

**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM DAERAH RIAU
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK**

Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Dengan
Augmented Reality

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Penyusunan Skripsi Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau Pekanbaru



HANIFARSYAH AZIS
173510093

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

Nama : Hanifarsyah Azis
NPM : 173510093
Jurusan : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN STRUKTUR
JARINGAN TUMBUHAN DENGAN AUGMENTED
REALITY

Format sistematika dan pembahasan materi pada masing-masing bab dan sub bab dalam skripsi ini telah dipelajari dan dinilai relatif telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kriteria-kriteria dalam metode penulisan ilmiah. Oleh karena itu, skripsi ini dinilai layak serta dapat disetujui untuk disidangkan dalam **ujian komprehensif**.

Pekanbaru, 08 Februari 2022

Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika

Dr. Apri Siswanto, S.Kom., M.Kom

Dosen Pembimbing

Ana Yulianti, ST., M.Kom

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI UJIAN SKRIPSI

Nama : Hanifarsyah Azis
NPM : 173510093
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S1)
Judul Skripsi : Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Dengan
Augmented Reality


Skripsi ini secara keseluruhan dinilai telah memenuhi ketentuan-ketentuan dan kaidah-kaidah dalam penulisan penelitian ilmiah serta telah diuji dan dapat dipertahankan dihadapan tim penguji. Oleh karena itu, Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dinyatakan Telah Lulus Mengikuti Ujian Komprehensif Pada Tanggal 8 Februari 2022 dan disetujui serta diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Bidang Ilmu Teknik Informatika.

Pekanbaru, 8 Februari 2022

Tim Penguji


1. Panji Rachmat Setiawan, S.Kom., MMSI Sebagai Tim Penguji I
2. Ause Labellapansa, S.T., M.Cs., M.Kom Sebagai Tim Penguji II


(.....)

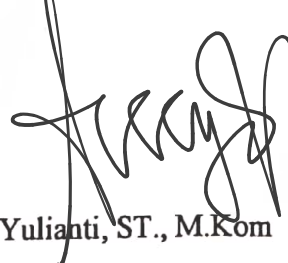

(.....)

Disahkan Oleh

Ketua Prodi Teknik Informatika


Dr. Apri Siswanto., S.Kom., M.Kom

Dosen Pembimbing


Ana Yulianti, ST., M.Kom

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HANIFARSYAH AZIS

NPM : 173510093

Adalah mahasiswa Universitas Islam Riau yang terdaftar pada:

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Informatika

Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis adalah benar dan asli hasil dari penelitian yang telah saya lakukan dengan judul **“APLIKASI PEMBELAJARAN STRUKTUR JARINGAN TUMBUHAN DENGAN AUGMENTED REALITY”**.

Apabila dikemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan Sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 8 Februari 2022

Yang membuat pernyataan,



HANIFARSYAH AZIS

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta nikmat yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul **“APLIKASI PEMBELAJARAN STRUKTUR JARINGAN DENGAN AUGMENTED REALITY”** sebagai salah satu syarat untuk penyusunan laporan skripsi pada Fakultas Teknik Prodi Teknik Informatika Universitas Islam Riau.

Dalam penyusunan proposal ini, penulis sadar bahwa tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak lain maka proposal ini sulit untuk terwujud. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Arbi Haza Nasution, B.IT (Hons), M.IT., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
3. Ibu Ana Yulianti, ST., M.Kom, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika, sekaligus Dosen Pembimbing yang telah ikhlas dan sabar memberikan semangat dan dukungan kepada Penulis.

4. Segenap Dosen Teknik Informatika, Universitas Islam Riau yang telah memberikan ilmu, pendidikan, dan pengetahuan kepada penulis selama duduk dibangku kuliah.
5. Kepada seluruh staff Tata Usaha Fakultas Teknik yang telah membantu dalam kelancaran proses penyelesaian skripsi ini.
6. Kedua orang tua, saudara dan keluarga besar, yang selalu mendo'akan, serta memberikan semangat dan dukungan yang sangat baik.
7. Kepada teman-teman asisten laboratorium TI yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
8. Kepada seluruh teman-teman kelas D TI 2017 yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan proposal ini masih banyak kekurangan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki proposal ini.

