

VISUALISASI INTERAKTIF KERANGKA TULANG MANUSIA BERBASIS ANDROID

Muammar^{1*}, Marlina², Mughaffir Yunus³

^{1*23} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : muammarserang22@gmail.com

ABSTRACT: *Studying the human skeletal anatomy system through conventional methods can be boring because it is difficult to visualize the skeletal structure in a book. The aim of this research is to provide an innovative solution in studying the human skeletal system by utilizing Android-based Augmented Reality (AR) technology, which is still relatively new for students. This research uses quantitative methods and is located in Enrekang for approximately four months in 2024 using the editor software Unity, Blender, Visual Studio Code, and the C# programming language. The resulting application is equipped with interesting features such as the ability to rotate, enlarge, and display bones in three dimensions, making it easier for students to learn the names and locations of bones in the human body.*

Keywords: *Android; Augmented Reality; Human Bone Skeleton; Unity.*

1. PENDAHULUAN

Smartphone merupakan peralatan berbasis komputer yang hampir di miliki oleh setiap kalangan masyarakat (Kurniawati et al., 2023). *Android* adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* yang berbasis *linux*. Tujuan pembuatan *android* untuk menyediakan platform terbuka untuk memudahkan pengembangan sebuah aplikasi (Aziz et al., 2020). Platform terbuka yang disediakan oleh *Android* memungkinkan para pengembang untuk menciptakan aplikasi yang dapat diakses oleh berbagai perangkat bergerak. Saat ini, *Android* telah menjelma menjadi sistem operasi *mobile* yang paling populer secara global (Nadawiyah et al., 2021). Perkembangan *Android* tidak terlepas dari kontribusi signifikan dari perusahaan *Google*.

Augmented reality (AR) merupakan salah satu teknologi yang paling banyak di gunakan dalam pengembangan pembelajaran. *Augmented Reality* (AR) adalah interaksi, baik langsung atau tidak langsung antara lingkungan fisik dunia nyata dan informasi virtual yang dihasilkan oleh komputer (Sari et al., 2022). Menurut (Sabri et al., 2023) *augmented reality* dapat membantu pengguna membuat pengamatan yang memungkinkan interaksi dengan lingkungan nyata. Media input objek dapat berupa *marker* ataupun *markless*. Dalam kehidupan manusia *augmented reality* dapat diterapkan kedalam berbagai bidang, seperti industri, pendidikan, kesehatan, militer serta hiburan dan sosial media.

Tulang merupakan penyangga tubuh manusia, membentuk tubuh, membantu dalam melindungi organ vital dan sebagai tempat melekatnya otot (Al Fatri et al., 2022). tulang manusia tersusun dari tulang keras (*osteon*) dan tulang rawan (*kartilago*), yang terdiri

atas jaringan yang berbeda yang tersusun oleh matriks tulang, sel-sel tulang, dan jaringan ikat. Tulang terdiri dari dua jenis jaringan utama yaitu jaringan kompakta dan jaringan spongiosa (Umar et al., 2021). Masing-masing tulang memiliki nama dan pembagian sendiri. Rangka adalah susunan tulang yang memiliki fungsi untuk menyokong tubuh manusia. Setiap tulang dalam rangka memiliki nama khusus dan tugasnya masing-masing dalam memastikan integritas struktural tubuh dalam kemampuan gerak yang diperlukan untuk aktivitas sehari-hari. Rangka pada tulang manusia di bagi menjadi tiga poin utama yaitu rangka tengkorak kepala yang berkolaborasi dalam membentuk struktur yang kokoh dan memberikan perlindungan terhadap organ-organ vital di dalam tengkorak kepala. Rangka badan yang terdiri dari tulang belakang, tulang rusuk, dan tulang gelang bahu yang mana rangka badan untuk melindungi organ dalam tubuh. Rangka gerak merupakan fungsi untuk mendukung pergerakan pada manusia.

Menurut (Rizaludin et al., 2022) mengatakan *unity* merupakan sebuah *software* pemrograman yang dapat membuat berbagai macam aplikasi. Pengembangan pada *unity* mayoritas aplikasi game, namun penggunaan *unity* juga dapat membuat aplikasi *augmented reality*. *Unity* adalah mesin permainan (*game engine*) yang memfasilitasi individu maupun tim untuk membuat permainan tiga dimensi secara mudah dan cepat (Wijaya, 2022). *Unity 3D*, sebagai salah satu pembuat platform terkenal, dapat diakses di berbagai sistem operasi, termasuk *Windows*, *Linux*, *MacOS*, *Android* dan *iOS*. Antarmuka pengguna pada editor *unity* didesain dengan sederhana, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengembangkan aplikasi multimedia. Menurut (Apandi, 2022) *tools* yang tersedia di *unity* sangat lengkap dan mudah digunakan, mendukung proses pengembangan dengan efisiensi tinggi.

