

AUGMENTED REALITY BASED HUMAN DIGESTIVE ORGAN LEARNING APPLICATION WITH MULTI MARKER METHOD

Ellen Pratama^{*1}, I Gusti Ngurah Suryantara²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Bunda Mulia, Indonesia
Email: ellen.pratama.ep@gmail.com, gusti@bundamulia.ac.id

(Naskah masuk: 31 Maret 2022, Revisi : 15 April 2022, diterbitkan: 24 Oktober 2022)

Abstract

Technology has been used by all ages, including children, because technology can be applied in many fields, including education. In education, there is learning about the human digestive organs, which is still taught in the conventional way because they use learning media such as books, but it is still lacking for students to visualize the organs. Efforts are needed to solve this problem by developing learning media that apply augmented reality technology in the form of learning applications. The learning application developed is called ORCEMAR, which has two menus, namely the learning and evaluation menu. The learning menu uses augmented reality technology with a multimarker, and the evaluation menu is a quick quiz that has a score calculation feature using the fuzzy tsukamoto algorithm. Based on alpha testing, the multimarker method was successfully implemented, and the features and components of the application worked well. The application is compatible with Android 5.1 to Android 10, with a minimum camera resolution of 13 MP and 2GB RAM. Based on beta testing collected through questionnaires, the percentage of 40 respondents who are 5th grade elementary school students who answered that the components and features of the application work well above 50%, and also more than 50% of the respondents answered "yes" to the question asking if the application can increase interest, understanding, and also The application can be a complement to conventional learning media to study human digestive organs. Based on this research, the ORCEMAR application was successfully developed and the multimarker method was successfully implemented, as well as features and components that functioned well and received a good response from the target audience.

Keywords: *Augmented Reality, Human Digestive Organs, Learning App, Multi Marker.*

APLIKASI PEMBELAJARAN ORGAN PENCERNAAN MANUSIA BERBASIS AUGMENTED REALITY DENGAN METODE MULTI MARKER

Abstrak

Teknologi telah digunakan oleh segala usia termasuk anak-anak, sebab itu teknologi dapat diterapkan dibanyak bidang termasuk pendidikan Dalam pendidikan terdapat pembelajaran organ pencernaan manusia, yang masih diajarkan dengan cara konvensional karena menggunakan media pembelajaran seperti buku, hal tersebut masih kurang membantu siswa untuk memvisualisasikan organ-organ tersebut. Diperlukan upaya untuk masalah tersebut dengan pengembangan media pembelajaran yang menerapkan teknologi augmented reality dalam bentuk aplikasi pembelajaran. Aplikasi pembelajaran yang dikembangkan bernama ORCEMAR yang terdapat dua menu yaitu menu belajar dan evaluasi, menu belajar menggunakan teknologi augmented reality dengan multi marker kemudian menu evaluasi yang berupa kuis cepat tepat yang memiliki fitur perhitungan skor menggunakan algoritma fuzzy tsukamoto. Berdasarkan pengujian alfa, metode multi marker berhasil diimplementasikan dengan baik, dan fitur serta komponen aplikasi berfungsi dengan baik. Aplikasi kompatibel pada android 5.1 sampai android 10, dengan minimum resolusi kamera 13 MP dan ram 2GB. Berdasarkan pengujian beta yang dikumpulkan melalui kuesioner, persentase 40 responden yang merupakan siswa kelas 5 SD menjawab komponen dan fitur aplikasi berfungsi dengan baik diatas 50% serta responden menjawab bahwa menurut mereka aplikasi ini dapat menaikkan ketertarikan, minat, pemahaman dan menjadikan aplikasi menjadi pelengkap media pembelajaran organ-organ pencernaan manusia responden menjawab "ya" lebih dari 50%. Berdasarkan penelitian ini aplikasi ORCEMAR berhasil dikembangkan dan metode multi marker berhasil diimplementasikan serta fitur dan komponen berfungsi dengan baik dan mendapat respon yang baik dari target audiens.

Kata kunci: *Aplikasi pembelajaran, Augmented Reality, Multi Marker, Organ Pencernaan Manusia.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang sudah meluas yang ditandai dengan penggunaan teknologi oleh segala usia sehingga memicu tren teknologi yang diterapkan bidang termasuk pendidikan. Dalam pendidikan salah satu materi yang diajarkan adalah organ pencernaan manusia yang membutuhkan media pembelajaran guna tersampainya pesan selama proses pembelajaran. Saat ini proses pembelajaran masih konvensional karena menggunakan buku dan lks, sedangkan materi organ pencernaan manusia tidak ada di lingkungan nyata sehingga memerlukan visualisasi lebih agar siswa lebih mudah memahami organ-organ tersebut. Salah satu solusi dengan memanfaatkan teknologi, teknologi yang dapat dimanfaatkan yaitu aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran yang dikemas dalam bentuk aplikasi pembelajaran.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan media pembelajaran mengenai organ pencernaan manusia berbasis augmented reality dengan metode multi marker untuk melengkapi pembelajaran secara konvensional?
2. Bagaimana respon target audiens setelah adanya aplikasi organ pencernaan manusia berbasis augmented reality dengan metode multi marker?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan media pembelajaran mengenai organ pencernaan manusia berbasis augmented reality dengan metode multi marker dalam bentuk aplikasi untuk melengkapi pembelajaran secara konvensional.
2. Mengetahui respon target audiens setelah adanya aplikasi organ pencernaan manusia berbasis augmented reality dengan metode multi marker.

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat menghasilkan media pembelajaran organ pencernaan manusia yang dapat melengkapi pembelajaran organ pencernaan manusia yang masih konvensional.
2. Menambah alternatif media pembelajaran yang dapat digunakan siswa untuk mempelajari organ pencernaan manusia.

Menambah media pembelajaran yang dapat memvisualisasikan organ pencernaan manusia dalam bentuk objek 3D virtual.

2. STUDI PUSTAKA

2.1. Augmented Reality

Augmented reality yang dalam bahasa Indonesia adalah realitas tambahan merupakan sebuah tren teknologi yang memiliki kemampuan untuk menambahkan atau menggabungkan benda dua atau tiga dimensi virtual ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda virtual tersebut ke dalam waktu nyata. Teknologi AR ini dapat menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya di dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti webcam, komputer, Smartphone, maupun kacamata khusus [1]. Menurut Ismayani (2020) “Objek yang ditampilkan AR membantu pengguna dalam menghasilkan persepsi baru yang memungkinkan berinteraksi dengan dunia nyata [2].” Dalam *augmented reality* terdapat dua metode untuk mentracking objek yaitu *marker based* dan *markerless*. *Marker based tracking* adalah metode AR yang menggunakan marker atau penanda untuk memunculkan objek maya [3], sedangkan *markerless* adalah kebalikan dari *marker based tracking*. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi *augmented reality* dengan metode *markerless* dan pada gambar 2 menunjukkan ilustrasi *augmented reality* dengan metode *marker based*.



Gambar 1. Ilustrasi Augmented Reality dengan metode Markerless, sumber [4]



Gambar 2. Ilustrasi Augmented Reality dengan metode Marker Based, sumber[5]

2.2. Marker

Marker merupakan sebuah penanda berupa objek yang akan di tangkap oleh kamera augmented reality, penanda ini menyimpan informasi yang

dirancang sedemikian rupa agar aplikasi AR dapat menampilkan objek 3D atau 2D virtual dengan mentracking marker menggunakan kamera. Kamera augmented reality akan mengenali objek terlebih dahulu, apakah berupa gambar atau bentuk yang lainnya, sehingga akan muncul informasi yang telah dirancang dari objek tersebut [6]. Satu penanda (single marker) dan banyak penanda (multi marker) merupakan suatu metode pendeteksian marker pada augmented reality. Arsitektur aplikasi augmented reality dengan metode marker based ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur aplikasi augmented reality menggunakan marker, sumber [7]

2.3. Multi Marker

Menurut (Sembiring, 2016) “multi marker merupakan perkembangan dari Single marker, dimana kamera men-tracking marker lebih dari satu [8].” Dalam pembuatan *single marker* hanya menggunakan satu target gambar sedangkan *multi marker* menggunakan lebih dari satu target gambar. *Multi marker* juga dapat menampilkan objek lebih dari satu dalam sebuah aplikasi *augmented reality*. Gambar 4 menunjukkan ilustrasi aplikasi *augmented reality* dengan menggunakan metode *multi marker*.



