

RANCANG BANGUN APLIKASI KERANGKA TUBUH MANUSIA 3 DIMENSI BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN

Kezia Stefani¹, Yenita Juandy², Hartanto³, Yohana Christania⁴

^{1,2,3,4}STMIK LIKMI

E-mail :

¹kezia@likmi.ac.id, ²yenitajuandy@gmail.com,

³hartanto_27@yahoo.co.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi memberikan berbagai manfaat dalam kehidupan manusia, termasuk dalam bidang ilmu pengetahuan. Teknologi dapat berperan sebagai sarana penunjang ilmu maupun sebagai media pembelajaran. Kegiatan belajar mengajar di sekolah saat ini tentu memerlukan teknologi untuk membantu pengajar dan pelajar. Penelitian ini mengambil salah satu topik menarik dari ilmu pengetahuan yaitu tentang kerangka tubuh manusia. Untuk memahami topik ini, biasanya sekolah membutuhkan alat peraga berupa model kerangka tubuh manusia. Namun, terdapat sekolah yang tidak memiliki fasilitas tersebut, sehingga dibutuhkan media pembelajaran yang menarik dan terjangkau sebagai penunjang atau pengganti model peraga.

Augmented Reality adalah teknologi yang secara efektif mengintegrasikan objek virtual ke dalam dunia nyata, sehingga dunia nyata terlihat terhubung dengan dunia maya dan memungkinkan interaksi di antara keduanya. AR menawarkan visual menarik dengan objek 3D dan dapat meningkatkan daya imajinasi pelajar, menjadikannya inovasi canggih dalam pendidikan. Oleh karena itu, penelitian ini menghasilkan aplikasi AR yang dapat di install pada perangkat android untuk memudahkan pembelajaran kerangka tubuh manusia. Aplikasi menggunakan metode *marker based*, yang menggunakan penanda untuk memunculkan objek virtual.

ABSTRACT

Technological advances have brought many benefits in human life, including in science both as a means to help support knowledge and as a learning medium. Teaching and learning activities in schools today certainly require technology to help teachers and students. This research takes one of the interesting topics of science, namely the human skeleton. To understand this topic, schools usually need props in the form of human skeleton models. However, there are schools that do not have these facilities, so an attractive and affordable learning media is needed as a support or replacement for the model.

Augmented Reality is a technology that effectively integrates virtual objects into the real world, so that the real world looks connected to the virtual world and allows interaction between the two. AR offers attractive visuals with 3D objects and can enhance the imagination of learners, making it an advanced innovation in education. Therefore, this research produces an AR application that can be installed on an android device to facilitate learning of the human body skeleton. The application uses marker based method, which uses markers to bring up virtual objects.

Kata kunci : augmented reality, AR, 3D modelling.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi merupakan sesuatu hal yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan. Kemajuan teknologi juga sangat mempengaruhi proses pembelajaran, salah satunya adalah dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. (Fitriyani et al., 2017). Dalam Ilmu Pengetahuan Alam membahas beberapa hal yang mencakup materi tentang makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan dan hewan. Dalam penyampaian materi Ilmu Pengetahuan Alam, pengajar membutuhkan alat peraga agar pelajar lebih mudah memahami materi. Penelitian ini mengambil topik pembelajaran mengenai kerangka tubuh manusia dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. Kelebihan dari metode *Augmented Reality* ini adalah tampilan visual yang menarik, karena dapat menampilkan objek 3D yang seperti ada pada lingkungan nyata.

Dengan hasil analisa dan pengamatan yang dilakukan pada pembelajaran materi tentang kerangka tubuh manusia, maka dapat disimpulkan beberapa poin permasalahan seperti :

- a. Tidak semua pengajar atau sekolah memiliki fasilitas alat peraga kerangka, sehingga dibutuhkan sarana yang lebih mudah diakses untuk menjelaskan materi.
- b. Diperlukan sebuah aplikasi yang menarik dan mengikuti perkembangan teknologi terkini untuk dapat melengkapi penyampaian materi kerangka tubuh manusia.
- c. Bagaimana cara membangun aplikasi *Augmented Reality* tentang rangka tubuh manusia yang menarik bagi pelajar.