Beberapa Penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah di atas dengan berbagai pendekatan, seperti (Bogar et al., 2023) mengembangkan aplikasi pembelajaran interaktif pada materi gerak otot pada tulang manusia berbasis *android*. (Satria et al., 2021) mengembangkan aplikasi media pembelajaran interaktif anatomi tubuh manusia berbasis *android*. (Kaharuddin et al., 2023) membuat sebuah aplikasi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran sistem rangka manusia. (Zakiyah et al., 2023) membuat aplikasi sistem rangka manusia untuk pembelajaran biologi berbasis *Augmented Reality* (AR).

Berdasarkan referensi di atas maka penelitian ini berfokus pada pembuatan aplikasi visualisasi interaktif tiga dimensi anatomi kerangka tulang manusia berbasis *android* dengan *Augmented Reality* (AR) sebagai bentuk pengembangan media pembelajaran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, untuk pembuatan aplikasi visualisasi anatomi kerangka manusia menggunakan perangkat lunak editor *Unity*, *Blender*, *Visual Studio Code*, dan bahasa pemrograman C#. Aplikasi ini di buat berdasarkan literasi

jurnal-jurnal terdahulu yang penelitiannya dilaksanakan selama kurang lebih empat bulan pada tahun 2024.

2.2. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian adalah sebagai berikut:

a. *Hardware* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi.

Tabel 1. *Spesifikasi Hardware*

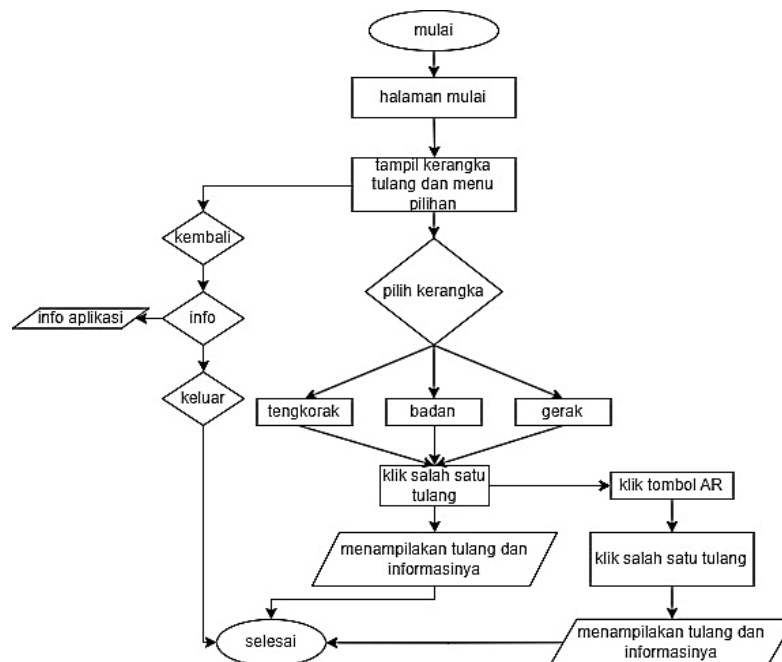
Spesifikasi	
Merek Laptop	<i>HP</i>
<i>Processor</i>	<i>AMD Ryzen 3 3250U with Radeon Graphics 2.60 GHz</i>
<i>RAM</i>	RAM 8.00 GB
<i>SSD</i>	500 GB
<i>LCD Monitor</i>	14"

b. *Software* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi

Tabel 2. *Spesifikasi Software*

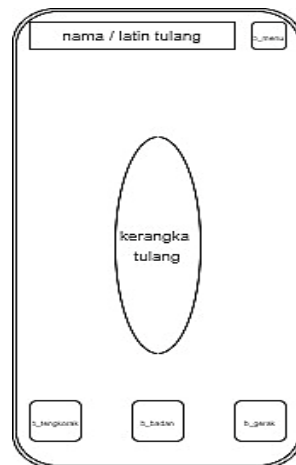
Spesifikasi	
Sistem operasi	<i>Windows 10</i>
Bahasa pemrograman	<i>C#</i>
<i>Tools</i>	<i>Unity</i> <i>Blender 3D</i> <i>Visual Studio Code</i>

