

**APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI ORGAN TUBUH MANUSIA
BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR) PADA *PLATFORM* ANDROID**

(Skripsi)

Oleh

DENY ALDY APRIZA

2017051039



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2024

ABSTRACT

LEARNING APPLICATION ANATOMY OF HUMAN BODY ORGANS BASED ON AUGMENTED REALITY (AR) ON THE ANDROID PLATFORM

By

DENY ALDY APRIZA

In today's digital era, technology has transformed the way humans interact, including in the school learning process. Information technology is used to support students' cognitive science abilities. However, many schools and teachers still rely on conventional learning media, such as books or videos, as the primary tools in the teaching and learning process. This study aims to develop an engaging and enjoyable human anatomy learning medium for 5th-grade elementary school students. The application utilizes Vuforia technology and Marker Based Tracking in augmented reality, allowing users to view human organs in 3D form. This research applies the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method, which consists of six stages: concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Based on testing results, the application received positive responses from users, with a feasibility score of 91.18% (highly feasible). The final product of this research is an augmented reality-based human anatomy learning application, covering topics on the respiratory system, digestive system, and circulatory system. This application was successfully developed and implemented at SDN 02 Banjit.

Keywords: *Augmented Reality, Anatomy, Body Organs, 3D Objects.*

ABSTRAK

APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI ORGAN TUBUH MANUSIA BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR) PADA *PLATFORM* ANDROID

Oleh

DENY ALDY APRIZA

Di era digital saat ini, teknologi telah mengubah cara manusia berinteraksi, termasuk dalam proses pembelajaran di sekolah. Teknologi informasi digunakan untuk mendukung kemampuan kognitif sains siswa. Namun, sebagian besar sekolah dan guru masih bergantung pada media pembelajaran konvensional, seperti buku atau video, sebagai alat utama dalam proses belajar mengajar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran anatomi tubuh manusia yang menarik dan menyenangkan bagi siswa kelas 5 sekolah dasar. Aplikasi ini menggunakan teknologi Vuforia dan *Marker Based Tracking* dari *augmented reality*, yang memungkinkan pengguna untuk melihat organ tubuh manusia dalam bentuk 3D. Penelitian ini menerapkan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yang terdiri dari enam tahapan: pengonsepan (*concept*), perancangan (*design*), pengumpulan bahan (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan pendistribusian (*distribution*). Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi ini mendapat respon positif dari pengguna, dengan tingkat kelayakan sebesar 91,18% (sangat layak digunakan). Produk akhir penelitian adalah aplikasi pembelajaran anatomi tubuh manusia berbasis *augmented reality*, yang mencakup materi tentang sistem pernapasan, sistem pencernaan, dan sistem peredaran darah manusia. Aplikasi ini berhasil dikembangkan dan diterapkan di SDN 02 Banjit.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Anatomi, Organ tubuh, Objek 3D, Android.

**APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI ORGAN TUBUH MANUSIA
BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR) PADA *PLATFORM* ANDROID**

Oleh

DENY ALDY APRIZA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Komputer**

Pada

**Program Studi S1 Ilmu Komputer
Jurusan Ilmu Komputer**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Skripsi : **APLIKASI PEMBELAJARAN ANATOMI
ORGAN TUBUH MANUSIA BERBASIS
AUGMENTED REALITY (AR) PADA
PLATFORM ANDROID**

Nama Mahasiswa : **Deny Aldy Apriza**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2017051039

Program Studi : S1 - Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yunda Heningtyas', written over a white background.

Yunda Heningtyas, S.Kom., M. Kom.
NIP. 19890108 201903 2 014

Pembimbing Kedua

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Wartariyus', written over a white background.

Wartariyus, S. Kom., M.T.I.
NIP. 19730122/200604 1 002

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

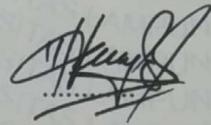
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Dwi Sakethi', written over a white background.

Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom.
NIP. 19680611 199802 1 001

MENGESAHKAN

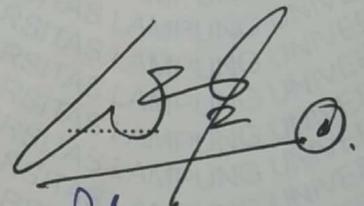
1. Tim Penguji

Ketua : **Yunda Heningtyas, S.Kom., M. Kom.**



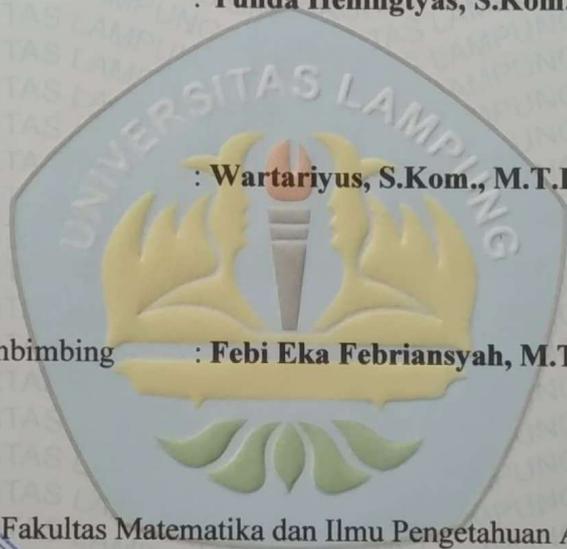
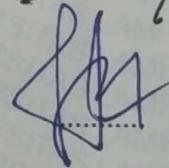
Penguji I

Sekretaris : **Wartariyus, S.Kom., M.T.I.**



Penguji II

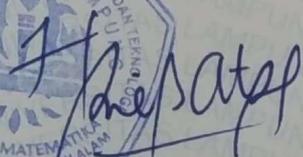
Bukan Pembimbing : **Febi Eka Febriansyah, M.T.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si
NIP. 19711001 200501 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Desember 2024**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Deny Aldy Apriza

NPM : 2017051039

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Aplikasi Pembelajaran Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis *Augmented Reality* (AR) Pada Platform Android**” merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024



Deny Aldy Apriza

NPM. 2017051039

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Way Kanan pada tanggal 19 April 2002, sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara, dari Bapak Jasmin Hadi dan Ibu Juli Hartini. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDN 02 Banjit dan selesai pada tahun 2014. Kemudian pendidikan menengah pertama di SMPN 03 Baradatu yang diselesaikan pada tahun 2017, lalu melanjutkan ke pendidikan menengah kejuruan di SMKN 01 Banjit yang diselesaikan pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan beberapa kegiatan antara lain.

1. Menjadi anggota Bidang Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2022/2023.
2. Melaksanakan Kerja Praktek pada bulan Januari 2022/2023 di Dinas Kehutanan Provinsi Lampung.
3. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Desa Rantau Jaya Ilir, Kecamatan Putra Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2022/2023 periode 2 dengan program kerja Bimbingan Teknologi (BimTek) kepada anak-anak.

MOTTO

1. “Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S Al Insyirah : 5-6)
2. “Tidak masalah seberapa lambat kau berjalan, asalkan kau tidak berhenti.”
(Confucius)
3. “Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan
kesanggupannya...”
(Q.S Al Baqarah : 256)
4. “Waktu manusia selalu terburu-buru, waktu dari tuhan selalu tepat waktu”
(Mykhailo Mudryk)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin

Puji dan Syukur tercurahkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan Kepada Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan do'a yang selalu Menyertaiku. Kuucapkan pula terimakasih sebesar-besarnya karena telah membesarkanku dengan penuh kasih sayang, dukungan dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2020

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Ilmu Komputer

Tempat bernaung menyerap semua ilmu untuk menjadi bekal hidup.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, dan juga atas tuntunan serta teladan dari Rasulullah Nabi Muhammad Sholallahu Alaihi Wasallam, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Pembelajaran Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis *Augmented Reality* (AR) Pada Platform Android” dengan baik dan lancar. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi besar dalam penyusunan skripsi ini, antara lain.

1. Kedua orang tua serta kakakku tercinta yang memberi dukungan, doa, semangat, motivasi dan kasih sayang yang tiada terhingga. Semua yang telah kalian berikan begitu berharga dan tak akan pernah bisa kubalas sepenuhnya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kebahagiaan dan keberkahan dalam hidup kalian, baik di dunia maupun di akhirat.
2. Ibu Yunda Heningtyas, S.Kom., M. Kom., sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, ide, motivasi, kritik serta saran berharga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Wartariyus, S.Kom., M.T.I., sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Febi Eka Febriansyah, M.T., sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan penting dalam perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
6. Ibu Anie Rose Irawati, ST, M.Cs., selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung

7. Ibu Ossy Dwi Endah W, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses studi.
8. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
9. Ibu Ade Nora Maela, Mas Syam dan Mas Naufal yang telah membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup untuk menjadi lebih baik.
11. Ibu Laila Mayasari, S.Pd., selaku Guru Kelas 5 SDN 02 Banjit yang telah membantu dan memberikan arahan dalam pengujian aplikasi.
12. Sephia Ferini yang senantiasa menemani dan menjadi tempat berkeluh kesah, serta membantu memberikan semangat, motivasi, juga dukungan kepada penulis.
13. Keluarga Ambasuki, Akbar Ferdian, Rendy Luthfi, Muhammad Hanif, M. Sultan, Daffa, Ade Putra, yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, semangat serta kebersamaan dan menjadi tempat bertukar pikiran.
14. Keluarga Ilmu Komputer 2020 dan teman-teman Himakom yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan pengalaman dan kebersamaan semasa duduk di bangku perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap semoga karya ini dapat memberikan manfaat serta keberkahan bagi seluruh civitas Ilmu Komputer Universitas Lampung. Aamiin Ya Rabbal ‘Aalamiin.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024

Deny Aldy Apriza

NPM. 2017051039

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR KODE PROGRAM.....	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Teknik <i>Marker Based Tracking Augmented reality</i> Untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android	5
2.1.2 Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan <i>Library Vuforia</i>	6
2.1.3 Rancang Bangun Media Pembelajaran Fungsi Organ Tubuh Manusia Berbasis <i>Augmented reality</i>	7
2.2 Anatomi Tubuh Manusia.....	8
2.2.1 Sistem Pernapasan Manusia	8
2.2.2 Sistem Pencernaan Manusia	9
2.2.3 Sistem Peredaran Darah Manusia	10

