehingga memungkinkan kamera untuk mendeteksi *marker* dan akan menampilkan objek 3D yang telah di implementasikan ke dalam *augmented*

reality[14]. Marker digunakan sebagai media untuk menampilkan objek 3D yang telah dibuat pada aplikasi augmented reality[15]. Platform yang digunakan untuk pembuatan aplikasi augmented reality yaitu unity. Unity 3D adalah software yang berfungsi untuk membuat game atau aplikasi dalam berbagai macam platform baik itu console, desktop dan mobile[16]. Unity tidak hanya dapat digunakan untuk pengembangan game, tetapi juga bisa digunakan untuk membuat media pembelajaran[17]. Pembuatan marker menjadi image target menggunakan tool vuforia. Image tracking atau image target adalah metode pendeteksian dan pelacakan target berdasarkan gambar. Vuforia memiliki fitur memindai objek untuk pengenalan baik pengenalan lingkungan maupun pengenalan gambar. Digunakan tool vuforia untuk pembuatan augmented reality pada android serta mendukung platform Unity[18].

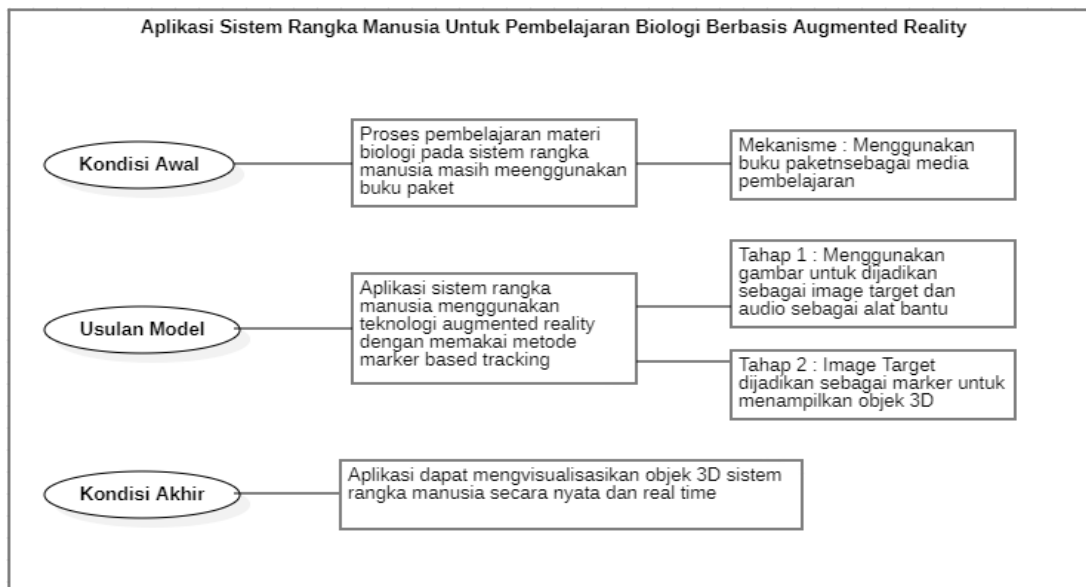
Terdapat penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan seperti penelitian yang berjudul Pengenalan Anatomi Tubuh Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android[19]. Penelitian tersebut berbasis android dengan menggunakan augmented reality yang berisikan pengenalan organ tubuh manusia. Penelitian yang berjudul Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia[20], penelitian tersebut menjelaskan sistem rangka manusia tetapi tidak menggunakan audio, sementara penulis menggunakan audio untuk membantu menjelaskan sistem rangka manusia. Penelitian yang berjudul Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Pembelajaran Anatomi Untuk Siswa Menengah Pertama Berbasis Android (Studi Kasus: SMP Muhammadiyah Merauke)[21] dan penelitian yang berjudul Aplikasi Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar[22], Penelitian tersebut menjelaskan anatomi tubuh manusia sedangkan penelitian penulis berisikan pengenalan sistem rangka manusia. Penelitian yang berjudul Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Materi Sistem Gerak Manusia Pada Mata Pelajaran IPA Berbasis Android[23], penelitian tersebut berisikan materi sistem gerak manusia, sementara penelitian penulis berisikan sistem rangka manusia dengan menggabungkan antara dunia nyata dan dunia virtual.

