

PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN IPA ANATOMI TUBUH MANUSIA BERBASIS ANDROID DENGAN METODE MDLC (Studi Kasus: MTs Ma'arif NU 1 Kembaran)

Naufal Yusuf Kartiko ^{#1}, Zahra Puspita Paramastri ^{*2}, Wahyu Andi Saputra ^{#3}

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Purwokerto Selatan, Banyumas, Jawa Tengah 53147*

¹ 18102063@ittelkom-pwt.ac.id

² 2211102081@ittelkom-pwt.ac.id

³ andi@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 21-10-2023, revised on 26-10-2023, accepted on 31-10-2023

Abstract

Di era revolusi 4.0, pendidik perlu memiliki kompetensi dalam mengelola pembelajaran sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang inovatif dan kreatif. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan ketertarikan siswa dan mempercepat pemahaman konsep pembelajaran. Salah satu alat bantu yang dibutuhkan guru mata pelajaran IPA dalam pembelajaran adalah bahan ajar. Saat ini, MTs Ma'arif NU 1 Kembaran masih mengandalkan papan tulis dan buku sebagai media pendukung pembelajaran dalam materi sistem ekskresi pada manusia. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan sistem ekskresi pada manusia yang sedang mereka pelajari. Untuk mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran, peneliti telah membuat sebuah aplikasi sebagai media pendukung. Aplikasi ini menggunakan teknologi augmented reality berbasis mobile dan dapat diakses melalui smartphone android. Tujuannya adalah menampilkan gambaran anatomi tubuh manusia secara lebih menarik dan real-time. Dalam penggunaannya, aplikasi ini memanfaatkan kamera pada smartphone. Aplikasi dibuat menggunakan metode multimedia development life cycle. Setelah proses pembuatan selesai, aplikasi kemudian menjalani pengujian black box testing dan system usability scale (SUS). Hasil pengujian black box testing menunjukkan adanya beberapa ketidaksesuaian dalam fungsionalitas sistem. Presentase keberhasilan proses sistem mencapai 90% (sembilan puluh persen). Hasil pengujian SUS menunjukkan skor rata-rata sebesar 71,17 (tujuh puluh satu koma tujuh belas). Rincian hasil pengujian menunjukkan bahwa Skala Nilai berada pada posisi C, Rentang Penerimaan berada dalam kategori acceptable high dan Penilaian Keterangan berada dalam kategori ok. Dalam hal ini, dapat disimpulkan bahwa pengguna aplikasi merasa bahwa tingkat efektivitas dan kepuasan terhadap sistem terukur cukup baik berdasarkan penilaian subjektif mereka.

Keywords: Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Media Pembelajaran, Sistem Ekskresi Pada Manusia.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan revolusi industri yang semakin maju mendorong masyarakat untuk memanfaatkan fasilitas berbasis TIK, seperti aplikasi smartphone. Pembelajaran diharapkan dapat menerapkan dan mencakup 4C, yaitu collaboration, creativity and innovation, communication, serta critical thinking and problem solving. Pembelajaran berbasis TIK dapat dijadikan sebagai media pendukung pembelajaran yang memfasilitasi kesempatan pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran dan melaksanakan proses pembelajaran yang mencakup 4C [1].

Sebagai salah satu madrasah yang ingin mengikuti perkembangan zaman, MTs Ma'arif NU 1 Kembaran terus berupaya melakukan inovasi dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia. Saat ini, smartphone banyak digunakan oleh berbagai kalangan, sehingga teknologi yang terdapat pada smartphone dapat dijadikan alat pembelajaran yang fleksibel [2]. Salah satu alat bantu bagi tenaga pengajar terutama guru IPA, adalah alat peraga. Karakteristik materi IPA, yaitu mempelajari fenomena alam yang sifatnya faktual, kenyataan, hubungan sebab-akibat, dan kejadian [3]. Namun saat ini MTs Ma'arif NU 1 Kembaran belum mempunyai alat bantu penunjang pembelajaran. Sementara itu, belum ada alternatif alat peraga lain yang dapat menunjang materi tentang sistem ekskresi manusia, sehingga materi pembelajaran hanya dapat diperoleh dari buku, sehingga sulit bagi siswa untuk memvisualisasikan gambaran sistem ekskresi manusia yang mereka pelajari [4].

Banyak pengembang smartphone yang mengembangkan teknologi Augmented Reality (AR), dimana teknologi tersebut menggunakan kamera pada smartphone. Gabungan objek virtual dan nyata dalam lingkungan yang nyata, dapat berinteraksi langsung dalam waktu yang nyata, serta integrasi antar objek terjadi dalam tiga dimensi dengan objek virtual yang diintegrasikan ke dalam dunia nyata disebut dengan Augmented reality [5]. Cara kerja Augmented Reality relatif sederhana, dimana sistem mengandalkan

deteksi citra yang sering disebut sebagai marker [6].