Akhir kata semoga proposal ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, 31 Januari 2022

Hanifarsyah Azis

APLIKASI PEMBELAJARAN STRUKTUR JARINGAN TUMBUHAN DENGAN *AUGMENTED REALITY*

Hanifarsyah Azis

Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Riau
Jalan Kaharuddin Nasution Km.11 No. 113 Perhentian Marpoyan Pekanbaru
28284

Email: hanifarsyahazis@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi pada perkembangan teknologi informasi di bidang Pendidikan, salah satunya ialah teknologi *Augmented Reality* yang bisa digunakan sebagai media pembelajaran jaringan tumbuhan. Pada saat ini, media pembelajaran yang sering digunakan ialah buku yang berisikan tulisan dan sedikit gambar saja yang menyebabkan mahasiswa sulit mempelajari struktur jaringan tumbuhan itu sendiri dikarenakan struktur jaringan hanya dapat dilihat dengan menggunakan alat bantu lihat seperti mikroskop. Teknologi seperti *Augmented Reality* dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran karena dapat menampilkan objek 3 dimensi dari struktur jaringan tumbuhan menggunakan kamera. Untuk membangun aplikasi media pembelajaran *augmented reality* ini menggunakan *game engine* Unity dan menggunakan *library* ARCore SDK. Aplikasi ini bermanfaat sebagai media pembelajaran dan akan digunakan pada program studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Riau yaitu pada materi jaringan tumbuhan. Berdasarkan pengujian pada jarak 10 cm hingga 500 cm aplikasi masih dapat ditampilkan, dan jarak maksimal yang dapat di deteksi oleh *track markerless* ialah 500 cm. berdasarkan pada pengujian intensitas cahaya animasi dapat ditampilkan di luar ruangan atau di dalam ruangan dan dapat melacak lokasi manapun dengan minimal intensitas cahaya 17 lux. Berdasarkan hasil pengujian pengguna didapatkan nilai 82% dengan jumlah responded sebanyak 21 orang, sehingga aplikasi ini dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

Kata kunci : *Augmented Reality*, Unity 3D, ARCore SDK, Struktur Jaringan Tumbuhan, Media Pembelajaran.

Plant Tissue Structure Learning Application With Augmented Reality

Hanifarsyah Azis

*Student of Informatics Engineering Department, Universitas Islam Riau
Kaharuddin Nasution Street Km.11 No. 113, Marpoyan, Pekanbaru
28284*

Email: hanifarsyahazis@student.uir.ac.id

ABSTRACT

This research is motivated by the development of information technology in the field of education, one of which is Augmented Reality technology which can be used as a learning medium for plant tissue. At this time, the learning media that are often used are books that contain writing and only a few pictures which makes it difficult for students to study the structure of plant tissue itself because the tissue structure can only be seen using viewing aids such as a microscope. Technology such as Augmented Reality can be used as a learning medium because it can display 3-dimensional objects from plant tissue structures using a camera. To build this augmented reality learning media application using the Unity game engine and using the ARCore SDK library. This application is useful as a learning medium and will be used in the Biology Education study program at the Islamic University of Riau, namely on plant tissue material. Based on testing at a distance of 10 cm to 500 cm the application can still be displayed, and the maximum distance that can be detected by a markerless track is 500 cm. based on light intensity testing the animation can be displayed outdoors or indoors and can track any location with a minimum light intensity of 17 lux. Based on the results of user testing, a score of 82% was obtained with a total of 21 respondents, so this application can be implemented as a learning medium for plant tissue structures.

