

# Peran Augmented Reality dalam Memperkenalkan Organ Pencernaan Manusia pada Anak Sekolah Dasar

Aditya Pranoto\*, Muhammad Zakariyah

Sains dan Teknologi, Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>\*adityaspranoto89@gmail.com, <sup>2</sup>muhammad.zakariyah@staff.uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: adityaspranoto89@gmail.com

**Abstrak**—Organ pencernaan manusia, merupakan salah satu bagian penting dalam mengubah makanan menjadi energi yang diperlukan tubuh, melibatkan organ-organ seperti lambung, usus kecil, usus besar, dan pankreas. Pemahaman akan kompleksitas sistem ini pada tingkat Sekolah Dasar (SD) diakui sebagai landasan penting. Namun, metode pembelajaran saat ini masih mengandalkan buku teks dan alat peraga, hal tersebut membuat suasana belajar menjadi kurang interaktif karena terlalu berpusat pada pengajar. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, teknologi *Augmented Reality* (AR) muncul sebagai solusi inovatif. AR menyajikan objek virtual dalam dunia fisik, menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan interaktif. *Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan konten digital secara *real-time* dan direalisasikan ke dunia nyata. Metode yang digunakan dalam teknologi ini adalah *Marker-based Tracking*, suatu teknik pengembangan AR yang menggunakan penanda 2 dimensi dengan pola tertentu yang dibaca oleh kamera ponsel. Dengan menggunakan teknologi tersebut dapat membantu anak sekolah dasar dalam memahami struktur dan fungsionalitas organ pencernaan manusia dengan cara menampilkan organ-organ tersebut secara virtual, sehingga mempermudah pemahaman tentang organ pencernaan manusia. Dengan demikian, pengenalan organ pencernaan manusia untuk anak sekolah dasar berbasis AR dapat menjadi salah satu solusi yang efektif.

**Kata Kunci:** Augmented Reality; Organ Pencernaan; Sekolah Dasar; Teknologi; Marker-based Tracking

**Abstract**— The human digestive organ, an important part of converting food into energy needed by the body, involves organs such as the stomach, small intestine, large intestine, and pancreas. Understanding the complexity of this system at the elementary school (SD) level is recognized as an important foundation. However, current learning methods still rely on textbooks and teaching aids, this makes the learning atmosphere less interactive because it is too focused on the teacher. In overcoming these problems, Augmented Reality (AR) technology emerged as an innovative solution. AR presents virtual objects in the physical world, creating a more immersive and interactive learning experience. Augmented Reality (AR) is a technology that combines digital content in real-time and translates it into the real world. The method used in this technology is Marker-based Tracking, an AR development technique that uses 2-dimensional markers with certain patterns that are read by the cellphone camera. Using this technology can help elementary school children understand the structure and functionality of human digestive organs by displaying them virtually, making it easier to understand the human digestive organ. Thus, AR-based introduction to human digestive organs for elementary school children could be an effective solution.

**Keywords:** Augmented Reality; Digestive Organ; Elementary School; Technology; Marker-based Tracking

## 1. PENDAHULUAN

Organ pencernaan manusia merupakan sebagai salah satu sistem organ yang sangat krusial, organ pencernaan memiliki peran yang penting dalam mengalihkan nutrisi makanan menjadi sumber energi yang dibutuhkan oleh tubuh. Organ-organ utama dalam sistem pencernaan tersebut melibatkan lambung, usus kecil, usus besar, pankreas, dan organ-organ lainnya. Anatomi organ pencernaan secara keseluruhan dapat dibandingkan dengan suatu tabung panjang, berongga, dan berkelok-kelok, membentuk suatu saluran pencernaan yang memungkinkan berbagai proses pencernaan terjadi. Diawali dari mulut dan berakhir di anus, setiap bagiannya memiliki peran khusus dalam memastikan makanan diurai dan nutrisi diserap dengan efisien [1]. Pentingnya pemahaman tentang pengenalan organ pencernaan manusia diakui pada tingkat Sekolah Dasar (SD). Namun, metode pembelajaran yang digunakan saat ini masih mengandalkan buku teks dan alat peraga sebagai sarana pendukung untuk membantu siswa dalam memahami materi [2]. Dalam proses pembelajaran juga masih seringkali berpusat pada pengajar, yang menyebabkan pengalaman belajar menjadi kurang menarik dan kurang interaktif. Keterbatasan representasi visual dalam buku teks dan kompleksitas penjelasan teoritis juga sering membuat siswa kesulitan dalam menguasai materi [3].

Dalam menghadapi keterbatasan tersebut, perkembangan teknologi, terutama *Augmented Reality* (AR) dapat memberikan solusi yang menarik. *Augmented Reality* (AR) ialah teknologi yang menggabungkan konten digital secara *real time* dan direalisasikan ke dunia nyata [4]. Metode yang digunakan untuk pengembangan aplikasi AR ialah *Marker-based Tracking*, metode tersebut merupakan teknik pengembangan *Augmented Reality* yang menggunakan marker 2 dimensi yang mempunyai pola tertentu yang akan dibaca oleh kamera handphone [5]. Sistem *Marker-based Tracking* beroperasi dengan mendeteksi dan melacak marker sebagai titik acuan, yang selanjutnya digunakan sebagai panduan untuk menentukan posisi dan orientasi objek virtual. Saat kamera perangkat mendeteksi marker, perangkat lunak dapat memproses informasi yang terkandung dalam marker tersebut, sehingga mampu menghitung posisi serta orientasi objek virtual sesuai dengan panduan yang diberikan oleh marker.