Media pembelajaran menjadi sarana yang dimanfaatkan untuk mengkomunikasikan informasi dari pendidik kepada siswa dengan tujuan merangsang minat siswa, pikiran, perhatian, dan perasaan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan proses kegiatan belajar mengajar [7]. Aplikasi AR yang dikembangkan sebagai media pembelajaran memadukan beberapa unsur seperti teks, gambar, video, audio dan animasi, sehingga erat kaitannya dengan multimedia. Dengan demikian, pendekatan yang diterapkan dalam metode penelitian ini merujuk pada metode pengembangan aplikasi multimedia MDLC yang didasarkan pada enam tahap. Tahap tersebut meliputi konsep, desain, pengumpulan bahan, perakitan, pengujian, dan distribusi [8]. Dalam pengembangan aplikasi proses pengujian menjadi krusial untuk memastikan aplikasi yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sesuai harapan, tetapi juga memiliki tingkat kinerja dan keandalan yang optimal. Dilakukan pengujian black box testing atau lebih dikenal sebagai pengujian fungsional untuk menguji fungsionalitas aplikasi. Metode ini memfokuskan pada aspek fungsionalitas, terutama input dan output aplikasi [9]. Pengujian System Usability Scale (SUS) diterapkan karena kegunaan suatu aplikasi dapat diukur melalui metode evaluasi post-study [10]

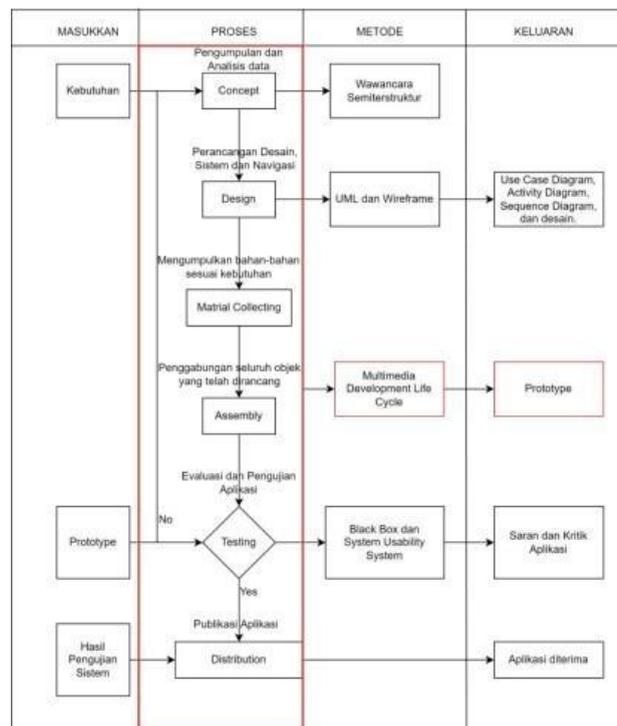
II. METODE PENELITIAN

A. Subjek dan Objek Penelitian

Siswa dan tenaga pendidik di MTs Ma'arif NU 1 Kembaran pada mata pelajaran IPA dengan materi sistem ekskresi manusia menjadi subjek penelitian. Objek penelitian mencakup pelajaran IPA tentang sistem ekskresi pada manusia.

B. Proses Penelitian

Penelitian dalam pembuatan aplikasi android menggunakan AR sebagai media pembelajaran IPA sistem ekskresi pada manusia mempunyai alur dan tahapan yang dilakukan peneliti. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan dan analisis data, perancangan desain, sistem dan navigasi, mengumpulkan bahan-bahan sesuai kebutuhan, penggabungan seluruh objek yang telah dirancang, evaluasi dan pengujian aplikasi, dan publikasi aplikasi yang telah ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