Berdasarkan masalah diatas, penulis bertujuan untuk mengembangkan Aplikasi Sistem Rangka Manusia Untuk Pembelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality. Aplikasi ini merupakan media pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk menggabungkan objek pada dunia maya (virtual) ke dunia nyata dan objek divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi. Implementasi teknologi augmented reality digunakan untuk membantu proses pembelajaran biologi pada sistem rangka manusia. Pembelajaran sistem rangka manusia akan lebih menarik dengan media pembelajaran dengan menggunakan aplikasi augmented reality. Penggunaan android sebagai tempat media pembelajaran sangat berguna pada jaman sekarang sudah canggih karena siswa cenderung akan selalu membawa smartphone kemanapun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

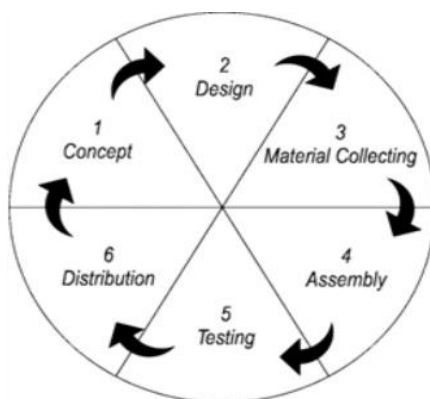
Tahapan penelitian aplikasi sistem rangka manusia dimulai dari kondisi awal, usulan model dan kondisi akhir. Kondisi awal dalam penelitian ini adalah proses pembelajaran sistem rangka manusia yang masih menggunakan media buku. Usulan model untuk aplikasi sistem rangka manusia menggunakan teknologi augmented reality memakai metode marker-based tracking. Tahap 1 mengumpulkan gambar dan audio. Tahap 2 gambar dijadikan image target agar bisa digunakan untuk menjadi marker. Serta kondisi akhir dari pembuatan aplikasi menghasilkan aplikasi sistem rangka manusia menggunakan teknologi augmented reality akan menampilkan 3D objek secara nyata dan real time.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Metode Penelitian

Pengembangan aplikasi sistem rangka manusia ini merupakan penelitian yang menghasilkan aplikasi pembelajaran yang menggunakan teknologi *augmented reality*. Pendekatan MDLC cocok untuk merencanakan dan memproduksi aplikasi media yang menggabungkan foto diam, gambar bergerak, audio, video, animasi, dan jenis media lainnya[24]. MDLC memiliki enam tahapan yaitu konsep, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian, dan distribusi[25].



Gambar 2. Metode MDLC

a. Konsep (*Concept*)

Tahap ini menentukan ide aplikasi sistem rangka manusia dengan menggunakan teknologi *augmented reality*. Menentukan tujuan dan pengguna aplikasi yang akan dikembangkan.

b. Perancangan (*Design*)

Selama tahap perancangan aplikasi sistem rangka manusia menghasilkan desain arsitektur, *storyboard*, dan desain *interface* aplikasi.

c. Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Tahap pengumpulan bahan merupakan tahap mengumpulkan seluruh *asset* yang digunakan untuk pengembangan aplikasi sistem rangka manusia. Tahap ini menghasilkan material dalam bentuk gambar, objek 3D, audio dan materi sistem rangka. Pengumpulan gambar yang digunakan untuk pembuatan *marker*. Lalu pengumplan 3D objek yang digunakan untuk pengembangan aplikasi sistem rangka manusia.

d. Pembuatan (*Assembly*)

Pada tahap pembuatan aplikasi sistem rangka manusia dilakukan pengabungan seluruh material dan menambahkan kode program. Tahap pembuatan menggunakan aplikasi *unity* dan hasil dari tahap ini sudah siap untuk di uji coba.

e. Pengujian (*Testing*)

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui aplikasi sistem rangka manusia sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini juga menguji kualitas aplikasi yang sudah dikembangkan.

f. Distribusi (*Distribution*)

Distribusi merupakan tahap yang dilakukan setelah pengembangan aplikasi sistem rangka manusia selesai dan memenuhi kebutuhan pengguna berdasarkan pengujian. Pada tahap ini juga bertujuan untuk menyebarkan aplikasi agar dapat diakses oleh pengguna.