2. LANDASAN TEORI

a. *Augmented Reality (AR)*

Augmented Reality adalah jenis teknologi interaksi yang menggabungkan dunia fisik dan virtual. Sistem *Augmented Reality* menggunakan dunia nyata sebagai fondasi dan menggabungkan banyak teknologi dengan menambahkan data kontekstual sehingga pemahaman seseorang menjadi jelas (Martono, 2011).

Augmented Reality adalah penambahan elemen digital secara real-time ke dunia nyata yang mengikuti keadaan lingkungan di dunia nyata dan dapat diaplikasikan ke perangkat mobile (Buchari et al., 2015).

Maka dapat disimpulkan tujuan dari teknologi *Augmented Reality* adalah untuk membawa pemahaman dan informasi ke dunia nyata.

b. *Marker Based AR*

Augmented Reality diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan metode pelacakannya: pelacakan marker based dan pelacakan markerless. Pelacakan marker based adalah teknik yang populer dalam pengembangan *Augmented Reality*. Cara kerja dari teknik ini adalah melacak marker secara virtual melalui tiga sumbu X, Y, dan Z dengan bantuan titik koordinat 0,0,0 (Satria & Franz, 2023).

Ada beberapa tipe tracking yang dapat digunakan dalam *Augmented Reality* yaitu :

- (1). *Marker based* : Pelacakan marker based adalah Teknik yang menggunakan penanda untuk memunculkan item virtual.
- (2). *Markerless* : Pengguna tidak memerlukan penanda untuk menampilkan objek virtual apabila menggunakan metode tanpa penanda. GPS, gerakan (gesture), dan pelacakan wajah, semuanya dapat digunakan untuk mengimplementasikan teknik tanpa penanda.

Marker atau penanda adalah visual yang dapat dimanipulasi menggunakan teknologi pemrosesan video dan gambar, pengenalan pola, dan visi komputer. Jika marker ditemukan, *Augmented Reality* akan menentukan skala yang tepat menggunakan kamera. Pola muncul ketika gambar menjadi lebih beragam. Hal ini

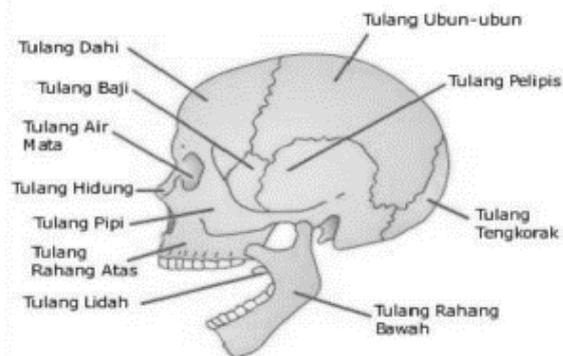
memungkinkan marker untuk dilacak dengan mudah untuk memposisikan model gambar yang akan dideteksi (Satria & Franz, 2023).

c. Rangka Tubuh Manusia

Sistem kerangka manusia terdiri dari 206 tulang yang saling berhubungan untuk menghasilkan sistem gerak. Rangka tubuh manusia mempunyai berbagai macam fungsi, antara lain menegakkan tubuh, memberi bentuk pada tubuh, melindungi bagian tubuh terhadap organ-organ vital (otak, jantung, paru-paru dsb), sebagai alat gerak pasif, tempat melekatkan otot-otot rangka yang berkontraksi menyebabkan tulang bergerak, sebagai tempat persediaan kalsium dan fosfat, dan sebagai tempat produksi sel-sel darah merah (Fitriyani et al., 2017).

Susunan kerangka manusia dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian poros (axial) dan bagian anggota (appendicular). Bagian poros terdiri dari tulang tengkorak, susunan tulang belakang, tulang dada dan tulang rusuk. Sedangkan bagian anggota terdiri dari tulang gelang bahu, tulang gelang panggul, tulang anggota gerak atas dan tulang anggota gerak bawah (Marwan, 2008).