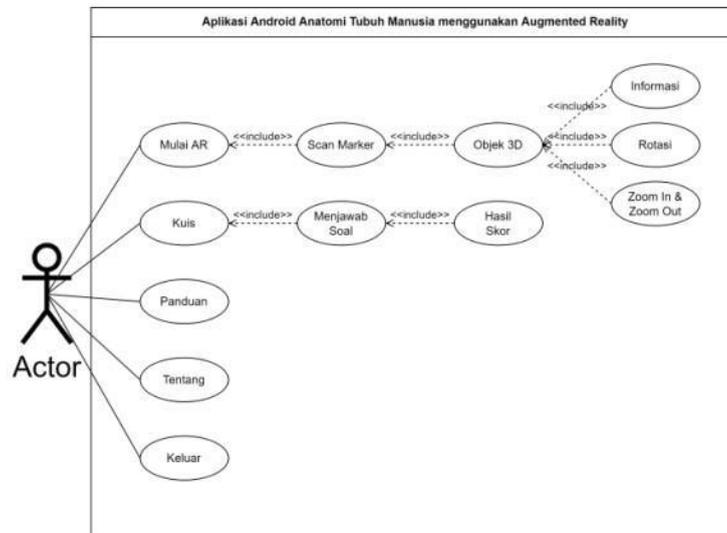
C. Pengumpulan dan Analisis Data

Menguraikan tujuan penelitian dan menentukan jenis aplikasi multimedia yang akan direalisasikan. Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan wawancara semi terstruktur. Wawancara ini dilakukan secara bebas dan tanpa menggunakan daftar pertanyaan. Peneliti cukup mendengarkan dan mencerna setiap pernyataan yang disampaikan oleh narasumber.

D. Perancangan Desain, Sistem dan Navigasi

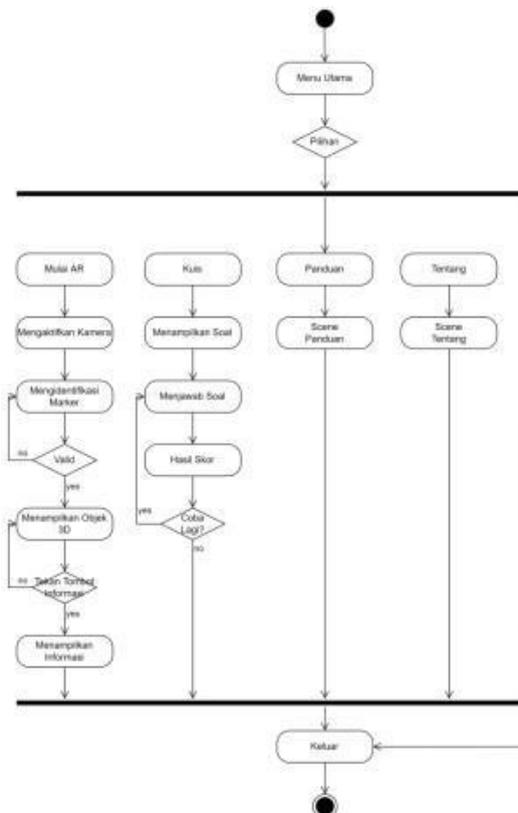
Pada tahap ini, rancangan sistem divisualisasikan dengan menggunakan diagram UML. Rincian penelitian ini akan mencakup konten informasi, perancangan aplikasi, struktur navigasi, arsitektur sistem, dan wireframe.

1. Rancangan Sistem Unified Modelling Language
 - a) Perancangan Aplikasi dengan Use Case Diagram
Terdapat beberapa menu utama pada sistem aplikasi pembelajaran anatomi manusia. **Gambar 2** menunjukkan diagram dari aplikasi pembelajaran anatomi tubuh manusia.



Gambar 2 Use Case Diagram

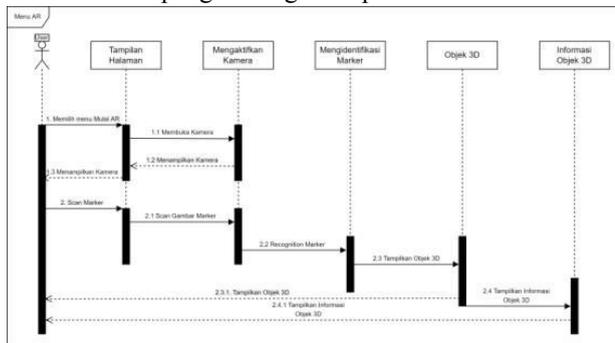
- b) Perancangan Aplikasi dengan Activity Diagram
Gambar 3 di bawah ini menguraikan alur kerja aplikasi android anatomi tubuh manusia menggunakan AR.



