

Augmented Reality Berbasis Android untuk Pengenalan Alat Pernapasan Menggunakan Metode Marker Based Tracking

M. Ridho Pangestu^{1*}, Suriati²

^{1*,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Indonesia

^{1*}muhammadridhopangestu11@gmail.com, ²suriati1908@gmail.com

^{*)}muhammadridhopangestu11@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada platform Android untuk memperkenalkan alat pernapasan makhluk hidup, yaitu paru-paru, insang, dan trakea, sebagai upaya meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi biologi. Aplikasi dikembangkan dengan metode *Marker Based Tracking* yang dipilih karena mampu menempatkan objek virtual secara akurat pada marker yang telah ditentukan, sehingga visualisasi 3D menjadi lebih realistis dan interaktif. Pengembangan dilakukan menggunakan Unity 3D dan Vuforia SDK sebagai inti teknologi AR, Blender untuk pembuatan model 3D, serta Canva untuk desain antarmuka dan marker, dengan bahasa pemrograman C# untuk mengatur logika interaksi. Aplikasi memungkinkan pengguna memindai marker untuk menampilkan objek 3D lengkap dengan informasi deskriptif, memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibanding media konvensional. Pengujian kepada 100 siswa berusia 10–14 tahun menunjukkan respon positif, di mana 93% menyatakan aplikasi mudah dipahami, 83% menilai objek jelas, 94% merasa terbantu memahami materi, dan 100% lebih semangat serta lebih mudah memahami dibanding pembelajaran buku atau guru saja. Hasil ini membuktikan bahwa AR dapat meningkatkan keterlibatan dan efektivitas pembelajaran biologi. Implementasi AR dalam media pembelajaran menawarkan pendekatan inovatif yang menggabungkan visualisasi interaktif dan teknologi modern, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan variasi objek, animasi proses kerja organ, dan dukungan multi-platform

Kata Kunci: *Augmented Reality, Marker Based Tracking, Android, Alat Pernapasan, Media Pembelajaran Interaktif*

Abstract—This study aims to design and implement an *Augmented Reality* (AR)-based learning application on the Android platform to introduce respiratory organs of living beings, namely lungs, gills, and tracheae, as an effort to improve students' interest and understanding of biology subjects. The application was developed using the *Marker Based Tracking* method, chosen for its ability to accurately place virtual objects on predefined markers, resulting in more realistic and interactive 3D visualizations. Development was carried out using Unity 3D and Vuforia SDK as the core AR technology, Blender for creating 3D models, and Canva for designing the interface and markers, with the C# programming language used to manage interaction logic. The application allows users to scan markers to display 3D objects along with descriptive information, providing a more engaging learning experience compared to conventional media. Testing involving 100 students aged 10–14 years showed positive responses, with 93% stating the application is easy to understand, 83% rating the objects as clear, 94% feeling assisted in understanding the material, and 100% reporting greater enthusiasm and ease of learning compared to using books or teachers alone. These results demonstrate that AR can enhance engagement and effectiveness in learning biology. Implementing AR in learning media offers an innovative approach that combines interactive visualization with modern technology and has the potential to be further developed by adding more object variations, organ function animations, and multi-platform support.

Keywords: *Augmented Reality, Marker Based Tracking, Android, Respiratory System, Interactive Learning Media.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam membentuk sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam proses pendidikan, pemahaman terhadap materi-materi pelajaran sangat dipengaruhi oleh metode dan media yang digunakan dalam proses pembelajaran. Salah satu bidang studi yang memiliki tingkat kompleksitas cukup tinggi adalah ilmu biologi, terutama pada topik sistem pernapasan makhluk hidup. Topik ini mencakup berbagai jenis alat pernapasan yang berbeda antara satu makhluk hidup dengan lainnya, seperti paru-paru pada manusia, insang pada ikan, hingga trakea pada serangga. Keragaman jenis dan struktur alat pernapasan tersebut menuntut pemahaman visual yang baik agar siswa dapat memahami fungsi serta bentuknya secara akurat.

Namun, sering kali pembelajaran masih mengalami kendala akibat kurangnya inovasi pada metode dan model yang digunakan, tidak tersedianya media yang menarik untuk merangsang minat belajar siswa, serta minimnya perlakuan yang mampu mendorong keaktifan siswa dalam mengikuti proses pembelajaran secara optimal[1]. Kondisi ini semakin diperparah dengan kecenderungan sistem pembelajaran saat ini yang masih menggunakan metode konvensional, seperti buku teks dan media lainnya, dalam mempelajari konsep-konsep kompleks seperti sistem pernapasan. Akibatnya, siswa dapat kehilangan minat belajar dan mengalami penurunan rasa ingin tahu terhadap materi yang disampaikan [2]. Padahal, seiring dengan berkembangnya teknologi, manusia justru semakin dimudahkan dalam menjalani berbagai aktivitas, termasuk dalam bidang pendidikan. Perkembangan teknologi ini seharusnya dimanfaatkan untuk menciptakan media pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan relevan dengan kebutuhan siswa masa kini[3].

Salah satu inovasi yang saat ini mulai banyak dikembangkan dan diterapkan dalam dunia pendidikan adalah teknologi Augmented Reality (AR). Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang memadukan objek dan informasi digital ke dalam dunia nyata secara real time, menciptakan pengalaman interaktif yang memperluas persepsi pengguna dengan menyisipkan elemen-elemen digital ke dalam lingkungan fisik mereka[2]. Perancangan Augmented Reality dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Marker Based Tracking yang diimplementasikan pada platform berbasis Android. Marker Based Tracking adalah salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengembangan Augmented Reality. Cara kerja metode ini adalah melacak marker melalui tiga sumbu X, Y dan Z serta bantuan titik koordinat (0,0,0) secara virtual pada ruang 3 dimensi[4].