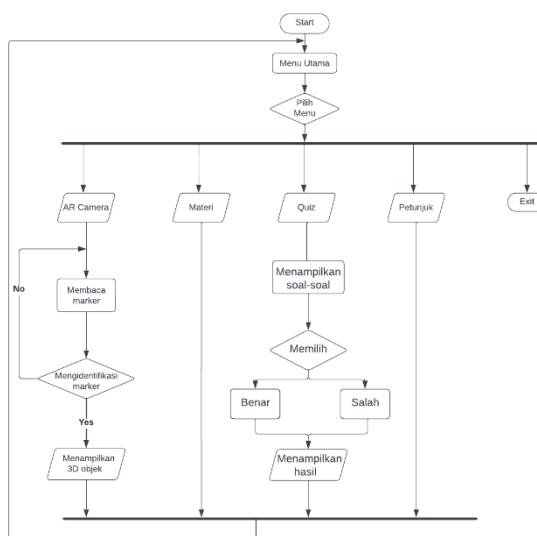
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Concept

Aplikasi sistem rangka manusia ini menggunakan *vuforia* untuk menjadikan gambar menjadi *image target* untuk menjadi *marker*. Pengembangan aplikasi ini menggunakan perangkat lunak *unity*. Media pembelajaran ini mempunyai konsep menyajikan aplikasi yang *interaktif* dan dapat membantu siswa dalam memahami pembelajaran biologi khususnya pada materi sistem rangka manusia. Aplikasi akan menampilkan 3D objek dari sistem rangka manusia dengan menggunakan teknologi *augmented reality*.

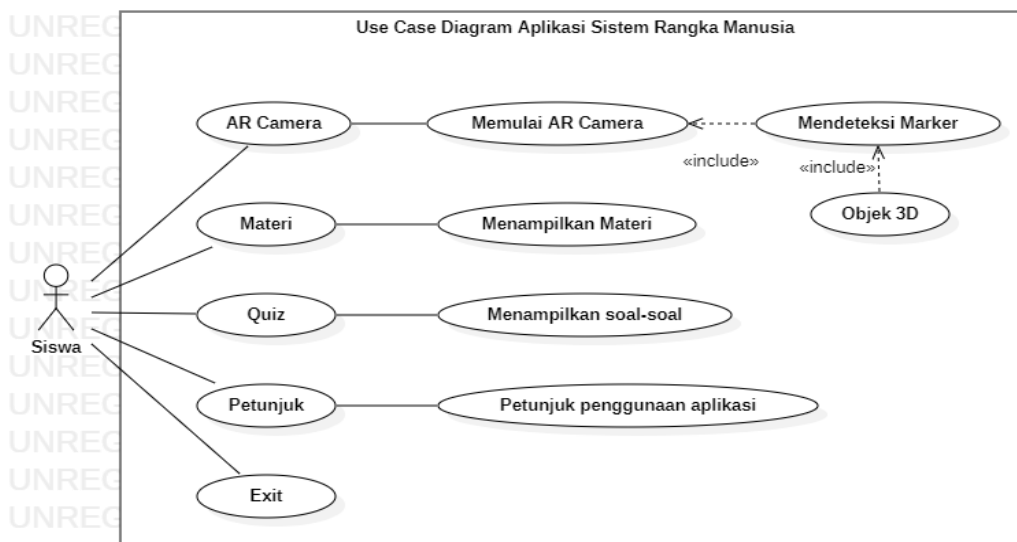
3.2 Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan flowchart, use case diagram, activity diagram dan perancangan antarmuka. Perancangan aplikasi sistem rangka manusia sesuai dengan konsep yang telah dibuat. Flowchart aplikasi sistem rangka manusia dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3. Flowchart

Pada aplikasi anatomi tubuh manusia menggunakan flowchart untuk perancangan sistem yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 2 terdapat 5 Menu yaitu Menu AR Camera, Menu Materi, Menu Quiz, Menu Petunjuk dan exit. Selain flowchart juga menggunakan use case diagram pada Gambar berikut.