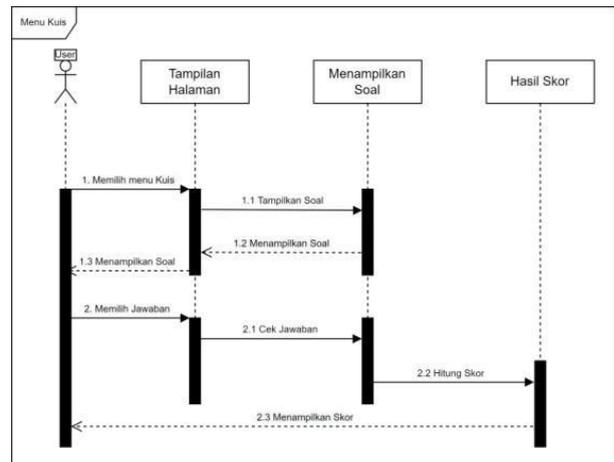
Gambar 3 Activity Diagram

- c) Perancangan Aplikasi dengan Sequence Diagram
Sequence Diagram meliputi dimensi secara vertikal dan horizontal yang. Interaksi antara objek-objek dalam menu Mulai AR ditunjukkan pada **Gambar 4 Sequence Diagram Mulai AR**. Alur menu Kuis disajikan pada **Gambar 5 Sequence Diagram Kuis**. Halaman Panduan yang berisi

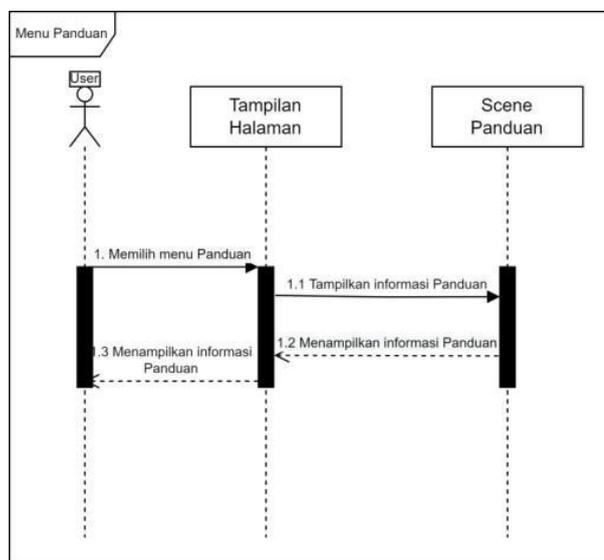
cara penggunaan fungsi tombol dan aplikasi disajikan pada **Gambar 6 Sequence Diagram Panduan**. **Gambar 7 Sequence Diagram Tentang** memuat deskripsi informasi profil pengembang dan aplikasi.



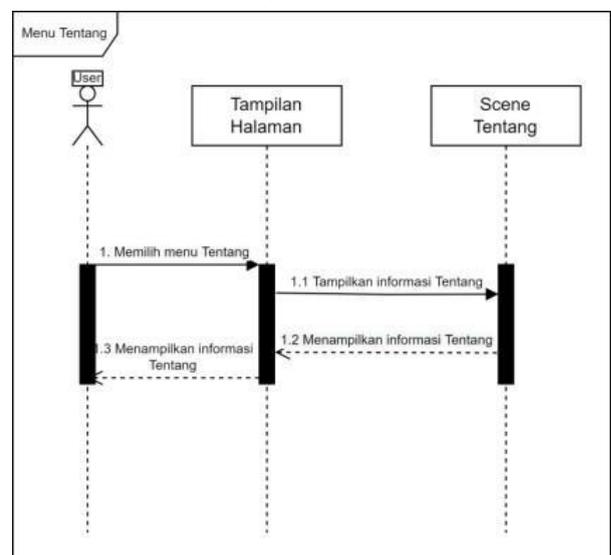
Gambar 4 Sequence Diagram Mulai AR



Gambar 5 Sequence Diagram Kuis



Gambar 6 Sequence Diagram Panduan



Gambar 7 Sequence Diagram Tentang

2. Konten Informasi

Aplikasi ini berisi informasi beserta penjelasan mengenai materi anatomi organ tubuh manusia. Peneliti menggunakan animasi 3D AR untuk menyampaikan informasi. Dalam konten informasi terdiri dari:

- Rancangan Aplikasi
- Arsitektur Sistem
- Wireframe

E. Mengumpulkan Bahan-Bahan Sesuai Kebutuhan

Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan bahan yang diperlukan oleh peneliti untuk pembuatan aplikasi. Berikut adalah beberapa bahan yang digunakan dalam perancangan aplikasi:

- Objek 3D
- Marker

F. Penggabungan Seluruh Objek

Berikut adalah rincian langkah-langkah dalam pengembangan aplikasi android anatomi tubuh manusia menggunakan AR:

- Dilakukan pembuatan objek-objek 3D, animasi, dan bahan lain yang telah dirancang sebelumnya di bagian material collecting.
- Unity yang digunakan harus terinstal android SDK (Software Development Kit), JDK (Java Development Kit), dan Vuforia SDK sebelum memasukkan aset-aset yang telah dirancang ke dalam perangkat lunak Unity.