Metode Marker Based Tracking dipilih karena merupakan salah satu pendekatan yang paling umum dan efektif digunakan dalam pengembangan teknologi Augmented Reality, khususnya dalam hal pelacakan objek visual secara real-time. Dalam proses pengembangan dan perancangannya, aplikasi Augmented Reality ini dibangun menggunakan perangkat lunak Unity sebagai platform utama karena kemampuannya yang fleksibel dalam mendukung pengembangan AR. Selain itu, aplikasi ini juga didukung oleh sejumlah perangkat lunak pendukung lainnya seperti Canva untuk keperluan desain visual, Blender untuk pembuatan dan modifikasi objek 3D, serta aplikasi lain yang menunjang kelengkapan fungsi dan tampilan aplikasi secara keseluruhan. Pada penelitian ini terdapat penelitian terkait yaitu “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Pernapasan Hewan Berbasis 3D Augmented Reality” yang di dalamnya membahas penggunaan teknologi AR bisa membantu mengatasi rendahnya minat dan pemahaman siswa akibat keterbatasan media visual. Namun, objek yang di visualisasikan masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini ingin dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan variasi objek pernapasan makhluk hidup guna memperluas cakupan materi.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang media pembelajaran berbasis aplikasi Android dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality menggunakan metode marker-based tracking, sehingga dapat menampilkan bentuk alat pernapasan dalam bentuk 3D yang menarik dan interaktif untuk mendukung proses pembelajaran. Tujuan penelitian ini adalah merancang media pembelajaran aplikasi berbasis aplikasi Android yang mampu memvisualisasikan alat pernapasan makhluk hidup dalam bentuk objek 3D menggunakan teknologi Augmented Reality dengan menerapkan metode marker based tracking. Penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam penyampaian materi alat pernapasan melalui media digital yang interaktif dan modern. Dengan demikian, penelitian ini mampu memberikan kontribusi nyata terhadap inovasi media pembelajaran digital, khususnya dalam bidang biologi. Media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang dikembangkan tidak hanya membantu siswa memahami konsep alat pernapasan makhluk hidup dengan lebih mudah dan menyenangkan, tetapi juga memperlihatkan relevansi penggunaan teknologi digital dalam menunjang proses pembelajaran sains. Lebih jauh, penelitian ini juga berperan sebagai upaya adaptasi pendidikan terhadap perkembangan era digital, di mana generasi muda sudah sangat akrab dengan penggunaan perangkat mobile dalam keseharian mereka. Dengan menghadirkan pengenalan alat pernapasan melalui media AR, siswa tidak hanya mendapatkan pengetahuan semata, melainkan juga pengalaman belajar yang lebih nyata, interaktif, dan sesuai dengan gaya belajar generasi saat ini.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Analisis Sistem

Sistem adalah rangkaian dari dua atau lebih komponen-komponen yang saling berhubungan, yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan[5]. Analisis sistem merupakan tahapan yang krusial dalam memahami aplikasi atau sistem yang sedang dikembangkan maupun yang telah berjalan. Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, batasan, serta hubungan antar kebutuhan dalam sistem. Dengan analisis ini, sistem informasi dibedah menjadi bagian komponen untuk mengevaluasi dan memahami masalah yang ada, sehingga kelemahan, peluang, hambatan, serta kebutuhan sistem dapat teridentifikasi. Proses ini penting dalam merancang perbaikan dan pengembangan aplikasi Augmented Reality media pembelajaran untuk pengenalan alat pernapasan berbasis

Android. Melalui pendekatan ini, sistem dapat dirancang untuk memberikan output yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

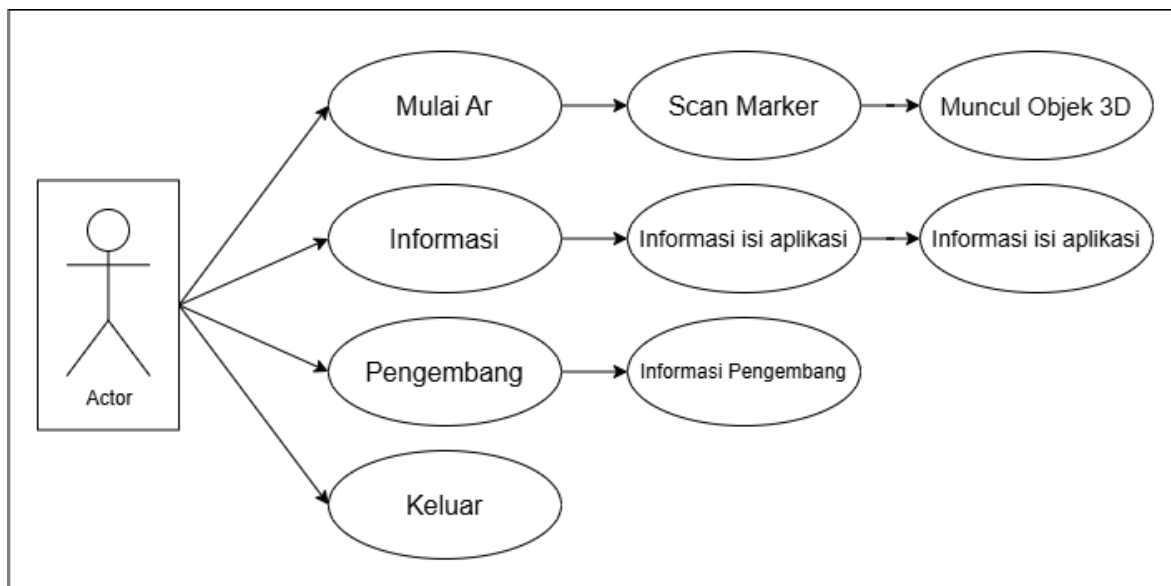
2.2 Perancangan Sistem

Perancangan merupakan penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa yang terpisah dan dirancang dalam satu kesatuan utuh yang memiliki fungsi untuk merancang suatu sistem dalam bagan alir atau flowchart yang menunjukkan urutan-urutan proses dari suatu sistem[6].