2.3 <i>Augmented reality (AR)</i>	10
2.4 Blender	12
2.5 Android	12
2.6 Unity 3D.....	13
2.7 Objek 3D	13
2.8 Vuforia	14
2.9 <i>Multimedia Development Life Cycle</i>	15
2.10 <i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	16
2.11 <i>Black Box Testing</i>	17
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.1.1 Tempat Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian.....	18
3.2.1 Studi Literatur.....	19
3.2.2 <i>Concept</i>	20
3.2.3 <i>Design</i>	20
3.2.3.1 Rancangan <i>Interface</i>	21
3.2.3.2 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	24
3.2.3.3 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	24
3.2.4 <i>Material Collecting</i>	25
3.2.5 <i>Assembly</i>	28
3.2.6 <i>Testing</i>	28
3.2.7 <i>Distribution</i>	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 <i>Assembly</i>	32
4.1.1 Tampilan <i>Interface</i> Menu Utama	32
4.1.2 Tampilan <i>Interface</i> AR Kamera	33

4.1.3 Tampilan <i>Interface</i> Materi.....	74
4.1.4 Tampilan <i>Interface</i> Unduh <i>Marker</i>	80
4.1.5 Tampilan <i>Interface</i> Panduan.....	81
4.1.6 <i>Asset Sound</i>	82
4.2 <i>Testing</i>	82
4.2.1 Pengujian Menggunakan <i>Blackbox Testing</i>	82
4.2.2 <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	83
4.2.3 Pengujian <i>User Acceptance Testing</i> (UAT)	85
4.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian.....	98
V. KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Siklus Pengembangan MDLC.....	15
Gambar 2. <i>Flowchart</i> Metodologi Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia.....	19
Gambar 3. Rancangan <i>Interface</i> Home.....	21
Gambar 4. Rancangan <i>Interface</i> AR Kamera	22
Gambar 5. Rancangan <i>Interface</i> Materi.....	22
Gambar 6. Rancangan <i>Interface</i> Unduh Marker.....	23
Gambar 7. Rancangan <i>Interface</i> Panduan.....	23
Gambar 8. Tampilan <i>interface</i> Menu Utama	32
Gambar 9. Tampilan <i>interface</i> AR Kamera.....	34
Gambar 10. AR Kamera Organ Jantung	35
Gambar 11. Halaman Detail (Organ Jantung).....	37
Gambar 12. AR Kamera Organ Pembuluh	38
Gambar 13. Halaman Detail (Organ Pembuluh Darah).....	41
Gambar 14. AR Kamera Organ Hidung.....	42
Gambar 15. Halaman Detail (Organ Hidung).....	45
Gambar 16. AR Kamera Organ Trakea.....	46
Gambar 17. Halaman Detail (Organ Trakea).....	48
Gambar 18. AR Kamera Organ Paru-paru.....	49
Gambar 19. Halaman Detail (Organ Paru-paru).....	52
Gambar 20. AR Kamera Organ Mulut.....	53
Gambar 21. Halaman Detail (Organ Mulut).....	55
Gambar 22. AR Kamera Organ Kerongkongan.....	56
Gambar 23. Halaman Detail (Organ Kerongkongan).....	59
Gambar 24. AR Kamera Organ Lambung	60

Gambar 25. Halaman Detail (Organ Lambung).....	63
Gambar 26. AR Kamera Organ Usus Halus	64
Gambar 27. Halaman Detail (Organ Usus Halus).....	66
Gambar 28. AR Kamera Organ Usus Besar	67
Gambar 29. Halaman Detail (Organ Usus Besar).....	70
Gambar 30. AR Kamera Organ Anus	71
Gambar 31. Halaman Detail (Organ Anus).....	74
Gambar 32. Tampilan <i>interface</i> Materi.....	75
Gambar 33. Tampilan interface Pencernaan	75
Gambar 34. Tampilan <i>interface</i> Pencernaan.....	77
Gambar 35. Tampilan interface Peredaran Darah.....	79
Gambar 36. Tampilan <i>interface</i> Unduh <i>Marker</i>	80
Gambar 37. Tampilan <i>interface</i> Panduan.....	81
Gambar 38. <i>Asset sound</i>	82
Gambar 39. Grafik Hasil <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Siswa.....	84
Gambar 40. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 1	85
Gambar 41. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 2	86
Gambar 42. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 3	86
Gambar 43. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 4	87
Gambar 44. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 5	87
Gambar 45. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 6	88
Gambar 46. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 7	88
Gambar 47. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 8	89
Gambar 48. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 9	89
Gambar 49. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 10	90
Gambar 50. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 11	90
Gambar 51. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 12	91
Gambar 52. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 13	91
Gambar 53. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 14	92
Gambar 54. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 15	92
Gambar 55. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 16	93
Gambar 56. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 17	93

Gambar 57. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 18	94
Gambar 58. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 19	94
Gambar 59. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 20	95
Gambar 60. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 21	95
Gambar 61. Hasil Penelitian Responden pada Pernyataan 22	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. <i>Skala Likert</i>	16
Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Penelitian	18
Tabel 3. Marker Organ Tubuh	25
Tabel 4. Pengujian Fungsionalitas <i>Black Box Testing</i>	29
Tabel 5. <i>User Acceptance Test</i> Aplikasi Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia.....	29
Tabel 6. Data Penguji <i>BlackBox</i>	83
Tabel 7. Hasil Jawaban UAT Responden	96

DAFTAR KODE PROGRAM

	Halaman
Kode Program 1. Halaman Menu Utama.....	33
Kode Program 2. Tombol Kembali Menu AR Kamera	34
Kode Program 3. Rotate Objek 3D Organ Jantung.....	35
Kode Program 4. Tombol Sound Organ Jantung.....	36
Kode Program 5. Tombol Detail Organ Jantung	36
Kode Program 6. Tombol Video Organ Jantung	37
Kode Program 7. Tombol Kembali Halaman Detail Jantung	38
Kode Program 8. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Pembuluh Darah	39
Kode Program 9. Tombol <i>Sound</i> Organ Pembuluh Darah.....	40
Kode Program 10. Tombol Detail Organ Pembuluh Darah.....	40
Kode Program 11. Tombol Video Organ Pembuluh Darah.....	40
Kode Program 12. Tombol Kembali Halaman Detail Pembuluh Darah.....	41
Kode Program 13. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Hidung	42
Kode Program 14. Tombol <i>Sound</i> Organ Hidung.....	43
Kode Program 15. Tombol Detail Organ Hidung.....	44
Kode Program 16. Tombol Video Organ Hidung.....	44
Kode Program 17. Tombol Kembali Halaman Detail Hidung.....	45
Kode Program 18. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Trakea	46
Kode Program 19. Tombol <i>Sound</i> Organ Trakea.....	47
Kode Program 20. Tombol Detail Organ Trakea.....	47
Kode Program 21. Tombol Video Organ Trakea.....	48
Kode Program 22. Tombol Kembali Halaman Detail Trakea.....	49
Kode Program 23. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Paru-paru	50
Kode Program 24. Tombol <i>Sound</i> Organ Paru-paru.....	51

Kode Program 25. Tombol Detail Organ Paru-paru	51
Kode Program 26. Tombol Video Organ Paru-paru	51
Kode Program 27. Tombol Kembali Halaman Detail Paru-paru	52
Kode Program 28. <i>Rotate</i> Objek 3D organ Mulut	53
Kode Program 29. Tombol <i>Sound</i> Organ Mulut	54
Kode Program 30. Tombol Detail Organ Mulut	55
Kode Program 31. Tombol Video Organ Mulut	55
Kode Program 32. Tombol Kembali Halaman Detail Mulut	56
Kode Program 33. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Kerongkongan	57
Kode Program 34. Tombol <i>Sound</i> Organ Kerongkongan	58
Kode Program 35. Tombol Detail Organ Kerongkongan	58
Kode Program 36. Tombol Video Organ Kerongkongan	58
Kode Program 37. Tombol Kembali Halaman Detail Kerongkongan	59
Kode Program 38. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Lambung	60
Kode Program 39. Tombol <i>Sound</i> Organ Lambung	61
Kode Program 40. Tombol Detail Organ Lambung	62
Kode Program 41. Tombol Video Organ Lambung	62
Kode Program 42. Tombol Kembali Halaman Detail Lambung	63
Kode Program 43. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Usus Halus	64
Kode Program 44. Tombol <i>Sound</i> Organ Usus Halus	65
Kode Program 45. Tombol Detail Organ Usus Halus	65
Kode Program 46. Tombol Video Organ Usus Halus	66
Kode Program 47. Tombol Kembali Halaman Detail Usus Halus	67
Kode Program 48. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Usus Besar	68
Kode Program 49. Tombol <i>Sound</i> Organ Usus Besar	69
Kode Program 50. Tombol Detail Organ Usus Besar	69
Kode Program 51. Tombol Video Organ Usus Besar	69
Kode Program 52. Tombol Kembali Halaman Detail Usus Besar	70
Kode Program 53. <i>Rotate</i> Objek 3D Organ Anus	71
Kode Program 54. Tombol <i>Sound</i> Organ Anus	72
Kode Program 55. Tombol Detail Organ Anus	73
Kode Program 56. Tombol Video Organ Anus	73

Kode Program 57. Tombol Kembali Halaman Detail Anus	74
Kode Program 58. Halaman Menu Materi	75
Kode Program 59. Halaman Menu Pernapasan	77
Kode Program 60. Halaman Menu Pencernaan	78
Kode Program 61. Halaman Menu Peredaran Darah.....	79
Kode Program 62. Halaman Menu Unduh <i>Marker</i>	80
Kode Program 63. Halaman Menu Panduan.....	81

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan pondasi pembangunan suatu bangsa dan merupakan kunci untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dalam era serba digital ini, teknologi telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan dunia, termasuk dalam proses pembelajaran di sekolah. Teknologi informasi memberikan peluang besar untuk meningkatkan kualitas media pembelajaran di sekolah, terutama pada tingkat sekolah dasar (Suprpto, 2006). Penggunaan teknologi informasi tersebut tidak hanya sebagai bahan ajar bagi siswa, tetapi juga sebagai alat untuk mendukung kemampuan kognitif sains siswa. Namun, data menunjukkan bahwa kemampuan kognitif sains peserta didik di Indonesia masih jauh di bawah rata-rata negara-negara lain (Yuliono & Rintayati 2018). Pemanfaatan media pembelajaran sangat penting sebagai alat bantu yang memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan. Media pembelajaran yang efektif dan memadai akan sangat membantu anak-anak dalam memahami konsep-konsep pelajaran dengan lebih baik. Selain itu, media pembelajaran dapat digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau keterampilan siswa untuk memperlancar proses belajar (Fitriani dkk, 2021). Oleh sebab itu, perangkat pembelajaran menjadi hal yang paling utama untuk ditingkatkan.