Dengan diterapkannya teknologi AR ke pendidikan, AR menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan. Siswa yang menggunakan teknologi AR dalam pembelajaran cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi [6]. Pembelajaran yang interaktif dengan AR dapat

merangsang semangat belajar siswa dan membantu dalam memahami materi dengan lebih baik [7]. Selain itu, media pembelajaran berbasis AR juga dapat menjadi alat yang mendukung pengajar dalam menyampaikan kurikulum [8].

Dengan dikembangkannya aplikasi AR ini untuk memahami sistem pencernaan manusia, tujuannya adalah untuk meningkatkan interaktivitas dalam pembelajaran. Aplikasi ini tidak hanya menyajikan visualisasi 3D yang memudahkan pemahaman materi, tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan retensi informasi sehingga siswa dapat dengan lebih mudah mengingat dan memahami materi pelajaran. Pembuatan aplikasi ini juga merupakan hasil pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian saat ini, seperti "Rancang Bangun Teknologi Augmented Reality pada Pengenalan Sistem Pencernaan Manusia" [9], "Pengenalan Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality Untuk Laboratorium Biologi" [10], "Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality" [11], "Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Untuk Pembelajaran Tematik Kelas 5 Sekolah Dasar" [12] dan "Pengembangan Media Augmented Reality Sistem Tata Surya (Solar System) pada Anak Usia 5–7 Tahun" [13].

Dalam menghadapi evolusi pendidikan, terutama di era digital saat ini, fokus utama haruslah pada kreativitas dan inovasi. Penerapan pendekatan pembelajaran yang menarik, didukung oleh teknologi untuk pembelajaran interaktif, dapat membentuk generasi pelajar yang siap menghadapi tantangan global. Mengintegrasikan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam proses pembelajaran mengenai organ pencernaan manusia bukanlah sekadar langkah kecil, melainkan sebuah perjalanan menuju transformasi pendidikan yang lebih komprehensif. Melalui aplikasi ini, diharapkan tercipta suatu pendekatan pembelajaran yang lebih menarik, berkesan, dan efektif dalam mengajar siswa Sekolah Dasar tentang pengenalan organ pencernaan manusia. Pemanfaatan teknologi AR tidak hanya meningkatkan interaktivitas pembelajaran, tetapi memberikan peluang terhadap siswa untuk memahami lebih dalam tentang kompleksitas organ pencernaan manusia. Dengan kata lain, aplikasi AR memiliki potensi sebagai alat yang membuka peluang untuk pengalaman pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Metode Waterfall

Metode *Waterfall* merupakan metode pengembangan sekuensial sistematis yang digunakan dalam pembuatan perangkat lunak, dimana prosesnya mengikuti tahapan mulai dari analisis, desain, penulisan kode, pengujian, dan pemeliharaan [14]. Mengenai pengembangan aplikasi ini, ada beberapa persyaratan aplikasi yang sangat penting. Pengumpulan informasi mengenai kebutuhan aplikasi AR perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan informasi pengguna. Oleh karena itu pengumpulannya dilakukan dengan metode *Waterfall*. Dengan menggunakan metode ini, proses pengumpulan informasi dan pengembangan aplikasi akan berjalan lancar, cepat, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kesalahan yang mungkin timbul dapat diketahui dengan cepat, dan *feedback* pengguna dapat diperoleh lebih cepat sehingga menghasilkan solusi terbaik. Berikut tahapan dari metode *Waterfall* :

#### a. Analisis Perencanaan Sistem

Pada tahap awal dilakukan identifikasi kebutuhan dan tujuan pembelajaran, dengan memahami karakteristik pengguna (anak-anak SD) dan tingkat pemahaman awal mereka terhadap sistem pencernaan. Selanjutnya, penelitian konsep dan materi pembelajaran dilakukan untuk menyusun rencana desain konseptual yang melibatkan pemilihan teknologi AR yang sesuai. Rencana pelaksanaan disusun dengan memperhatikan tahapan implementasi, termasuk pengembangan konten pembelajaran dan uji coba prototipe. Selama proses ini, evaluasi dampak diintegrasikan untuk mengukur keberhasilan penggunaan teknologi AR dan memastikan bahwa aplikasi tersebut memberikan manfaat maksimal dalam pembelajaran siswa Sekolah Dasar tentang sistem pencernaan manusia.

#### b. Desain Sistem

Pada tahap kedua, mulai melakukan perancangan konseptual melibatkan pembuatan model visual dari aplikasi AR, dengan memfokuskan pada elemen-elemen yang dapat meningkatkan pemahaman siswa. Hal ini mencakup pemilihan antarmuka pengguna yang ramah untuk anak, desain elemen grafis yang menarik, dan pengaturan animasi yang mendukung konsep-konsep sistem pencernaan. Selanjutnya untuk pengintegrasian konten pembelajaran, seperti model 3D organ pencernaan, teks pendukung, dan elemen-elemen lainnya. Desain tersebut harus disesuaikan dengan kurikulum sekolah dasar, agar memastikan relevansi dan keterkaitan dengan materi yang sedang dipelajari.

#### c. Implementasi Sistem

Pada tahap ketiga, mulai dengan melakukan pengkodean yang mencakup pembuatan fungsi-fungsi yang memungkinkan interaksi dengan model 3D organ pencernaan, integrasi elemen grafis, dan penyusunan logika program untuk mendukung pembelajaran interaktif. Selain itu, pengkodean juga mencakup integrasi teknologi Augmented Reality agar aplikasi dapat menggabungkan objek virtual dengan lingkungan fisik pengguna. Pada ini, rencana desain konseptual yang sudah dibuat sebelumnya akan ubah menjadi kode yang dapat dieksekusi oleh komputer. Proses ini melibatkan pembuatan struktur program, penulisan algoritma, dan implementasi berbagai fitur yang telah direncanakan.