Keywords: Augmented Reality, Unity 3D, ARCore SDK, Plant Tissue Structure, Learning Application.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	6
2.1 Studi Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Materi Struktur Jaringan Tumbuhan	9
2.2.2 Augmented Reality (AR)	15
2.2.3 <i>Markerless Augmented Reality</i>	16
2.2.4 Android	17
2.2.5 Program <i>Flowchart</i>	17
2.2.6 Visual <i>Studio Code</i>	18
2.2.7 Unity 3D.....	19
2.2.8 ARCore SDK (Software Development Kit).....	21
2.2.9 Blender 3D	21
BAB III	23
3.1 Analisa Masalah Yang Sedang Berjalan	23
3.2 Perancangan Sistem.....	24
3.2.1 Spesifikasi Kebutuhan Hardware dan Software.....	25
3.2.2 Bahan Penelitian.....	28
3.3 Perancangan Aplikasi	28
3.3.1 Tahap Perancangan Objek 3D.....	29

3.3.2	Tahap Perancangan Aplikasi.....	30
3.2.3	Desain Tampilan	33
3.2.4	Cara Kerja Aplikasi.....	39
BAB IV	42
4.1	Analisa Masalah Yang Sedang Berjalan	42
4.1.1	Tampilan Awal Aplikasi	42
4.1.2	Tampilan Logo Universitas Islam Riau	43
4.1.3	Tampilan Halaman Pilih Bahasa.....	43
4.1.4	Tampilan Halaman Utama	44
4.1.5	Tampilan Halaman Pilihan Materi	45
4.1.6	Tampilan Halaman Materi Jaringan Meristem	45
4.1.7	Tampilan Halaman Materi Jaringan Dewasa	46
4.1.8	Tampilan Halaman <i>Augmented Reality</i>	47
4.1.9	Tampilan Halaman Bantuan.....	49
4.1.10	Tampilan Halaman Tentang.....	50
4.1.11	Tampilan Halaman Keluar atau <i>Exit</i>	51
4.2	Pembahasan	52
4.2.1	Skenario Pengujian <i>Black Box</i>	53
4.2.2	Pengujian Intensitas Cahaya	60
4.2.3	Pengujian Jarak	68
4.2.4	Pengujian Jenis Objek <i>Tracking</i>	74
4.3	Implementasi Sistem	77
BAB V	80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR TABEL