Gambar 4. Ilustrasi kamera AR mendeteksi multi marker, sumber: dokumentasi pribadi.

2.4. Vuforia

Dalam pengembangan augmented reality terdapat SDK (software development kit) yang membantu pembuatan aplikasi yang menerapkan teknologi augmented reality. Menurut Maesaroh et al. (2021) “vuforia memiliki kemampuan untuk melakukan pengenalan citra dalam perkembangan image recognition [9].” Berdasarkan website resmi vuforia, vuforia engine mendeteksi dan melacak gambar dengan membandingkan natural fitur yang telah diekstrak dari gambar kamera dengan *target resource database* yang diketahui kemudian setelah

gambar terdeteksi, vuforia engine akan melacak gambar dan menambah konten anda dengan mulus menggunakan teknologi pelacakan gambar terbaik. Fitur yang dilacak oleh Vuforia SDK adalah detail berbentuk sudut pada gambar[1].

2.5. Image Target

Image Target merupakan sebuah gambar 2D yang dijadikan target oleh vuforia untuk membuat marker dalam sebuah aplikasi augmented reality. Tidak seperti marker tradisional seperti kode matrix atau code QR, image target Vuforia tidak membutuhkan garis hitam khusus dan daerah putih atau code untuk mengenalinya[10]. Vuforia Engine dapat melacak dan mendeteksi gambar yang dengan membandingkan fitur yang diekstraksi dari gambar pada database sumber daya target yang disimpan maka engine tersebut dapat mendeteksi dan melacak gambar. Image target dapat dibuat dengan Vuforia target manager menggunakan gambar JPG atau PNG dalam RGB atau gray scale[6]. Dalam pembuatan image target di vuforia terdapat image rating yang menjadi penilaian apakah gambar yang dirancang memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan marker, rating ini dipengaruhi jarak antar pixel dan warna gambar yang dirancang. Semakin bagus rating maka proses deteksi marker yang dilakukan kamera AR menjadi lebih stabil.

2.6. Fuzzy Tsukamoto

Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [11]. Sistem yang menerapkan aturan fuzzy merupakan sistem yang berdasarkan aturan-aturan (pengetahuan) dan dikembangkan oleh aturan-aturan IF-THEN. Misalnya, IF permintaan naik THEN produksi lebih banyak, IF suhu dingin THEN putaran kipas melambat. Shoniya dan Jazuli (2019) mengatakan “Metode Tsukamoto adalah pelebaran dari penalaran monoton, setiap konsekuen pada rule yang berbentuk IF-Then harus diwakilkan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton[12].” Suatu sistem yang menerapkan algoritma fuzzy tsukamoto terdapat 3 langkah penyelesaian yaitu Fuzzification, inference dan Defuzzification. Fuzzification mengubah inputan yang nilai kebenaran tegas (crisp input) menggunakan fungsi keanggotaan tertentu kedalam nilai linguistic, hasil perubahan ini berbentuk fuzzy input. Pada tahap Inference dilakukan penalaran terhadap fuzzy input dengan fuzzy rules yang telah ditentukan, fuzzy rules ditentukan berdasarkan aturan if-then. Dalam proses penalaran ini fuzzy tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat pada tiap rule yang digunakan untuk menghitung nilai z dari himpunan output tiap rule sehingga menghasilkan fuzzy output, sedangkan Defuzzification dalam fuzzy tsukamoto

menggunakan metode rata-rata terbobot. Perhitungan ini berguna untuk mengubah fuzzy output menjadi crisp value kembali.

2.7. Multimedia

Multimedia merupakan penggunaan lebih dari satu media dalam penyampaian informasi, media yang dimaksud adalah teks, audio, gambar, video dan animasi. Selain penggunaan media yang banyak terdapat juga multimedia yang bersifat interaktif dimana pengguna dapat mengontrol jalannya atau apa dan kapan elemen multimedia akan di tampilkan. Hal ini membuat multimedia dapat diterapkan dalam pembelajaran sebagai media pembelajaran, menurut Rahman dan Nyoman (2020) “Multimedia memiliki tiga fungsi dalam pembelajaran yaitu mengambil perhatian, presentasi dan latihan [13].”

2.8. Organ Pencernaan Manusia

Agar makanan bisa digunakan oleh tubuh manusia diperlukan proses pencernaan yang melibatkan organ-organ pencernaan. Sistem pencernaan pada manusia merupakan serangkaian proses untuk mengubah makanan dengan bantuan enzim dan menyerap sari makanan yang dibutuhkan oleh tubuh [14]. Proses pencernaan yang terjadi pada tubuh manusia melibatkan organ-organ pencernaan manusia. Proses pencernaan makanan ini dimulai oleh organ mulut lalu menuju kerongkongan kemudian dicerna oleh lambung, usus halus, usus besar dan berakhir di anus.

2.8. Unity

Unity merupakan perangkat lunak yang dikenal sebagai game engine 2 dimensi atau 3 dimensi, yang

menyediakan banyak fitur bawaan penting untuk membuat game berfungsi. Unity memiliki editor visual yang memungkinkan creator hanya melakukan drag dan drop elemen ke dalam scene dan kemudian memanipulasi propertinya. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, PS3, hingga konsol XBOX [15]. Unity juga menyediakan plugin untuk mendukung pengembangan VR maupun AR. Unity membuat pengalaman augmented reality yang kaya dan sangat menarik yang berinteraksi secara cerdas dengan dunia nyata.

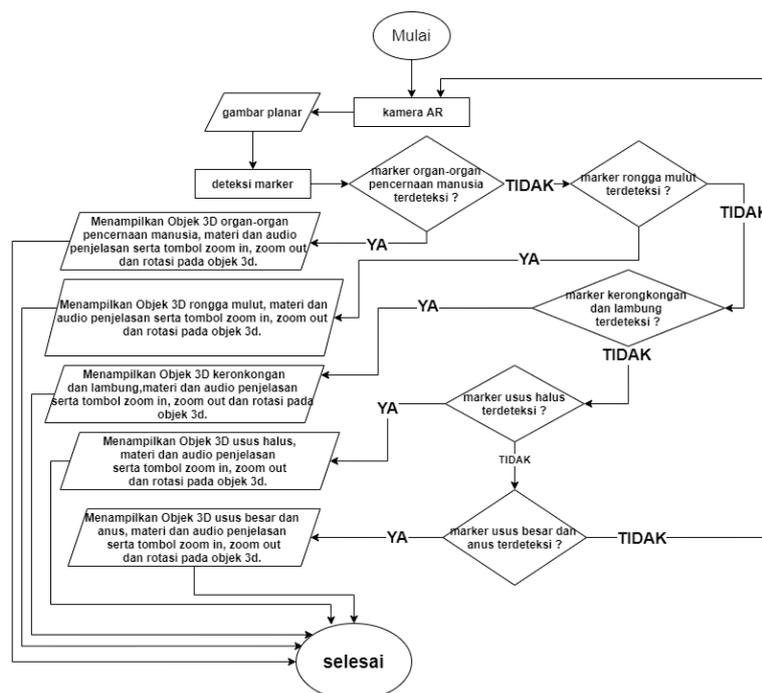
3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Multi Marker

Dalam aplikasi ini terdapat beberapa objek 3D yang akan di tampilkan untuk itu diperlukan *multi marker* untuk menampilkan masing-masing objek 3D. *Marker* yang digunakan berjumlah 5 yang dapat dideteksi kamera AR untuk menampilkan objek 3D organ dan materi dan audio penjelasan masing-masing organ. 5 *marker* tersebut antara lain:

1. Organ-organ pencernaan manusia (*marker 1*)
2. Rongga mulut (*marker 2*),
3. Kerongkongan dan Lambung (*marker 3*)
4. Usus halus (*marker 4*)
5. Usus besar dan Anus (*marker 5*).

Pada gambar 5 ditunjukan penggambaran alur pendeteksian multi marker pada aplikasi yang dikembangkan menggunakan *flowchart*.