#### d. Integrasi dan Sistem Testing

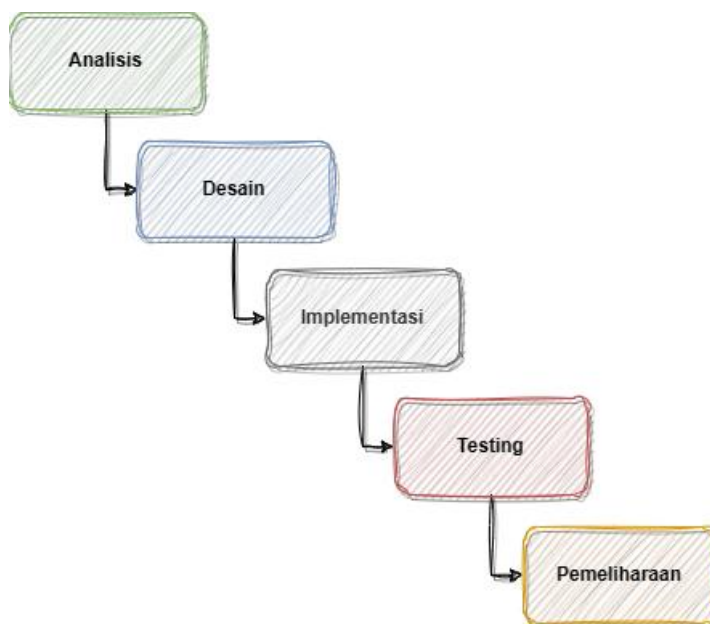
Setiap komponen-komponen penting dari aplikasi akan digabungkan dan diuji untuk memastikan keberhasilan integrasi kinerja yang optimal. Integrasi dilakukan dengan semua elemen, termasuk model 3D organ pencernaan, elemen

grafis, dan fitur interaktif, untuk menciptakan aplikasi AR yang benar-benar utuh. Proses ini berfokus pada keselarasan antarbagian dan kelancaran interaksi antarmuka. Selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh. Pengujian ini mencakup uji fungsionalitas dari aplikasi, seperti interaktivitas yang tepat dengan model 3D, kemudahan penggunaan, dan keakuratan informasi. Diperlukan juga pengujian aplikasi dalam berbagai situasi agar dapat memastikan bahwa kinerja aplikasi optimal saat digunakan di lingkungan sekolah.

e. Pemeliharaan

Pada tahap ini melibatkan beberapa langkah agar aplikasi tetap relevan dan berfungsi dengan optimal, seperti melakukan pemantauan, melakukan perbaikan bug, optimalisasi, pengolahan konten dan pembaruan kompatibilitas.

Proses penggunaan metode Waterfall terlihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Metode Waterfall

## 2.2 Metode Marker-based Tracking

Metode *Marker-based Tracking*, atau pelacakan berbasis penanda, adalah suatu teknik dalam dunia *Augmented Reality* (AR) yang memanfaatkan penanda atau marker untuk menentukan dan melacak posisi objek virtual. Marker ini dapat berupa gambar, pola grafis, atau objek khusus yang dapat dikenali oleh perangkat lunak AR. Berikut beberapa uraian dari metode *Marker-based Tracking*:

a. Pembuatan Marker

Marker dapat pola grafis, atau objek spesifik yang memiliki karakteristik yang dapat terdeteksi oleh kamera pada perangkat. Pemilihan atau desain marker harus memiliki keunikan agar perangkat lunak dapat secara tepat melacak posisi dan orientasi dari marker tersebut.

b. Penempatan Marker

Penempatan marker dilakukan pada lokasi atau objek yang diinginkan untuk dihubungkan dengan objek virtual.. Ketepatan penempatan marker memastikan bahwa objek virtual akan muncul dengan akurat terkait dengan posisi marker tersebut.

c. Pengambilan Gambar

Penggunaan kamera pada perangkat dimanfaatkan untuk mengambil gambar dari sekitar yang mencakup marker. Selanjutnya, sinyal visual dari marker tersebut diolah oleh perangkat lunak AR untuk menentukan posisi dan orientasi dari objek 3D yang muncul.

d. Ekstraksi Fitur Marker

Perangkat lunak mengekstrak fitur-fitur dari marker yang telah diambil. Hal ini mencakup pengenalan pola, bentuk, atau kode khusus yang terdapat dalam marker. Informasi tersebut diperlukan untuk mengidentifikasi dan menetapkan posisi marker.

e. Pelacakan Posisi

Dengan menggunakan informasi yang telah diekstraksi, sistem akan mengawasi pergerakan posisi marker dalam lingkungan pengguna sepanjang waktu. Proses ini memungkinkan penempatan objek virtual secara akurat mengikuti posisi dan orientasi marker.

f. Penempatan Objek Virtual

Objek virtual, seperti model 3D atau informasi tambahan, diletakkan di sekitar marker atau di atasnya sesuai dengan data pelacakan yang diperoleh. Tahapan ini menciptakan kesan bahwa objek virtual terintegrasi dengan lingkungan pengguna yang sebenarnya.

g. Interaksi Dengan Objek Virtual

Dengan metode *Marker-based Tracking*, pengguna dapat terlibat dalam interaksi dengan objek virtual tersebut, seperti menggunakan gerakan tangan atau input lainnya.

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode ini merupakan usaha untuk menghimpun data guna memperoleh informasi yang esensial sesuai dengan persyaratan penelitian. Tujuan dari kegiatan pengumpulan data ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh terkait suatu topik atau masalah yang menjadi fokus penelitian.

a. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka berperan penting dalam membantu proses penelitian dengan melibatkan eksplorasi dari beragam sumber teoritis dan mengkaji penelitian sebelumnya melalui pemeriksaan buku, jurnal akademik, dan artikel online yang relevan dengan topik penelitian.

b. Observasi

Teknik observasi dilakukan untuk mengetahui cara penggunaan aplikasi sistem pencernaan dalam bentuk digital yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* untuk anak sekolah dasar dan guru.