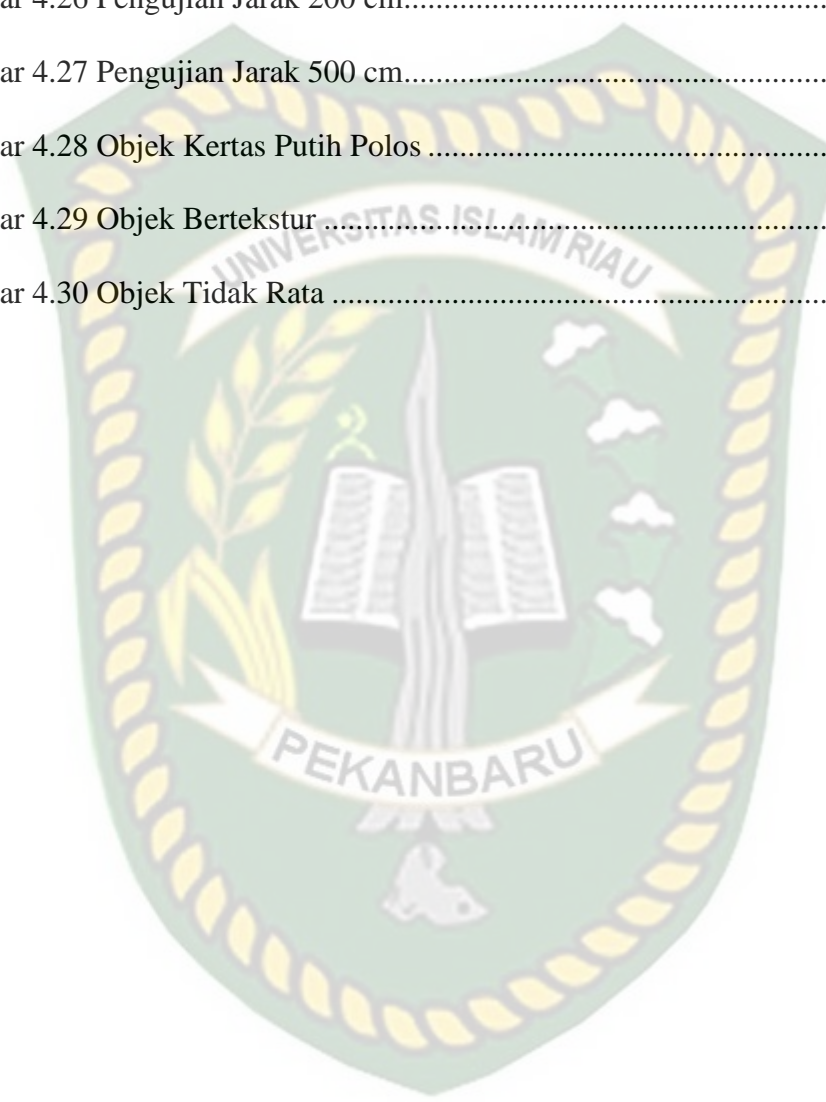
Tabel 2.1 Simbol Program <i>Flowchart</i>	17
Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Penguji.....	26
Tabel 4.1 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Utama Aplikasi.....	53
Tabel 4.2 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Pilihan Materi.....	54
Tabel 4.3 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Materi Jaringan.....	55
Tabel 4.4 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Materi Jaringan.....	56
Tabel 4.5 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Animasi AR.....	57
Tabel 4.6 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Bantuan atau Help	58
Tabel 4.7 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Tentang atau <i>About</i>	59
Tabel 4.8 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Halaman Pilih Bahasa.....	60
Tabel 4.9 Skenario Pengujian <i>Black Box</i> Pada Menu Keluar atau <i>Exit</i>	60
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Aplikasi Terhadap Intensitas Cahaya	66
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pada Jarak.....	73
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Pada Objek Tracking	77
Tabel 4.13 Hasil Implementasi Sistem	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Jaringan Meristem.....	11
Gambar 2.2 Struktur Jaringan Epidermis.....	13
Gambar 2.3 Struktur Jaringan Parenkim.....	13
Gambar 2.4 Struktur Jaringan Penyokong.....	14
Gambar 2.5 Struktur Jaringan Pengangkut.....	15
Gambar 2.6 Struktur Jaringan Dewasa.....	15
Gambar 2.7 Lembar Kerja Blender Versi 2.7.9.....	22
Gambar 3.1 Cara Kerja Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Menggunakan Augmented Reality.....	25
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Tahap Perancangan Objek Animasi 3D.....	30
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Alur Perancangan Aplikasi Augmented Reality.....	32
Gambar 3.4 Desain Tampilan Halaman <i>Splash Screen</i>	33
Gambar 3.5 Desain Halaman Utama.....	34
Gambar 3.6 Desain Halaman Bantuan.....	35
Gambar 3.7 Desain Halaman Tentang Aplikasi.....	35
Gambar 3.8 Desain Halaman Materi Master.....	36
Gambar 3.9 Desain Halaman Jaringan Meristem.....	37
Gambar 3.10 Desain Halaman Jaringan Dewasa.....	38
Gambar 3.11 Desain Halaman Keluar.....	38
Gambar 3.12 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Aplikasi Struktur Jaringan Pada Tumbuhan.....	39
Gambar 3.13 Cara Kerja Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Pada Tumbuhan.....	40