3. Sesuai dengan konsep yang telah dirancang, dilakukan pembuatan scene, dan setiap objek diberikan fungsi melalui pengkodean menggunakan Bahasa Pemrograman C#, yang disusun menggunakan Monodevelop, perangkat lunak bawaan dari Unity.
4. Untuk memastikan bahwa hasil pengkodean berjalan dengan baik di Unity, dilakukan pengujian debugging. Tahap ini dilakukan setelah proses pembuatan scene dan pengkodean selesai.
5. Setelah menggabungkan asset dan scene, langkah selanjutnya adalah proses build up. Proses ini menghasilkan sebuah aplikasi android anatomi tubuh manusia menggunakan augmented reality dengan format .apk.

G. Evaluasi dan Pengujian Aplikasi

Pembuat aplikasi dan calon pengguna aplikasi akan menguji aplikasi yang telah dibuat dengan metode black box testing dan system usability scale (SUS). Sebagai bahan pengujian, smartphone android harus memiliki spesifikasi minimal sistem operasi versi 5.0 (Lollipop).

H. Publikasi Aplikasi

Pada tahap distribusi, aplikasi akan disimpan ke media penyimpanan seperti hardisk, flashdisk, smartphone, atau diunggah ke Playstore. Google Drive menjadi pilihan peneliti dalam mempublikasikan aplikasi, dengan demikian pengguna dapat mengunduh aplikasi melalui tautan yang dikirimkan oleh peneliti.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Sistem

Hasil pengembangan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan dan Analisis Data

Tabel 1 Deskripsi Concept berisi hasil pengumpulan dan analisis data.

Tabel 1 Deskripsi Concept

Judul Aplikasi	Aplikasi Android Anatomi Tubuh Manusia menggunakan <i>Augmented Reality</i> .
Jenis Multimedia	Edukatif dan interaktif dengan menggunakan aplikasi teknologi <i>augmented reality</i> .
Tujuan	Sebagai media pendukung tenaga pendidik dalam menyampaikan materi sistem ekskresi manusia pada mata pelajaran IPA. Serta memudahkan siswa-siswi untuk memahami materi yang dipelajari dengan menggunakan teknologi AR yang menyenangkan, mendidik, dan akan diimplementasikan pada smartphone dengan sistem operasi Android.
Pengguna	Siswa dan tenaga pendidik, terutama di MTs Ma'arif NU 1 Kembaran, memiliki peluang untuk memahami sistem ekskresi pada manusia. Namun, tetap memungkinkan bagi pengguna dari berbagai kalangan yang ingin mengetahui sistem ekskresi pada manusia.
Gambar	Menggunakan 2D dan 3D

2. Perancangan User Interface Aplikasi (*Design*)

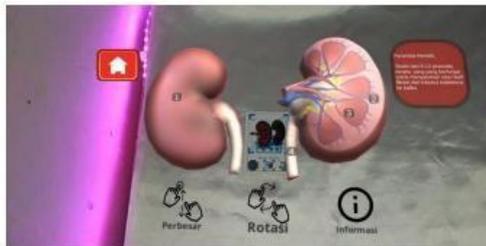
Gambar 1 Menu Utama merupakan tampilan awal pada saat aplikasi dibuka. **Gambar 2 Menu Mulai AR** berfungsi untuk mengaktifkan kamera belakang pada smartphone, kemudian memulai augmented reality. Jika kamera mendeteksi marker yang disediakan, maka objek 3D sesuai dengan marker yang discan akan muncul. **Gambar 3 Objek 3D Ginjal**, **Gambar 4 Objek 3D Hati**, **Gambar 5 Objek 3D Paru-Paru**, dan **Gambar 6 Objek 3D Kulit** akan menampilkan objek 3D ketika pengguna menscan marker yang diinginkan. Pada bagian objek 3D terdapat tampilan home, informasi, nomor bagian-bagian dari objek 3D, konten informasi dari bagian-bagian objek 3D, rotasi objek 3D dan perbesar objek 3D. **Gambar 7 Halaman Menu Kuis** berisi soal dengan tipe pilihan ganda yang berjumlah 20. **Gambar 8 Halaman Hasil Kuis** menampilkan total benar dan total soal yang sudah dikerjakan sebelumnya. **Gambar 9 Tampilan Halaman Panduan** halaman ini memberikan informasi cara penggunaan aplikasi AR dan fungsi dari setiap tombol yang ada pada aplikasi. **Gambar 10 Tampilan Halaman Tentang** terdapat tiga tombol yaitu aplikasi, developer, dan home. **Gambar 11 Halaman Tentang Aplikasi** berisikan informasi tentang AR dan tujuan dari pembuatan aplikasi. **Gambar 12 Halaman Tentang Developer** berisi informasi developer, judul penelitian dan asal institusi.