(1). Tulang Tengkorak / Rangka Kepala



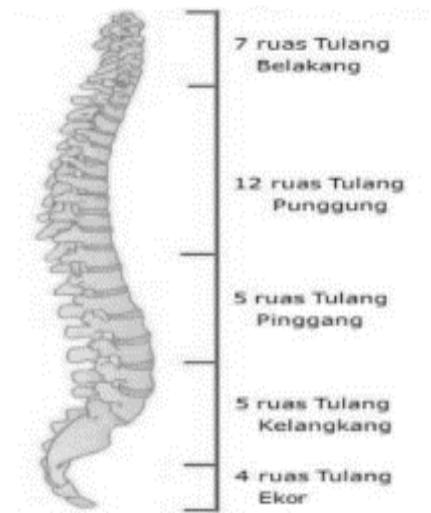
Gambar 1. Tulang Tengkorak (Irawan, 2013)

Tulang tengkorak tersusun dari tulang pipih dan bentuk campuran yang satu sama lain bersambung kuat. Bagian atas tulang tengkorak membentuk rongga otak sedangkan bagian depan membentuk muka. Pada bagian rongga otak terdiri dari tulang dahi (terletak bagian depan atas), tulang ubun-ubun, tulang belakang kepala (bagian dasar dari rongga otak yang terdapat sebuah lubang besar dan melalui lubang ini sumsum tulang belakang berhubungan dengan otak), tulang baji (bentuknya menyerupai kupu-kupu), tulang pelipis (Marwan, 2008).

(2). Tulang Rangka Badan

Tulang rangka badan memiliki beberapa fungsi utama yaitu sebagai perlindungan organ dalam, produksi sel darah, penyimpanan mineral, dan penyimpanan energi. Tulang rangka badan terdiri dari tulang leher, ruas tulang belakang, tulang rusuk dan dada, tulang bahu, dan tulang gelang panggul.

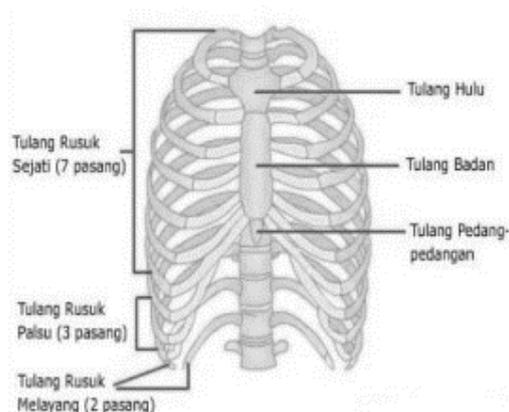
(a). Ruas Tulang Belakang



Gambar 2. Ruas Tulang Belakang (Irawan, 2013)

Susunan tulang belakang terdiri atas serangkaian tulang-tulang pendek yang disebut ruas-ruas tulang belakang dan berjumlah 33 ruas yang terbagi menjadi 7 ruas tulang leher, 12 ruas tulang punggung, 5 ruas tulang pinggang, 5 ruas tulang kelangkang yang menjadi satu, dan 4 ruas tulang ekor. Ruas tulang belakang memiliki fungsi untuk menegakan tubuh dari pengaruh berat kepala, rongga dada, dan anggota gerak atas, melindungi sumsum tulang belakang, dan tempat melekatnya sejumlah otot-otot penegak badan (Marwan, 2008).

(b). Rangka Tulang Rusuk dan Rangka Tulang Dada



Gambar 3. Tulang Rusuk dan Dada (Irawan, 2013)

Tulang rusuk terdiri dari 12 pasang tulang rusuk dalam tubuh manusia yang merupakan dinding rongga dada yang melindungi organ-organ yang berada di dalamnya. 7 pasang tulang rusuk sejati terhubung langsung dengan tulang dada. 3 pasang tulang rusuk palsu tidak terhubung langsung dengan tulang dada. Dan 2 pasang rusuk melayang yang di

bagian depannya bebas (Marwan, 2008). Tulang dada adalah tulang pipih yang bentuknya menyerupai tubuh belalang. Pada tulang dada terdapat bagian-bagian yang disebut tulang hulu atau tulang kepala (bagian atas), tulang badan (terletak di bawah tulang hulu), dan tulang pedang-pedangan atau tulang taju pedang (terletak di ujung paling bawah) (Marwan, 2008).