Namun di era globalisasi ini, masih banyak sekolah atau guru yang menggunakan media pembelajaran konvensional seperti buku sebagai alat bantu dalam belajar. Meskipun buku adalah sumber informasi, buku memiliki keterbatasan sebagai media pembelajaran di sekolah dasar seperti keterbatasan visualisasi dan juga kurangnya interaktivitas. Buku hanya menyajikan gambar dan ilustrasi dua dimensi yang monoton sehingga dapat membatasi pemahaman

konsep pelajaran bagi siswa. Media pembelajaran yang tidak menyenangkan dan monoton akan menimbulkan kejenuhan dan kurang bisa dipahami sehingga peserta didik tidak termotivasi untuk belajar (Yuliono & Rintayati, 2018). Oleh karena itu, perlu mengintegrasikan teknologi informasi untuk meningkatkan media pembelajaran siswa yang lebih interaktif dan menarik.

Salah satu solusi yang diusulkan untuk meningkatkan interaktivitas dalam pembelajaran adalah melalui penggunaan visualisasi tiga dimensi dan simulasi interaktif. Pembelajaran melalui visualisasi tiga dimensi atau simulasi interaktif memungkinkan peserta didik untuk dapat berpartisipasi aktif dalam kegiatan belajar mengajar. Salah satu materi tingkat sekolah dasar yang membutuhkan visualisasi tiga dimensi atau simulasi interaktif adalah pembelajaran anatomi organ tubuh manusia pada mata pelajaran sains atau IPA. Alasan tersebut menjadikan anatomi tubuh manusia ini menjadi pilihan yang tepat sebagai fokus penelitian dalam mengembangkan aplikasi pembelajaran dengan teknologi yang lebih canggih.

Yuliono & Rintayati (2018) menyatakan bahwa terdapat keefektifan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada konsep sistem pencernaan bagi peserta didik Sekolah Dasar kelas 5. Penelitian Nanlohy, dkk (2020) menyatakan melalui teknologi *augmented reality* dapat membawa dampak signifikan dalam pembelajaran kompleks tentang organ dan jaringan tubuh manusia. Fitriani dkk, (2021) merancang aplikasi pembelajaran organ dalam tubuh manusia berbasis Android dengan teknologi *augmented reality* yang disertai fitur teks dan audio. Aplikasi ini mempermudah siswa dalam memahami konsep pembelajaran sehingga meningkatkan minat belajar siswa. Sari dkk (2012) juga mengembangkan aplikasi multimedia presentasi pembelajaran panca indera dengan teknologi *augmented reality*. Aplikasi ini membantu guru dalam menjelaskan materi panca indera dan memudahkan siswa untuk memahami materi tersebut.

Pemanfaatan *augmented reality* dalam pembelajaran anatomi tubuh manusia memungkinkan siswa menjelajahi organ tubuh manusia dalam bentuk tiga dimensi. Pengembangan aplikasi *augmented reality* diharapkan memberikan

kontribusi signifikan pada media pembelajaran anatomi, memfasilitasi pemahaman organ seperti jantung, paru-paru, dan lambung. Aplikasi ini menerapkan metode *marker-based tracking* untuk menampilkan model 3D dengan fitur *voice* dan video penjelasan organ tubuh manusia.

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem *augmented reality* pembelajaran anatomi tubuh manusia di sekolah dasar. *Platform* yang digunakan adalah Android karena sangat relevan dengan kebutuhan pembelajaran di Indonesia pada Tingkat sekolah dasar. Selain itu, pengembangan sistem ini juga diharapkan dapat membantu guru atau tenaga pendidik dalam membawa pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif ke dalam kelas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana membangun aplikasi media pembelajaran pengenalan anatomi organ dalam tubuh manusia berbasis *augmented reality* yang efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa, serta memfasilitasi proses belajar yang interaktif dan menarik.

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yang dibuat agar penelitian ini fokus pada permasalahannya. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut.

- a. Target pengguna dari aplikasi ini adalah siswa Sekolah Dasar kelas 5 yang mempelajari materi Sistem Pernapasan Manusia, Sistem Peredaran Darah Manusia dan Sistem Pencernaan Manusia..
- b. *Augmented reality* yang digunakan adalah *library* Vuforia.
- c. Penelitian ini menggunakan barcode sebagai *marker* untuk penanda objek anatomi tubuh manusia dan untuk menampilkan objek 3D.
- d. Materi pembelajaran ini memfokuskan pada anatomi tubuh manusia sesuai kurikulum sekolah dasar, meliputi organ pernapasan (hidung, trakea, paru-paru), peredaran darah (jantung, pembuluh darah), dan organ pencernaan (mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, anus).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menciptakan media pembelajaran anatomi tubuh manusia yang menarik dan menyenangkan bagi siswa Sekolah Dasar kelas 5.
- b. Mengembangkan aplikasi yang dapat digunakan untuk membantu siswa memahami konsep anatomi tubuh manusia dengan lebih efektif dan interaktif melalui penerapan teknologi *augmented reality*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu mengatasi kekurangan pada pembelajaran konvensional, di mana siswa hanya mengandalkan buku teks.
- b. Membantu guru dalam proses pengajaran dengan menyediakan alat yang lebih inovatif dan efektif untuk menjelaskan konsep-konsep anatomi organ tubuh manusia.
- c. Visualisasi 3D dan fitur interaktif pada aplikasi diharapkan meningkatkan minat siswa untuk mempelajari anatomi tubuh manusia, serta menciptakan pengalaman belajar yang menarik bagi siswa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini tidak terlepas dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

2.1.1 Teknik *Marker Based Tracking Augmented reality* Untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android

Perwitasari (2018) merancang aplikasi visualisasi anatomi organ tubuh manusia berbasis *augmented reality* menggunakan teknik *marker based tracking*. Aplikasi ini ditujukan untuk masyarakat umum yang ingin belajar tentang visualisasi anatomi organ tubuh manusia seperti otak, mata, jantung, dan paru-paru pada *platform* Android. Materi visualisasi anatomi dalam penelitian ini diambil dari jurnal ilmiah, tesis, buku dan website yang terkait dengan visualisasi anatomi organ tubuh manusia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *User Center Design* (UCD), yaitu pengembangan sistem yang berfokus pada kebutuhan dan pengalaman pengguna. Penerapan UCD akan membantu pengguna mengerti cara menggunakan sistem dan mengurangi kesalahan dari pengguna. Pada metode UCD, beberapa tahapan penelitian meliputi Studi literatur, Menyusun proposal penelitian, Analisa kebutuhan, Merancang sistem, Implementasi dan Pengujian. Aplikasi ini dibuat menggunakan *software* unity 3D, JDK (*Java Development Kit*), Vuforia SDK dan juga adobe photoshop CS3. Aplikasi ini menawarkan tiga fitur utama. Pertama, fitur AR Organ memungkinkan pengguna untuk melihat gambaran objek 3D anatomi organ tubuh manusia melalui kamera smartphone mereka.

Kedua, fitur AR Fungsi menyediakan informasi tentang fungsi dan keterangan dari organ tersebut. Terakhir, aplikasi ini juga menyertakan fitur Panduan, yang memberikan instruksi langkah demi langkah tentang cara menggunakan aplikasi. Namun, kelemahan pada aplikasi ini adalah belum adanya fitur seperti *zoom* dan *rotate* pada objek yang dapat memudahkan pengguna berinteraksi terhadap objek. Aplikasi ini juga belum dilengkapi fitur *voice* dan video penjelasan tentang objek organ tubuh. Hasil penelitian ini adalah teknik *marker based tracking* berhasil diimplementasikan aplikasi visualisasi organ tubuh manusia dan dapat menampilkan objek 3D dengan baik.

2.1.2 Aplikasi *Augmented Reality* Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan *Library Vuforia*

Wijaya (2022) merancang sebuah aplikasi pengenalan hewan berbasis *augmented reality*. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* pengenalan hewan berbasis Android menggunakan *library Vuforia*. Upaya ini memanfaatkan teknologi *augmented reality* dalam pendidikan anak usia dini untuk memperkenalkan berbagai spesies hewan kepada anak-anak dan masyarakat. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pertumbuhan teknologi komputer dan potensi positif *augmented reality* dalam memproyeksikan objek 3D ke dunia nyata. *Marker* yang digunakan adalah teks *print-out* dengan 5 jenis tipe *font* dan tiga hewan yang berbeda yaitu badak, gajah, dan harimau. Peneliti mendapatkan materi hewan dari buku, jurnal ilmiah dan buku elektronik. Metode penelitian yang diterapkan adalah metode *waterfall* yang melibatkan tahapan *requirement analysis*, *design*, *implementation*, *verification*, dan *maintenance*. Proses pengembangan aplikasi melibatkan Unity 3D, Vuforia, Photoshop, dan Blender. Pengujian dilakukan dengan menginstal aplikasi pada beberapa perangkat *smartphone* dan melakukan uji coba deteksi terhadap *marker* teks *print-out*. Salah satu fitur utama aplikasi ini adalah menampilkan 3D Objek penggunaan *marker* berbasis teks *print-out*. Ini akan memungkinkan pengguna cukup mengetikkan dan mencetak nama

hewan tersebut, kemudian melakukan pemindaian dengan perangkat yang telah terinstal aplikasi *augmented reality* ini. Kelemahan penelitian ini terletak pada fitur-fiturnya yang terbatas dan hanya bisa menampilkan objek 3D saja. Aplikasi ini belum dilengkapi fitur *voice* ataupun video penjelasan tentang objek dan belum adanya fitur *rotate* dan *zoom*. Namun, secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dapat terinstal dan berjalan dengan baik pada beberapa perangkat *smartphone*.