### 2.4 Alat Desain Sistem

Alat yang digunakan dalam pembuatan aplikasi organ pencernaan manusia menggunakan *Augmented Reality* untuk anak SD adalah Vuforia SDK, Unity3D, Blender 3D, dan Visual Studio Text Editor.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

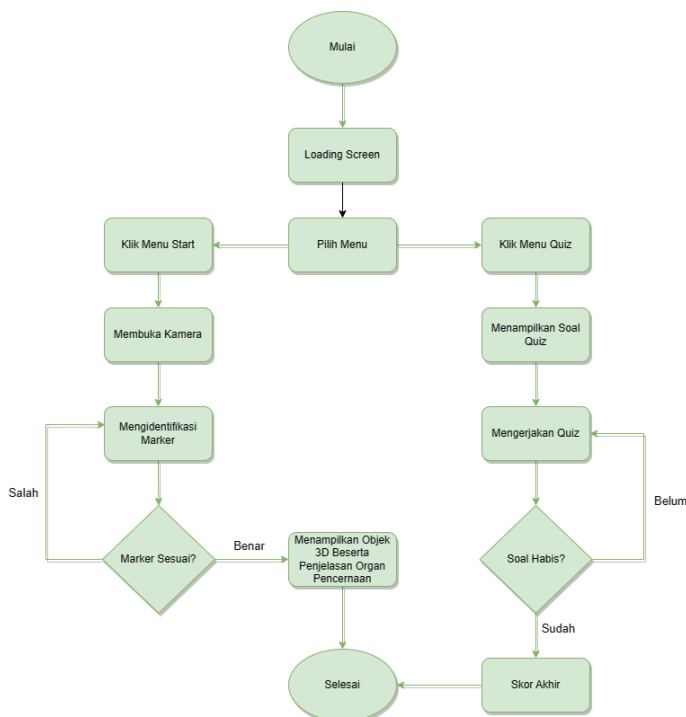
Perancangan aplikasi yang sedang dikerjakan menggunakan pendekatan *Waterfall*, yang mencakup:

### 3.1 Analisis Perencanaan Sistem

Pertama, dimulai dengan melakukan penelitian terhadap kebutuhan aplikasi yang akan dibuat, termasuk pengumpulan informasi deskriptif tentang organ pencernaan manusia dan evaluasi perangkat lunak yang akan digunakan nanti.

### 3.2 Desain Sistem

Kedua, dimulai dengan mendesain antarmuka, alur aplikasi, dan struktur data sehingga memiliki gambaran tentang tampilan dan cara kerja aplikasi. Ditahap perancangan ini berfungsi untuk menghubungkan pengguna dengan sistem.



Gambar 2. Flowchart Aplikasi

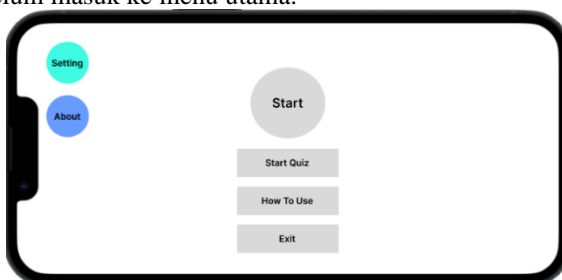
Gambar diatas menunjukkan alur dalam penggunaan aplikasi, dimulai dari tampilan loading dan berlanjut menuju ke menu utama. Pada menu tersebut, terdapat beberapa opsi seperti: *start*, *start quiz*, *exit*, *settings*, dan *about apps*. Untuk memulai pemindaian *Augmented Reality* (AR), pengguna dapat memilih opsi *start*, yang secara otomatis akan membuka kamera dan memulai pemindaian marker yang telah tersedia. Jika marker yang dipindai cocok dengan yang ada dalam database, aplikasi akan menampilkan objek 3D beserta penjelasan untuk setiap organ pencernaan. Namun, jika tidak cocok, sistem akan melakukan identifikasi ulang hingga marker yang dipindai benar.

Disamping itu, di laman awal juga terdapat opsi kuis yang berisikan serangkaian pertanyaan latihan untuk menguji kemampuan siswa. Untuk membuka laman kuis, pengguna dapat memilih opsi *start quiz*, kemudian akan diarahkan ke laman kuis. Setelah memasuki laman tersebut, pengguna dapat merespons pertanyaan hingga selesai, dan skor akhir akan muncul berdasarkan jawaban yang telah diberikan sebelumnya.



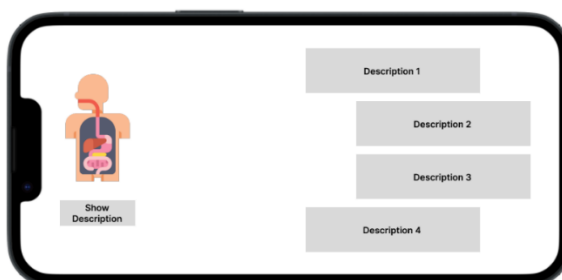
Gambar 3. Loading Screen

Desain loading screen aplikasi terdapat pada Gambar 3, halaman tersebut merupakan halaman paling awal yang akan ditemui oleh pengguna sebelum masuk ke menu utama.



Gambar 4. Menu Utama

Terdapat desain halaman menu utama pada Gambar 4, halaman tersebut akan diakses oleh pengguna setelah *loading screen* selesai, pada halaman tersebut terdapat beberapa opsi yang bisa dipilih oleh pengguna sesuai dengan yang diinginkan.