2.3. Rancangan Penelitian



Gambar 1. *Flowchart Sistem*

Langkah pertama adalah masuk ke halaman mulai setelah menekan tombol *Start* maka akan di arahkan ke halaman *home* di mana terdapat kerangka tulang manusia yang terdiri dari tiga bagian yaitu bagian tengkorak, badan, dan tulang gerak. Di mana saat bagian tersebut di klik atau menekan tombol bagian tulang maka akan di arahkan ke halaman bagian tulang tersebut, dan di bagian inilah fitur interaktif pada tulang. Tahapan selanjutnya adalah tombol AR di mana akan menampilkan bagian tulang dalam mode kamera tanpa *marker* objek.



Gambar 2. Desain *Interface*

Gambar 2 (dua), menggambarkan tampilan aplikasi di mana terdapat kerangka tulang manusia yang terdiri dari tiga bagian yaitu bagian tengkorak, badan, dan tulang gerak di mana saat bagian tersebut di klik akan menampilkan bagian tulang tersebut. Selain pada kerangka terdapat juga tombol untuk setiap bagian tulang yang terletak pada bagian bawah. Sedangkan pada bagian atas terdapat tombol info aplikasi dan menu pencarian tulang.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

- a. Studi Literatur, merupakan kegiatan untuk mempelajari buku-buku, artikel, jurnal, skripsi, dan sumber daya Online terpercaya lainnya untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan penelitian.
- b. Pengujian Prototipe, merupakan Pembangunan awal aplikasi serta melibatkan pengguna untuk pengujiannya. Dengan mengamati serta menganalisis interaksi pengguna dengan aplikasi dapat mengumpulkan data mengenai kegunaan, keefektifan, dan respons pengguna dengan aplikasi.

2.5. Teknik Pengujian

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan dua teknik pengujian yaitu *white box* dan *black box*

- a. *White box testing* merupakan metode untuk menentukan struktur atau jalur logika telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pengujian ini untuk menentukan apakah program telah beroperasi dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang ada.

- b. *Black box testing* bertujuan untuk mengetes apakah semua tombol dan navigasi pada aplikasi berjalan tanpa adanya kesalahan, karena aplikasi memiliki aturan yang harus di ikuti sehingga aplikasi berjalan dengan normal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

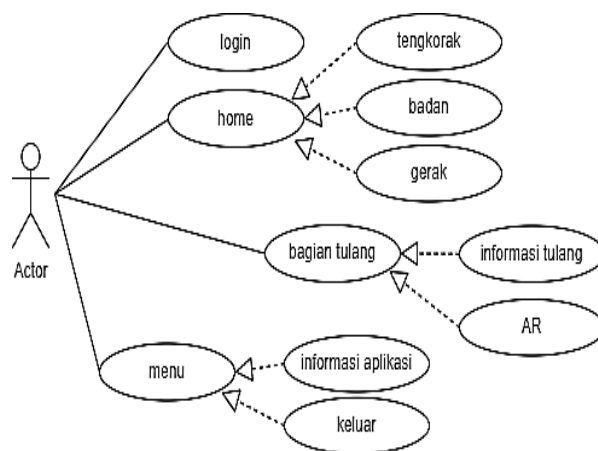
3.1. Pembuatan Aplikasi

Aplikasi visualisasi anatomi kerangka tulang manusia dibuat dengan menggunakan *software unity editor* versi 2021. Pembuatan aplikasi dilakukan dengan memanfaatkan fitur-fitur yang ada pada unity, termasuk penambahan *software* pendukung *augmented reality* yaitu *easyAR* sebagai *markless* anatomi tulang manusia. Proses pembuatan aplikasi dimulai dengan merancang kerangka tulang tiga dimensi yang di buat menggunakan perangkat lunak *blender 3D*, yang kemudian di impor ke dalam *unity*. Desain Tombol, *background*, serta elemen lainnya di buat menggunakan *adobe illustrator* dan *asset unity*.