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan alur kerja aplikasi dan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem. Pada tahap ini digunakan berbagai pemodelan, mulai dari use case diagram, activity diagram, flowchart, hingga rancangan antarmuka pengguna. Perancangan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sistem sebelum masuk ke tahap implementasi.

2.2.1 Use Case Diagram

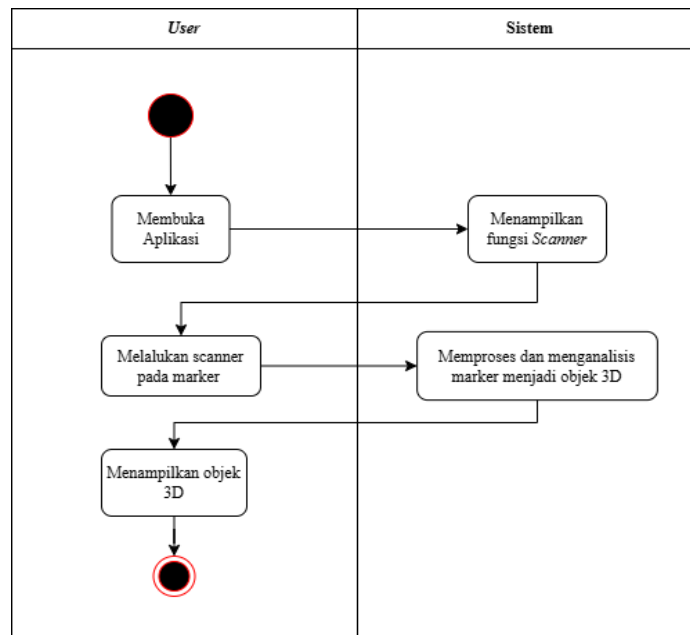
Use case diagram merupakan model hasil analisis perancangan sistem yang menggambarkan interaksi antara sistem dengan aktor, dengan tujuan mendeskripsikan kebutuhan sistem secara tepat melalui abstraksi yang sesuai. Diagram ini memperlihatkan bagaimana admin maupun pengguna berinteraksi dengan sistem, sehingga kebutuhan dan alur penggunaan sistem dapat tergambarkan dengan jelas[7].



Gambar 1. Alur Use Case Diagram

2.2.2 Activity Diagram

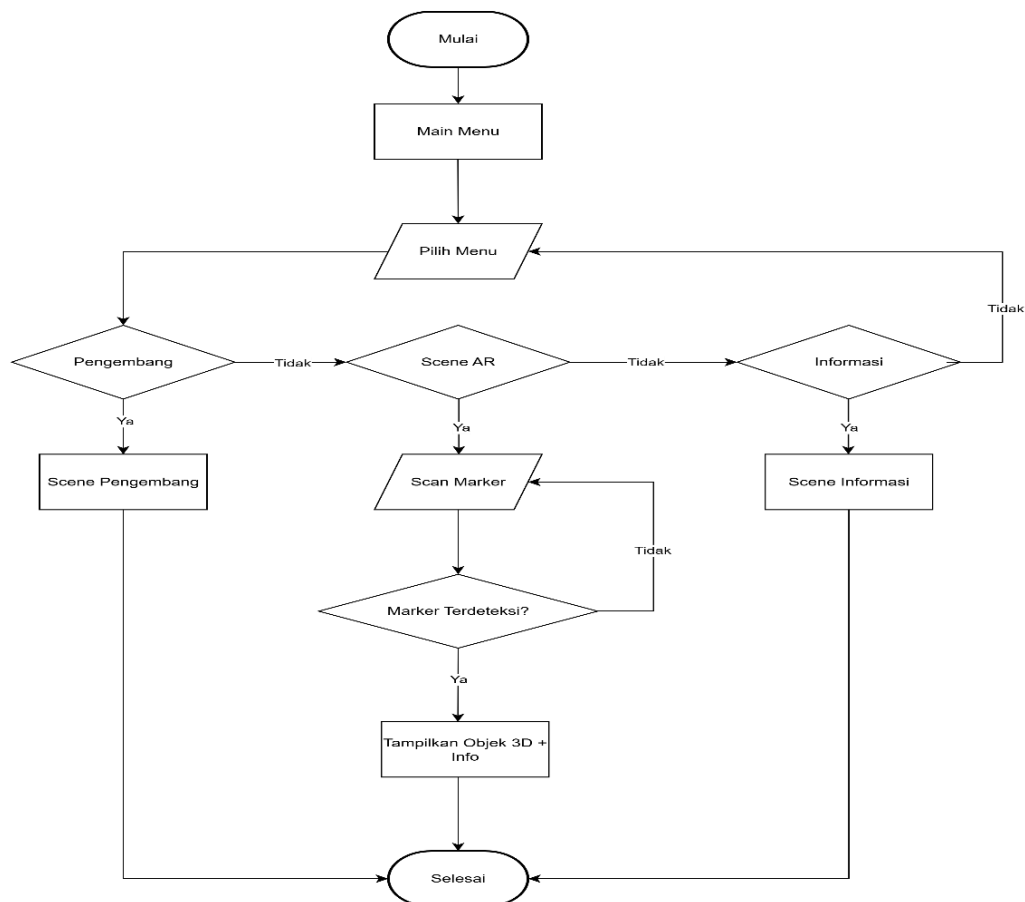
Activity diagram menggambarkan aliran fungsionalisme dalam suatu sistem informasi. Secara lengkap, activity diagram mendefinisikan dimana workflow dimulai, dimana berhentinya, aktivitas apa yang terjadi selama workflow, dan bagaimana urutan kejadian aktivitas tersebut[7].