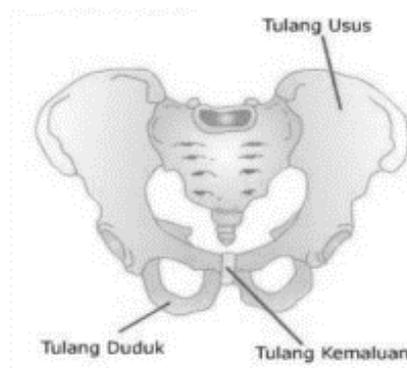
(c). Rangka Tulang Gelang Bahu



Gambar 4. Tulang Gelang Bahu (Irawan, 2013)

Gelang bahu dibentuk oleh sepasang tulang belikat dan sepasang tulang selangka. Tulang belikat dengan mudah dapat kita raba di bagian belakang rongga dada. Bentuknya menyerupai segitiga dengan permukaan cembung ke belakang. Sedangkan tulang selangka terletak di atas sebelah kanan-kiri tulang dada yang bentuknya menyerupai huruf f (Marwan, 2008).

(d). Rangka Tulang Gelang Panggul



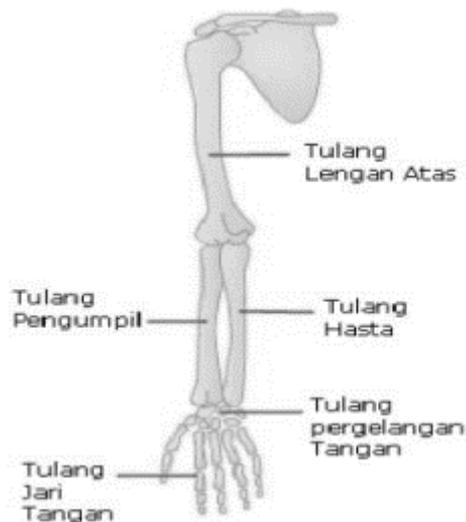
Gambar 5. Tulang Gelang Panggul (Irawan, 2013)

Gelang panggul merupakan tulang yang tidak teratur bentuknya, yang terdiri atas tulang panggul yang bersambungan langsung dengan tulang kelangkang yang merupakan bagian dari tulang belakang. Gelang panggul berfungsi sebagai pemikul dan penyalur berat badan ke anggota gerak bawah. Tulang panggul adalah salah satu tulang yang termasuk dalam tulang bentuk campuran. Tulang ini terdiri dari tiga buah tulang, yaitu tulang usus, tulang kedudukan, dan tulang kemaluan. (Marwan, 2008) Selain sebagai pemikul berat badan fungsi dari tulang gelang panggul adalah melindungi alat kelamin dan alat pencernaan (Irawan, 2013).

(3). Tulang Rangka Anggota Gerak Atas dan Tulang Rangka Anggota Gerak Bawah

Tulang rangka anggota gerak atas dan rangka anggota gerak bawah memiliki fungsi untuk mendukung terjadinya pergerakan. Rangka anggota gerak terdiri dari rangka anggota gerak atas dan rangka anggota gerak bawah (Irawan, 2013).

Rangka anggota gerak atas terdiri atas tulang lengan atas, tulang pengumpil, tulang hasta, tulang pergelangan tangan, dan tulang jari tangan. Tulang lengan atas adalah salah satu dari tulang pipa yang terbesar dan terpanjang pada anggota gerak atas. Tulang pengumpil adalah tulang pipa yang ada pada lengan bawah. Tulang hasta merupakan tulang yang bagian atasnya lebih besar dibandingkan bagian bawahnya. Pada tulang pergelangan tangan terdapat delapan buah tulang-tulang pendek yang tersusun dalam dua barisan, yang masing-masing terdiri dari empat buah. Tulang jari tangan merupakan tulang yang tiap jari tangan mempunyai tiga ruas jari-jari tangan, kecuali ibu jari tangan yang hanya mempunyai dua ruas (Marwan, 2008).