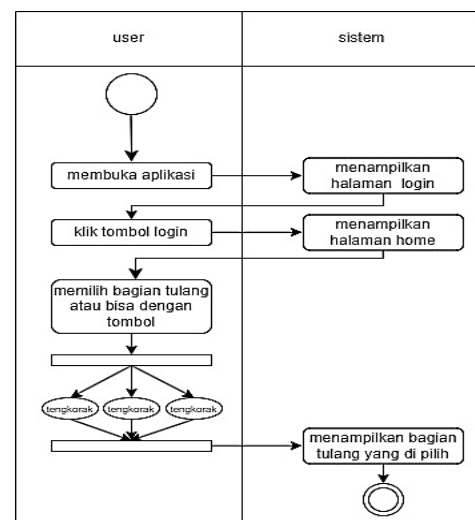
Tahap selanjutnya adalah pembuatan tampilan aplikasi pada *unity* serta mengimpor kerangka tulang yang ada pada blender 3D ke dalam unity. Pemberian animasi berupa rotasi, *zoom*, drag dan suara dilakukan sepenuhnya menggunakan skrip yang mengatur proses tersebut. Skrip ini berfungsi untuk mendeteksi klik *user* pada objek kerangka tulang yang selanjutnya di arahkan sesuai dengan proses yang di inginkan. Misalnya ketika pengguna menekan dua kali salah satu tulang maka akan ada suara nama tulang yang di pilih serta informasi tulang tersebut.

Tahap selanjutnya adalah mengintegrasikan *markless* kerangka tulang tiga dimensi pada *scene easyar*. *Scene* tersebut berfungsi untuk mengaktifkan kamera *augmented reality* dan menampilkan objek tiga dimensi kerangka tulang manusia. Selain itu, animasi pada tampilan ini memberikan pengalaman interaktif pengguna terhadap tampilan objek tiga dimensi kerangka tulang pada dunia nyata.

3.2. Diagram sistem



(a)



(b)

Gambar 3. (a) *Use Case Diagram* (b) *Activity Diagram*

Pada gambar 3 (a) menjelaskan tampilan pada setiap bagian yaitu *Login* merupakan halaman saat pertama kali aplikasi dibuka. *Home* merupakan halaman yang menampilkan tulang manusia dengan utuh. Bagian tulang merupakan halaman yang menampilkan bagian kerangka tulang. Menu merupakan panel yang menampilkan tombol kembali, keluar, dan informasi aplikasi. Informasi tulang merupakan proses *user* saat memilih salah satu tulang. AR merupakan halaman kerangka badan dengan *augmented reality* untuk menampilkan objek tulang. Pada gambar 3 (b) menjelaskan *activity user* saat masuk ke dalam aplikasi sampai ingin menampilkan salah satu bagian tulang dengan cara klik bagian pada kerangka tulang manusia atau bisa juga dengan tombol yang akan mengarahkan ke bagian salah satu tulang yang di pilih.

3.3. Detail sistem



Gambar 4. (a) Tampilan Awal (b) Tampilan Home (c) Rangka Tengkorak (d) Rangka Tengkorak Berwarna (e) Rangka Badan (f) Rangka Anggota Gerak (g) Rangka Jari Kaki Berwarna (h) Tampilan Tulang dan Informasinya (i) Rangka Tengkorak pada AR (j) Tampilan Tulang dan Informasinya pada AR.