Gambar 2. Alur Activity Diagram

2.2.3 Flowchart

Flowchart adalah grafik atau bagan yang menggambarkan tahapan atau urutan suatu program dan hubungan antara pernyataan dan proses. Gambar ini diwakili oleh simbol-simbol, di mana setiap simbol menunjukkan prosedur tertentu[8]



Gambar 3. Alur Flowchart

2.3 Implementasi

Implementasi adalah kegiatan yang direncanakan dan dilaksanakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan[9]. Tahap implementasi merupakan proses pembangunan aplikasi berdasarkan hasil analisis dan perancangan sistem. Pada tahap ini dipilih teknologi Augmented Reality dengan metode marker based tracking untuk membangun aplikasi berbasis Android.

2.3.1 Augmented Reality

Secara teknis, AR adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia virtual secara harmonis, di mana elemen-elemen digital seperti animasi tiga dimensi (3D) dapat ditampilkan dan diintegrasikan ke dalam lingkungan nyata. Teknologi ini bersifat interaktif secara real-time, sehingga pengguna dapat berinteraksi langsung dengan objek virtual yang terlihat seolah-olah hadir di dunia fisik[10].

Lebih dari sekadar menampilkan objek virtual, AR dirancang untuk memperkaya dunia nyata dengan berbagai elemen dan data kontekstual guna meningkatkan pemahaman pengguna terhadap informasi yang disajikan. Data kontekstual tersebut dapat berupa suara narasi, informasi lokasi, konteks historis, maupun jenis data lain yang relevan. Dengan kemampuannya ini, AR mampu memberikan pengalaman belajar dan eksplorasi yang lebih mendalam serta dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang[11]

2.3.2 Marker Based Tracking

Metode marker-based tracking merupakan salah satu pendekatan dalam teknologi Augmented Reality (AR) yang berfungsi untuk mendeteksi serta mengenali suatu pola visual tertentu pada penanda (marker) agar sistem dapat menampilkan objek virtual secara tepat di lingkungan dunia nyata. Marker yang digunakan dalam metode ini umumnya memiliki bentuk geometris yang sederhana, yaitu berupa kotak dengan kombinasi warna hitam dan putih. Ciri khas dari marker ini terletak pada pola hitam di bagian tengahnya yang kontras, dikelilingi oleh sisi tepi berwarna hitam tebal, serta memiliki latar belakang putih yang mencolok, sehingga mudah dikenali oleh sistem melalui kamera atau perangkat pemindai. Bahkan, dalam implementasinya, marker juga bisa berupa gambar tertentu yang dapat dipindai oleh kamera untuk menghasilkan proyeksi objek virtual sesuai dengan posisi dan orientasi marker tersebut[12].

2.4 Tools

Dalam proses implementasi, penelitian ini menggunakan beberapa perangkat lunak pendukung yang memiliki peran penting sesuai dengan kebutuhan sistem yang dikembangkan.

2.4.1 Unity 3D

Unity 3D merupakan game engine lintas platform yang dirancang untuk mendukung pembuatan beragam aplikasi interaktif, khususnya pada pengembangan permainan (game) dan teknologi Augmented Reality (AR). Dengan fitur yang lengkap dan antarmuka yang fleksibel, Unity 3D memungkinkan pengembang merancang, membangun, dan mengekspor aplikasi ke berbagai sistem operasi dan perangkat untuk keperluan hiburan, edukasi, maupun simulasi berbasis AR[13].

2.4.2 Vuforia SDK

Vuforia merupakan SDK yang dikembangkan untuk membantu developer dalam mengembangkan aplikasi AR di Smartphone. AR Vuforia memberikan cara berinteraksi yang memanfaatkan kamera mobile phones untuk digunakan sebagai perangkat masukan, sebagai mata elektronik yang mengenali penanda tertentu, sehingga di layar bisa ditampilkan perpaduan antara dunia nyata dan dunia yang digambar oleh aplikasi. Vuforia SDK memiliki berbagai fitur seperti memindai objek, teks, marker, dan mampu mengenali objek yang sudah ditetapkan, sehingga membantu bagi pengembang yang belum memahami Artificial Intelligence[14].

2.4.3 Blender 3D

Untuk pembuatan objek dilakukan di aplikasi editing yaitu blender 3D. Blender 3D adalah sebuah aplikasi open source yang banyak digunakan dalam membuat konten 3D interaktif. Aplikasi blender ini mempunyai banyak fungsi seperti proses modelling, texturing, rendering, simulation membuat animasi, editing video dan juga dapat membuat game. Blender merupakan software pengolah 3D yang bisa dijalankan di Windows, Macintosh dan Linux[15].

2.4.4 Canva

Untuk pembuatan desain tampilan aplikasi dan marker disain di Canva. Canva adalah sebuah website dan aplikasi desain grafis berbasis online, yang berguna untuk memudahkan seseorang dalam membuat tampilan grafis atau visual yang menarik. Canva dapat digunakan bahkan oleh orang yang baru belajar atau belum pernah



menggunakan aplikasi desain grafis sebelumnya. Di aplikasi Canva, terdapat banyak template siap pakai, yang dapat diedit pengguna kapan saja, tanpa perlu mendesain dari awal[16].