Gambar 6. Tulang Anggota Gerak Atas (Irawan, 2013)

Rangka anggota gerak bawah terdiri atas tulang paha, tulang tempurung lutut, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki, dan tulang jari kaki. Tulang paha adalah tulang pipa yang terpanjang dalam tubuh. Tulang tempurung lutut merupakan tulang yang terletak di depan bagian lutut, yang bentuknya menyerupai segi tiga dengan puncaknya menghadap ke bawah, sedangkan dasarnya menghadap ke atas. Tulang kering juga disebut tulang pipa yang terletak sejajar dengan tulang betis. Tulang betis merupakan tulang yang terletak di sebelah luar sejajar dengan tulang kering. Tulang pergelangan kaki merupakan tulang yang tersusun oleh 7 buah tulang pergelangan kaki. Tulang jari kaki adalah tulang dengan jumlah dan susunan ruas-ruas jari kaki sama dengan jumlah dan susunan ruas-ruas jari tangan, masing-masing terdiri dari tiga ruas kecuali ibu jari kaki yang hanya terdiri dari dua ruas. (Marwan, 2008)

Kaki (kelompok tulang pergelangan kaki, telapak kaki, dan jari kaki) sebagai keseluruhan tersusun untuk menyesuaikan dan membentuk lengkungan

memanjang dan lengkungan melebar pada telapak kaki. Lengkungan-lengkungan telapak kaki ini sangat penting untuk memberikan kekuatan pada waktu berdiri dan memberikan tempat bagi pembuluh darah, urat saraf, tendon-tendon, dan otot-otot yang berada di bawah telapak kaki agar tidak terhimpit. (Marwan, 2008)



Gambar 7. Tulang Anggota Gerak Bawah (Irawan, 2013)

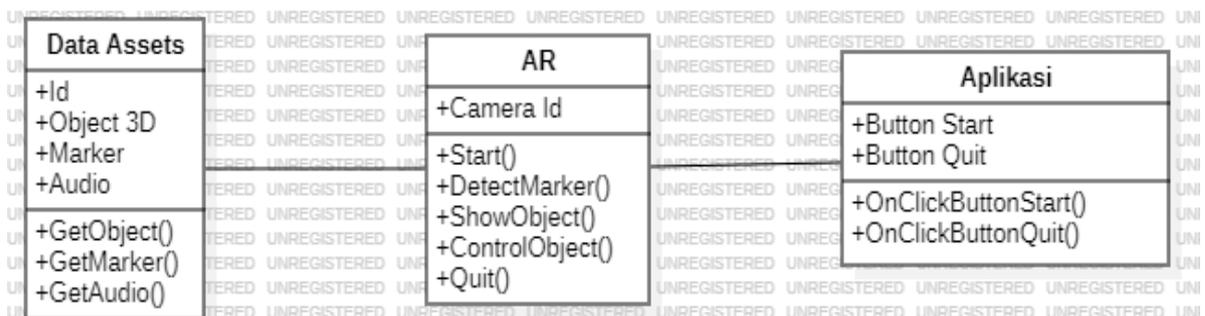
3. PERANCANGAN APLIKASI

Aplikasi yang dibangun dalam penelitian ini memiliki kebutuhan fungsional sebagai berikut:

- Aplikasi dapat menampilkan informasi rangka tubuh manusia berupa objek 3D.
- Aplikasi menghasilkan objek tiga dimensi dari pemindaian marker dua dimensi.
- Aplikasi dapat menampilkan output audio.
- Aplikasi membuat pengguna dapat memakai aplikasi untuk media pembelajaran, karena terdapat penjelasan di setiap rangka tubuh manusia yang ditampilkan.