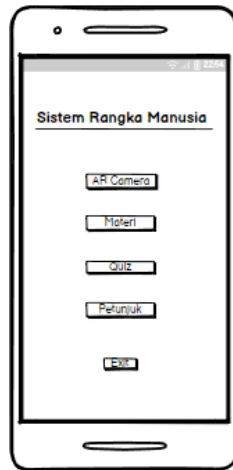
Gambar 4. Use Case Diagram

Pada Gambar 3 menjelaskan use case diagram yang digunakan untuk memodelkan dan menyatakan fungsi yang disediakan oleh sistem ke pengguna. Dalam sistem ini terdapat penggunaannya adalah siswa. User dapat bertindak seperti ke sistem yang sudah memiliki skenario didalamnya. Menu ar camera akan mendeteksi marker dan akan menampilkan 3D objek. Kemudian untuk menu materi berisikan materi sistem rangka manusia pada pembelajaran biologi. Menu quiz akan memunculkan latihan soal yang acak sebanyak 10 soal dan diakhir pengerjaan akan memunculkan skor benar, salah dan nilai yang didapatkan. Menu petunjuk akan menampilkan informasi tentang cara penggunaan aplikasi untuk setiap menu. Tombol exit akan berfungsi untuk keluar dari aplikasi.

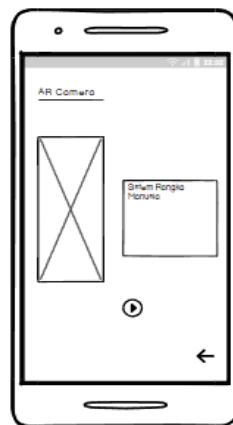
3.3 Material Collecting

Pada tahapan ini mengumpulkan materi berisi informasi tampilan sistem rangka manusia dalam bentuk 3d objek yang akan ditampilkan dalam bentuk aplikasi *augmented reality*. Perancangan *asset* dengan menggunakan aplikasi *Photoshop*, karena lebih mudah digunakan. *Asset* akan dijadikan image target dengan menggunakan *Vuforia Engine* untuk dijadikan marker, jika saat marker di scan akan menampilkan 3D objek. Aplikasi *unity* digunakan untuk pengembangan aplikasi sistem rangka manusia dengan menggunakan teknologi *augmented reality*. Perancangan *interface* merupakan tahap perkembangan dari *storyboard* yang mana tampilan aplikasi sudah terlihat jelas. Berikut Gambar Tampilan Menu Utama yang berisikan Menu AR Camera, Menu Materi, Menu Quiz, Menu Petunjuk dan Exit. Gambar Tampilan Menu AR Camera akan menampilkan kamera disaat kamera mendeteksi marker berhasil maka akan menampilkan objek 3D dari

sistem rangka manusia terdapat deskripsi disaat menampilkan objek 3D dan terdapat tombol suara untuk menjelaskan sistem rangka manusia.