2.4.4 Bahasa C# & Visual Studio Code

Untuk pengaturan logika dan interaksi didalam aplikasi, digunakan bahasa C# yang ditulis di Visual Studio Code. C# merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh perusahaan teknologi Microsoft dengan tujuan untuk menyediakan sintaks yang sederhana, mudah dipahami, namun tetap powerful dalam pengembangan perangkat lunak. Kesederhanaan dan fleksibilitasnya menjadikan C# sebagai salah satu pilihan utama dalam pengembangan aplikasi modern di lingkungan ekosistem Microsoft[17]. Visual Studio Code adalah kode editor sumber yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux dan mac OS. Visual Studio Code bersifat open source, yaitu aplikasi dengan source code yang dapat dilihat oleh siapapun untuk berkontribusi pada pengembangan aplikasi tersebut. Code juga dapat dilihat melalui link github, menjadikan aplikasi Visual Studio Code memiliki banyak penggemar dalam mengembangkan aplikasi kedepannya[18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Produk utama yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) yang dirancang khusus untuk membantu siswa sekolah dasar memahami alat pernapasan makhluk hidup melalui visualisasi interaktif. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak Unity yang terintegrasi dengan Vuforia SDK karena mendukung penerapan teknologi AR dengan metode *marker based tracking* serta kompatibel dengan perangkat Android yang umum digunakan oleh siswa. Pemilihan platform mobile bukan tanpa alasan, melainkan berdasarkan pertimbangan bahwa sebagian besar siswa lebih terbiasa menggunakan smartphone dibandingkan perangkat komputer atau media cetak, sehingga media pembelajaran ini dapat lebih mudah diakses dan dimanfaatkan dalam proses belajar sehari-hari.

3.2 Tampilan Aplikasi

Bagian ini menjelaskan hasil implementasi antarmuka (user interface) dari pembahasan perancangan aplikasi sebelumnya. User Interface merupakan sebuah tampilan aplikasi yang memfasilitasi pengguna ketika melakukan interaksi dengan aplikasi[19]. Setiap tampilan dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengakses fitur-fitur utama yang tersedia di dalam aplikasi. Desain yang digunakan menekankan pada kemudahan penggunaan (user-friendly), dan fungsionalitas yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

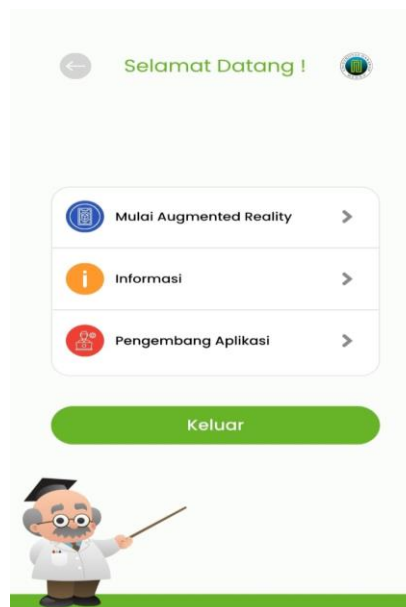
3.2.1 Tampilan Halaman Awal Aplikasi

Tampilan awal merupakan halaman pertama yang muncul saat aplikasi dijalankan. Halaman ini menampilkan judul aplikasi "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Alat Pernapasan" yang ditampilkan secara jelas di bagian atas layar. Judul tersebut memberikan gambaran langsung kepada pengguna mengenai tujuan dan fungsi dari aplikasi. Terdapat dua tombol utama, yaitu tombol "Mulai" berwarna hijau dan tombol "Keluar" dengan desain outline hijau. Tombol "Mulai" berfungsi untuk membawa pengguna masuk ke halaman beranda aplikasi, sedangkan tombol "Keluar" digunakan untuk menutup aplikasi.

**Gambar 4.** Tampilan Halaman Awal

3.2.2 Tampilan Beranda

Setelah pengguna menekan tombol “Mulai” pada halaman awal, aplikasi akan menampilkan halaman beranda sebagai pusat navigasi utama. Tampilan ini menjadi titik awal bagi pengguna untuk mengakses seluruh fitur yang tersedia di dalam aplikasi. Di halaman ini, terdapat beberapa tombol utama yang masing-masing mengarahkan pengguna ke fitur-fitur inti, yaitu “Mulai AR”, “Informasi”, dan “Pengembang”. Tombol “Mulai AR” digunakan untuk mengakses fitur Augmented Reality yang menjadi inti dari aplikasi ini. Sementara itu, tombol “Informasi” akan menampilkan penjelasan terkait alat pernapasan, seperti deskripsi, makhluk hidup yang menggunakannya, dan cara kerjanya. Sedangkan tombol “Pengembang” berisi informasi tentang pembuat dalam pembuatan aplikasi ini.