2.1.3 Rancang Bangun Media Pembelajaran Fungsi Organ Tubuh Manusia Berbasis *Augmented reality*

Nanlohy dkk (2020) merancang aplikasi media pembelajaran pada anatomi tubuh manusia berbasis *augmented reality*. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan guru dan siswa dalam memvisualisasikan organ tubuh secara menyeluruh, mulai dari kepala sampai kaki. Organ tubuh yang ada dalam aplikasi adalah mata, hidung, telinga, mulut, lutut, pergelangan tangan, jari tangan dan pergelangan kaki. Biasanya, materi ini dipelajari dalam format 2 dimensi melalui buku konvensional atau video pembelajaran, sehingga siswa kesulitan menerapkan konsep tersebut pada praktikum. Maka, penelitian ini bertujuan untuk membuat media pembelajaran anatomi organ tubuh manusia yang dapat lebih mudah dimengerti dan dipahami dengan menerapkan teknologi *augmented reality*. Materi organ tubuh pada penelitian ini didapatkan dari Buku dan Jurnal Ilmiah Komputer Informatika. Penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dengan berdasarkan enam tahap yaitu *concept* (pengonsepan), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan bahan), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian), dan *distribution* (pendistribusian). Aplikasi ini dikembangkan menggunakan aplikasi unity, Vuforia dan blender. Salah satu fitur utama dalam aplikasi ini adalah menampilkan objek 3D dengan fitur *zoom* dan *rotate*. Aplikasi ini sudah dilengkapi fitur audio penjelasan tentang masing-masing organ dan fitur untuk memilih deskripsi organ. Setelah dilakukan pengujian, menunjukkan

bahwa aplikasi Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia berhasil diterapkan dengan menggunakan teknik *Marker Based Tracking*. Aplikasi ini juga mampu menampilkan informasi yang jelas tentang anatomi organ tubuh manusia.

2.2 Anatomi Tubuh Manusia

Anatomi tubuh manusia adalah pengenalan struktur tubuh manusia beserta fungsinya (Yuliati dkk, 2018). Anatomi tubuh manusia adalah studi mengenai struktur internal dan eksternal dari tubuh manusia. Pengetahuan tentang anatomi merupakan landasan penting bagi berbagai disiplin ilmu, termasuk kedokteran, biologi, dan ilmu kesehatan. Anatomi tubuh merupakan bidang yang mempelajari susunan tubuh dan relasi antar bagian-bagiannya. Fokusnya terletak pada posisi geografis berbagai bagian tubuh, seperti lengan, kepala, dan dada. Seluruh bagian tubuh memiliki struktur atau susunan umum termasuk tulang, otak, jantung dan elemen-elemen lainnya. Secara singkat, anatomi merupakan ilmu yang mempelajari susunan dan hubungan antar komponen tubuh manusia. Pada pendidikan sekolah dasar, materi anatomi tubuh manusia biasanya masuk ke dalam pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Dalam materi tersebut, siswa akan mempelajari struktur dasar tubuh manusia, termasuk nama-nama organ tubuh beserta dengan fungsinya melalui gambar atau demonstrasi sederhana (Yuliati dkk, 2018).

Dalam pembelajaran IPA tingkat sekolah dasar, materi anatomi organ tubuh manusia sangat penting untuk dipahami oleh siswa. Materi pada penelitian ini diperoleh dari buku IPA Kelas 5 Sekolah Dasar karya Irene dan Khristiyono. Beberapa materi yang sering dipelajari seperti sistem pernapasan manusia, sistem peredaran darah manusia dan sistem pencernaan manusia.

2.2.1 Sistem Pernapasan Manusia

Manusia menggunakan paru-paru untuk bernapas dan menghirup oksigen. Oksigen akan digunakan tubuh untuk proses pembentukan energi. Organ pernapasan pada manusia (Irene & Khristiyono, 2016) yaitu.

- a. Hidung
Pada hidung manusia, lendir dan rambut hidung akan melakukan penyaringan debu dan kotoran dari udara yang dihirup.
- b. Trakea
Trakea merupakan penghubung antara hidung dan paru-paru.
- c. Paru-paru
Paru-paru merupakan organ inti dari sistem pernapasan manusia yang terletak dalam rongga dada diatas diafragma.

2.2.2 Sistem Pencernaan Manusia

Sistem pencernaan manusia berfungsi sebagai pemasok bahan makanan untuk memenuhi kebutuhan energi dan zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Bahan makanan akan dicerna di dalam saluran pencernaan dan sisa pencernaan akan dibuang dalam bentuk feses. Organ pencernaan pada manusia (Irene & Khristiyono, 2016) yaitu.

- a. Mulut
Mulut merupakan tempat masuknya makanan sebelum ke saluran pencernaan. Di dalam mulut terdapat gigi, lidah dan kelenjar ludah.
- b. Kerongkongan
Kerongkongan adalah penghubung antara mulut dan lambung.
- c. Lambung
Lambung bertugas sebagai pencerna makanan yang dibantu oleh otot lambung, enzim pepsin dan asam lambung.
- d. Usus Halus
Usus halus bertugas menyerap sari-sari makanan yang dicerna dan pencernaan lemak yang dibantu oleh cairan empedu.
- e. Usus Besar
Makanan yang tidak tercerna akan masuk ke dalam usus besar. Sisa makanan tersebut akan mengalami pembusukkan oleh bakteri yang bernama *Escherichia coli*.
- f. Anus
Makanan yang telah diproses oleh usus besar akan berubah menjadi kotoran yang akan dikeluarkan melalui anus.

2.2.3 Sistem Peredaran Darah Manusia

Sistem peredaran darah manusia berfungsi untuk mengedarkan zat-zat ke seluruh bagian tubuh dan mengangkut kembali sisa-sisa zat untuk dikeluarkan dari tubuh. Organ pada sistem peredaran darah manusia (Irene & Khristiyono, 2016) yaitu.

a. Jantung

Jantung berfungsi sebagai pemompa darah ke seluruh tubuh.

b. Pembuluh Darah

Pembuluh darah terbagi menjadi tiga yaitu arteri, vena dan kapiler.

c. Darah

Darah tersusun atas sel darah merah, sel darah putih, trombosit dan plasma darah.

2.3 *Augmented reality* (AR)

Teknologi *augmented reality* telah menjadi bidang yang penting dalam penelitian di Indonesia. *Augmented reality* merupakan gabungan dari benda-benda yang terdapat di dunia virtual yang diterapkan ke dalam dunia nyata dengan bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi sehingga dapat disentuh dilihat, dan didengar. *Augmented reality* menjadi sebuah potensi yang berpeluang besar dalam ilmu sains dan teknologi karena teknik ilmu ini menampilkan visual yang menarik sekaligus 3D dan animasinya, serta menekankan pada pelatihan praktis secara langsung (*Real Time*) (Aprilinda dkk, 2020).

Augmented reality juga merupakan cara alami untuk mengeksplorasi objek 3D dan data dengan menggabungkan perpaduan antara *virtual reality* dengan *world reality*, sehingga objek-objek virtual 2 dimensi atau 3 dimensi seolah-olah terlihat nyata dan menyatu dengan dunia nyata melalui penambahan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer (Mustika dkk, 2015). Tujuan utama dari *augmented reality* adalah untuk menciptakan lingkungan nyata dan virtual sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata, dan pengguna tidak merasakan perbedaan antara *augmented reality* dengan apa yang mereka lihat dan rasakan di lingkungan nyata (Abdulghani & Sati,

2019). *Augmented reality* sendiri telah diimplementasikan ke dalam berbagai bidang seperti pendidikan, militer, marketing, kesehatan dan lain sebagainya. Dalam bidang pendidikan sendiri teknologi *augmented reality* dapat digunakan untuk mendukung berbagai macam media pembelajaran seperti matematika, sejarah dan ilmu pengetahuan alam (sains) (Abdulghani & Sati, 2019).

Pada teknologi *augmented reality* ada dua metode yang dikembangkan, yaitu *Marker based tracking* dan *Markerless*. *Marker Based Tracking* merupakan salah satu bentuk *augmented reality* yang memanfaatkan penanda atau *marker* dalam bentuk objek dua dimensi dengan pola tertentu. Sistem ini akan membaca *marker* melalui media *webcam* atau kamera yang terhubung dengan perangkat. Dengan menggunakan *marker* sebagai kunci pengenalan, *Marker Based Tracking* memungkinkan integrasi yang lebih efektif antara elemen virtual dan realitas fisik dalam aplikasi *augmented reality* (Apriyani dkk, 2016). Teknologi *Marker Based Tracking* telah menjadi subjek pengembangan sejak era 1980-an, dan mengalami peningkatan signifikan pada awal 1990-an terutama dalam konteks penggunaannya dalam *augmented reality* (Abdulghani & Sati, 2019). Teknologi *Marker based Tracking* ini sering digunakan dalam aplikasi *augmented reality*. Objek virtual dapat diintegrasikan dan berinteraksi dengan dunia nyata berdasarkan *marker* yang terdeteksi. Metode *marker based tracking* memungkinkan penyisipan berbagai elemen multimedia seperti animasi, video, suara, dan teks ke dalam lingkungan nyata melalui aplikasi *augmented reality*. Proses ini dimulai dengan memasukkan informasi ke dalam kamera perangkat, yang kemudian akan ditampilkan di *layer smartphone* melalui pengenalan *marker* atau penanda yang spesifik. Dengan cara ini, pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan elemen-elemen digital yang tersisip dalam lingkungan nyata melalui layar perangkat (Utama dkk, 2023). Sedangkan *Markerless* merupakan sebuah metode pelacakan dimana dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital (Apriyani dkk, 2016). Metode ini memungkinkan pengguna untuk lebih bebas berinteraksi dengan elemen-elemen digital tanpa perlu mempersiapkan atau menggunakan *marker* tambahan. Dua metode pendekatan terbaru yang digunakan dalam pelacakan

markerless, yaitu SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) dan SURF (*Speeded Up Robust Features*) merupakan dua metode pendekatan terbaru yang digunakan dalam pelacakan *markerless* (Haryani & Triyono, 2017).