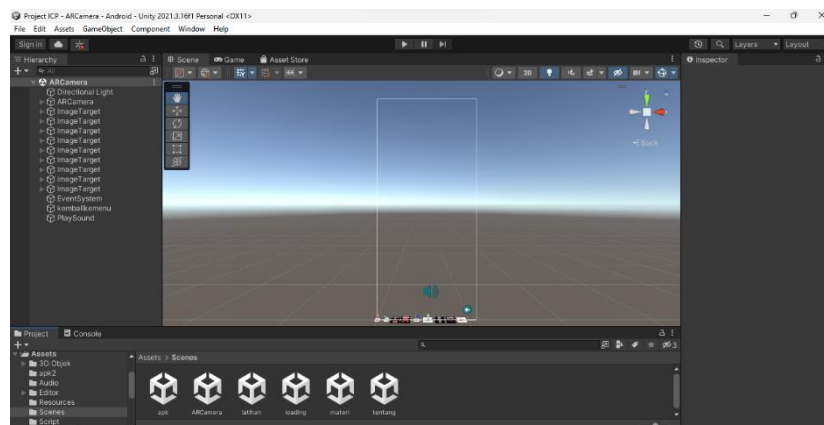
Gambar 5. Tampilan Menu Utama



Gambar 5. Tampilan AR Camera

3.4 Assembly

Tahapan ini semua objek 3D *modelling* dimasukkan ke *software unity* dilakukanlah pembuatan *augmented reality*. Proses Pembuatan sebagai berikut : 3D objek yang sudah tersusun pada scene AR Camera terdapat audio dan tombol kembali.



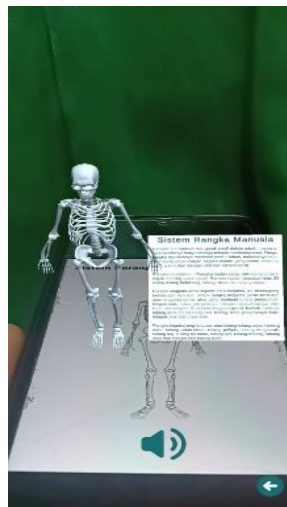
Gambar 6. Proses Menampilkan objek 3D

Gambar diatas telah berhasil diimport ke *unity* dan dapat menampilkan objek 3D aplikasi sistem rangka manusia dengan menerapkan *augmented reality*. *Image target* yang sudah diimport di *vuforia* dan masukan database ke *unity* untuk menjadi *marker* agar saat dimasukan objek 3D akan terbaca dengan menggunakan *marker*. Pada halan AR Camera saat mendeteksi *marker* berhasil akan akan muncul 3D objek dan tampilan informasi singkat mengenai objek 3D. Terdapat fitur penjelasan dengan menggunakan audio jika pengguna mengklik akan ada suara penjelasan singkat tentang sistem rangka manusia.



Gambar 7. Tampilan Menu Utama

Tampilan halaman menu utama digunakan sebagai tampilan setelah halaman loading, dan akan dilanjutkan menampilkan halaman menu utama yang terdiri dari tombol atau button menu seperti menu ar camera, menu materi, menu quiz, menu petunjuk dan exit.




Gambar 8. Menu AR Camera

Halaman ar camera digunakan untuk melakukan pemindaian marker yang sudah ada, kemudian setelah marker terdeteksi akan memunculkan objek 3D.

3.5 Testing

Pengujian aplikais dilakukan dengan menguji *fungsi* dari aplikasi sistem rangka manusia apakah sudah sesuai dengan perancangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah masih ada kesalahan sistem atau sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan.

Table 1. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian	Bentuk Pangujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Spalash Screen	Tampilan halaman awal aplikasi saat dibuka		Berhasil







Halaman Loading	Tampilan proses memuat untuk masuk ke menu utama		Berhasil
Halaman Menu Utama	Tampilan menu utama terdiri dari AR Camera, Materi, Quiz, Petunjuk dan tombol Exit		Berhasil
Halaman AR Camera	Menampilkan 3D objek dari scan marker terdapat audio dan ringkasan penjelasan		Berhasil

Table 2. Lanjutan Pengujian Fungsionalitas

Pengujian	Bentuk Pangujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Halaman Materi	Menampilkan materi sistem rangka manusia		Berhasil
Halaman Quiz	Menampilkan soal-soal tentang sistem rangka manusia		Berhasil

Halaman Petunjuk	Menampilkan petunjuk penggunaan setiap halaman menu		Berhasil
------------------	---	--	----------

Pengujian *portability* dilakukan dengan menguji aplikasi dan membandingkan dengan spesifikasi yang berbeda. Berikut deskripsi untuk spesifikasi *smartphone android* yang digunakan untuk pengujian aplikasi sistem rangka manusia.