Gambar 1 Menu Utama



Gambar 2 Menu Mulai AR



Gambar 3 Objek 3D Ginjal



Gambar 4 Objek 3D Hati



Gambar 5 Objek 3D Paru-Paru



Gambar 6 Objek 3D Kulit



Gambar 7 Halaman Menu Kuis



Gambar 8 Halaman Hasil Kuis



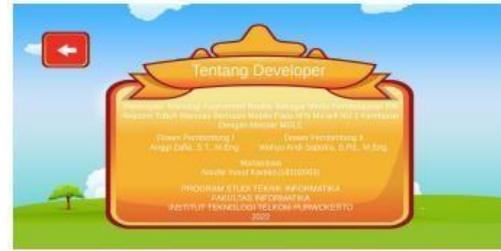
Gambar 9 Tampilan Halaman Panduan



Gambar 10 Tampilan Halaman Tentang



Gambar 11 Halaman Tentang Aplikasi



Gambar 12 Halaman Tentang Developer

3. Mengumpulkan Bahan-Bahan Sesuai Kebutuhan
Pada tahapan ini diperlukan bahan-bahan gambar. Peneliti menggunakan gambar untuk pembuat aplikasi yang didapatkan melalui referensi internet atau dokumentasi pribadi peneliti.
 4. Penggabungan Seluruh Objek
Pembuatan aplikasi sesuai dengan perencanaan dan perancangan pada tahap design. Berikut merupakan tahapan dalam pembuatan aplikasi:
 - a) Marker
Marker yang dibuat menghasilkan format *.jpg lalu di upload ke website vuforia untuk dijadikan database marker setelah itu di download dan di import ke unity untuk dijadikan sebagai database marker local.
 - b) Pembuatan Objek 3D
Objek 3D dibuat dengan aplikasi Blender, dengan mengambil template sumber model 3D dari situs web Sketchfab.
 - c) Pembuatan Aplikasi AR Dengan Unity
- B. Hasil Pengujian Sistem
1. Evaluasi dan Pengujian Aplikasi
 - a) Pengujian Black Box Testing

Tabel 1 Pengujian Black Box Testing menampilkan daftar pengujian fungsionalitas sistem.

Tabel 1 Pengujian Black Box Testing

No	Komponen uji	Langkah pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1.	Menu utama	Membuka aplikasi	Menu utama ditampilkan oleh sistem	Berhasil
2.	Mulai AR	Menekan tombol Mulai AR	Sistem menampilkan halaman AR kamera untuk menscan marker	Berhasil
3.	Marker ginjal	Scan marker ginjal	Sistem menampilkan objek 3D ginjal	Berhasil
4.	Marker hati	Scan marker hati	Sistem menampilkan objek 3D hati	Berhasil
5.	Marker paru-paru	Scan marker paru-paru	Sistem menampilkan objek 3D paru-paru	Berhasil
6.	Marker kulit	Scan marker kulit	Sistem menampilkan objek 3D kulit	Berhasil
7.	Tombol Informasi	Menekan tombol Informasi	Sistem menampilkan nomor bagian organ	Berhasil
8.	Tombol angka	Menekan tombol angka	Sistem menampilkan teks deskripsi dari bagian organ	Berhasil
9.	Memperbesar dan memperkecil objek 3D	Gesture dua jari memperbesar dan memperkecil objek 3D	Sistem membaca sentuhan dan dapat memperbesar dan memperkecil objek 3D	Berhasil
10.	Memutar objek 3D	Gesture dua jari memutar objek 3D	Sistem membaca sentuhan dan dapat memutar objek 3D	Berhasil
11.	Tombol home	Menekan tombol home di laman Mulai AR	Kembali ke layar utama menu	Berhasil