2.4 Blender

Blender merupakan sebuah aplikasi grafis 3D yang diperkenalkan sebagai perangkat lunak bebas dan dapat diakses oleh public serta dirilis di bawah lisensi GNU (*General Public License*). Keberagaman fungsi Blender mencakup berbagai kegiatan, mulai dari *modeling*, *texturing*, *UV unwrapping*, *rigging*, simulasi air, animasi, *skinning*, *rendering*, partikel simulasi, pengeditan non-linear, hingga proses *compositing* (Nanlohy dkk, 2020). Dalam menghadirkan solusi kreatif yang melampaui batas-batas konvensional, Blender tidak hanya memfasilitasi proses pembuatan gambar tiga dimensi, tetapi juga membuka peluang untuk mengeksplorasi bidang *augmented reality* (Yustitia dkk, 2023).

2.5 Android

Menurut Putra dkk (2016), Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Android juga termasuk salah satu sistem operasi yang banyak diminati oleh masyarakat, karena android bersifat *open source* yang dapat memberikan kebebasan pengguna untuk menciptakan aplikasi, namun android memiliki kekurangan seperti terdapat ancaman virus malware (Anggraeni & Kustijono, 2013).

Ada dua cara yang biasa digunakan dalam pembuatan media pembelajaran berbasis android, yaitu menggunakan pemrograman seperti *Java Development Kit* (JDK) dan menggunakan sebuah *platform* yang tersedia di google atau internet. Contohnya adalah online app builder, website ini dapat digunakan untuk membuat aplikasi dengan lebih mudah karena proses pembuatan aplikasi hanya *drag and drop* melalui online app builder, sehingga tidak terlalu memerlukan coding bahkan tidak melakukan coding sama sekali dalam pengembangan aplikasinya (Astuti dkk, 2017).

Saat ini, Android telah meluncurkan berbagai versi, dengan yang tertinggi adalah Android versi 13. Namun, pada penelitian ini, digunakan Android versi 8 untuk memastikan kesesuaian dan stabilitas aplikasi dengan lingkungan pengembangan yang ditargetkan.

2.6 Unity 3D

Unity adalah aplikasi yang sering digunakan untuk mengembangkan game atau perangkat lunak *multi platform* yang didesain untuk mudah digunakan. Unity mendukung semua format file, terutama format umum seperti semua format dari art applications. Unity cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada *MacOs x* dan windows serta dapat menghasilkan game untuk *Mac*, windows, iPhone, iPad dan Android (Samaludin dkk, 2021). Aplikasi unity juga merupakan game engine sebuah *software* pengolah gambar, grafik, suara, input, dan lain-lain yang ditujukan untuk membuat suatu game, meskipun tidak selamanya untuk game. Keunggulan dari mesin game Unity ini terletak pada kemampuannya untuk mengembangkan permainan berbasis 3D maupun 2D, sementara proses penggunaannya sangatlah mudah (Nugroho & Pramono, 2017). *Software* unity ini tidak dapat digunakan untuk desain dikarenakan tidak mensupport tool untuk mendesain. Unity mendukung beberapa bahasa pemrograman seperti *C#*, *JavaScript* dan *Boo*, selain itu unity juga terdapat fitur *particle effect*, *sky box* dan juga audio *reverb zone* (Mahendra, 2016).

2.7 Objek 3D

Berkembangnya ilmu teknologi informasi dan komunikasi di dunia memudahkan aktivitas manusia dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Salah satunya teknologi komputer khususnya fitur tiga dimensi. Objek 3D merupakan sebuah gambar yang memiliki ruang, panjang, lebar dan tinggi serta bentuk karakteristik dari 3D ini mengacu pada tiga dimensi spasial yang menunjukkan titik koordinat Cartesius X,Y dan Z (Fauzi, 2019).

Tujuan dari objek 3D ini didesain agar gambar terlihat hidup dan dapat dilihat dari segala sisi. Sehingga objek bisa dilihat dengan lebih jelas dan detail. Untuk menghasilkan objek 3D diperlukan konsep dan desain dimana aspek yang harus dipertimbangkan yaitu metode untuk membuat deskripsi suatu objek,

tujuan dari pemodelan objek, tingkat kesulitan proses, pengeluaran biaya, penyesuaian dan kemudahan dalam memodifikasi objek. Aspek-aspek tersebut sangat mempengaruhi kualitas gambar 3 dimensi yang akan dihasilkan. Perancangan model objek 3D sendiri terdiri dari beberapa tahapan yaitu, menentukan objek dasar yang akan dibentuk, animasi dan pencahayaan objek serta metode pemodelan objek 3D. (Nugroho & Pramono, 2017).

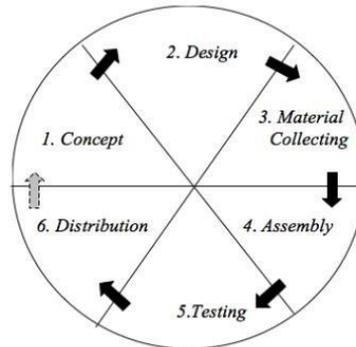
Adapun untuk menciptakan objek 3D ini perlu bantuan perangkat lunak berupa aplikasi grafik 3 dimensi untuk membantu proses pengeditan objek 3D, memodifikasi dan memanipulasi informasi bentuk gambar 3 dimensi. Berdasarkan objek dan basisnya, proses pemodelan ini secara umum dilakukan melalui komputer. Pemanfaatan objek tiga dimensi ini dapat digunakan pada berbagai bidang seperti bidang kedokteran, industri, seni, komputer dan lainnya. Contoh objek-objek 3D yang dapat dikomersilkan di industri yaitu, grafis 3D, film 3D, kacamata 3D dan suara 3D (Nugroho & Pramono, 2017).

2.8 Vuforia

Vuforia merupakan sebuah *Software Development Kit* (SDK) yang digunakan untuk membangun aplikasi berbasis *augmented reality* pada perangkat mobile. Selain itu, teknologi ini juga berfungsi untuk menampilkan objek tiga dimensi sederhana dan dapat melacak gambar target (Abdillah dkk, 2020). Vuforia juga dikenal sebagai *Software Development Kit* untuk komputer vision based *augmented reality* (Nugroho & Pramono, 2017). *Software Development Kit* (SDK) Vuforia ini memiliki fitur gabungan dengan software unity yang dinamakan dengan *Vuforia AR Extension For Unity*. Vuforia adalah sebuah *library* yang digunakan dalam pengembangan *augmented reality* untuk memfasilitasi deteksi dan pelacakan objek dunia nyata, sehingga memungkinkan integrasi konten digital yang imersif dalam aplikasi *augmented reality*. Dengan teknologi *augmented reality* Vuforia akan dihasilkan aplikasi dengan interaksi yang memanfaatkan kamera dari handphone untuk digunakan sebagai perangkat input mata elektronik yang bisa mengenali objek tertentu. Sehingga pada layar *handphone* bisa menampilkan gabungan antara dunia maya dan dunia nyata dalam aplikasi. (Abdillah dkk, 2020).

2.9 Multimedia Development Life Cycle

Pada penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Siklus pengembangan MDLC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Pengembangan MDLC (Nanlohy dkk, 2020)

Multimedia Development Life Cycle (MDLC) adalah sebuah pengembangan perangkat lunak yang berbasis multimedia. Metode MDLC ini memiliki enam tahapan, diantaranya adalah Pengonsepan (*concept*), Perancangan (*design*), Pengumpulan bahan (*material collecting*), Pembuatan (*assembly*), Pengujian (*testing*) dan Pendistribusian (*distribution*). Berikut adalah penjelasan dari tahap-tahap pengembangan MDLC (Nanlohy dkk, 2020).

a. *Concept*

Tahap awal dari pembuatan aplikasi adalah *concept*, dimana penulis harus menentukan tujuan dan konsep aplikasi yang dibuat serta ditargetkan kepada siapa aplikasi ini nantinya. Output dari tahap ini dapat berupa file teks yang bersifat naratif untuk menjelaskan tujuan.

b. *Design*

Pada tahap *design* mulai membuat rancangan tentang kebutuhan *interface*, seperti membuat rancangan desain tampilan aplikasi. Proses perancangan ini sangat penting karena akan menjadi landasan untuk pengembangan selanjutnya.

c. *Material Collecting*

Pada tahap ini penulis mulai mengumpulkan kebutuhan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi seperti objek 3D, video, audio, *marker* serta animasi yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi.

d. *Assembly*

Pada tahap *assembly*, penulis akan mulai membuat sebuah aplikasi menggunakan semua bahan yang telah dikumpulkan sebelumnya sesuai dengan *design* yang telah dirancang sebelumnya.

e. *Testing*

Tahap *testing* akan dilakukan setelah aplikasi telah selesai dibuat sesuai dengan rancangan dan fitur-fitur yang telah ditentukan sebelumnya. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat error atau tidak ketika program tersebut dijalankan.

f. *Distribution*

Tahap ini adalah tahap terakhir dimana setelah aplikasi dilakukan pengujian dan tidak terdapat *error* lagi pada aplikasi ketika dijalankan, maka aplikasi akan disimpan dan siap untuk dijadikan sebagai media pembelajaran.

2.10 *User Acceptance Testing (UAT)*

User Acceptance Testing adalah tahap pengujian perangkat lunak yang dilakukan oleh pengguna untuk mengetahui apakah sistem dapat diterima oleh pengguna atau tidak. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah melakukan survei langsung dengan memberikan kuesioner kepada *user*. Kuesioner dapat berupa pertanyaan-pertanyaan tentang aplikasi dan jawaban pengguna yang berupa sangat setuju (SS), setuju (S), netral (N), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS). Perhitungan *UAT* dapat menggunakan *skala likert* yang dapat dilihat pada Tabel 1 (Anggoro & Lukmana, 2019).