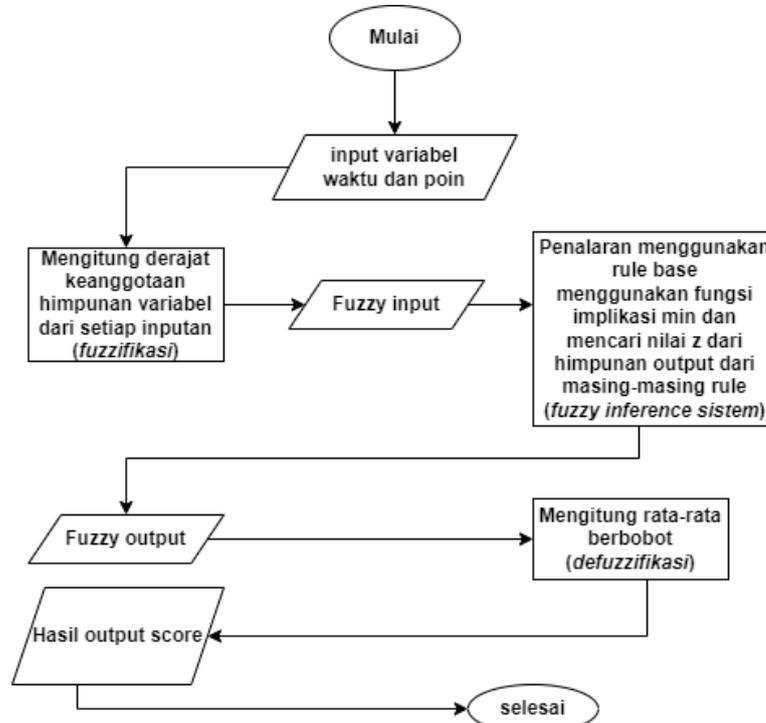


Gambar 5. alur mendeteksi multi marker

3.2. Fitur perhitungan skor

Sebagai fitur tambahan pada aplikasi ini maka disediakan fitur perhitungan skor berikut alur Perhitungan Skor dengan algoritma fuzzy tsukamoto.

Pada gambar 6 ditunjukkan penggambaran alur fitur perhitungan skor pada aplikasi yang dikembangkan menggunakan flowchart.



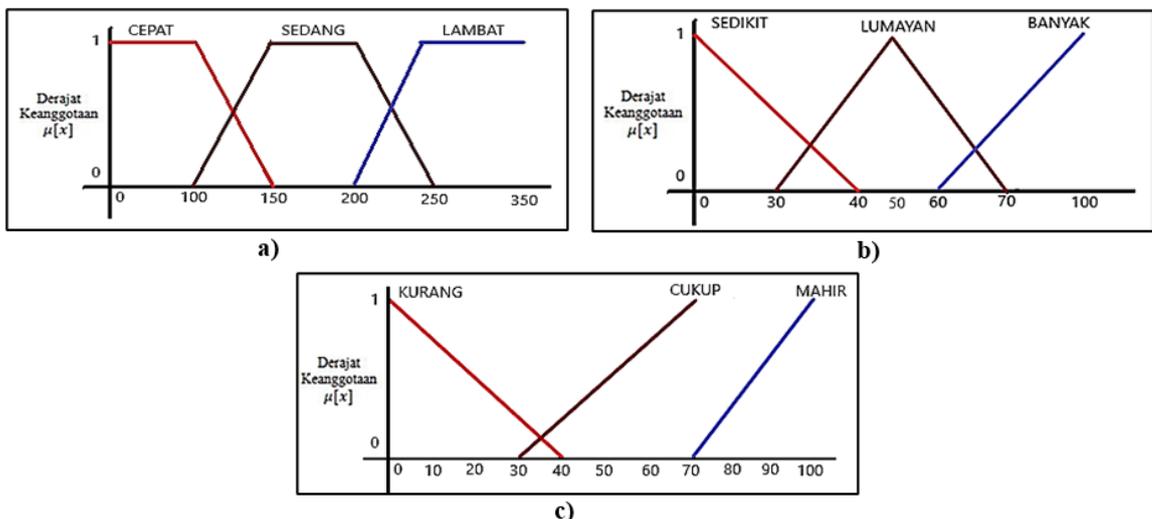
Gambar 7. alur perhitungan skor

Tabel 1. Variabel perhitungan skor

Input / Output	Variabel	Himpunan Fuzzy	Range
Input	Waktu	CEPAT	0-150
		SEDANG	100-250
		LAMBAT	200-350
	Poin	SEDIKIT	0-40
		LUMAYAN	30-70
		BANYAK	60-100
Output	Score	KURANG	0-40
		CUKUP	30-70
		MAHIR	70-100

1. Fuzzifikasi

Tahap pertama proses perhitungan skor adalah fuzzifikasi dimana Input yang ada diubah menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan. Pada Tabel 1 disajikan penentuan variabel dan himpunan pada setiap variabel serta range pada setiap himpunan yang digunakan untuk proses fuzzifikasi. Selain itu pada gambar 6 disajikan representasi himpunan untuk proses fuzzifikasi dalam bentuk grafik.



Gambar 6. Representasi himpunan pada a) variabel waktu b) variabel poin c) variabel score

2. Penentuan *rule*
 - R1 = IF waktu CEPAT and poin SEDIKIT then score KURANG.
 - R2 = IF waktu CEPAT and poin LUMAYAN then score CUKUP.
 - R3 = IF waktu CEPAT and poin BANYAK then score MAHIR.
 - R4 = IF waktu SEDANG and poin SEDIKIT then score KURANG.
 - R5 = IF waktu SEDANG and poin LUMAYAN then score CUKUP.
 - R6 = IF waktu SEDANG and poin BANYAK then score MAHIR.
 - R7 = IF waktu LAMBAT and poin SEDIKIT then score KURANG.
 - R8 = IF waktu LAMBAT and poin LUMAYAN then score CUKUP.
 - R9 = IF waktu LAMBAT and poin BANYAK then score CUKUP.
3. Defuzzifikasi

Tabel 2. Aturan penentuan star berdasarkan score

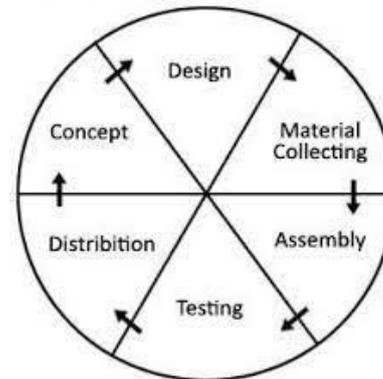
SCORE(x)	STAR
0	0 star
$0 < x \leq 20$	$\frac{1}{2}$ star
$20 < x \leq 40$	1 star
$40 < x \leq 60$	$1 \frac{1}{2}$ star
$60 < x \leq 80$	2 star
$80 < x \leq 90$	$2 \frac{1}{2}$ star
$90 < x \leq 100$	3 star

Tahap mengubah output fuzzy dari proses penalaran menjadi nilai tegas dengan metode rata-rata

terbobot Hasil dari perhitungan score ini dapat dijadikan penentu star yang didapat saat selesai memainkan kuis cepat tepat. Pada tabel 2 disajikan aturan star yang didapat berdasarkan score yang telah dihitung.

3.3. Multimedia Development Life Cycle

Pada penelitian ini model pengembangan yang digunakan adalah MDLC (multimedia development life cycle). Pada gambar 8 disajikan bagan model pengembangan yang digunakan adalah MDLC.



Gambar 8. Multimedia Development Life Cycle, Sumber : [16]

1. Konsep (Concept)

Konsep Merupakan tahap awal pengembangan aplikasi di mana tahap ini menginisiasi ide dan gagasan pengembangan aplikasi pada gambar 9 disajikan konsep aplikasi yang akan dikembangkan.