12.	Tombol Kuis pada halaman menu utama	Menekan tombol Kuis	Sistem menampilkan halaman Kuis	Berhasil
13.	Memilih salah satu jawaban	Menekan tombol salah satu jawaban	Sistem menampilkan soal berikutnya	Berhasil
14.	Menampilkan hasil kuis	Telat menjawab 20 soal	Sistem menampilkan halaman hasil kuis	Berhasil
15.	Menekan tombol Coba Lagi	Menekan coba lagi	Kembali ke halaman menu utama	Berhasil
16.	Menekan tombol Panduan pada halaman menu utama	Memilih tombol Panduan di halaman menu utama	Halaman panduan ditampilkan oleh sistem	Berhasil
17.	Di halaman menu utama, tekan tombol Tentang	Menekan tombol Tentang	Sistem menampilkan halaman Tentang	Berhasil
18.	Tombol Aplikasi	Tombol aplikasi ditekan	Halaman Tentang Aplikasi ditampilkan oleh sistem	Berhasil
19.	Tombol kembali	Tekan tombol kembali	Halaman Tentang ditampilkan	Berhasil
20.	Tombol Developer	Menekan tombol Developer	Sistem menampilkan halaman tentang Developer	Berhasil
21.	Tombol keluar pada halaman menu utama	Menekan tombol Keluar	Sistem mengakhiri aplikasi	Berhasil

Setelah daftar pengujian black box testing diatas diuji coba didapatkan hasil persentase fungsionalitas sistem yaitu 90% (sembilan puluh persen) karena terdapat beberapa ketidaksesuaian fungsionalitas sistem yang terjadi.

b) Pengujian System Usability Scale (SUS)

Tabel 2 Hasil Pengolahan SUS

Responden	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	Rata-Rata Pertanyaan
Q1	3	3	3	3	4	3	4	4	0	2	0	3	3	3	4	2,80
Q2	4	4	4	4	4	0	4	3	0	3	0	4	4	3	4	3,00
Q3	4	4	4	3	4	2	4	3	2	3	2	4	4	3	4	3,33
Q4	3	3	3	3	2	0	3	3	0	3	1	4	4	3	3	2,53
Q5	4	4	4	4	3	3	3	3	2	3	2	4	4	3	4	3,33
Q6	4	4	3	3	3	2	3	3	4	3	0	4	4	3	4	3,13
Q7	4	4	4	4	4	2	3	3	3	3	0	4	4	3	4	3,27
Q8	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	0	4	4	3	4	3,47
Q9	4	4	3	3	1	3	1	3	4	3	0	3	3	4	4	2,87
Q10	0	0	0	0	1	0	1	0	4	1	4	0	0	0	0	0,73
Skor	85	85	80	75	75	45	75	72,5	57,5	67,5	22,5	85	85	70	87,5	
Rata-Rata	71,17															

Tabel 2 Hasil Pengolahan SUS menunjukkan hasil pengolahan data dengan nilai rata-rata sebesar 71,17 (tujuh puluh satu koma tujuh belas).

1. Publikasi Aplikasi

Tahapan terakhir distribusi pada metodologi MDLC menghasilkan aplikasi android *apk pendistribusian “Penerapan Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran IPA Anatomi Tubuh Manusia Berbasis Android Pada MTs Ma’arif NU 1 Kembaran” diunggah pada Google Drive. Telah dipublikasikan kepada tenaga pendidik, siswa dan siswi melalui link yang sudah diberikan.

C. Analisis Hasil Pengujian Sistem

1. Pengujian Black Box Testing

Didapatkan kesimpulan bahwa terdapat beberapa ketidaksesuaian fungsionalitas sistem dengan persentase keberhasilan berjalannya proses sistem yaitu 90% (sembilan puluh persen) dengan adanya ketidaksesuaian fungsionalitas tersebut peneliti melakukan perbaikan pembaruan kualitas cetak marker agar mudah terbaca oleh kamera smartphone.

2. Pengujian System Usability Scale

Berdasarkan hasil kesimpulan rata-rata dari kumpulan tanggapan responden sebanyak 15 orang yang didapatkan dengan cara menyebar media cetak kertas yang berisi kuesioner SUS diperoleh skor sebesar 71,17 (tujuh puluh satu koma tujuh belas). Dari hasil skor rata-rata yang diperoleh dapat digolongkan menjadi tiga kategori tingkatan SUS yaitu acceptability ranges menempati posisi acceptable high yaitu aplikasi dapat diterima sesuai dengan kebutuhan pengguna. Grade scale menempati posisi C yaitu aplikasi dikategorikan sebagai netral karena menempati point ketiga dari A-F karena dari segi sistem, fitur, navigasi, dan konten yang disajikan sudah menyesuaikan kebutuhan pengguna. Adjective ratings menempati posisi Ok yaitu aplikasi dinilai oleh pengguna sudah baik dalam aspek sistem, konten yang disediakan dan fiturnya. Dengan ini menunjukkan bahwa penilaian subjektif pengguna aplikasi pada tingkat efektivitas dan kepuasan bagi pengguna aplikasi terhadap sistem terukur cukup baik.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa peneliti berhasil mengembangkan aplikasi android anatomi tubuh manusia menggunakan augmented reality. Aplikasi ini telah digunakan di kelas VIII MTs Ma'arif NU 1 Kembaran dalam proses pembelajaran serta untuk meningkatkan pemahaman siswa dan siswi terhadap materi sistem ekskresi manusia.