Gambar 4.1 Tampilan Awal Aplikasi	42
Gambar 4.2 Tampilan Logo Universitas Islam Riau	43
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Pilih Bahasa	43
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Utama	44
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Pilihan Materi	45
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Materi Jaringan Meristem.....	46
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Materi Jaringan Dewasa	47
Gambar 4.8 Tampilan Halaman <i>Augmented Reality</i> Jaringan Meristem.....	48
Gambar 4.9 Tampilan <i>Button</i> Pilihan.....	48
Gambar 4.10 Tampilan <i>Button</i> Deskripsi.....	49
Gambar 4.11 Tampilan <i>Button</i> Suara.....	49
Gambar 4.12 Tampilan <i>Button</i> Kembali	49
Gambar 4.13 Tampilan Halaman Bantuan.....	50
Gambar 4.14 Tampilan Halaman Tentang	51
Gambar 4.15 Tampilan Halaman Keluar atau <i>Exit</i>	52
Gambar 4.16 Pengujian Siang Hari Diluar Ruangan Dengan Cahaya.....	61
Gambar 4.17 Pengujian Malam Hari Diluar Ruangan Dengan Cahaya.....	62
Gambar 4.18 Pengujian Malam Hari Tanpa Cahaya Lampu	63
Gambar 4.19 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu	64
Gambar 4.20 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu	65
Gambar 4.21 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0	66
Gambar 4.22 Pengujian Jarak 10 cm.....	69
Gambar 4.23 Pengujian Jarak 50 cm.....	70

Gambar 4.24 Pengujian Jarak 100 cm.....	71
Gambar 4.25 Pengujian Jarak 150 cm.....	71
Gambar 4.26 Pengujian Jarak 200 cm.....	72
Gambar 4.27 Pengujian Jarak 500 cm.....	73
Gambar 4.28 Objek Kertas Putih Polos	75
Gambar 4.29 Objek Bertekstur	76
Gambar 4.30 Objek Tidak Rata	76



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Augmented Reality (AR) adalah sebuah teknologi yang menggabungkan objek dari dunia nyata dan objek virtual atau maya dalam kondisi realtime. Penggabungan obyek nyata dan virtual terjadi dengan dukungan teknologi yang tepat sementara interaksi yang dilakukan dapat terjadi dengan menggunakan perangkat-perangkat tertentu. AR merupakan variasi dari Virtual Environments (VE), atau yang lebih dikenal dengan istilah Virtual Reality (VR). Teknologi VR membuat pengguna tergabung dalam sebuah lingkungan virtual secara keseluruhan. Sementara teknologi Augmented reality sangat cepat sekali berkembang, di Indonesia sendiri telah banyak aplikasi-aplikasi yang menggunakan teknologi AR. AR merupakan terobosan di bidang teknologi yang sangat canggih. Karena dengan teknologi ini kita dapat membuat segala hal yang abstrak atau virtual bisa kelihatan nyata atau real.

Pada bidang pendidikan, semakin berkurangnya minat belajar siswa dan mahasiswa dikarenakan perkembangan teknologi serta hiburan yang semakin menyuguhkan hal menarik dan interaktif seperti *game online* atau animasi 3 Dimensi (3D). Sedangkan media pembelajaran yang banyak digunakan pada saat ini masih banyak yang menggunakan buku yang berisi tulisan dan sedikit gambar saja. Penggunaan gambar dua dimensi (2D) sebagai penunjang pembelajaran agar siswa dan mahasiswa tidak merasa bosan dan lebih berimajinatif pada saat belajar.

Sementara perkembangan teknologi pada saat ini telah berkembang dengan pesat, salah satunya adanya *Augmented Reality* yang bisa digunakan sebagai media pembelajaran agar bisa menarik minat-minat siswa serta mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar.

Kurangnya variasi dalam pembelajaran secara *online* sungguh memberikan dampak negatif bagi kegiatan belajar mengajar, ditambah mahasiswa media yang digunakan untuk belajar kebanyakan adalah buku yang berisikan tulisan dan sedikit gambar 2 dimensi. Salah satu dampak dari perkuliahan secara *online* yaitu memunculkan kejenuhan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan, hal ini disebabkan oleh faktor eksternal, seperti monotonnya dosen memberikan materi dan tidak adanya teman yang secara langsung dapat diajak untuk berdiskusi mengenai materi perkuliahan.

Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti ingin membuat aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan dengan *augmented reality* yang akan digunakan oleh mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Islam Riau agar dapat menarik minat mahasiswa dalam kegiatan belajar serta mampu menjadikan proses kegiatan belajar mengajar menjadi lebih baik. Atas dasar latar belakang tersebut penulis tertarik untuk mengajukan usulan penelitian Skripsi dengan Judul: **“Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Dengan Augmented Reality”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dibuat suatu identifikasi

masalah sebagai berikut:

1. Dengan menerapkan *Augmented Reality* pembelajaran mengenai struktur jaringan tumbuhan menjadi menarik.
2. Kurangnya variasi dalam pembelajaran secara *online* pada saat pandemi Covid-19 seperti penggunaan media pembelajaran, sehingga membuat mahasiswa jenuh dan bosan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, perlu adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi lebih jelas. Adapun batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Aplikasi pembelajaran ini menggunakan *library* yang menyediakan dukungan terhadap *Augmented Reality*, dalam hal ini adalah ARCore SDK.
2. Aplikasi ini diperuntukkan untuk mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jurusan Pendidikan Biologi.
3. Aktivitas yang terdapat pada aplikasi ini diantaranya ialah animasi objek 3 dimensi mengenai materi struktur jaringan tumbuhan.
4. Objek 3 dimensi pada materi jaringan dewasa ialah jaringan yang terdapat pada daun tumbuhan monokotil, dan objek 3 dimensi pada materi jaringan meristem ialah jaringan yang terdapat pada tumbuhan dikotil.

1.4 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah yang sudah dijelaskan diatas, maka dapat ditarik

beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan dengan *Augmented Reality*?
2. Bagaimana aplikasi ini dapat membantu dosen dan mahasiswa dalam melakukan kegiatan belajar mengajar secara *online*?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam proses penelitian ini antara lain:kata

1. Membangun aplikasi pembelajaran struktur dan jaringan tumbuhan dengan *augmented reality* untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar secara *online* serta untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan pemahaman mahasiswa mengenai materi struktur jaringan tumbuhan.
2. Memanfaatkan *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran.

1.6 Manfaat Penelitian

Dalam pembuatan skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Instansi Pendidikan, Mahasiswa, dan Penulis. Adapun manfaat yang diharapkan dari pembuatan skripsi ini antara lain:

1. Bagi Instansi Pendidikan dan Mahasiswa

Media Pembelajaran berbasis *Augmented Reality* diharapkan dapat mempermudah dosen dan mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi dalam

melaksanakan kegiatan belajar mengajar secara online serta dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan pemahaman mahasiswa tentang struktur jaringan tumbuhan.

2. *Bagi Penulis*

Dapat menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, sehingga hasil penelitian ini akan menambah wawasan penulis mengenai aplikasi berbasis *Augmented Reality*.



BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Studi Pustaka

Studi Pustaka dilaksanakan untuk menambah pengetahuan bagi penulis dalam melakukan penelitian. Dalam perancangan aplikasi pembelajaran struktur dan jaringan pada tumbuhan dengan *augmented reality*, peneliti menggunakan beberapa kajian yang berhubungan dengan aplikasi pembelajaran dengan *augmented reality*, dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu:

Pada penelitian Haryanto, Tony *et al.* (2017), dengan judul penelitian Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Materi Pembelahan Sel dalam Mata Pelajaran Biologi menjelaskan pembuatan media pembelajaran tentang pembelahan sel dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. Tujuan dari penelitian ini untuk membangun media pembelajaran khususnya mata pelajaran biologi pada materi pembelahan sel yang tidak terikat pada buku saja. Penelitian ini menggunakan *game engine* Unity dan menggunakan *tools* Vuforia SDK disertai dengan sebuah buku katalog yang berisi marker. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi media pembelajaran berbasis *augmented reality* dengan teknik *Marker Based Tracking* yang bisa menampilkan materi pembelahan sel mitosis, miosis, dan amitosis pada mata pelajaran biologi. Kesimpulan yang bisa di ambil dari penelitian ini bahwa aplikasi yang telah di bangun dan dirancang dapat membantu siswa dalam belajar tentang materi pembelahan sel yang ada pada mata pelajaran biologi kelas XII SMA.