Tabel 1. *Skala Likert* (Anggoro & Lukmana, 2019)

Tingkat Kepuasan	Kode	Skala
Sangat Setuju	SS	5
Setuju	S	4
Cukup	C	3
Tidak Setuju	TS	2
Sangat Tidak Setuju	STS	1

Hasil dari kuesioner tersebut harus dianalisis terlebih dahulu, untuk mendapatkan hasil yang baik dari pengujian *UAT* tersebut. Untuk itu, persamaan 1 adalah rumus perhitungan yang dilakukan untuk menghitung hasil pengujian *UAT* (Anggoro & Lukmana, 2019).

$$P = \frac{S}{\text{Skor Ideal}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

P = Nilai persentase yang akan dihitung

S = Jumlah frekuensi dikalikan skor setiap jawaban

Skor Ideal = Skor tertinggi dikalikan jumlah sampel

2.11 *Black Box Testing*

Black Box Testing merupakan metode pengujian sistem untuk untuk mengetahui fungsionalitas dari sistem tersebut. Pada metode pengujian ini berfokus pada fungsi yang tidak benar, kesalahan rancangan, kesalahan inisialisasi dan kesalahan performansi (Mustaqbal dkk, 2015). Terdapat beberapa kelebihan menggunakan metode *Blackbox Testing* yaitu orang yang melakukan pengujian tidak harus memiliki kemampuan *programming*. Pengujian sistem dilakukan berdasarkan sudut pandang pengguna, selain itu *programmer* dan penguji sistem saling berhubungan satu sama lain. Namun, metode *blackbox testing* ini memiliki beberapa kelemahan seperti tidak dilakukan pengujian pada beberapa bagian *back end*. Pada metode pengujian *blackbox testing* memiliki beberapa teknik, seperti *Equivalence Class Partitioning*, *Boundary Value Analysis* dan juga *Error Guessy* (Jaya, 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputasi Dasar Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Lampung. Fakultas MIPA Universitas Lampung beralamat di Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 3514.

3.1.2 Waktu Penelitian

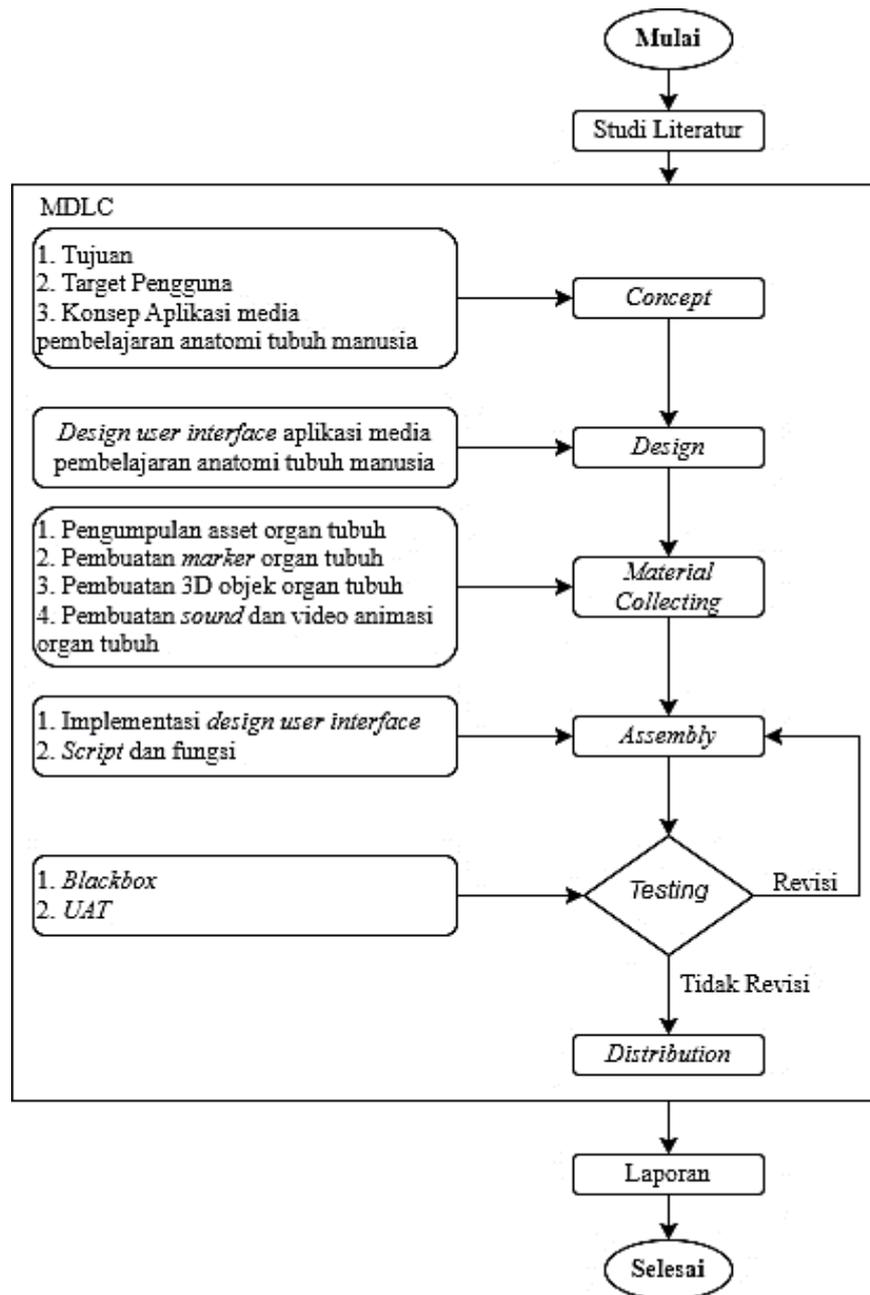
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 hingga akhir bulan Juni 2024. Waktu pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	2023		2024					
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Studi Literatur & Proposal Penelitian	■	■	■					
<i>Concept</i>		■	■	■				
<i>Design</i>		■	■	■				
<i>Material Collecting</i>		■	■	■	■			
<i>Assembly</i>				■	■	■	■	
<i>Testing</i>							■	■
<i>Distribution</i>							■	■
Penulisan Laporan							■	■

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* Metodologi Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, hal yang dilakukan adalah memahami konsep dari *augmented reality* dan mencari berbagai referensi untuk membantu pengembangan sistem media pembelajaran anatomi tubuh manusia berbasis *augmented reality* menggunakan *platform* android. Referensi-referensi tersebut dapat diperoleh melalui kajian literatur, yang

mencakup bahan dari artikel-artikel dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti lain. Studi literatur ini melibatkan pembacaan buku, jurnal-jurnal, dan makalah-makalah terkait.

3.2.2 Concept

Tujuan penelitian ini yaitu membuat aplikasi media pembelajaran anatomi tubuh manusia untuk menciptakan media pembelajaran yang interaktif. Dengan penerapan teknologi *augmented reality*, siswa dapat dengan mudah memahami konsep anatomi manusia. Target pengguna aplikasi ini adalah siswa Sekolah Dasar kelas 5. Selain itu, guru-guru sekolah dasar juga dapat menggunakan media pengajaran yang lebih inovatif dan juga efektif untuk menjelaskan konsep-konsep anatomi tubuh manusia. Aplikasi ini akan diberi nama AnatomiAR (Anatomi *Augmented Reality*). Aplikasi AnatomiAR ini dapat membantu siswa menjelajahi struktur organ dalam tubuh manusia dalam bentuk 3D. Siswa dapat melakukan eksplorasi interaktif terhadap organ-organ tubuh, memungkinkan mereka untuk memutar, memperbesar, dan memperkecil model tubuh manusia sesuai keinginan. Aplikasi AnatomiAR juga menyediakan video pembelajaran dan *voice* penjelasan tentang organ dalam tubuh manusia.

3.2.3 Design

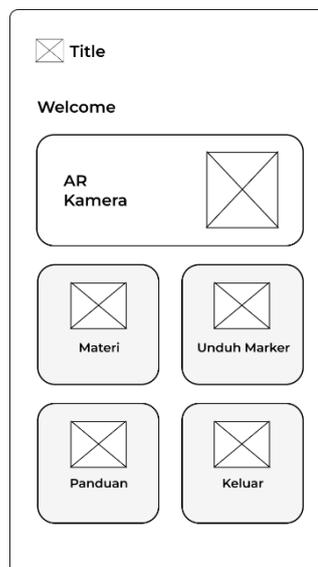
Tahap *design* fokus utamanya adalah membuat gambaran alur kerja dari aplikasi yang akan dibuat. *Design* aplikasi media pembelajaran anatomi tubuh manusia ini digambarkan dalam bentuk rancangan tampilan (*interface*) fitur-fitur yang ada pada aplikasi. Tahapan *design* ini bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan aplikasi, serta menyiapkan perangkat penelitian berupa *hardware* dan juga *software* yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi. Tampilan *design* yang telah dirancang terdiri dari tampilan awal aplikasi, tombol-tombol pada aplikasi dan fitur-fitur yang akan digunakan. Desain tampilan aplikasi ini dibuat menggunakan Figma.

3.2.3.1 Rancangan *Interface*

Berikut ini adalah desain *interface* yang mewakili semua menu dalam aplikasi.