**Gambar 5.** Tampilan Beranda

3.2.3 Tampilan Mulai AR

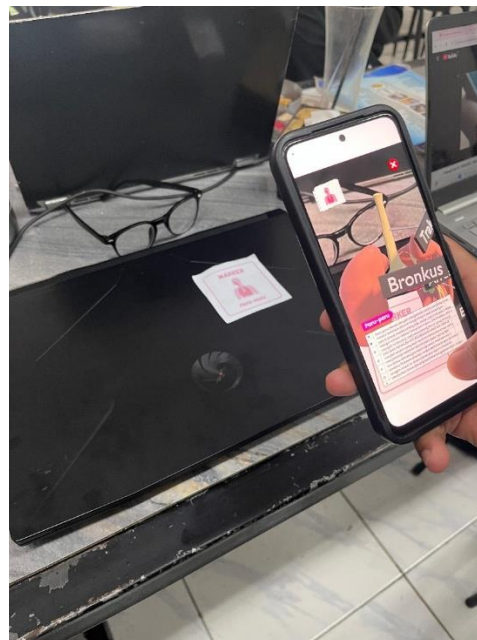
Menu ini digunakan untuk mengakses fitur utama dari aplikasi, yaitu Augmented Reality (AR) yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek virtual secara nyata melalui perangkat mereka. Ketika pengguna memilih menu “Mulai AR”, aplikasi akan secara otomatis mengaktifkan kamera perangkat dan menampilkan antarmuka pemindaian. Pada tahap ini, pengguna diarahkan untuk mengarahkan kamera ke marker

husus yang telah disiapkan sebelumnya agar sistem dapat melakukan proses pendeteksian. Marker tersebut berfungsi sebagai pemicu untuk menampilkan objek digital dalam bentuk tiga dimensi. Ilustrasi dari tampilan awal saat kamera mulai aktif dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Aplikasi Membuka Kamera Untuk Scanning

Setelah marker terdeteksi dengan baik oleh sistem, aplikasi akan menampilkan objek 3D secara real-time, tepat di atas marker yang dikenali. Selain bentuk visual dari objek, aplikasi juga akan menyajikan informasi tambahan yang relevan, seperti nama alat pernapasan, fungsinya, serta makhluk hidup yang menggunakan alat tersebut. Semua elemen ini akan muncul secara bersamaan di layar perangkat, sehingga pengguna dapat memahami objek tidak hanya secara visual, tetapi juga secara informatif. Proses ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Tampilan hasil pemindaian marker dan visualisasi objek dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kamera Aplikasi Berhasil Membaca Marker Dan Berhasil Menampilkan Objek 3D

3.2.4 Tampilan Informasi

Menu Informasi merupakan salah satu bagian penting dalam aplikasi yang dirancang untuk memberikan penjelasan lebih lanjut dan mendalam mengenai alat-alat pernapasan yang telah ditampilkan sebelumnya melalui fitur Augmented Reality (AR). Jika fitur AR berfungsi untuk menampilkan visualisasi objek secara langsung dan interaktif, maka menu informasi bertugas untuk melengkapi pemahaman pengguna dengan konten berbasis teks

yang bersifat edukatif. Informasi yang disajikan pada menu ini mencakup berbagai aspek, seperti deskripsi alat pernapasan, jenis makhluk hidup yang menggunakan alat tersebut, serta penjelasan tentang cara kerja alat tersebut dalam proses pernapasan.



Gambar 8. Tampilan Menu Informasi

3.2.5 Tampilan Pengembang

Menu Pengembang merupakan bagian dari aplikasi yang menyajikan informasi mengenai pihak yang membuat dan mengembangkan aplikasi ini. Informasi yang ditampilkan mencakup nama lengkap pengembang, Nomor Pokok Mahasiswa (NPM), serta asal institusi atau perguruan tinggi tempat pengembang menempuh pendidikan. Tampilan ini bertujuan untuk memberikan identitas yang jelas terhadap siapa yang bertanggung jawab dalam proses pembuatan aplikasi, sekaligus sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik atas karya yang telah dibuat. Selain itu, menu ini juga dapat memberikan apresiasi terhadap usaha dan kontribusi pengembang dalam merancang, merancang ulang, serta merealisasikan ide aplikasi menjadi sebuah produk yang dapat digunakan.



Gambar 9. Tampilan Pengembang

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian terhadap perangkat lunak sangat penting dilakukan dengan tujuan untuk memberikan jaminan kualitas perangkat lunak yang dihasilkan agar bebas dari terjadinya kesalahan[20]. Pengujian dalam penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai langkah penting untuk memastikan pengumpulan data yang benar dan memberikan data yang akurat. Kuesioner disebar ke 100 responden siswa sekolah dasar kelas 4-6 dan siswa sekolah menengah pertama kelas 7-8 dalam rentang umur 10-14 tahun untuk mengevaluasi sejauh mana aplikasi dapat berfungsi dengan baik dan memberikan kemudahan bagi pengguna.

3.3.1 Hasil Kuesioner

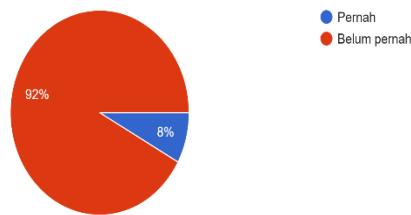
Kuesioner adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur suatu peristiwa atau kejadian yang berisi kumpulan pertanyaan untuk memperoleh informasi terkait penelitian yang dilakukan[21]. Hasil kuesioner dari penyebaran kuesioner kepada 100 responden menunjukkan bahwa aplikasi ini mendapat tanggapan yang positif. 93% responden menyatakan bahwa aplikasi ini mudah di pahami, 83% berpendapat bahwa objek yang muncul sangat jelas dan mudah dimengerti, sebanyak 94% responden menyatakan bahwa gambar 3D ini sangat membantu mereka dalam memahami alat pernapasan, 100% responden merasa lebih semangat belajar alat pernapasan setelah menggunakan aplikasi ini dan terakhir 100% responden menyatakan bahwa belajar menggunakan aplikasi AR jauh lebih mudah dan membuat mereka lebih paham dibandingkan metode belajar biasa (buku atau guru) Berikut adalah hasil kuesioner yang di dapat dari responden