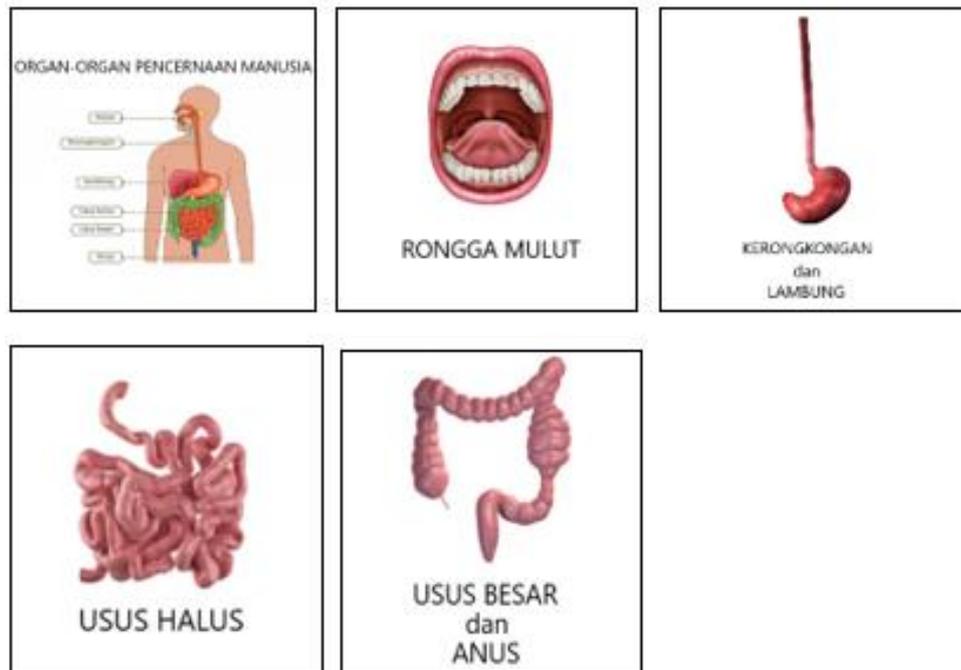
JUDUL	ORCEMAR
AUDIENS	SISWA KELAS 5 SD / SEDERAJAT YANG MEMPELAJARI ORGAN PENCERNAAN MANUSIA
TUJUAN	MENGHASILKAN MEDIA PEMBELAJARAN ORGAN PENCERNAAN MANUSIA YANG DAPAT MELENGKAPI MEDIA PEMBELAJARAN YANG MASIH KONVESIONAL, SEBAGAI ALTERNATIF MEDIA PEMBELAJARAN DAN SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN YANG DAPAT MEMVISUALISASIKAN ORGAN - ORGAN TERSEBUT SECARA OBJEK 3D VIRTUAL
JENIS APLIKASI	APLIKASI PEMBELAJARAN ORGAN PENCERNAAN MANUSIA BERBASIS AUGMENTED REALITY
DESKRIPSI	APLIKASI TERDIRI DARI 2 MENU YAITU : 1. MENU BELAJAR YANG BERBASIS AUGMENTED REALITY MENGGUNAKAN METODE MULTI MARKER 2. MENU EVALUASI YANG BERUPA KUIS CEPAT TEPAT DENGAN PILIHAN 3 LEVEL (EASY, MEDIUM, HARD) YANG MEMPUNYAI FITUR TAMBAHAN YAITU PERHITUNGAN SKOR MENGGUNAKAN FUZZY TSUKAMOTO
DURASI	TERGANTUNG PENGGUNA SELESAI MENGGUNAKAN APLIKASI
IMAGE	MENGGUNAKAN GAMBAR DENGAN FORMAT .PNG DAN .JPG UNTUK BACKGROUND, FRAME DAN KOMPONEN-KOMPONEN PELENGKAP
AUDIO	MENGGUNAKAN AUDIO DENGAN FORMAT .MP3 UNTUK MUSIK LATAR BELAKANG, AUDIO PENJELASAN MATERI DAN SOUND EFFECT
VIDEO	TIDAK MENGGUNAKAN VIDEO
ANIMASI	MENGGUNAKAN
INTERAKIF	TOMBOL - TOMBOL NAVIGASI, TOMBOL ROTASI OBJEK 3D , TOMBOL ZOOM IN OUT OBJEK 3D DAN TOMBOL PILIHAN UNTUK MENJAWAB KUIS

Gambar 9. Konsep Aplikasi

2. Perancangan (Design)
 - Perancangan Marker

Tahap ini merupakan tahap perancangan marker yang berupa gambar yang akan menjadi image target

setelah itu akan diupload ke vuforia developer portal agar dapat dijadikan marker. Dalam tahap perancangan marker ini tool yang di gunakan adalah paint 3D seperti yang diperlihatkan pada gambar 10 berikut:

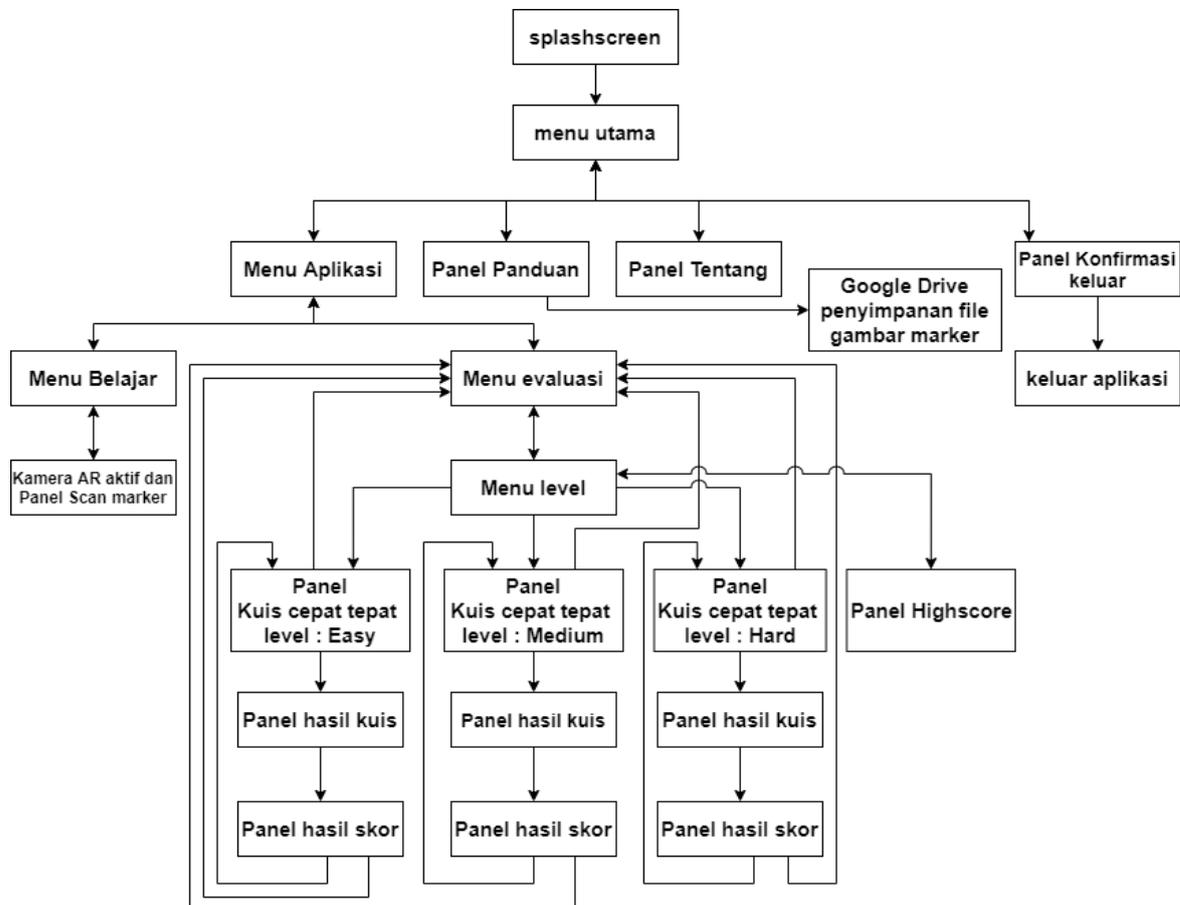


Gambar 10. Perancangan Marker

• Struktur Navigasi Aplikasi

Struktur navigasi berfungsi sebagai visualisasi yang menjelaskan hubungan dan rantai kerja seluruh elemen yang digunakan dalam aplikasi. Bentuk dasar dari struktur navigasi yang biasa digunakan dalam

proses pembuatan aplikasi multimedia ada empat macam, yaitu struktur navigasi linier, hirarki, non linier dan campuran[17]. Pada penelitian kali ini menggunakan struktur navigasi hirarki. Gambar 11 adalah diagram struktur navigasi aplikasi.