Pada penelitian Wendy dan Yandri Hendra (2020), dengan judul penelitian Perancangan *Augmented Reality* Dalam Media Pembelajaran Sistem Anatomi Tumbuhan Sekolah Dasar Berbasis Android menjelaskan bagaimana merancang dan memvisualisasikan sistem anatomi tumbuhan dengan objek 3D dalam *Augmented Reality*. Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah aplikasi media pembelajaran dengan menggunakan *Augmented Reality* berbasis *android*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang memudahkan siswa mempelajari struktur jaringan tumbuhan. Hasil penelitian ini adalah sebuah aplikasi media pembelajaran sistem anatomi tumbuhan sekolah dasar dengan menggunakan *Augmented Reality*. Kesimpulan yang bisa di ambil dalam penelitian ini bahwa penerapan *augmented reality* dalam media pembelajaran dengan menempatkan materi sistem anatomi tumbuhan mampu memberikan visualisasi dan gambaran nyata yang sebelumnya masih bersifat konvensional sehingga mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi anatomi tumbuhan.

Dalam penelitian Ari Syukriah dan Liuvita Pranggarani (2016), dengan judul penelitian Implementasi Teknologi *Augmented Reality* 3D Pada Pembuatan Organologi Tumbuhan menjelaskan membangun dan mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* 3D pada pembuatan organologi tumbuhan. Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* pada pembuatan organologi tumbuhan. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *blender* dalam pembuatan obyek 3 dimensi dan menggunakan teknik *Marker Based Tracking*. Hasil penelitian ini adalah sebuah aplikasi pembelajaran

organologi tumbuhan untuk siswa jenjang SMP berbasis *Augmented Reality* sebagai alternatif lain pada siswa untuk belajar di kelas. Kesimpulan yang bisa diambil dalam penelitian ini bahwa aplikasi pembelajaran organologi tumbuhan untuk siswa jenjang SMP berbasis *augmented reality* ini sebagai alternatif lain pada siswa belajar di kelas, pembelajaran ini lebih menarik bagi siswa karena metode belajarnya baru dan hal lainnya berupa objek tiga dimensi yang terlihat seperti nyata dan dapat digambarkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ana Yulianti dkk, (2019) mengenai “Application of Batu Belah Batu Bertangkup Folklore In Riau Province With Augmented Reality” Pembuatan Aplikasi ini diharapkan dapat menarik minat masyarakat khususnya Generasi Z kepada mengenal atau melestarikan cerita rakyat di Provinsi Riau khususnya cerita rakyat Batu Belah Batu Bertangkup. Penelitian ini menggunakan Blender untuk pembuatan animasi 3D dan Library Kudan dengan teknik *markerless* untuk Augmented Realitas dan antarmuka pengguna menggunakan aplikasi Unity dan berjalan di sistem operasi Android. Aplikasi Batu Belah Batu Bertangkup Augmented Reality tersebut dapat menampilkan animasi 3D dalam kondisi cahaya redup dengan intensitas 30 lux cahaya dan jarak untuk menampilkan suatu objek setidaknya 5 cm hingga 90 cm dengan sudut 10-90 derajat. Berdasarkan validasi pengguna, 90% responden sangat setuju Batu Belah Batu Cerita rakyat Bertangkup dibuat dalam bentuk Aplikasi Augmented Reality.