Table 3. Spesifikasi Smartphone

Smartphone	RAM	Kamera	OS	Layar
OPPO Reno4 F	8 GB	48MP	Android 10	6.43"
VIVO Y91C	2 GB	13MP	Android 8.1	6.22"
Galaxy A12	4 GB	48MP	Android 10	6.5"
Galaxy A10	2 GB	13MP	Android 9	6.2"
OPPO A3S	3GB	13MP	Android 8.1	6.2"
Redmi 10C	4GB	50MP	Android 11	6.71"
Samsung A52	8GB	64MP	Android 11	6.5"

Setelah mengetahui spesifikasi dari masing- masing *smartphone* yang akan dipakai, selanjutnya adalah melakukan pengujian pada masing- masing *device android* yang telah dipersiapkan. Pengujian *portability* dapat dilihat pada tabel berikut.

Table 4. Perbandingan Pengujian Smartphone

Smartphone	Proses Instalasi	Proses Aplikasi Berjalan
OPPO Reno4 F	Instalasi berhasil	Berjalan baik
VIVO Y91C	Instalasi berhasil	Berjalan baik
Galaxy A12	Instalasi berhasil	Berjalan baik
Galaxy A10	Instalasi berhasil	Berjalan baik
OPPO A3S	Instalasi berhasil	Berjalan baik
Redmi 10C	Instalasi berhasil	Berjalan baik
Samsung A52	Instalasi berhasil	Berjalan baik

Table 5. Pengujian Cahaya

Sumber Cahaya	Kondisi	Marker menampilkan objek 3D
Siang hari dengan cahaya	Didalam ruangan	Berhasil
	Diluar ruangan	Berhasil
Malam hari dengan bantuan cahaya	Didalam ruangan	Berhasil
	Diluar ruangan	Berhasil
Malam hari tanpa bantuan cahaya	Didalam ruangan	Gagal
	Diluar ruangan	Gagal

Table 6. Pengujian Sudut Deteksi

Besar Sudut Deteksi	Hasil Pengujian
Sudut 0°	Gagal mendeteksi marker
Sudut 45°	Berhasil mendeteksi marker
Sudut 90°	Berhasil mendeteksi marker
Sudut 135°	Berhasil mendeteksi marker
Sudut 180°	Gagal mendeteksi marker

3.6 Distribution

Pada tahapan ini aplikasi diubah menjadi format .apk dan meletakkannya di media penyimpanan. Aplikasi ini akan diberikan ke siswa SMA yang mempelajari biologi tentang sistem rangka manusia.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem rangka manusia menggunakan teknologi *augmented reality* untuk menampilkan 3D objek terlihat secara nyata dan *real time*. Tampilan aplikasi yang mudah dipahami dan menarik dapat membuat siswa lebih tertarik untuk belajar sistem rangka manusia dengan menggunakan aplikasi di *smartphone android*. Pemanfaatan media pembelajaran dengan menggunakan *augmented reality* yang dapat secara langsung memberikan pelajaran dimana pun dan kapan pun siswa ingin melakukan pembelajaran.