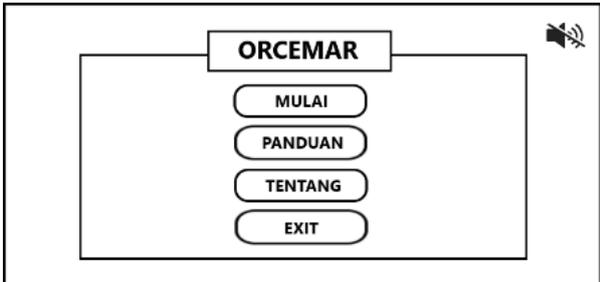
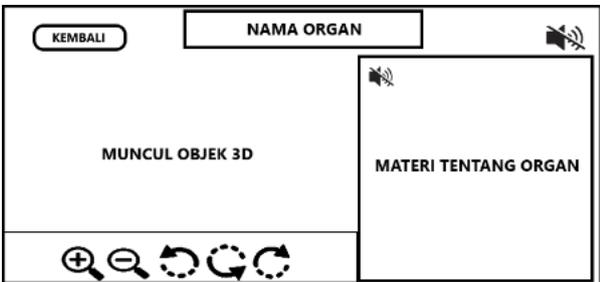
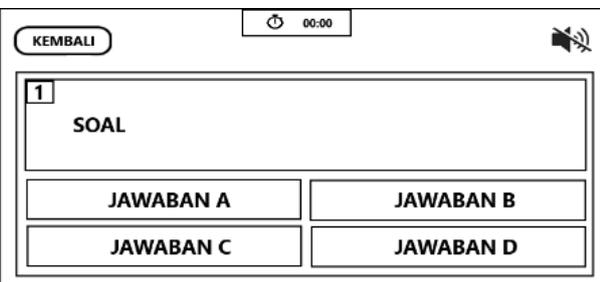
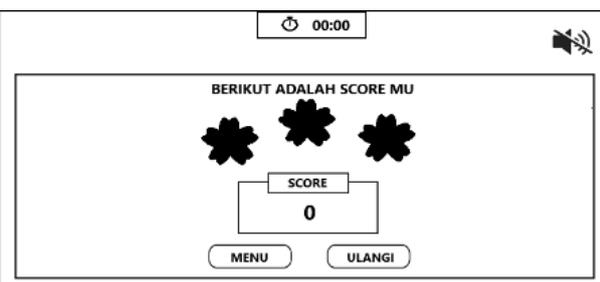
Gambar 11. Struktur Navigasi Aplikasi

- Storyboard Aplikasi

Storyboard menyajikan visual untuk deskripsi tiap halaman dengan memuat objek dan komponen yang digunakan di dalam suatu halaman selain itu storyboard juga sebagai penyajian perancangan

antarmuka setiap halaman aplikasi. Perancangan antarmuka lebih dikenal dengan pembuatan storyboard sebagai pedoman dalam pembuatan setiap halaman dari aplikasi multimedia ini [18], Pada Tabel 3 disajikan storyboard aplikasi.

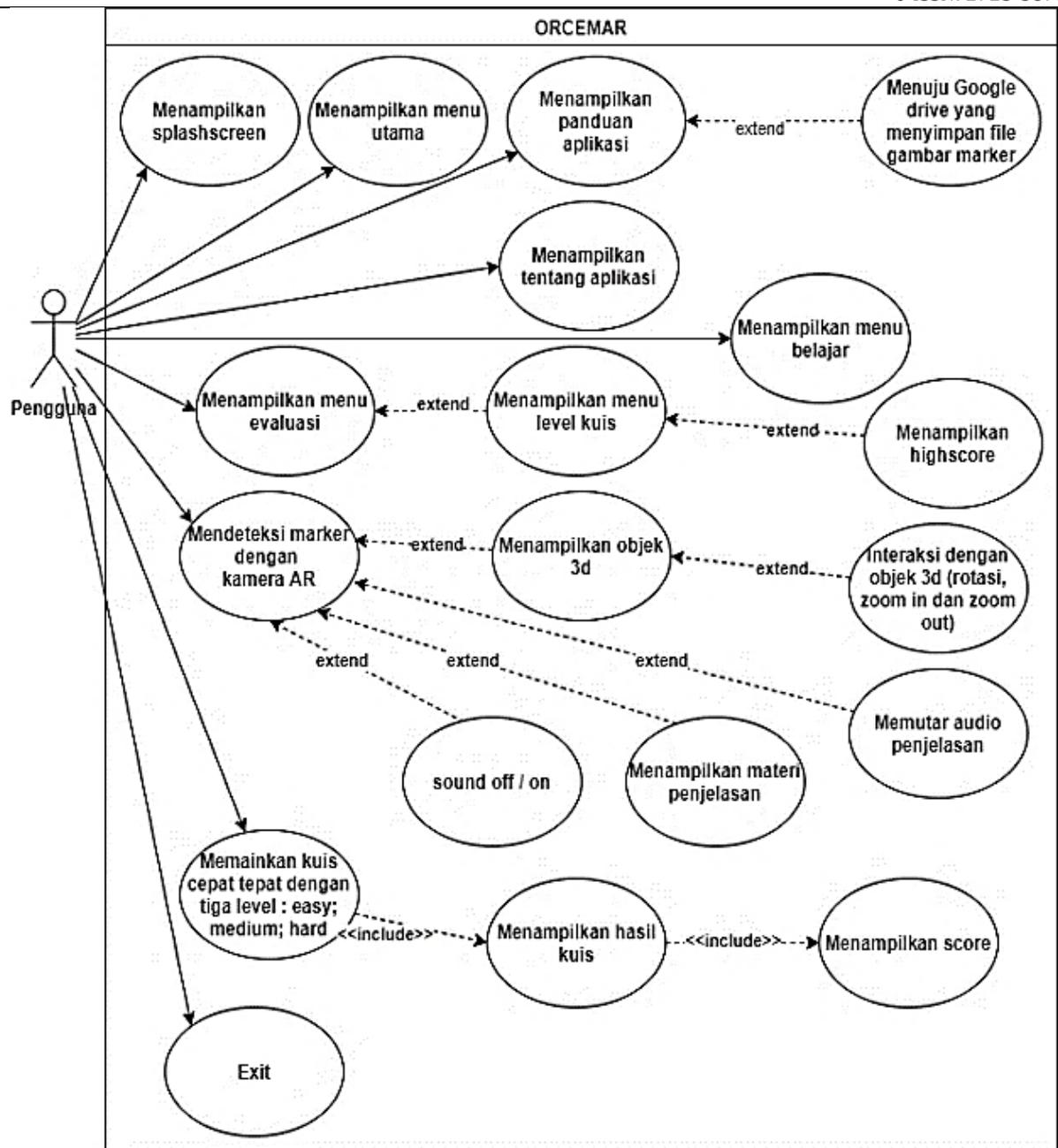
Tabel 3. Storyboard aplikasi

Visual	Keterangan
	<p>Scene ini menampilkan menu utama. Animasi: animasi muncul tombol- tombol dan ikon serta animasi daun musim gugur berjatuhan. Background: hutan musim gugur dengan karakter organ-organ pencernaan manusia. Tombol navigasi: tombol mulai, panduan, tentang dan exit Warna teks: Kuning dan putih Audio : Musik instrumental, <i>sound effect</i> jika menekan tombol atau ikon</p>
	<p>Scene ini menampilkan panel materi berdasarkan marker yang berhasil dideteksi oleh kamera AR Animasi: muncul papan nama organ, papan dan teks materi, serta ikon-ikon Tombol navigasi: tombol kembali Warna teks: Hitam dan putih Audio: Musik instrumental dan audio penjelasan, <i>sound effect</i> jika menekan tombol atau ikon</p>
	<p>Scene ini menampilkan panel kuis cepat tepat. Tampilan ini sama pada setiap level kuis yang ada. Animasi: muncul tombol kembali, ikon sound off, muncul papan penghitung waktu dan jarum jam memutar, muncul papan tulis yang berisi soal dan tombol jawaban A B C dan D. Background: hutan musim gugur dengan karakter organ-organ pencernaan manusia. Tombol navigasi: tombol kembali Warna teks: Kuning, Hitam dan putih. Audio: Musik instrumental dan <i>sound effect</i> jika jawaban benar atau salah, <i>sound effect</i> jika menekan tombol atau ikon</p>
	<p>Scene ini menampilkan panel hasil score Tampilan ini sama pada setiap level kuis yang ada. Animasi: muncul papan tulis yang berisi score, muncul star yang didapatkan berdasarkan score, muncul tombol menu dan ulangi dan muncul teks. Background: hutan musim gugur dengan karakter organ-organ pencernaan manusia. Tombol navigasi: tombol menu , ulangi Warna teks: Kuning, Hitam, dan putih. Audio: Musik instrumental, <i>sound effect</i> menampilkan panel score, dan jika menekan tombol atau ikon dan menampilkan <i>star</i></p>