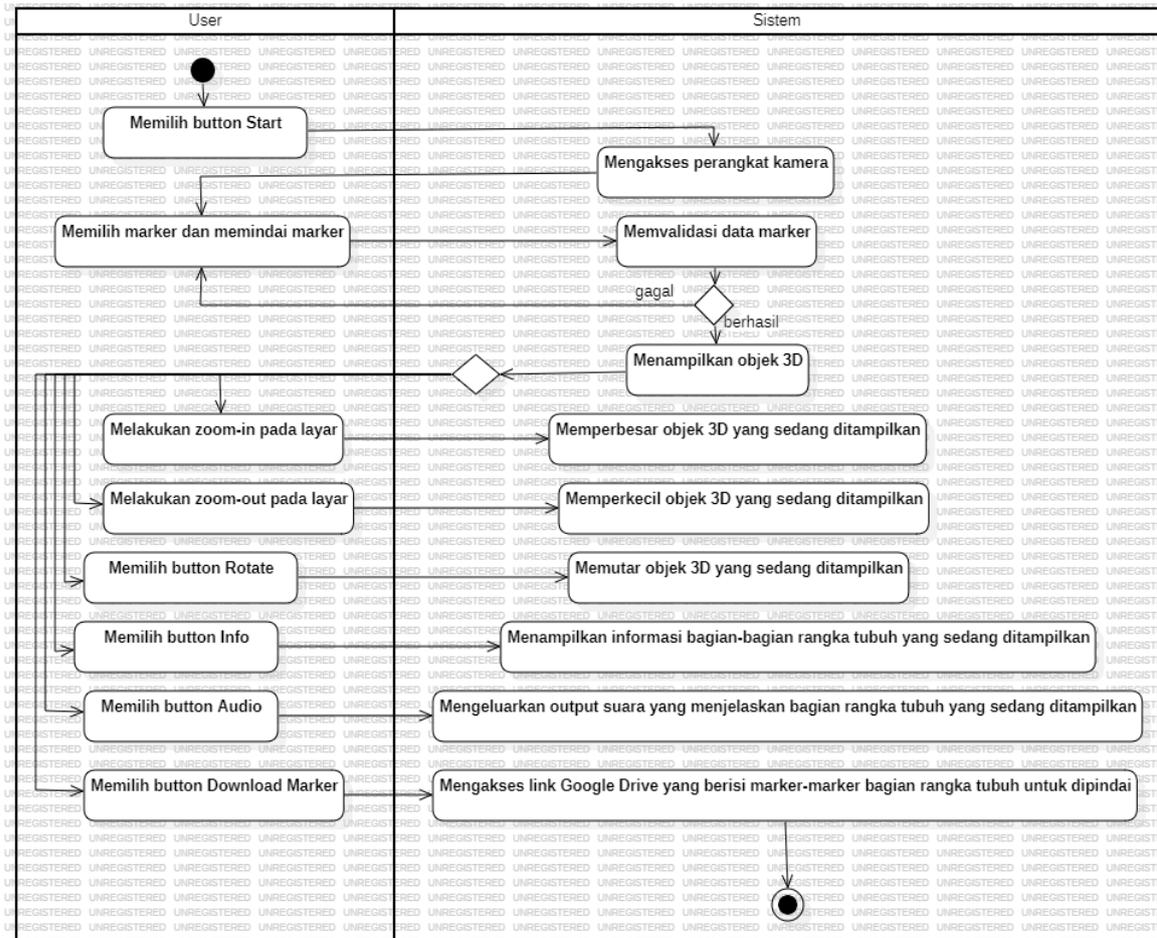
Untuk perancangan aplikasi akan memanfaatkan perangkat diagram UML berupa *class diagram* dan *activity diagram*. *Class diagram* adalah diagram yang menggambarkan hubungan antara class yang ada pada sistem. Setiap *class* menyimpan sejumlah *attribute* data dan *method*. *Activity diagram* adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau urutan aktivitas dalam sistem. Aktivitas ini merujuk pada tindakan atau kegiatan yang dilakukan oleh sistem.

Gambar 8 menampilkan *class diagram* untuk aplikasi. Sedangkan *activity diagram* ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Class Diagram

Pada *activity diagram* dipaparkan rangkaian proses *user* saat berinteraksi dengan dengan sistem. Langkah pertama yang harus dilakukan oleh *user* adalah memilih button *Start* untuk dapat memindai *marker*. Cara penggunaannya, *user* cukup memilih *marker* yang akan digunakan, lalu mengarahkan kamera pada *marker* tersebut. Apabila *marker* tersebut valid, maka sistem akan mengambil data dari *marker* tersebut dan akan menampilkan objek 3D rangka tubuh manusia. Pada halaman tersebut terdapat beberapa fungsi *button* yang dapat digunakan oleh *user* seperti *Rotate* jika ingin memutar 3D objek yang ditampilkan; *Info* jika ingin menampilkan informasi dari bagian-bagian 3D objek yang ditampilkan; *Audio* jika ingin menampilkan suara penjelasan mengenai objek 3D, dan *Download Marker* jika ingin men-download *marker* yang akan digunakan.