a. Rancangan *Interface* Home

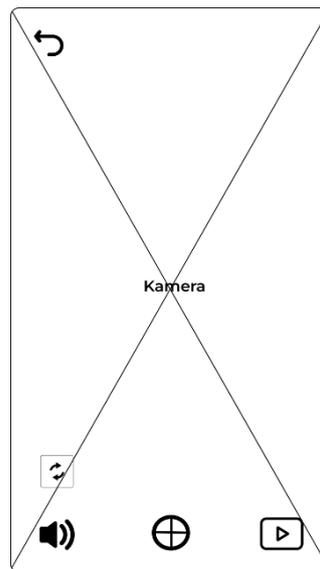
Halaman home menampilkan logo dan title dari aplikasi, kemudian terdapat beberapa menu seperti AR, Materi, Unduh *Marker*, Panduan dan *Exit*. Tampilan rancangan halaman home dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan *Interface* Home

b. Rancangan *Interface* AR Kamera

Menu AR menampilkan halaman fitur kamera yang akan digunakan untuk memindai objek *marker*. Selain itu, halaman ini juga menampilkan tombol *sound* dan video yang berfungsi untuk memutar audio dan video penjelasan organ tubuh. Selain itu juga halaman menampilkan tombol *back* untuk kembali ke halaman home. Rancangan *Interface* halaman AR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan *Interface* AR Kamera

c. Rancangan *Interface* Materi

Menu materi menampilkan halaman materi Sistem Pernapasan Manusia, Peredaran Darah Manusia dan Pencernaan Manusia. Selain itu, terdapat tombol yang dapat memutar video penjelasan dari masing-masing materi. Video diperoleh dari *platform* Youtube dan diputar dalam aplikasi. Rancangan *Interface* halaman materi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan *Interface* Materi

d. Rancangan *Interface* Unduh Marker

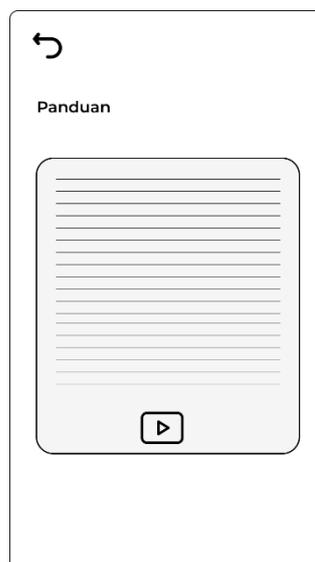
Menu unduh *marker* menyediakan tombol *download* yang langsung mengarah ke Google Drive berisi *marker* organ tubuh manusia, dan dapat diunduh oleh pengguna. Rancangan *Interface* halaman unduh *marker* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan *Interface* Unduh Marker

e. Rancangan *Interface* Panduan

Menu panduan akan menampilkan halaman berisi langkah-langkah cara menggunakan aplikasi dalam bentuk video, dan juga tombol *back* untuk kembali ke halaman home. Rancangan *Interface* halaman panduan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rancangan *Interface* Panduan

Perangkat penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Kebutuhan perangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.3.2 Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Personal Computer Processor Ryzen 5, Kapasitas *Random Access Memory* (RAM) 8192 MB, Grafis Radeon RX 5500 U.
- b. Android Snapdragon 439 Octa Core 1,95GHz, RAM 3GB, ROM 32 GB.

3.2.3.3 Perangkat Lunak (*Software*)

Berikut adalah perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Unity 3D
Unity 3D digunakan untuk mengembangkan aplikasi tiga dimensi terkait dengan tujuan penelitian.
- b. Blender
Blender digunakan untuk membuat Model 3D objek dari organ tubuh manusia.
- c. Vuforia SDK
Vuforia SDK (*Software Development Kit*) digunakan sebagai pemindai dan pelacakan objek *marker* yang disediakan oleh Vuforia sebagai *library*.
- d. Canva
Canva sebagai *tools* untuk pembuatan *marker* dari organ tubuh manusia.
- e. Figma
Figma digunakan untuk merancang tampilan aplikasi.
- f. Visual Studio Code
Visual studio code digunakan untuk penulisan kode program.
- g. Cap Cut
Cap Cut digunakan untuk mengedit video dan *sound*.

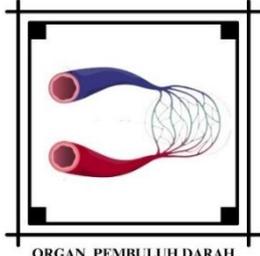
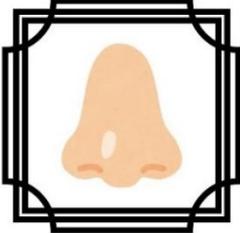
3.2.4 Material Collecting

Tahap *material collecting* adalah tahap pengumpulan bahan yang diperlukan untuk pembuatan aplikasi. Bahan yang dibutuhkan adalah objek *marker* organ tubuh manusia berupa barcode, objek 3D organ tubuh manusia, video penjelasan tentang organ tubuh manusia, *voice* penjelasan organ tubuh manusia.

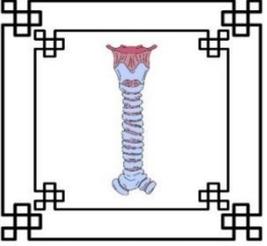
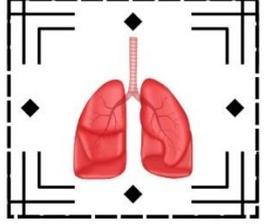
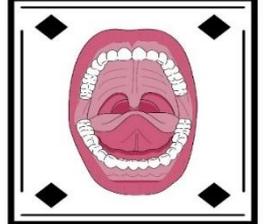
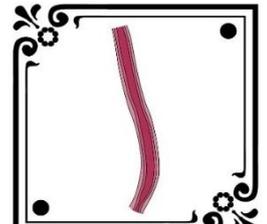
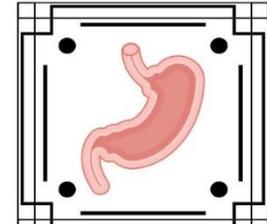
3.2.4.1 Marker

Marker organ tubuh manusia yang digunakan dalam penelitian ini dibuat sendiri menggunakan Canva. Desain dari *marker* organ tubuh dapat dilihat pada Tabel 3.

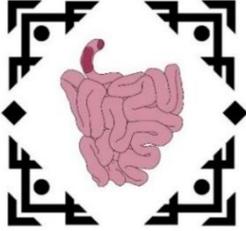
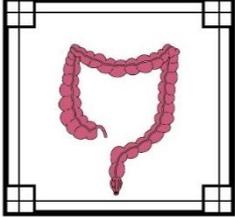
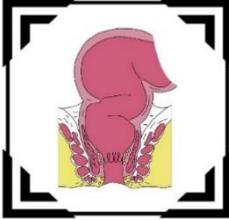
Tabel 3. Marker Organ Tubuh

No.	Organ	Marker
1.	Jantung	 ORGAN JANTUNG
2.	Pembuluh Darah	 ORGAN PEMBULUH DARAH
3.	Hidung	 ORGAN HIDUNG

Tabel 3. Lanjutan

No.	Organ	Marker
4.	Trakea	 <p data-bbox="1129 629 1305 651">ORGAN TRAKEA</p>
5.	Paru-paru	 <p data-bbox="1102 909 1337 931">ORGAN PARU-PARU</p>
6.	Mulut	 <p data-bbox="1118 1193 1321 1216">ORGAN MULUT</p>
7.	Kerongkongan	 <p data-bbox="1086 1473 1353 1496">ORGAN KERONGKONGAN</p>
8.	Lambung	 <p data-bbox="1129 1753 1321 1776">ORGAN LAMBUNG</p>

Tabel 3. Lanjutan

No.	Organ	Marker
9.	Usus Halus	 ORGAN USUS HALUS
10.	Usus Besar	 ORGAN USUS BESAR
11.	Anus	 ORGAN ANUS

3.2.4.2 Desain Model Objek 3D Organ Tubuh Manusia

Desain model objek 3D dalam penelitian ini diperoleh dari Sketchfab.com, sebuah *platform* yang menyediakan berbagai model 3D berkualitas, dan dimodifikasi menggunakan perangkat lunak aplikasi Blender. Aplikasi AnatomiAR memiliki interaksi pemecahan model 3D, yang memungkinkan pengguna melihat berbagai bagian dari organ tubuh. Untuk menjalankan interaksi tersebut, pengguna perlu memilih sebuah tombol khusus yang tersedia dalam aplikasi.

3.2.4.3 Video Materi Organ Tubuh Manusia

Dalam penelitian ini, terdapat tombol yang memungkinkan pengguna untuk memutar video materi mengenai organ tubuh manusia. Tombol tersebut akan mengarahkan pengguna ke video materi dari masing-masing organ tubuh manusia yang diambil dari *platform* Youtube dan akan diputar di dalam aplikasi. Video tersebut dibuat sendiri

menggunakan *Software* CapCut dan materi untuk video diambil dari buku pembelajaran IPA sekolah dasar kurikulum 2013.

3.2.4.4 Sound

Pada penelitian ini, terdapat fitur *sound* yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna untuk mendengarkan penjelasan mengenai setiap organ tubuh. Untuk menggunakan fitur *sound* ini, pengguna diharuskan menekan tombol khusus yang telah disediakan dalam aplikasi. *Sound* yang digunakan dalam penelitian ini dibuat sendiri melalui proses *record* menggunakan aplikasi Perekam Suara yang terdapat pada perangkat *smartphone*.

3.2.5 Assembly

Tahap ini mulai menuliskan kode program untuk membuat aplikasi. Implementasi ini dilakukan mulai dari memberikan fungsi pada setiap tombol atau fitur. Implementasi dilakukan menggunakan *software* Unity 3D dengan bahasa pemrograman C# dan juga *Library* Vuforia SDK untuk mengintegrasikan *marker* dengan kamera AR. Setelah tahap pengkodean ini selesai, maka akan masuk ke tahap *testing* atau pengujian pada aplikasi.

3.2.6 Testing

Penelitian ini menggunakan dua tahap pengujian yaitu *black box testing* dan *user acceptance testing (UAT)*. Tahap awal pengujian adalah *black box testing* yang bertujuan untuk mengetahui fungsionalitas aplikasi. Pengujian ini akan dilakukan oleh 5 (lima) penguji menggunakan *smartphone* Android dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Pengujian *blackbox testing* ini akan melibatkan 2 orang programmer dan 3 orang yang paham teknologi terkait pengembangan perangkat lunak atau aplikasi. Skenario pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah fitur-fitur aplikasi dapat berjalan dengan baik atau tidak. Tabel 4 merupakan skenario pengujian fungsionalitas aplikasi AnatomiAR.

Tabel 4. Pengujian Fungsionalitas *Black Box Testing*

No	Parameter Pengujian	Hasil Yang Diharapkan
1.	Membuka aplikasi	Menampilkan menu utama
2.	Memilih tombol Kamera AR	Menampilkan kamera AR, tombol kembali, tombol <i>voice</i> dan tombol video
3.	Memilih tombol Materi	Aplikasi menampilkan halaman menu pilihan materi dan tombol kembali
4.	Memilih tombol Unduh Marker	Aplikasi menampilkan halaman download dan tombol kembali
5.	Memilih tombol Panduan	Aplikasi menampilkan halaman panduan dan tombol kembali
6.	Memilih tombol Kembali	Tampilan ke halaman Menu Utama
7.	Menekan tombol Voice	Aplikasi memutar <i>sound</i> atau <i>voice</i>
8.	Menekan tombol Video	Menampilkan video penjelasan organ tubuh manusia
9.	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke objek marker	Menampilkan objek 3D organ tubuh manusia tombol kembali, tombol <i>voice</i> dan tombol video
10.	Memilih Tombol <i>Exit</i>	Menutup Aplikasi

Tahap yang kedua adalah *user acceptance testing (UAT)*. Tahap ini adalah tahap akhir pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah tujuan dari pembuatan aplikasi tercapai atau tidak. Pengujian *UAT* ini nantinya akan dilakukan di Sekolah Dasar Negeri 01 Argomulyo, dengan 15-20 orang siswa sebagai responden. Tabel 5 merupakan skenario pengujian untuk *UAT* yang diberikan kepada pengguna untuk melengkapi pengujian tahap akhir, dimodifikasi dari skripsi Haddad (2023).