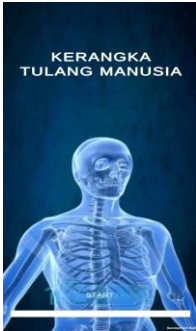
Pada gambar 4 (a) merupakan halaman yang pertama kali muncul saat memulai aplikasi yang berisi tombol *start*. Dan untuk memulai aplikasi klik tombol *Start*. Pada gambar 4 (b) merupakan halaman tampil kerangka tulang manusia secara utuh dan terdapat tombol yang berfungsi untuk beralih ke halaman bagian tulang, yaitu bagian tengkorak, bagian badan, dan bagian anggota gerak namun bukan hanya tombol tapi bisa dengan mengeklik salah satu bagian tulang yang ingin di lihat nama dan nama latinnya lalu klik dua kali untuk menuju ke halaman bagian tulang yang di klik. Selain itu, adanya fitur pencarian tulang pada bagian atas. Pada gambar 4 (c) dalam halaman ini tampil kerangka tengkorak yang interaktif berupa dapat di rotasi dengan satu jari, di *drag* dengan menekan dua jari, dan *zoom* dengan menjepit objek dengan dua jari dan dapat di klik untuk mengetahui nama dari bagian tengkorak tersebut sedangkan klik dua jari untuk menampilkan tulang dengan informasinya. Pada gambar 4 (d) adalah halaman yang menampilkan kerangka tengkorak dengan warna di mana dapat mempermudah melihat batasan tiap tulang yang ada pada kerangka tengkorak. Pada gambar 4 (e) adalah halaman yang menampilkan kerangka badan yang interaktif berupa dapat di rotasi dengan satu jari, di *drag* dengan menekan dua jari, dan *zoom* dengan menjepit objek dengan dua jari dan dapat di klik untuk mengetahui nama dari bagian tengkorak tersebut sedangkan klik dua jari untuk menampilkan tulang dengan informasinya. Pada gambar 4 (f) halaman ini tampil kerangka tengkorak yang interaktif berupa dapat di rotasi dengan satu jari, di *drag* dengan menekan dua jari, dan *zoom* dengan menjepit objek dengan dua jari dan dapat di klik untuk mengetahui nama dari bagian tengkorak tersebut sedangkan klik dua jari pada salah satu tulang untuk menampilkan tulang yang di klik dan informasi tulang tersebut. Pada gambar 4 (g) menampilkan kerangka tulang kaki dengan warna di mana dapat mempermudah melihat batasan2 tiap tulang. Pada gambar 4 (h) menampilkan tulang yang di pilih pada bagian tulang dengan klik dua kali yang akan menampilkan panel informasi tentang tulang yang di pilih serta adanya suara pada teks. Pada gambar 4 (i) halaman ini masuk ke mode kamera di mana saat tombol *Augmented Reality* (AR) di klik maka langsung mengarah ke halaman ini dan secara otomatis menampilkan anatomi tulang. Pada gambar 4 (j) menampilkan bagian tulang yang di pilih serta menampilkan informasinya.

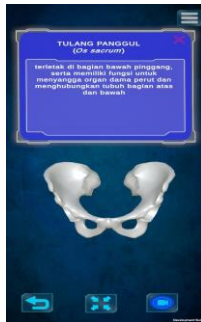
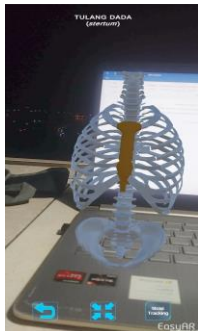
3.4. Pengujian Sistem

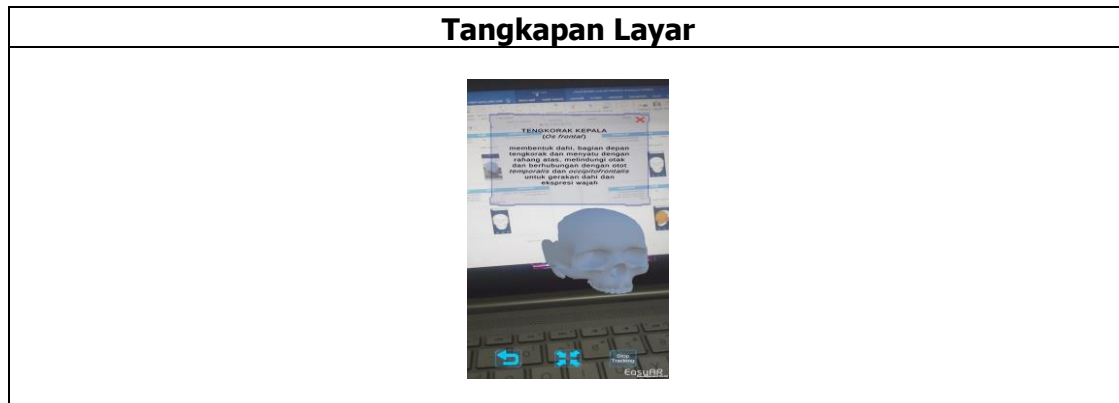
Metode pengujian perangkat lunak sistem ini menggunakan pengujian *black box* dan *white box* untuk menjelaskan dan membuktikan efektivitas hasil penelitian yang telah dibuat.