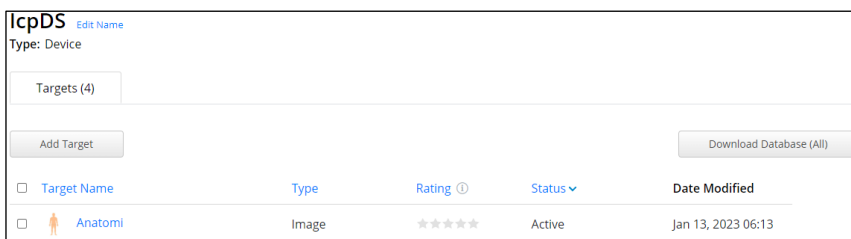


Gambar 5. Menu Scan AR

Gambar 5 merupakan desain halaman scan AR, pada halaman tersebut pengguna dapat mulai memindai marker. Hasil dari pemindaian tersebut akan menampilkan objek 3D, dilengkapi informasi penjelasan dari masing-masing objek 3D.

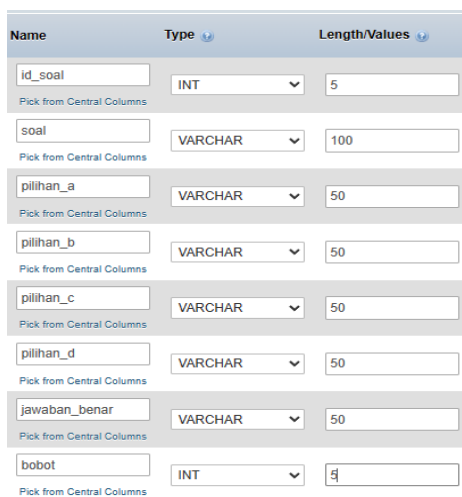
### 3.3 Implementasi Sistem

Dalam fase ini, proses pengkodean diawali dengan integrasi seluruh elemen, termasuk gambar, teks, dan animasi. Elemen-elemen ini kemudian disatukan menggunakan berbagai perangkat atau bahasa pemrograman yang diperlukan. Selain itu, setiap tahap yang telah selesai sebelumnya akan diperiksa kembali untuk memastikan kesesuaian dengan aturan atau standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Pemeriksaan dilakukan berguna untuk menjamin bahwa setiap elemen dan fungsi aplikasi memenuhi standar kualitas yang telah diatur sebelumnya. Hal ini mencakup penggunaan alat-alat dan bahasa pemrograman yang sesuai dan memastikan keseluruhan proses pengembangan sesuai dengan pedoman yang telah ditetapkan.

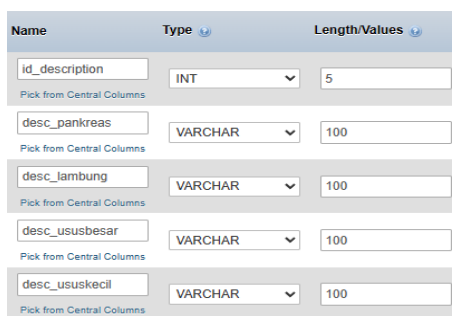


Gambar 6. Implementasi Database Vuforia SDK

Pada tahap implementasi, perancangan database sudah mulai dibentuk seperti pada Gambar 6. Perancangan database sendiri merupakan suatu proses pengorganisasian data-data yang diperlukan untuk menunjang perancangan sistem yang ingin dibuat. Dalam pembuatan aplikasi ini telah menggunakan dua database, salah satunya Vuforia SDK yang berfungsi untuk menyimpan data marker. Vuforia SDK adalah sebuah software atau library untuk pengembangan aplikasi AR yang berfungsi untuk menggabungkan dunia fisik dan dunia virtual dengan memanfaatkan kamera perangkat mobile sebagai jendela yang memungkinkan objek virtual atau informasi lainnya bisa berinteraksi dengan objek fisik disekitarnya[15].

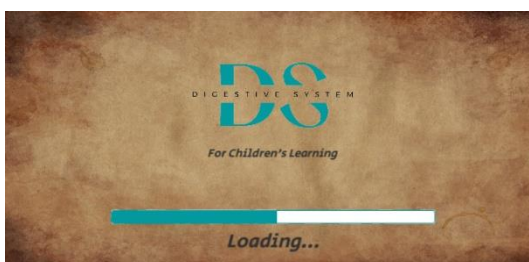


Gambar 7. Implementasi Database MySQL Deskripsi Objek 3D

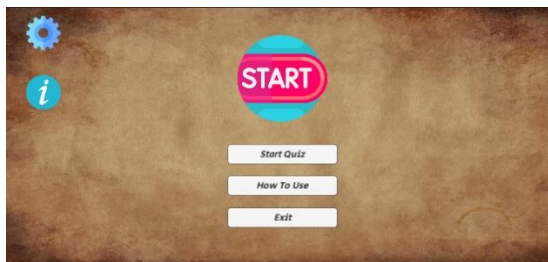


Gambar 8. Implementasi Database MySQL Quiz

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan pembuatan database MySQL, database tersebut digunakan untuk menampung data dari deskripsi objek 3D dan soal kuis. MySQL adalah sebuah sistem pengelolaan basis data relasional yang memungkinkan penggunaannya untuk menyimpan dan mengelola data melalui tabel [16].