REFERENCES

- [1] G. P. A. Oka, Media dan multimedia pembelajaran. Pascal Books, 2022.
- [2] S. deide Walangitan, A. M. Rumagit, and R. Sengkey, "Pembuatan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Penggolongan Obat Berdasarkan Bentuk Sediaannya: Making Augmented Reality Applications As Learning Media Classifying Drugs Based on Their Dosage Forms," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 18, no. 3, pp. 99–110, 2023.
- [3] R. I. Borman and I. Erma, "Pengembangan Game Edukasi Untuk Anak Taman Kanak-Kanak (TK) Dengan Implementasi Model Pembelajaran Visualisation Auditory Kinesthetic (VAK)," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [4] V. Damopolii, N. Bitto, and R. Resmawan, "Efektifitas Media Pembelajaran berbasis Multimedia pada Materi Segiempat," *Algoritma. J. Math. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 74–85, 2019.
- [5] E. Satryawati, A. A. Rohim, and A. Sopian, "Aplikasi Pembelajaran Sistem Gerak Manusia dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android," *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, vol. 2, no. 2, pp. 70–80, 2022.
- [6] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality," *Presence: teleoperators & virtual environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.
- [7] N. Elmqaddem, "Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality?," *International journal of emerging technologies in learning*, vol. 14, no. 3, 2019.
- [8] S. Djafar and D. Novian, "Implementasi teknologi augmented reality dalam pengembangan media pembelajaran perangkat keras komputer," *Jambura Journal of Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 44–57, 2021.
- [9] B. Satria and P. Prihandoko, "Implementasi metode marker based tracking pada aplikasi bangun ruang berbasis augmented reality," *Sebatik*, vol. 19, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [10] R. A. Krisdiawan, R. Priantama, and E. Praramdani, "Media Edukasi Biota Laut Berbasis Augmented Reality Menggunakan Metode Marker Based Tracking dengan Algoritma Fast Corner Detection," *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 38–48, 2023.
- [11] Y. Rahmanto and R. Y. Utama, "Penerapan Teknologi Web3D Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Gerakan Dasar Silat," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, vol. 9, no. 1, pp. 7–14, 2018.
- [12] D. Driyani, "Perancangan media pembelajaran sekolah dasar berbasis android menggunakan metode rekayasa perangkat lunak air terjun (waterfall)," *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, vol. 3, no. 1, pp. 35–43, 2018.
- [13] V. Chari, J. M. Singh, and P. J. Narayanan, "Augmented reality using over-segmentation," *Center for Visual Information Technology, International Institute of Information Technology*, vol. 1, p. 11, 2008.
- [14] N. M. Haq, "Augmented Reality Sejarah Pahlawan Pada Uang Kertas Rupiah Dengan Teknologi Facial Motion Capture Berbasis Android," *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 1, pp. 100–108, 2020.
- [15] J. Jupriyadi and A. Aziz, "APLIKASI PENGENALAN RUMAH ADAT SUMATERA BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA PERANGKAT ANDROID," *TELEFORTECH: Journal of Telematics and Information Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 46–54, 2021.
- [16] F. R. Pratama, Simulasi Dan Pemodelan Fisika dengan Unity3D. Penerbit NEM, 2020.
- [17] M. N. Fawwaz, A. P. Kurniawan, and A. Sularsa, "Pembuatan Konten Model 3D Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Jenis Sampah Untuk Anak 5 Tahun," *eProceedings of Applied Science*, vol. 9, no. 3, 2023.
- [18] R. T. Rinat, S. Nirwan, and W. Resdiana, "Aplikasi Katalog Furnitur Berbasis Augmented Reality Dengan Metode Multiple Marker," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 15, no. 3, pp. 117–124, 2023.
- [19] Y. S. Nauko and L. N. Amali, "Pengenalan anatomi tubuh menggunakan teknologi augmented reality berbasis android," *Jambura Journal of Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 66–76, 2021.
- [20] K. Kaharuddin, Y. Pernando, M. Marfuah, and K. H. Musliadi, "Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 4, pp. 1168–1175, 2023.
- [21] A. Latif and S. H. D. Loppies, "PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI UNTUK SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS: SMP MUHAMMADIYAH MERAUKE)," *Mustek Anim Ha*, vol. 8, no. 2, pp. 141–147, 2019.
- [22] D. Nazelliana, "Aplikasi Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, vol. 5, no. 4, pp. 612–619, 2020.
- [23] A. Wijaya and S. B. Waqi' Rahman, "Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Materi Sistem Gerak Manusia Pada Mata Pelajaran IPA Berbasis Android," *Jurnal Kecerdasan Buatan*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [24] H. Janto and N. Purwandari, "Aplikasi Pembelajaran Interaktif untuk Mata Pelajaran Tematik Kelas Satu di Sdit Al-Kautsar Cikarang Berbasis Multimedia," *KALBISIANA Jurnal Sains, Bisnis dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, pp. 132–146, 2022.
- [25] A. S. Abadi, P. F. Dewi, and B. Robi'in, "Augmented Reality Pengenalan Satwa Nusantara Untuk Menumbuhkan Kecintaan Bangsa Pada Anak-Anak," *TELEMATIKA (Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi)*, vol. 18, no. 1, pp. 359–370, 2022.