a. Pengujian *Black Box*

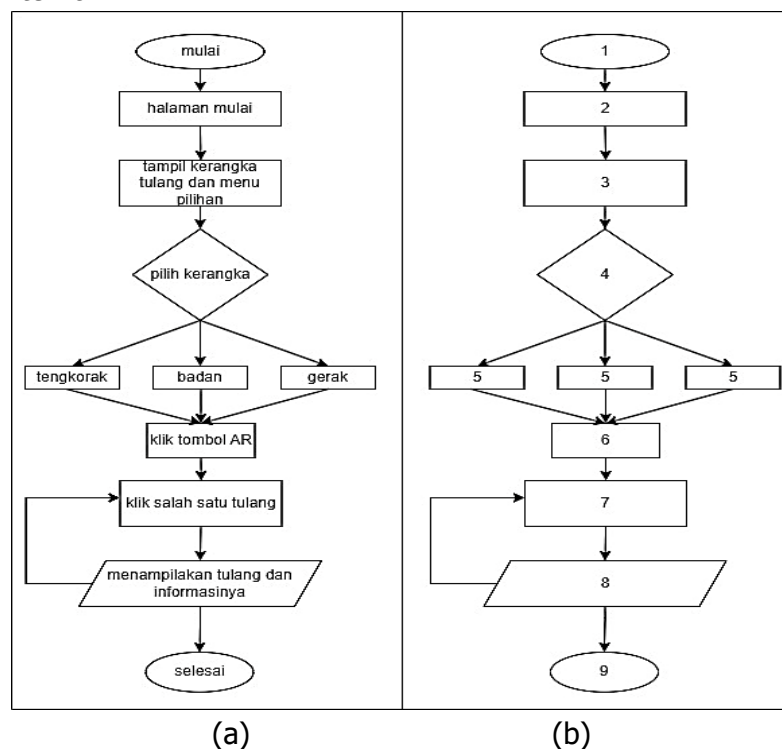
Tabel 3. Pengujian *Black Box*

No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
1.	User memulai aplikasi	✓	Berhasil menampilkan halaman mulai aplikasi
Tangkapan Layar			
			
No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
2.	User menekan tombol <i>start</i>	✓	Berhasil masuk ke halaman <i>home</i> aplikasi
Tangkapan Layar			
			
No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
3.	User menekan tombol bagian tulang atau memilih bagian tulang	✓	Berhasil menampilkan salah satu bagian tulang yang di pilih pada menu <i>home</i> .
Tangkapan Layar			
			

No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
4.	User menekan salah satu bagian tulang	✓	Berhasil menampilkan bagian dan nama latin tulang setelah di klik satu kali.
Tangkapan Layar			
			
No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
5.	User menekan dua kali tulang	✓	Berhasil menampilkan informasi salah satu tulang yang di klik dua kali.
Tangkapan Layar			
			
No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
6.	User menekan tombol AR pada bagian tulang	✓	Berhasil menampilkan bagian tulang pada mode <i>augmented reality</i> dan nama tulang serta nama latin tulang yang di klik.
Tangkapan Layar			
			
No	Test Faktor	Hasil	Keterangan
7.	User menekan salah satu bagian tulang	✓	Berhasil menampilkan informasi tulang yang di klik dua kali.



b. Pengujian *White Box*



Gambar 10. (a) *Flowchart* Aplikasi (b) *Flowgraph* Aplikasi

Flowchart pada gambar (a) menggambarkan alur logis langkah demi langkah dalam aplikasi, mulai dari halaman awal hingga proses selesai. Pengguna memulai dengan melihat tampilan kerangka dan pilihan menu, kemudian memilih salah satu kategori kerangka: tengkorak, badan, atau gerak. Setelah kategori dipilih, pengguna memiliki opsi untuk menampilkan model kerangka dalam mode *Augmented Reality* (AR). Ketika pengguna mengeklik salah satu tulang, aplikasi akan menampilkan informasi mengenai tulang yang dipilih. Alur ini berakhir setelah informasi tersebut ditampilkan. *Flowchart* ini memberikan gambaran yang jelas dan terperinci mengenai setiap langkah yang dilakukan oleh pengguna dalam aplikasi.

Flowgraph pada gambar (b) adalah representasi abstrak dari alur aplikasi yang lebih berfokus pada aliran kontrol atau data. Setiap kotak diberi nomor untuk menunjukkan

urutan proses yang berlangsung. Meski tidak memberikan rincian sedetail *flowchart*, *flowgraph* tetap mempertahankan elemen-elemen utama, seperti pengambilan keputusan yang terlihat pada titik percabangan, yang berlanjut ke tiga opsi kerangka di langkah lima. Setelah pilihan dibuat, alur berlanjut hingga proses akhir. *Flowgraph* ini memberikan gambaran umum tentang alur aplikasi dengan cara yang lebih sederhana dan lebih fokus pada aliran keseluruhan tanpa menyoroti setiap detail interaksi.