Gambar 9. Implementasi Desain Loading Screen

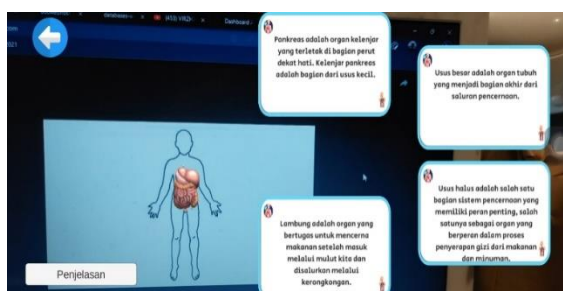


Gambar 10. Implementasi Desain Main Menu



Gambar 11. Implementasi Desain About Apps

Terlihat pada Gambar 9, dimulai dari implementasi *loading screen*, *loading screen* merupakan halaman awal yang akan ditemukan saat membuka aplikasi. Setelah melewati *loading screen* pengguna akan diarahkan langsung ke halaman utama yaitu menu utama, sebagaimana tergambar pada Gambar 10. Pada menu utama sendiri terdapat beberapa opsi menu yang dapat dipilih pengguna seperti *Start*, *Start Quiz*, *How to Use*, *Exit*, *Settings*, dan *About Apps*. Beberapa menu tersebut menyajikan konten yang berbeda-beda, salah satunya *About Apps*, halaman tersebut berisi informasi tentang aplikasi yang dibuat dan tentang pembuat aplikasi, seperti yang ada pada Gambar 11.



Gambar 12. Implementasi Desain Scan AR



Gambar 13. Implementasi Halaman Quiz

DataTables Object 3D

Create Data

Show 10 entries Search:

No	Deskripsi Objek Pankreas	Deskripsi Objek Lambung	Deskripsi Objek Usus Besar	Deskripsi Objek Usus Kecil	Actions
1	Pankreas adalah organ yang terletak di bagian atas rongga perut, tepatnya di belakang lambung.	Lambung adalah organ yang bertugas untuk mencerna makanan setelah masuk melalui mulut kita dan disalurkan melalui kerongkongan.	Usus halus adalah salah satu bagian sistem pencernaan yang memiliki peran penting, salah satunya sebagai organ yang berperan dalam proses penyerapan gizi dari makanan dan minuman	Usus halus atau usus halus adalah salah satu bagian sistem pencernaan yang memiliki peran penting, salah satunya sebagai organ yang berperan dalam proses penyerapan gizi dari makanan dan minuman	

Showing 1 to 1 of 1 entries Previous 1 Next

Gambar 14. Implementasi Web API Deskripsi Objek 3D

No	Soal	Jawaban A	Jawaban B	Jawaban C	Jawaban D	Jawaban Benar	Bobot Soal	Actions
1	Alat pada sistem pencernaan yang digunakan untuk mencerna makanan ialah :	Lambung	Usus Besar	Pankreas	Usus Kecil	a	10	
2	Sistem Pencernaan yang berfungsi untuk menghancurkan makanan sebelumnya masuk ke lambung adalah?	Usus Besar	Usus Kecil	Mulut	Lambung	c	10	

Gambar 15. Implementasi Web API Quiz

Pada Gambar 12, sudah mulai membuat halaman scan AR. Di halaman ini, pengguna dapat mengscan marker yang sudah disediakan. Aplikasi ini menerapkan metode *Marker-based Tracking*, sebuah teknik dalam bidang *Augmented Reality* (AR) yang beroperasi dengan mendeteksi dan melacak marker sebagai titik acuan, yang selanjutnya digunakan sebagai panduan untuk menentukan posisi dan orientasi objek virtual. Untuk menghasilkan tampilan objek tiga dimensi, marker yang digunakan harus sejalan dengan marker yang tersimpan dalam database aplikasi. Aplikasi ini tidak hanya memiliki halaman scan AR saja tetapi terdapat menu kuis, dapat dilihat pada Gambar 13. Pada menu kuis, siswa dapat mengerjakan beberapa soal yang sudah dibuat untuk menguji pengetahuannya dari apa yang telah dilihat dan dipelajari sebelumnya, sehingga guru dapat menilai sejauh mana pengetahuan para siswanya.

Aplikasi ini juga menggunakan teknologi *RESTful API (Representational State Transfer Application Programming Interface)* yang berfungsi untuk berkomunikasi atau berinteraksi dengan dua komponen berbeda melalui jaringan yang kompleks seperti Internet secara efisien dan terstruktur [17]. Dengan menggunakan teknologi ini, aplikasi tersebut dapat menampilkan deskripsi objek 3D dan kuis dari website yang sudah dibuat sebelumnya, terlihat pada Gambar 14 dan Gambar 15. Hal ini memudahkan pengguna yang ingin mengubah beberapa deskripsi atau pertanyaan tanpa perlu membuka aplikasi *Unity3D* karena website sudah dilengkapi fitur *CRUD (Create, Read, Update, dan Delete)* yang dikembangkan menggunakan framework PHP Codeigniter [18].

### 3.4 Integrasi dan Sistem Testing

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan mengidentifikasi kekurangan atau masalah pada aplikasi yang sedang dikembangkan. Metode pengujian yang digunakan ialah pendekatan *blackbox* yang berfokus pada uji coba fungsional aplikasi [19]. Hal ini mencakup penilaian antarmuka pengguna, tampilan luar program, efisiensi proses, penanganan masukan, pemrosesan, dan keluaran yang dihasilkan aplikasi, serta pemahaman bagaimana fitur-fitur aplikasi dimanfaatkan dalam lingkungan pengguna. Hasil uji *black-box* diperlihatkan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Blackbox Testing

No	Unit	Pengujian Sistem	Reaksi Sistem	Hasil
1	Scan AR	Mengarahkan kamera ke marker	Menampilkan Objek 3D	Berhasil
2	Deskripsi Teks	Apakah deskripsi menampilkan informasi sesuai dengan data yang ada pada database.	Menampilkan teks deskripsi setiap objek 3D sesuai dengan data marker yang ada pada database.	Berhasil
3	Rotasi dan Memindah objek 3D	Merotasi dan memindah objek 3D.	Objek 3D berhasil dirotasi dan dipindah.	Berhasil
4	Perbesar dan Perkecil objek 3D	Perbesar dan Perkecil dengan menggunakan 2 jari.	Objek 3D menjadi besar dan kecil sesuai dengan interaksi yang dilakukan pengguna.	Berhasil