Tabel 5. *User Acceptance Test* Aplikasi Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia

No	Keterangan	Kategori Jawaban				
		5	4	3	2	1
1.	Aplikasi AnatomiAR memberikan pengetahuan mengenai anatomi tubuh manusia					
2.	Aplikasi AnatomiAR mudah digunakan					
3.	Aplikasi AnatomiAR mudah dimengerti					
4.	Aplikasi AnatomiAR memiliki tampilan yang baik dan menarik					
5.	Adanya objek 3D organ tubuh manusia membuat aplikasi ini menjadi lebih menarik					
6.	Aplikasi AnatomiAR dapat menampilkan objek 3D dengan baik sesuai dengan jenis organ tubuh					
7.	Visual 3D organ tubuh tampil dengan baik					

Tabel 5. Lanjutan

No.	Keterangan	Kategori Jawaban				
		5	4	3	2	1
8.	Aplikasi AnatomiAR dapat memindai <i>marker</i> dengan baik dan cepat					
9.	Interaksi <i>Zoom</i> dan <i>Rotation</i> pada objek 3D organ tubuh berjalan dengan baik					
10.	Menu Kamera AR dapat membuka kamera dengan baik dan berfungsi sesuai harapan					
11.	Tombol <i>Sound</i> dapat memutar suara dengan baik dan sesuai dengan fungsinya					
12.	Tombol Video dapat memutar video dengan baik dan sesuai dengan fungsinya					
13.	Menu Materi dapat menampilkan konten pembelajaran dengan jelas dan informatif					
14.	Menu <i>Unduh Marker</i> dapat menyediakan <i>marker</i> yang dibutuhkan					
15.	Menu Panduan dapat membantu pengguna dalam menggunakan aplikasi					
16.	Proses pengunduhan <i>marker</i> berjalan tanpa kendala					
17.	Menu <i>Exit</i> dapat menutup aplikasi dengan benar dan menghentikan semua proses terkait					
18.	Loading pada aplikasi berjalan dengan baik					
19.	Penambahan <i>link</i> youtube video informasi organ-organ tubuh manusia sangat membantu dalam mendapatkan pengetahuan mengenai setiap organ tubuh manusia					
20.	Fitur Detail Organ Menampilkan informasi bagian-bagian dari setiap organ					
21.	Tidak menemukan kesulitan saat menggunakan Aplikasi AnatomiAR					
22.	Saya tidak melihat adanya ketidak konsistenan selama saya menggunakan Aplikasi AnatomiAR					
23.	Kritik dan saran					

3.2.7 Distribution

Tahap yang terakhir adalah *distribution*. Setelah aplikasi melewati tahap pengujian, aplikasi akan di distribusikan agar siswa atau guru dapat menggunakannya. Proses distribusi ini dilakukan dengan menyimpan aplikasi berupa aplikasi Media Pembelajaran Anatomi Tubuh Manusia berbasis *augmented reality* Menggunakan *Platform* Android disimpan ke dalam *Google Drive*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah aplikasi media pembelajaran AnatomiAR telah berhasil dibuat dengan menerapkan teknologi *Augmented Reality*. Objek 3D memiliki fitur *zoom* dan *rotate* serta dilengkapi dengan audio penjelasan, detail organ dan video materi. Hasil pengujian *Blackbox testing* berhasil menunjukkan bahwa semua fitur dalam aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Tingkat kepuasan pengguna mencapai 91,18%, sehingga aplikasi media pembelajaran ini sangat layak untuk digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan perancangan dan hasil implementasi yang dilakukan, maka saran yang perlu diperhatikan dalam pengembangan lebih lanjut pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Video materi dan panduan diharapkan dapat tersedia langsung di aplikasi tanpa harus beralih ke *platform* Youtube dan dapat diakses secara offline.
- b. Kualitas objek 3D organ tubuh perlu ditingkatkan agar tampil lebih realistis dan mendetail.
- c. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup penambahan objek 3D organ tubuh dan materi lainnya.
- d. Memperkecil ukuran aplikasi agar lebih stabil di berbagai perangkat tanpa mengurangi kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, G. Y., Andryana, S., & Iskandar, A. 2020. Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer Dengan Fast Corner Dan Natural Feature Tracking. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 5(2), 79-88.
- Abdulghani, T., & Sati, B. P. 2020. Pengenalan Rumah Adat Indonesia Menggunakan Teknologi Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking Sebagai Media Pembelajaran. *Media Jurnal Informatika*, 11(1), 43-50.
- Anggoro, D. A., & Lukmana, Y. E. A. 2019. Sistem Informasi Pengelolaan Data Nilai Siswa Pada SD Negeri Jambangan 1 Kabupaten Ngawi. *Dinamik*, 24(2), 102-112.
- Anggraeni, R. D., & Kustijono, R. 2013. Pengembangan Media Animasi Fisika Pada Materi Cahaya Dengan Aplikasi Flash Berbasis Android. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1), 11-18.
- Aprilinda, Y., Endra, R. Y., Afandi, F. N., Ariani, F., Cucus, A., & Lusi, D. S. 2020. Implementasi Augmented Reality Untuk Media Pembelajaran Biologi Di Sekolah Menengah Pertama. *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)*, 11(2), 124-133.
- Apriyani, M. E., Huda, M., & Prasetyaningsih, S. 2016. Analisis Penggunaan Marker Tracking Pada Augmented Reality Huruf Hijaiyah. *Jurnal Infotel*, 8(1), 71-77.
- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Mobile Learning Berbasis Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 57-62.
- Fauzi, M. 2019. Penggunaan Teknik Blueprint Pada Pemodelan Objek 3d. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 3(1), 35-41.

- Fitriani, L., Rahayu, R. E. G., & Firmansyah, R. 2021. Rancang Bangun Media Pembelajaran Pengenalan Organ Dalam Tubuh Manusia dengan Penerapan Metode Augmented Reality. *Jurnal Algoritma*, 18(2), 574-582.
- Haddad, A., 2023. Implementasi Augmented Reality Berbasis Android Pada Pengenalan Tanaman Anggrek Hias (Orchidaceae).[Skripsi]. Universitas Lampung.
- Haryani, P., & Triyono, J. 2017. Augmented Reality (AR) Sebagai Teknologi Interaktif Dalam Pengenalan Benda Cagar Budaya Kepada Masyarakat. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 807-812.
- Irene & Khristiyono, 2016. Buku Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Untuk SD/MI KELAS V. Erlangga Straight Point Series (ESPS). Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Jaya, T. S. 2018. Pengujian Aplikasi Dengan Metode Blackbox Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus: Kantor Digital Politeknik Negeri Lampung). *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(1), 45-48.
- Mahendra, I. B. M. 2016. Implementasi Augmented Reality (AR) Menggunakan Unity 3D Dan Vuforia SDK. Dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jik/article/view/26341>.
- Mustika, M., Rampengan, C. G., Sanjaya, R., & Sofyan, S. 2015. Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Creative Information Technology Journal*, 2(4), 277-291.
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. 2015. Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus: Aplikasi Prediksi Kelulusan Smpnptn). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 1(3).
- Nanlohy, C. S., Tulenan, V., Sambul, A., Mapaly, H. A., & Adinata, H. S. 2020. Rancang Bangun Media Pembelajaran Fungsi Organ Tubuh Manusia Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(1), 55-64.
- Nugroho, A., & Pramono, B. A. 2017. Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3d Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang. *Jurnal Transformatika*, 14(2), 86-91.
- Perwitasari, I. D. 2018. Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 8-18.

- Putra, D. W., Nugroho, A. P., & Puspitarini, E. W. 2016. Game Edukasi Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Untuk Anak Usia Dini. *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, 1(1).
- Samaludin, S., Ramadhan, A. A., & Fauzi, A. H. 2021. Interior Design Application and Room Angle Measurement Based on Augmented Reality (Ar). vol, 7, 1908-1913.
- Sari, W. S., Dewi, I. N., & Setiawan, A. 2012. Multimedia Presentasi Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Pengenalan Pancaindra dalam Mendukung Mata Pelajaran IPA Tingkat Sekolah Dasar. *Semantik 2012*, 24-29.
- Suprpto, S. 2006. Peningkatan Kualitas Pendidikan melalui Media Pembelajaran Menggunakan Teknologi Informasi di Sekolah. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, 3(1), 17250.
- Utama, A. P., Khomsah, S., & Athiyah, U. 2023. Implementasi Augmented Reality Sebagai Virtual Guide Menggunakan Metode Marker Based Tracking. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 8(3), 894-905.
- Wijaya, I. M. P. P. 2022. Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Hewan Berbasis Android Menggunakan Library Vuforia. *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (Simika)*, 5(2), 173-181.
- Yuliati, T. 2018. Pengembangan Game Edukasi Animasi Anatomi Tubuh Dengan 3 Bahasa Untuk Anak TK Menggunakan Adobe Flash. *INOVTEK Polbeng-Seri Informatika*, 3(2), 179-188.
- Yuliono, T., Sarwanto, S., & Rintayati, P. 2018. Keefektifan Media Pembelajaran Augmented Reality Terhadap Penguasaan Konsep Sistem Pencernaan Manusia. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 9(1), 65-84.
- Yustitia, V., Azwar, I., Inayah, S., Nurlela, L., Kania, N., Kusumaningrum, B., Prasetyaningrum, D. I., Kau, M. S., Lestari, I., Permana, R., Khaerani, & Genisa, M. U. 2023. Pendidikan di Era Digital. Jawa Barat. CV. Edupedia Publisher.