Tabel 10. Grafik Matriks Aplikasi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E – 1
1		1								$1 - 1 = 0$
2			1							$1 - 1 = 0$
3				1						$1 - 1 = 0$
4					1					$1 - 1 = 0$
5						1				$1 - 1 = 0$
6							1			$1 - 1 = 0$
7								1		$1 - 1 = 0$
8							1		1	$2 - 1 = 1$
9										0
	SUM (E+1)									$1 + 1 = 2$

4. KESIMPULAN

Penelitian berhasil membuat aplikasi pembelajaran anatomi kerangka tulang manusia menjadi lebih menarik dan tidak membosankan bagi siswa. Aplikasi ini cenderung lebih mudah di gunakan karena dilengkapi fungsi-fungsi fitur menarik seperti kemampuan memutar, *zoom*, suara serta menampilkan tulang yang dipilih dalam bentuk tiga dimensi, sehingga memudahkan siswa dalam mempelajari nama dan letak tulang pada tubuh manusia.

REFERENSI

- Al Fatri, H. R., & Eviyanti, A. (2022). SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Sistem Pakar Penyakit Tulang Menggunakan Metode Certainty Factor. *Arah Perkembangan Teknologi Informasidan Automasi Berbasis Revolusi Industri 4.0*, 89.
<https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id>
- Apandi, A. (2022). Augmented Reality Maket Perumahan Mutiara Citayam Menggunakan Perangkat Lunak Unity. *Jurnal Teknik Dan Science*, 1(2), 104–111.
<https://doi.org/10.56127/jts.v1i2.127>
- Aziz, N., Pribadi, G., & Nurcahya, M. savitrie. (2020). 815-Article Text-1222-1-10-20201109 (1). *Jurnal IKRA-ITH Informatika*, 5(1), 5.

- Bogar, A. K., Sugiarto, B. A., & Paturusi, S. D. E. (2023). Muscle Motion Sytem Interactive Learning Application For High School Students. *Jurnal Teknik Informatika*, 2–2. [http://repo.unsrat.ac.id/4346/%0Ahttp://repo.unsrat.ac.id/4346/1/Alvin Bogar.pdf](http://repo.unsrat.ac.id/4346/%0Ahttp://repo.unsrat.ac.id/4346/1/Alvin%20Bogar.pdf)
- Kaharuddin, K., Pernando, Y., Marfuah, M., & KH, M. (2023). Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Sistem Rangka Manusia. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1168–1175. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3685>
- Kurniawati, K., & Pawelloi, A. I. (2023). Aplikasi kalkulator menggunakan suara Berbasis android. *Jurnal Sintaks Logika*, 3(3), 24–28. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v3i3.2584>
- Nadawiyah, H., & Anggraeni, D. (2021). Pengembangan media pembelajaran tajwid berbasis aplikasi Android. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(1), 26–40. <https://doi.org/10.21831/jitp.v8i1.32661>
- Rizaludin, M., Fikriah, F. K., & Hidayat, H. (2022). Pengenalan Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Di SMK NU Kesesi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat TEKNO*, 3(2), 77–83. <http://jurnal.iaii.or.id/index.php/JAMTEKNO>
- Sabri, anastasya dewi, Pawelloi, A. I., & Wahyuddin. (2023). Rancang Bangun Media Pembelajaran Sistem Penerangan Mobil. *Jurnal Sintaks Logika*, 1(1), 1–7. <http://118.98.121.208/index.php/snp2m/article/download/2442/2154>
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4), 209–215. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i4.142>
- Satria, E., Rahayu, S., & Jubaedi, J. (2021). Rancang Bangun Media Pembelajaran Interaktif Anatomi Tubuh pada Manusia Berbasis Android. *Jurnal Algoritma*, 18(1), 69–76. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-1.839>
- Wijaya, I. M. P. P. (2022). Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan Library Vuforia. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 5(2), 173–181. <https://doi.org/10.47080/simika.v5i2.2220>
- Zakiah, H. S., & Utami, W. S. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Aplikasi Sistem Rangka Manusia Untuk Pembelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality. *Media Online*, 4(3), 1323–1331. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i3.1438>