- Usecase Aplikasi

Usecase diagram untuk menjelaskan interaksi antara pengguna (*user*) dengan aplikasi atau sistem itu sendiri melalui gambaran bagaimana sebuah sitem atau aplikasi itu digunakan. Menurut Kurniawan (2018) “Aktor adalah segala sesuatu yang berinteraksi langsung dengan sistem, bisa merupakan

orang (yang ditunjukkan dengan perannya dan bukan namanya/personilnya) atau sistem komputer yang lain, UC dinotasikan dengan simbol elips dengan nama kata kerja aktif di bagian dalam yang menyatakan aktivitas dari perspektif aktor[19]”, pada gambar 12 disajikan usecase diagram aplikasi yang akan dikembangkan.



Gambar 12. Usecase Aplikasi

3. Pengumpulan Bahan (Material Collecting)

Bahan-bahan yang telah dipilih dan dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- **Gambar** : Dibutuhkan untuk background aplikasi, tombol-tombol dan UI yang dibutuhkan aplikasi
- **Font** : Digunakan agar teks dalam aplikasi yang dikembangkan menjadi lebih menarik
- **Audio** : Audio ini dibutuhkan sebagai musik latar belakang, audio penjelasan organ-organ pencernaan manusia, sound effect jika

menjawab pertanyaan kuis benar atau salah, mengklik tombol, menampilkan hasil kuis, menampilkan score, menampilkan star.

- **Objek 3D** : digunakan untuk visualisasi organ-organ pencernaan manusia yang akan di munculkan oleh kamera AR
4. Perakitan (Assembly)
Tahap ini menggunakan tool unity 3D untuk menggabungkan bahan-bahan pada setiap scene, pada gambar 13 disajikan dokumentasi tahap perakitan.



Gambar 13. Dokumentasi tahap perakitan.

5. Pengujian (Testing)

Pengujian aplikasi ini dilaksanakan dengan dua tahap yaitu pengujian alfa dan beta, pengujian alfa dilakukan oleh pengembang dan pengujian beta melibatkan target audiens. Tahap ini akan dibahas lebih detail pada selanjutnya penelitian ini.

6. Pendistribusian (Distribution)

Pada tahap ini aplikasi yang telah dikembangkan ditempatkan kedalam media penyimpanan google drive agar dapat didownload

dan diinstall diponsel pengguna. Tahap ini akan dibahas lebih detail pada selanjutnya penelitian ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi antarmuka

Pada implementasi antarmuka ini disajikan hasil pembuatan antarmuka aplikasi berdasarkan storyboard, pada gambar 14 disajikan *screenshot* antarmuka aplikasi yang telah dikembangkan.



Gambar 14. Screenshot antarmuka aplikasi.

4.2. Pengujian

1. Pengujian metode multi marker

Pengujian ini untuk membuktikan keberhasilan metode multi marker yang digunakan pada penelitian ini. Pada tabel 4 disajikan hasil pengujian metode multi marker, disajikan juga bukti screenshot pengujian pada marker 1 yaitu gambar 15, pada marker 2 yaitu gambar 16, pada marker 3 yaitu gambar 17, pada marker 4 yaitu gambar 17 serta marker 5 pada gambar 19.

Tabel 4. Hasil pengujian metode multi marker

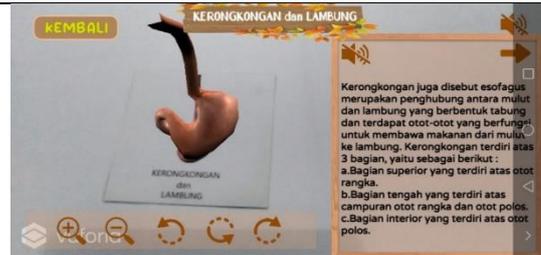
Marker	Kemiringan	Jarak antar kamera dengan marker (cm)		Berhasil / tidak berhasil
		Terdekat	Terjauh	
Marker 1	0°	16	40	Berhasil
	45°	20	40	Berhasil
	90°	-	-	Tidak Berhasil
Marker 2	0°	12	77	Berhasil
	45°	15	67	Berhasil
	90°	-	-	Tidak Berhasil
Marker 3	0°	12	53	Berhasil
	45°	18	45	Berhasil
	90°	-	-	Tidak Berhasil
Marker 4	0°	12	80	Berhasil
	45°	14	70	Berhasil
	90°	-	-	Tidak Berhasil
Marker 5	0°	11	80	Berhasil
	45°	15	77	Berhasil
	90°	-	-	Tidak Berhasil



Gambar 15. Screenshot uji marker 1.



Gambar 16. Screenshot uji marker 2.



Gambar 17. Screenshot uji marker 3



Gambar 18. Screenshot uji marker 4.



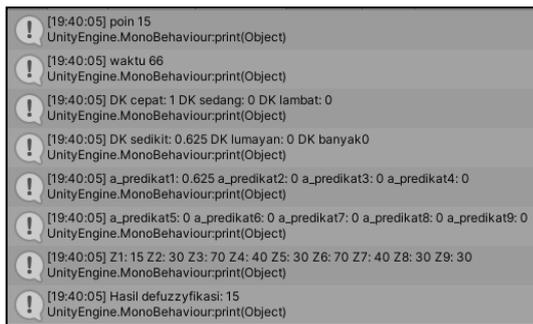
Gambar 19. Screenshot uji marker 5.

2. Pengujian fitur perhitungan skor

Pengujian ini dilakukan untuk menguji fitur perhitungan score menggunakan algoritma fuzzy tsukamoto pada menu evaluasi yang berupa kuis cepat apakah berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan oleh pihak internal pengembang aplikasi, berikut pada tabel 5 disajikan hasil pengujian fitur perhitungan score. Pada gambar 20 disajikan screenshot console unity uji fitur perhitungan score dengan waktu 66 detik dan poin 15 kemudian pada gambar 21 merupakan screenshot pada aplikasi hasil fitur perhitungan score dengan waktu 66 detik dan poin 15 dan Pada gambar 22 disajikan screenshot console unity uji fitur perhitungan score dengan waktu 72 detik dan poin 55 kemudian pada gambar 23 merupakan screenshot pada aplikasi hasil fitur perhitungan score dengan waktu 72 detik dan poin 55.

Tabel 5. Pengujian Fitur perhitungan skor

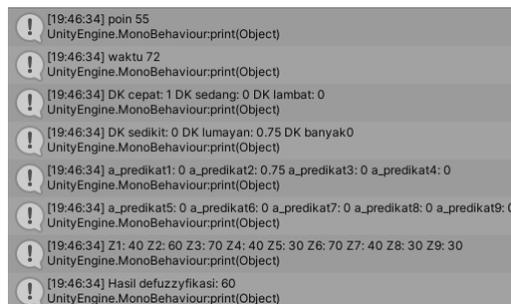
Input waktu (detik)	Input poin	Perhitungan manual		Perhitungan aplikasi		Valid / tidak valid
		Score	Star	Score	Star	
66	15	15.00000	1/2	15	1/2	valid
72	55	60.00000	1 1/2	60	1 1/2	valid
91	90	92.50000	3	92.5	3	valid
134	20	22.80976	1	22.80976	1	valid
123	95	85.09600	2 1/2	85.096	2 1/2	valid
127	55	50.12800	1 1/2	50.128	1 1/2	valid
239	5	13.72800	1/2	13.728	1/2	valid
350	65	38.33333	1	38.33333	1	valid
272	90	60.00000	1 1/2	60	1 1/2	valid



Gambar 20. Screenshot uji fitur perhitungan score dengan waktu 66 detik dan poin 15.