Tabel 1. Tabel Pengujian Responden

Pertanyaan	Gambar Diagram	Keterangan																		
Umur	<table border="1"> <caption>Data for Umur Diagram</caption> <thead> <tr> <th>Umur</th> <th>Jumlah Responden</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>20</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>20</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>25</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>18</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>17</td> <td>17%</td> </tr> </tbody> </table>	Umur	Jumlah Responden	Persentase	10	20	20%	11	20	20%	12	25	25%	13	18	18%	14	17	17%	Tampilan Ini merupakan hasil diagram untuk pertanyaan “umur” yang di isi menggunakan googleform.
Umur	Jumlah Responden	Persentase																		
10	20	20%																		
11	20	20%																		
12	25	25%																		
13	18	18%																		
14	17	17%																		
Jenis Kelamin	<table border="1"> <caption>Data for Jenis Kelamin Diagram</caption> <thead> <tr> <th>Jenis Kelamin</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Laki-Laki</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Perempuan</td> <td>45%</td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Kelamin	Persentase	Laki-Laki	55%	Perempuan	45%	Diagram ini merupakan jawaban dari “Jenis kelamin” pengguna yang menjawab kuesioner.												
Jenis Kelamin	Persentase																			
Laki-Laki	55%																			
Perempuan	45%																			

Kamu pernah pakai aplikasi AR (yang gambarnya muncul di layar pakai kamera) sebelumnya?

Kamu pernah pakai aplikasi AR (yang gambarnya muncul di layar pakai kamera) sebelumnya?
100 jawaban



Pada diagram disamping ini menunjukkan bahwa hasil kuesioner **Belum pernah** 92%, **Pernah** 8%

Menurutmu, apakah tampilan dari aplikasi ini mudah dipahami?

Menurutmu, apakah tampilan dari aplikasi ini mudah dipahami?
100 jawaban

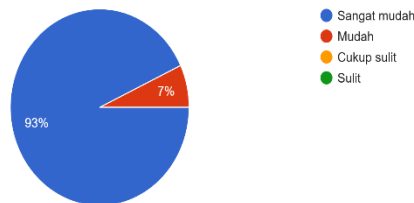


Diagram disamping menunjukkan 93% menyatakan **Sangat mudah**, sementara 7% menyatakan **Mudah**

Bagaimana pendapatmu tentang gambar atau objek yang muncul saat menggunakan aplikasi ini?

Bagaimana pendapatmu tentang gambar atau objek yang muncul saat menggunakan aplikasi ini?
100 jawaban

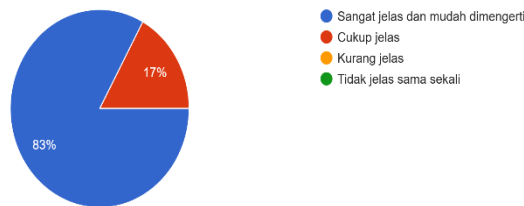


Diagram disamping menunjukkan 83% menyatakan **Sangat jelas dan mudah dimengerti**, sementara 17% menyatakan **Cukup jelas**

Apakah gambar 3D ini membantu kamu memahami alat pernapasan?

Apakah gambar 3D ini membantu kamu memahami alat pernapasan?
100 jawaban

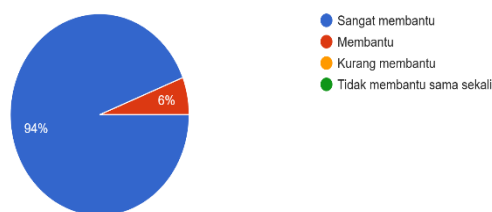


Diagram disamping menunjukkan 94% menyatakan **Sangat membantu**, sementara 6% menyatakan **Membantu**

Pakai aplikasi ini, kamu jadi lebih semangat belajar alat pernapasan?

Pakai aplikasi ini, kamu jadi lebih semangat belajar alat pernapasan?
100 jawaban



Diagram disamping menunjukkan 100% menyatakan **Sangat semangat**

Dengan belajar menggunakan aplikasi AR, apakah kamu lebih mudah dan paham daripada belajar biasa (buku/guru)?

Dengan belajar menggunakan aplikasi AR, apakah kamu lebih mudah dan paham daripada belajar biasa (buku/guru)?
100 jawaban

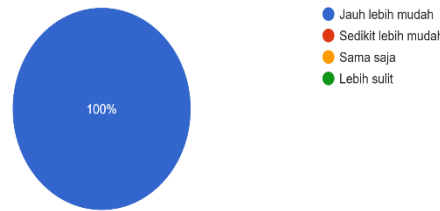


Diagram disamping menunjukkan 100% menyatakan **Jauh lebih mudah**

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah aplikasi pembelajaran interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) yang berfungsi untuk memperkenalkan alat-alat pernapasan pada makhluk hidup melalui perangkat Android. Aplikasi ini dirancang sebagai media edukatif modern bagi siswa untuk membantu meningkatkan minat belajar. Media pembelajaran ini berhasil diwujudkan dalam bentuk aplikasi Android yang memanfaatkan teknologi AR sehingga mampu menampilkan objek 3D. Proses perancangan dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan antarmuka, pembuatan desain marker, hingga integrasi konten 3D alat pernapasan makhluk hidup. Implementasi aplikasi menggunakan Unity 3D dan Vuforia, dimana marker berfungsi sebagai pemicu munculnya objek 3D, sehingga memungkinkan pengguna mengarahkan kamera ke marker untuk menampilkan model alat pernapasan secara visual dan interaktif. Berdasarkan hasil uji coba menggunakan kuesioner kepada 100 responden, aplikasi ini terbukti efektif dan efisien dalam meningkatkan minat serta pemahaman siswa terhadap materi alat pernapasan makhluk hidup.