Gambar 9. Activity Diagram Pembelajaran Kerangka Tubuh Manusia

4. HASIL IMPLEMENTASI

Hasil implementasi dari penelitian ini dapat dilihat melalui *screenshot* aplikasi yang dibahas dalam bagian ini. Hasil akhir antar muka untuk Menu Utama divisualisasikan pada Gambar 10. Tampilan menu utama memiliki 2 buah tombol yaitu button *Start* dan button *Quit*. Kedua button ini memiliki fungsi yang berbeda, button *Start* untuk menampilkan halaman untuk memindai rangka tubuh manusia yang akan menampilkan 3D *Augmented Reality* secara *markerbased*, sedangkan button *Quit* yang berfungsi untuk menutup aplikasi.

Pada tampilan halaman *Start*, sistem akan menampilkan objek 3D hasil rangka tubuh manusia yang dipilih dari *marker* yang ada. Pada halaman ini terdapat beberapa button seperti button *Rotate*, button *Info*, button *Audio*, dan button *Back* serta button *Download*.

- a. *Button Rotate*
 Berfungsi untuk memutar objek 3D rangka tubuh manusia agar user dapat melihat sisi lain dari objek 3D yang sedang ditampilkan tersebut.
- b. *Button Info*
 Button ini berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai bagian object 3D rangka tubuh manusia yang sedang ditampilkan.
- c. *Button Audio*
 Button ini memiliki fungsi untuk memunculkan suara penjelasan dari objek 3D rangka tubuh yang sedang ditampilkan.
- d. *Button Back*
 Button ini berfungsi untuk membantu user mengembalikan tampilan ke halaman menu utama.
- e. *Button Download*
 Button ini berfungsi untuk membantu user mendapatkan marker untuk dipidai saat akan menggunakan aplikasi.



Gambar 10. Antarmuka Menu Utama

5. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian fungsi sistem aplikasi ini menggunakan metode *black box* dengan tipe pengujian fungsionalitas sistem, dimana pengujian ini akan difokuskan untuk menguji fungsi pada sistem aplikasi. Hasilnya dipaparkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsi Aplikasi

No	Aksi	Hasil yang diharapkan	Output	Keterangan
1	Klik <i>Zoom In</i>	Sistem aplikasi akan menampilkan ukuran rangka tubuh manusia yang dipilih secara lebih besar	Sistem menampilkan rangka tubuh manusia yang dipilih secara lebih besar	Berhasil
2	Klik <i>Zoom Out</i>	Sistem aplikasi akan menampilkan ukuran rangka tubuh manusia yang dipilih secara lebih kecil.	Sistem menampilkan rangka tubuh manusia yang dipilih secara lebih kecil.	Berhasil

No	Aksi	Hasil yang diharapkan	Output	Keterangan
3	Klik <i>button Rotate</i>	Sistem aplikasi akan menampilkan rangka tubuh manusia yang sedang dipilih dengan berputar.	Sistem menampilkan rangka tubuh manusia yang dipilih dengan berputar.	Berhasil
4	Klik <i>button Info</i>	Sistem aplikasi akan menampilkan petunjuk bagian rangka tubuh manusia berdasarkan rangka tubuh manusia yang sedang ditampilkan.	istem menampilkan petunjuk bagian rangka tubuh manusia sesuai dengan rangka tubuh manusia yang sedang tampil.	Berhasil
5	Klik <i>button Voice</i>	Sistem aplikasi akan mengeluarkan suara penjelasan rangka tubuh manusia yang sedang ditampilkan.	Sistem mengeluarkan suara penjelasan rangka tubuh manusia yang sedang ditampilkan.	Berhasil
6	Klik <i>button Back</i>	Sistem aplikasi berpindah dari <i>scene Start</i> dan kembali ke halaman <i>scene Menu Utama</i> .	Sistem keluar dari halaman <i>scene Start</i> dan kembali ke halaman <i>scene menu utama</i> .	Berhasil