Gambar 21. Screenshot hasil fitur perhitungan score dengan waktu 66 detik dan poin 15



Gambar 22. Screenshot hasil fitur perhitungan score dengan waktu 72 detik dan poin 55



Gambar 23. Screenshot hasil fitur perhitungan score dengan waktu 72 detik dan poin 55

3. Pengujian fungsional aplikasi

Pada pengujian diatas dilakukan pengujian menggunakan metode *blackbox*, metode pengujian ini berfokus pada aspek fungsionalitas aplikasi. Menurut Mustaqbal dalam (setiyani, 2019) “Pengujian *black box* testing bertujuan untuk menemukan fungsi yang tidak benar, kesalahan antarmuka, kesalahan pada struktur data, kesalahan performansi, kesalahan inisialisasi dan terminasi[20].” Pengujian ini dilakukan oleh pihak internal pengembang aplikasi, pada tabel 6 disajikan hasil pengujian fungsionalitas aplikasi.

Tabel 6. Pengujian Fungsional aplikasi

Skenario pengujian	Kasus pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
Tombol-tombol navigasi dan ikon sound off	Menekan tombol-tombol navigasi dan ikon sound off	Menuju ke panel atau menu yang ditujukan tombol navigasi	Sesuai yang diharapkan
Fitur scan marker pada menu belajar	Mengarahkan kamera ponsel ke marker	Mengaktifkan Objek 3D panel materi, dan mrrnutar audio materi berdasarkan marker yang berhasil dideteksi oleh kamera AR	Sesuai yang diharapkan
Fitur kuis pada menu evaluasi	Bermain ketiga level kuis cepat tepat sampai mendapat score	Menampilkan waktu, soal sesuai level dan 4 tombol pilihan jawaban, ketika pilih jawaban benar dapat feedback benar, ketika menekan jawaban salah muncul feedback salah, selesai permainan menampilkan jawaban benar dan salah, mangitung dan menampilkan score, dan mengacak urutan soal dan jawaban	Sesuai yang diharapkan
Keseluruhan animasi pada aplikasi ini	Menggunakan aplikasi dan mengamati animasi	Animasi berjalan sesuai yang telah di buat dan dirancang	Sesuai yang diharapkan
Keseluruhan audio pada aplikasi ini	Menggunakan aplikasi dan mendengarkan audio	Terdapat musik latar belakang, sound effect menekan tombol, menjawab soal kuis.	Sesuai yang diharapkan

4. Pengujian Kompatibilitas

Pengujian ini untuk mengetahui kompatibilitas ponsel pintar yang dapat menjalankan aplikasi ORCEMAR. Pengujian ini dimulai dari instalasi pada ponsel pintar, menjalankan aplikasi, menekan beberapa tombol, mencoba scan marker dan mencoba kuis. Pengujian ini dilakukan oleh pihak internal pengembang aplikasi, pada tabel 7 disajikan

pengujian kompatibilitas serta hasil pengujian disajikan screenshot aplikasi yang dijalankan yaitu pada gambar 24 untuk bagian menu utama, pada gambar 25 untuk bagian scan marker dan pada gambar 26 untuk bagian bermain kuis cepat tepat.

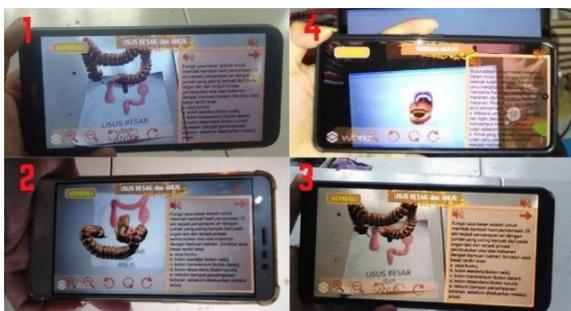
Tabel 7. Pengujian Kompatibilitas aplikasi

Merek Ponsel Pintar	Versi android	R A M	Resolusi kamera	Ha sil	Keter angan
Honor 7A	Android 8.0.0 (Oreo)	3G B	Dual 13 MP + 2 MP	No. 1	✓
Xiaomi Redmi Note 3	Android 5.1.1 (Lollipop)	3G B	16 MP	No. 2	✓
Vivo Y71	Android 8.1.0 (Oreo)	2G B	13 MP	No. 3	✓
Samsung Galaxy A71	Android 10	8G B	64 MP	No. 4	✓
Merek Ponsel Pintar	Versi android	R A M	Resolusi kamera	Ha sil	Keter angan

Catatan Tabel 7. ✓ = Beroperasi



Gambar 24. Hasil pengujian kompatibilitas pada menu utama



Gambar 25. Hasil pengujian kompatibilitas pada scan marker



Gambar 26. Hasil pengujian kompatibilitas pada kuis cepat tepat

4.3. Hasil Uji Kuesioner

Sebelum menyebarkan kuesioner dilakukan tahap keenam dari model pengembangan MDLC (multimedia development life cycle) yaitu distribusi (distribution) dimana aplikasi

Ditempatkan kedalam media penyimpanan google drive agar dapat didownload dan diinstall diponsel pengguna sehingga target audiens dapat menguji dengan menggunakan aplikasi. Kuesioner ini terdiri dari 8 pertanyaan berkaitan dengan pengujian beta fungsionalitas aplikasi dan 6 pertanyaan berkaitan dengan respon atau pendapat target audiens terhadap aplikasi ORCEMAR. Responden kuesioner merupakan target audiens yaitu siswa kelas 5 SD atau sederajat sebanyak 40 orang. Pada tabel 8 disajikan hasil uji kuesioner yang berkaitan dengan pengujian fungsionalitas aplikasi serta tabel 9 yang menyajikan hasil uji kuesioner yang berkaitan dengan respon atau pendapat target audiens terhadap aplikasi ini.

Tabel 8. Hasil kuesioner berkaitan dengan pengujian fungsionalitas aplikasi

Pertanyaan	Persentase Pilihan Responden		
Bagaimana tampilan keseluruhan aplikasi ORCEMAR seperti splashscreen, menu utama, tampilan panduan, tampilan tentang, tampilan menu belajar, tampilan kuis, tampilan hasil kuis, tampilan hasil score dan lainnya?	Menarik 77,5%	Cukup Menarik 20%	Tidak Menarik 2,5%
Menurut anda, apakah aplikasi ORCEMAR mudah digunakan?	Mudah 55%	CukupMudah 42,5%	KurangMudah 2,5%
Menurut anda, apakah tombol-tombol navigasi seperti tombol-tombol pada menu utama, menu aplikasi, keluar aplikasi, tombol sound off dan lainnya pada aplikasi ORCEMAR berfungsi dengan baik?	Baik 75%	Cukup Baik 20%	Kurang Baik 5%
Menurut anda, apakah fitur pada menu belajar dalam aplikasi ORCEMAR seperti mengaktifkan kamera AR (augmented reality), mendeteksi marker (gambar target) dan menampilkan objek 3d, panel materi, tombol zoom in, tombol zoom out dan - tombol rotasi yang muncul sesuai marker yang dideteksi berfungsi dengan baik?	Baik 65%	Cukup Baik 32,5%	Kurang Baik 2,5%
Menurut anda, apakah fitur pada menu evaluasi dalam aplikasi ORCEMAR seperti menampilkan menu level, dapat memainkan kuis cepat tepat sesuai level, menampilkan soal dan 4 pilihan jawaban kuis secara acak, waktu yang berjalan dalam kuis, menampilkan hasil kuis, menghitung dan menampilkan score dan star berfungsi dengan baik?	Baik 67,5%	Cukup Baik 30%	Kurang Baik 2,5%
Menurut anda, Apakah audio dalam aplikasi ORCEMAR seperti musik latar belakang, audio penjelasan materi berdasarkan marker yang berhasil dideteksi, audio saat menekan tombol-tombol, audio feedback jawaban benar atau salah, audio hasil kuis, audio hasil score berfungsi dengan baik?	Baik 70%	Cukup Baik 27,5%	Kurang Baik 2,5%
	Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