Hasil pengujian *black-box* menunjukkan bahwa aplikasi telah berhasil diverifikasi dan dapat diimplementasikan atau diintegrasikan dalam kerangka penelitian ini. Langkah berikutnya melibatkan pengujian kegunaan dengan menerapkan *System Usability Scale (SUS)*, dimana sebelumnya terdapat sepuluh responden yang telah menggunakan aplikasi tersebut. Pengguna akan diberikan pertanyaan mengenai kepuasan dalam menggunakan aplikasi yang telah dibuat. Meskipun *SUS* tidak dapat membantu untuk menentukan faktor-faktor permasalahan pada sistem, namun *SUS* dapat membantu untuk menentukan apakah sistem atau aplikasi tersebut layak digunakan dengan baik atau tidak [20].

Tabel 2. System Usability Scale

No	Pernyataan	Skor
1	Saya memiliki niat untuk memanfaatkan sistem ini di waktu yang akan datang.	1-5
2	Sistem ini terasa kompleks untuk digunakan menurut saya.	1-5
3	Sistem ini menurut saya terasa mudah digunakan.	1-5
4	Terkadang, saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi untuk menggunakan sistem ini.	1-5
5	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan baik.	1-5



6	Saya melihat adanya inkonsistensi atau ketidakserasian dalam sistem ini.	1-5
7	Saya meyakini bahwa orang lain dapat dengan cepat memahami cara menggunakan sistem ini.	1-5
8	Sistem ini terkesan membingungkan menurut saya.	1-5
9	Saya tidak mengalami hambatan dalam menggunakan sistem ini.	1-5
10	Saya perlu menyesuaikan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.	1-5

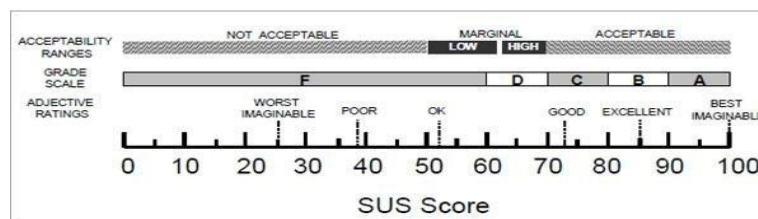
Proses perhitungan skor (SUS) melibatkan beberapa langkah. Pada pernyataan dengan nomor ganjil, nilai skornya dikurangi 1, sedangkan pada pernyataan dengan nomor genap, skor dihitung dengan mengurangkan skor pernyataan tersebut dari angka 5. Setelah itu, skor dari setiap pernyataan dari setiap responden dijumlahkan. Total skor tersebut kemudian dikalikan dengan 2,5 dan rata-rata skor dari semua responden dihitung agar mendapatkan skor akhir SUS [21]. Skor akhir dinyatakan dalam rentang angka 0 hingga 100.

Tabel 3. System Usability Scale

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
1	4	1	5	2	5	2	4	2	4	2	82.5
2	5	2	5	2	4	2	4	2	4	2	80
3	4	2	4	2	4	2	4	1	5	1	82.5
4	4	1	4	1	4	1	5	2	4	1	87.5
5	5	1	4	2	5	2	5	1	5	3	87.5
6	5	1	5	1	5	1	3	1	4	2	82.5
7	4	1	5	1	5	1	4	1	5	2	92.5
8	4	2	4	2	4	2	4	1	4	3	70
9	5	1	4	1	5	1	5	2	4	1	95
10	5	1	4	1	5	2	5	2	5	1	92.5

Skor Akhir System Usability Scale = 87

Skor akhir SUS dari 10 responden adalah 87. Hasil rekapitulasi tersebut tidak hanya ditampilkan dalam bentuk angka, melainkan juga dalam Acceptability Range, Grade Scale, dan Adjective Rating. Seperti yang tampak pada Gambar 16.



Gambar 16. SUS Grade Ranking

Berdasarkan Gambar 16, Hasil pengujian SUS menunjukkan skor akhir sebesar 87, yang berada dalam rentang Acceptability Range yang baik, disebut "acceptable". Selanjutnya, pada Grade Scale, aplikasi mendapat kategori "B", dan pada Adjective Rating, aplikasi dinilai sebagai "Excellent". Berdasarkan hasil keseluruhan ini, dapat disimpulkan bahwa aplikasi penerapan teknologi *Augmented Reality* dalam pengenalan organ pencernaan manusia memiliki potensi untuk digunakan secara luas sebagai media pembelajaran untuk sekolah dasar.

### 3.5 Pemeliharaan

Pada tahap akhir ini, aplikasi sudah dapat digunakan atau dioperasikan. Selain itu, aplikasi juga akan dilakukan perbaikan sistem, pemantauan, optimalisasi dan pembaruan komabilitas, hal ini berguna untuk menjaga aplikasi tetap layak digunakan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, hasilnya menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi, yaitu sebesar 87% untuk System Usability Scale (SUS) dan tingkat keberhasilan mencapai 100% pada pengujian black-box, dievaluasi berdasarkan hasil luaran yang dihasilkan. Hal tersebut merupakan kabar baik, yang menandakan bahwa aplikasi atau sistem tersebut diterima dengan baik oleh pengguna. Penerapan pengenalan organ pencernaan manusia menggunakan *Augmented Reality* pada anak sekolah dasar merupakan sebuah inovasi pendidikan yang sangat menarik. Hal ini memungkinkan anak-anak untuk mengeksplorasi dan memahami organ pencernaan manusia secara interaktif melalui visual 3D. Fitur-fitur yang disajikan tidak hanya scan AR saja, terdapat halaman *Quiz* yang dapat digunakan para siswa untuk menguji coba pengetahuan yang sudah dipelajari sebelumnya. Dengan begitu para pengajar dapat dengan mudah melihat dan menilai sampai sejauh mana kemampuan siswanya. Dengan adanya website yang berfungsi untuk mengatur deskripsi dan soal

kuis mempermudah para pengajar untuk memperbarui informasi tanpa perlu membuka aplikasi *Unity3D*. Dan diharapkan dengan adanya aplikasi ini suasana belajar menjadi lebih interaktif dan menarik.