Tabel 2. Hasil Pengujian terhadap Lingkungan

No	Lingkungan	Hasil
1	Lingkungan cahaya terang	Semua animasi / objek muncul
2	Lingkungan cahaya redup	Semua animasi / objek muncul
3	Lingkungan cahaya gelap	Semua animasi / objek tidak muncul

Pada Tabel 2 diuraikan hasil pengujian pada lingkungan sistem. Tampilan hasil uji diperlihatkan dalam Gambar 11, 12, dan 13.



Gambar 11
Lingkungan cahaya terang



Gambar 12
Lingkungan cahaya redup



Gambar 13
Lingkungan cahaya gelap

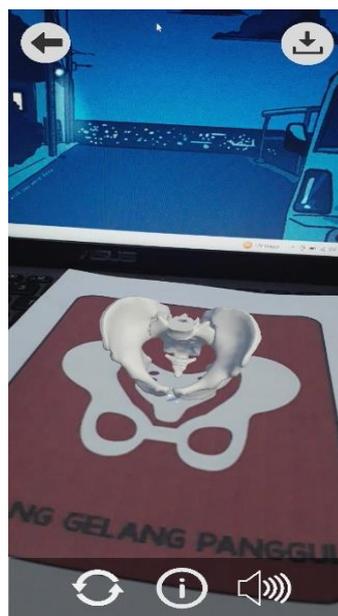
Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Tipe Smartphone yang Berbeda

No	Tipe Smartphone	Hasil
1	Samsung Galaxy A52	Semua animasi / objek muncul
2	Samsung Galaxy M10	Semua animasi / objek muncul
3	Redmi Not 10 Pro 5G	Semua animasi / objek muncul

Pada Tabel 3 diuraikan hasil pengujian tampilam aplikasi pada beberapa media *smartphone* yang berbeda. Tampilan hasil uji diperlihatkan dalam Gambar 14, 15, dan 16.



Gambar 14
Samsung Galaxy A52



Gambar 15
Samsung Galaxy M10



Gambar 16
Realme Note 10

Dari hasil pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa aplikasi “Kerangka Tubuh Manusia 3 Dimensi untuk Media Pembelajaran Struktur Rangka Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality” dapat berjalan dengan baik.

6. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan implementasi serta hasil pengujian perangkat lunak yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan yaitu untuk meningkatkan daya tarik dalam pembelajaran dan memotivasi dalam pemahaman materi pembelajaran, dengan menggunakan akses kamera pada *smartphone*.

Dengan pembuatan sistem aplikasi “Kerangka Tubuh Manusia 3 Dimensi”, pelajar dapat lebih tertarik dalam pembelajaran dan meningkatkan semangat belajar dalam pemahaman materi pembelajaran tentang rangka tubuh manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buchari, A., Sentinuwo, S. R., & Karouw, S. D. S. (2015). Implementasi Augmented Reality warisan Budaya Berwujud di Museum Propinsi. *Jurnal Teknik Informatika*, 6(1). <https://doi.org/10.35793/jti.6.1.2015.9972>
- [2] Fitriyani, L., Nadia, R., Syahputri, E., Lovani, R. J., Maulid, H., & Fauzi, A. H. (2017). MY BODY : Aplikasi Pembelajaran Organ Vital dan Tulang pada Rangka Tubuh Manusia menggunakan Augmented Reality MY BODY : Learning Application of Vital Organs and Skeletal Bone using Augmented Reality.
- [3] Irawan, A. B. (2013). Pembelajaran Biologi Mengenai Sistem Rangka Manusia Albertus Bobby Irawan.
- [4] Martono, K. T. (2011). Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer. *Jurnal sistem komputer*, 1(2), 60-64.
- [5] Marwan, I. (2008). Anatomi Manusia.
- [6] Satria, B., & Franz, A. (2023). Membangun Aplikasi Pengenalan Topeng Hudoq Berbasis Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 6, 103–110.