Menurut anda, Apakah animasi dalam aplikasi ORCEMAR seperti animasi daun berguguran, animasi muncul tombol, animasi muncul panel animasi putaran jarum jam dan lainnya berfungsi dengan baik?	70%	25%	5%
Menurut anda apakah objek 3D yang muncul saat marker berhasil dideteksi memvisualisasikan organ-organ pencernaan manusia dengan baik?	Baik 65%	Cukup Baik 30%	Kurang Baik 5%

Tabel 9. Hasil kuesioner berkaitan dengan respon atau pendapat target audiens terhadap aplikasi ini

Pertanyaan	Persentase Pilihan Responden	
	Ya	Tidak
Apakah anda tertarik menggunakan media pembelajaran organ-organ pencernaan manusia berbasis augmented reality berupa aplikasi yang dapat didownload dan diinstall (dipasang) pada handphone?	90%	10%
Menurut anda apakah aplikasi ORCEMAR ini dapat menjadi pelengkap media pembelajaran konvensional seperti buku untuk mempelajari organ-organ pencernaan manusia?	100%	0%
Menurut anda apakah aplikasi ORCEMAR ini dapat meningkatkan pemahaman anda terhadap materi organ-organ pencernaan manusia?	97,5%	2,5%
Menurut anda, apakah anda terbantu dengan adanya aplikasi ORCEMAR ini?	97,5%	2,5%
Menurut anda apakah aplikasi ORCEMAR menjadikan anda lebih tertarik mempelajari organ pencernaan manusia?	97,5%	2,5%
Menurut anda apakah dengan adanya aplikasi ORCEMAR sebagai pelengkap media pembelajaran konvensional seperti buku dapat menaikkan minat dalam mempelajari organ-organ pencernaan manusia?	97,5%	2,5%

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, maka dapat disampaikan simpulan sebagai berikut.

Aplikasi pembelajaran organ pencernaan manusia berbasis augmented reality dengan metode multi marker berhasil dikembangkan dengan model pengembangan Multimedia Development Life Cycle, aplikasi diberi nama ORCEMAR yang berjalan disistem operasi android serta memiliki dua menu yaitu menu belajar dan menu evaluasi. Berdasarkan hasil pengujian oleh internal pengembang aplikasi metode multi marker berhasil diimplementasikan pada aplikasi yang dikembangkan kemudian fitur perhitungan skor pada menu evaluasi berfungsi dengan baik, dan berdasarkan pengujian menggunakan metode blackbox semua komponen dan tampilan keseluruhan aplikasi berfungsi dengan baik serta berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas aplikasi dapat dioperasikan pada ponsel pintar dengan android 5.1.1, 8.0.0, 8.1.0 dan android 10 dengan ram minimal 2GB dan resolusi kamera minimal 13MP. Berdasarkan hasil pengujian yang melibatkan target audiens 40 responden yang merupakan siswa kelas 5 SD, responden menjawab bahwa aplikasi berfungsi dengan baik lebih dari 50%.

Aplikasi ORCEMAR mendapat respon yang baik dari target audiens, hal ini dapat dilihat dari hasil kuesioner yang di respon oleh 40 responden yang merupakan siswa kelas 5 SD, responden menjawab "YA" pada pertanyaan yang diajukan lebih dari 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Firdanu, S. Achmadi, and S. Adi Wibowo, "Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran mengenai Peralatan Konstruksi dalam Dunia Pendidikan Berbasis Android," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 4, no. 2, pp. 276–282, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i2.2657.
- [2] A. Ismayani, *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality*. Elex Media Komputindo, 2020.
- [3] A. R. Setyadi, B. Hartono, T. D. Wismarini, A. Supriyanto, T. Informatika, and U. Stikubank, "Children ' S Learning Media To Recognize Animals Using Marker Menggunakan Teknologi Marker Based Tracking Augmented," *J. Tek. Inform.,* vol. 3, no. 1, pp. 83–90, 2022, doi: : <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.1.143>.
- [4] B. Eribowo, "Pokemon GO Mengumumkan Seri Kejuaraan 2022," *https://www.gameholic.id,* 2021. <https://c/pokemon-go-mengumumkan-seri-kejuaraan-2022/> (accessed Sep. 28, 2021).
- [5] M. I. Harjunada, I. Arwani, and Marji, "Pembangunan Aplikasi Mobile Augmented Reality untuk Rehabilitasi Terkilir pada Pergelangan Kaki," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya,* vol. 1, no. 4, pp. 298–306, 2017.
- [6] N. Nurrisma, R. Munadi, S. Syahrial, and E. D. Meutia, "Perancangan Augmented Reality dengan Metode Marker Card Detection dalam Pengenalan Karakter Korea," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.,* vol. 16, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.30872/jim.v16i1.5152.
- [7] A. Syahrin, M. E. Apriyani, and S. Prasetyaningsih, "Analisis Dan Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Augmented Reality Pembelajaran Buah-Buahan," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.,* vol. 5, no. 1, pp. 11–17, 2016, doi: 10.34010/komputa.v5i1.2433.
- [8] M. F. Burhanuddin, "Implementasi Multi Marker Augmented Reality pada Aplikasi Pengenalan Hewan untuk Pendidikan Anak Usia Dini," *Www.Balesio.Com,* pp. 8–20, 2018.
- [9] S. S. Maesaroh, H. Gusdevi, and M. R.

- Ariansyah, “Augmented Reality Pembelajaran Prakarya Interaktif Untuk Materi Keterampilan Dari Limbah Sampah Anorganik,” *NARATIF (Jurnal Ilm. Nas. Ris. Apl. dan Tek. Inform.*, vol. 03, no. 01, pp. 58–63, 2021.
- [10] R. Indriani, B. Sugiarto, and A. Purwanto, “Pembuatan Augmented Reality Tentang Pengenalan Hewan Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android Menggunakan Metode Image Tracking Vuforia,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.*, pp. 73–78, 2016.
- [11] A. Anggun, F. Marisa, and I. D. Wijaya, “Sistem Penunjang Keputusan Pembelian Smartphone Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–32, 2016, doi: 10.31328/jointecs.v1i1.405.
- [12] A. Shoniya and A. Jazuli, “Penentuan Jumlah Produksi Pakaian Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Studi Kasus Konveksi Nisa,” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.29100/jipi.v4i1.1068.
- [13] A. Rahman and J. I. Nyoman, “Pengembangan Multimedia Pembelajaran IPA untuk meningkatkan Hasil Belajar,” *J. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–58, Jul. 2020, doi: 10.23887/jeu.v8i1.27049.
- [14] Sukanti and M. Sulaeman, *Makanan Sehat Tematik Terpadu untuk SD/MI Kelas V*. Bandung: Grafindo Media Pratama, 2017.
- [15] F. F. Ar-rafi and A. U. Zailani, “Rancang Bangun Game Edukasi Sejarah Berbasis Android Menggunakan Game Engine Unity 3D Android Based Historical Educational Game Design With Unity 3D Game Engine,” vol. 3, pp. 277–286, 2021.
- [16] A. H. Sutopo, *Multimedia Interaktif dengan Flash*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [17] P. Setiawati, “Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Penyedia Lowongan Pekerjaan yang Direkomendasi Berdasarkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI),” *Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 136–147, 2018, [Online]. Available: <https://ejurnal.esaunggul.ac.id/index.php/Komp/article/view/2680>.
- [18] D. A. Sujati, R. R. Isnanto, and K. T. Martono, “Pengembangan Aplikasi Multimedia untuk Pembelajaran Satelit Astronomi NASA dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 249, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.2.2016.249-258.
- [19] T. A. Kurniawan, “Pemodelan Use Case (UML): Evaluasi Terhadap beberapa Kesalahan dalam Praktik,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 77, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201851610.
- [20] L. Setiyani, “Pengujian Sistem Informasi Inventory Pada Perusahaan Distributor Farmasi Menggunakan Metode Black Box Testing,” *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.36805/technoxplore.v4i1.539.