## REFERENCES

- [1] A. Anjarwati, E. Dinda Festawanti, Y. Wulandari, and F. Rahmadhini, "Pemahaman Tentang Sistem Pencernaan Manusia dan Hewan Siswa SDN Sukabumi 6 Probolinggo," *Desember*, vol. 01, no. 02, pp. 250–251, 2022, doi: <https://doi.org/10.47233/jpst.v1i2.354>.
- [2] F. Syarifuddin, P. Purnawansyah, and I. Irawati, "Aplikasi Augmented Reality Media Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Untuk SD Kelas 5 Berbasis Android," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2020, doi: 10.33096/busiti.v1i1.518.
- [3] S. Negeri, S. Hulu, and K. Barat, "LITERATURE REVIEW: MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY (AR) SEBAGAI INOVASI DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 A Literature Review: Augmented Reality Learning Media As An Innovation in The Era Of Revolutionary Industry 4.0 Leliavia," vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2023, [Online]. Available: <https://jurnalkhatulistiwaipst.kalbarprov.go.id/khatulistiwa/article/view/41>
- [4] A. Pramono and M. D. Setiawan, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan," *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.29407/intensif.v3i1.12573.
- [5] M. F. Azim, E. W. Hidayat, and A. N. Rachman, "Android Battle Game Based on Augmented Reality with 2D Object Marker," *J. Online Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 116, 2019, doi: 10.15575/join.v3i2.255.
- [6] T. A. Retnaningtyas, N. Suprpto, and H. R. Achmadi, "Studi Literatur Pemanfaatan Media Augmented Reality Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik," *IPF Inov. Pendidik. Fis.*, vol. 10, no. 1, pp. 39–49, 2021, doi: 10.26740/ipf.v10n1.p39-49.
- [7] K. S. Kartini and I. N. T. A. Putra, "Respon Siswa Terhadap Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android," *J. Pendidik. Kim. Indones.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2020, doi: 10.23887/jpk.v4i1.24981.
- [8] G. N. R. D. Putra, I. P. Satwika, and I. G. J. E. Putra, "Media Interaktif Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Android," *Jutisi J. Ilm. ...*, vol. 9, no. 1, pp. 117–124, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v9i1.445>.
- [9] R. E. G. Rahayu, L. Fitriani, and C. I. Hambali, "Rancang Bangun Teknologi Augmented Reality pada Pengenalan Sistem Pencernaan Manusia," *J. Algoritm.*, vol. 18, no. 2, pp. 473–481, 2022, doi: 10.33364/algoritma/v.18-2.963.
- [10] P. Ramdani, E. W. Hidayat, and R. N. Shofa, "Pengenalan Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality Untuk Laboratorium Biologi," *J. Siliwangi*, vol. 5, no. 2, pp. 72–77, 2019, doi: 10.37058/jssainstek.v5i2.1287.
- [11] F. Gianadevi, Elviana, and R. Napitupulu, "Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, pp. 8497–8507, 2022.
- [12] A. C. Nugraha, K. H. Bachmid, K. Rahmawati, N. Putri, A. R. N. Hasanah, and F. A. Rahmat, "Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Untuk Pembelajaran Tematik Kelas 5 Sekolah Dasar," *J. Edukasi Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 138–147, 2021, doi: 10.21831/jee.v5i2.45497.
- [13] M. N. Zsalsabilla, B. Hendriana, and K. Masykuroh, "Pengembangan media augmented reality sistem tata surya (solar system) pada anak usia 5–7 tahun," *J. Inov. Teknol. Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 136–148, 2022, doi: 10.21831/jitp.v9i2.51771.
- [14] M. Alda, "Development of a Mobile-Based Student Grade Processing Application Using the Waterfall Method," *Ultim. J. Tek. Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 50–58, 2023, doi: 10.31937/ti.v15i1.3134.
- [15] I. M. P. P. Wijaya, "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan Library Vuforia," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 173–181, 2022, doi: 10.47080/simika.v5i2.2220.
- [16] DigitalOcean, "What is MySQL?," *Website*, 2023. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/what-is-mysql>
- [17] A. C. Fallo and A. P. Wibowo, "Penerapan REST API Untuk Aplikasi Reservasi Dokter Praktik Berbasis Android (Studi Kasus: Klinik dr. Candra Safitri)," *Teknika*, vol. 12, no. 2, pp. 106–114, 2023, doi: 10.34148/teknika.v12i2.615.
- [18] M. Muqorobin and N. A. Rozaq Rais, "Comparison of PHP Programming Language with Codeigniter Framework in Project CRUD," *Int. J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 3, pp. 94–98, 2022, doi: 10.29040/ijcis.v3i3.77.
- [19] C. Kartiko, "Black Box Testing Boundary Value Analysis Pada Aplikasi Submission System," *Edik Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 15–22, 2020, doi: 10.22202/ei.2020.v6i2.3995.
- [20] A. G. Imana and Y. S. Nugroho, "Ux (User Experience) Evaluation of the Openlearning System At Universitas Muhammadiyah Surakarta Using Heuristic Evaluation and Usability Testing," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 4, pp. 681–691, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.4.824.
- [21] J. Brooke, "SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale," *Usability Eval. Ind.*, no. July, pp. 207–212, 2020, doi: 10.1201/9781498710411-35.