Aplikasi pembelajaran anatomi tubuh manusia berbasis android dengan augmented reality berhasil dirancang menggunakan metode MDLC, melalui enam tahapan mulai dari konsep, desain, pengumpulan materi, perakitan, pengujian, hingga distribusi. Aplikasi berfungsi dengan baik sesuai harapan yang telah direncanakan. Namun, selama pengembangan aplikasi AR terdapat beberapa masalah fungsionalitas sistem saat dijalankan. Dengan masukan dari pengguna, peneliti dapat memperbaiki masalah tersebut dengan meningkatkan kualitas media cetak dan marker. Setelah diperbaiki, aplikasi dapat dengan lancar digunakan pada kurikulum IPA kelas VIII menggunakan smartphone siswa dengan marker yang tersedia. Hasil pengujian fungsionalitas sistem dengan black box testing berjalan dengan baik, proses sistem mencapai keberhasilan yaitu 90% (sembilan puluh persen). Kemudian hasil uji system usability scale menunjukkan rata-rata penilaian dari kumpulan responden sebesar 71,17 yang menunjukkan bahwa rata-rata efektivitas sistem dan kepuasan pengguna sistem terukur cukup baik.

B. Saran

Dari penelitian dan simpulan yang telah dipaparkan sebelumnya mengarah pada beberapa saran atau rekomendasi guna meningkatkan penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Terdapat potensi kesalahan dalam aplikasi android anatomi tubuh manusia dengan teknologi AR. Oleh karena itu, diharapkan penelitian selanjutnya dapat fokus pada pengembangan sistem ini, dengan upaya untuk mengurangi potensi ketidaksempurnaan penggunaan aplikasi.
2. Penelitian berikutnya diharapkan untuk meningkatkan aspek tampilan dan elemen-elemen lain dari aplikasi android anatomi tubuh manusia yang menggunakan teknologi AR. Hal ini bertujuan agar aplikasi tersebut dapat menjadi alat pembelajaran yang lebih menarik dan efektif bagi pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Wahyu Andi Saputra, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan beserta arahan. Tak lupa, kepada seseorang serta rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan semangat penulis ucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Sugandi and A. Rasyid, "Pengembangan Multimedia Adobe Flash Pembelajaran Biologi Melalui Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Pada Konsep Ekosistem," *BIODIK*, vol. 5, no. 3, pp. 181–196, Dec. 2019, doi: 10.22437/bio.v5i3.7869.

-
- [2] F. Z. Adami and C. Budihartanti, "Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 2, no. 1, pp. 122–131, 2016.
- [3] A. Pamungkas, B. Subali, and S. Linuwih, "Implementasi model pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, vol. 3, no. 2, pp. 118–127, 2017.
- [4] A. R. Saputra, H. Tolle, and M. A. Akbar, "Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Sistem Pencernaan Manusia Menggunakan Teknologi Augmented Reality," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, pp. 7006–7013, 2019.
- [5] K. R. Ramdhan, Y. I. Nurhasanah, and R. Korio Utoro, "Aplikasi media pembelajaran tulang manusia menggunakan augmented reality (ar) berbasis android," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 3, 2017.
- [6] A. Latif and S. H. D. Loppies, "PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI UNTUK SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS: SMP MUHAMMADIYAH MERAUKE)," *MUSTEK ANIM HA*, vol. 8, no. 2, pp. 141–147, Aug. 2019, doi: 10.35724/mustek.v8i2.2676.
- [7] D. I. Putri, R. R. Isnanto, and K. T. Martono, "Perancangan Aplikasi Multimedia untuk Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia untuk Sekolah Dasar," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 4, no. 1, p. 124, Jan. 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.1.2016.124-132.
- [8] Y. Fernando, I. Ahmad, A. Azmi, and R. I. Borman, "Penerapan Teknologi Augmented Reality Katalog Perumahan Sebagai Media Pemasaran Pada PT. San Esha Arthamas," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 62–71, 2021.
- [9] Y. S. Nauko and L. N. Amali, "Pengenalan anatomi tubuh menggunakan teknologi augmented reality berbasis android," *Jambura Journal of Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 66–76, 2021.
- [10] F. M. H. Tjiptabudi, "Evaluasi Kegunaan Sistem Informasi Pelintas Batas Wilayah Negara (Sintaswin) Pada PLBN Terpadu di Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 4, no. 1, Nov. 2018, doi: 10.54914/jtt.v4i1.101.