REFERENSI

- [1] C. Widowati and A. Purwanto, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Prezi Dalam Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Sistem Pernapasan Makhluk Hidup," *Pros. Semin. Nas. Pendidik.*, pp. 115–119, 2018.
- [2] F. A. Kafilahudin and M. Akbar, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Sistem Pernafasan Hewan Berbasis 3D Augmented Reality," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 31–40, 2024, doi: 10.56211/sudo.v3i1.469.
- [3] W. Wulandari, "Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Peran Sosial Media Youtube Dalam Pembelajaran Pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup," *Berajah J.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, 2023, doi: 10.47353/bj.v3i1.194.
- [4] B. Satria and A. Franz, "Membangun Aplikasi Pengenalan Topeng Hudoq Berbasis Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. September, pp. 103–110, 2023.
- [5] Rini Rubhiyanti, Uswatun Khasanah, and Febryantahanuji, "Pembuatan Sistem Multiuser Untuk Persediaan Barang Dengan Metode Last In First Out," *E-Bisnis J. Ilm. Ekon. dan Bisnis*, vol. 13, no. 1, pp. 88–95, 2020, doi: 10.51903/e-bisnis.v13i1.182.
- [6] M. D. Wijayanti, H. M. Az-Zahra, and W. S. Wardhono, "Perancangan Tampilan Antarmuka Pengguna Aplikasi Web Praktik Kerja Industri (Prakerin) menggunakan Metode Design Thinking. (Studi Kasus: SMKN 2 Singosari)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 3, pp. 1007–1017, 2022, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/10678>
- [7] S. Ramdany, "Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web," *J. Ind. Eng. Syst.*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.31599/2e9afp31.
- [8] I. Burhanuddin and S. Sukirman, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman Flowchart," *Didakt. J. Kependidikan*, vol. 13, no. 1, pp. 479–488, 2024.
- [9] D. Harmita and H. N. Aly, "Implementasi Pengembangan dan Tujuan Kurikulum," *J. Multiling.*, vol. 3, no. 1, pp. 114–119, 2023.
- [10] M. A. Lesmana, I. F. Astuti, and A. Septiarini, "Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pengenalan

- Pesawat Udara Berbasis Android,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 2, p. 71, 2021, doi: 10.30872/jim.v16i2.3744.
- [11] P. W. Aditama, I. Nyoman Widhi Adnyana, and K. Ayu Ariningsih, “Augmented Reality Dalam Multimedia Pembelajaran,” *Pros. Semin. Nas. Desain dan Arsit.*, vol. 2, pp. 176–182, 2019.
- [12] Y. Abdurrahman and M. Azrino Gustalika, “Aplikasi Augmented Reality dengan Marker Based dan Markerless Tracking sebagai Pengenalan Budaya Candi Mendut,” *Remik*, vol. 7, no. 2, pp. 859–871, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i2.12137.
- [13] R. Permana, Eka Praja Wiyata Mandala, and Dewi Eka Putri, “Augmented Reality dengan Model Generate Target dalam Visualisasi Objek Digital pada Media Pembelajaran,” *Maj. Ilm. UPI YPTK*, vol. 30, no. 1, pp. 7–13, 2023, doi: 10.35134/jmi.v30i1.143.
- [14] L. Rezaldi, M. A. Nugroho, and P. D. W. Anggoro, “Implementasi Vuforia Pada Aplikasi Augmented-Reality Pembelajaran Sistem Tata Surya,” *JuTI “Jurnal Teknol. Informasi,”* vol. 1, no. 2, p. 72, 2023, doi: 10.26798/juti.v1i2.805.
- [15] S. Sultan, S. Samsudin, F. Yunita, and I. Ilyas, “Perancangan Desain Interior Kamar Menggunakan Software Sketchup Dan 3D Blender,” *Selodang Mayang J. Ilm. Badan Perenc. Pembang. Drh. Kabupaten Indragiri Hilir*, vol. 8, no. 3, pp. 231–239, 2022, doi: 10.47521/selodangmayang.v8i3.271.
- [16] M. T. Kharissidqi and V. W. Firmansyah, “Aplikasi Canva Sebagai Media Pembelajaran Yang Efektif,” *Indones. J. Educ. Humanit.*, vol. 2, no. 4, pp. 108–113, 2022, [Online]. Available: <http://ijoehm.rcipublisher.org/index.php/ijoehm/article/view/34>
- [17] N. Khairani, J. N. Fadila, and F. Nugroho, “Perancangan Game 2 Dimensi Petualangan Anak Menyelamatkan Orangtua Sebagai Media Edukatif Bagi Anak Dengan Metode Waterfall,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–23, 2021, doi: 10.36294/jurti.v5i1.1779.
- [18] N. Wilyanto, J. Firnando, B. Franko, S. P. Tanzil, H. C. Tan, and E. Hartati, “Pembuatan Website Menggunakan Visual Studio Code di SMA Xaverius 3 Palembang,” *Fordicate*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.35957/fordicate.v3i1.5057.
- [19] Y. S. Jamilah and A. C. Padmasari, “Perancangan User Interface Dan User Experience Aplikasi Say.Co,” *J. Desain Komun. Vis.*, vol. 9, no. June, pp. 2715–4629, 2022, doi: 10.26858/tanra.v9i1.29458.
- [20] M. Mintarsih, “Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [21] R. N. Amalia, R. S. Dianingati, and E. Annisaa’, “The Effect of Number of Respondents on the Validity and Reliability Test Results of the Knowledge and Self-Medication Behaviour Questionnaire,” *Generics J. Res. Pharm.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–15, 2022.