Dari beberapa penelitian diatas, penulis menemukan perbedaan dan persamaan. Perbedaan dari penelitian diatas beberapa diantaranya adalah pada

library yang dipakai pada penelitian yang diatas ialah Vuforia SDK, pada teknik AR yang menggunakan *Marker Based Tracking*, dan metode yang digunakan ialah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Persamaan dari penelitian diatas beberapa diantaranya adalah tujuan dari pembuatan aplikasi ini ialah sebagai media pembelajaran, dan aplikasi yang di hasilkan berbasis web. Dari beberapa perbedaan dan persamaan diatas, maka penulis akan membuat aplikasi media pembelajaran yang menggunakan *library* berbeda yaitu ARCore SDK dan menggunakan menggunakan *engine* Unity untuk pembuatan aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Materi Struktur Jaringan Tumbuhan

Menurut (Syaiyullah, 2020) jaringan tumbuhan adalah sekelompok sel yang mempunyai asal, struktur, dan fungsi yang sama. Tumbuhan tersusun atas dua jenis jaringan, yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa. Pada tumbuhan berbiji yang berkembang biak secara kawin, kehidupannya selalu diawali dengan satu sel yaitu sel zigot. Zigot sebagai hasil pembuahan akan membelah menghasilkan embrio. Selanjutnya, embrio akan berkecambah dan berkembang menghasilkan berbagai sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda. Proses pertumbuhan dan terbentuknya kumpulan sel yang mempunyai sifat yang berbeda dinamakan diferensiasi.

Perubahan yang tampak beda tahapannya tidak hanya sekadar bertambah selnya, tetapi organisasinya juga semakin kompleks. Sel membelah menghasilkan sekumpulan sel dengan fungsi dan bentuk yang sama, disebut jaringan.

Selanjutnya, jaringan menggandakan diri menghasilkan berbagai macam jaringan dengan fungsi dan struktur yang berbeda membentuk organ. Kemudian, beberapa organ akan membentuk sistem organ dan akhirnya seluruh sistem organ akan bergabung dan berinteraksi membentuk tubuh atau individu.

Secara garis besar, jaringan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa.

1. Jaringan Meristem

Pertumbuhan pada tumbuhan tidak bisa dipisahkan dari peran dan fungsi jaringan meristem. Jaringan meristem telah mendorong terjadinya pertumbuhan pada tumbuhan, baik itu pertumbuhan primer maupun pertumbuhan sekunder. Jaringan meristem atau disebut juga jaringan embrional adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah secara mitosis, sehingga tumbuhan mengalami pertambahan tinggi dan volume.

Berdasarkan posisinya pada tumbuhan, jaringan meristem terbagi menjadi tiga, yaitu meristem apikal, meristem interkalar, dan meristem lateral.

a. Meristem Apikal

Meristem apikal adalah meristem yang terletak di ujung batang utama, ujung lateral, dan ujung akar. Pertumbuhan meristem apical menyebabkan pertambahan panjang (tinggi) pada tumbuhan, baik ke arah atas pada apikal batang maupun ke arah bawah pada apikal akar. Pertumbuhan ini disebut pertumbuhan primer.

b. Meristem Interkalar

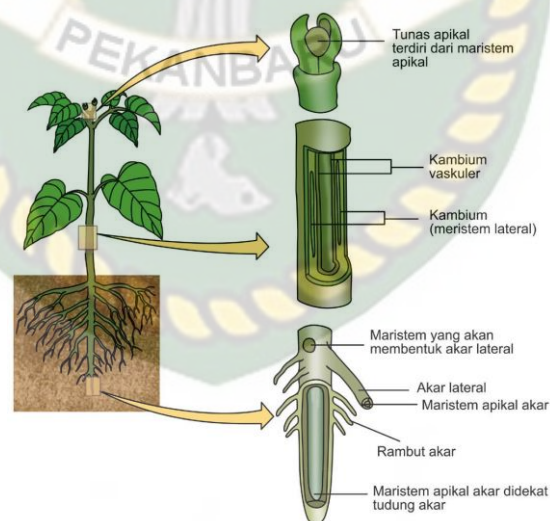
Meristem interkalar adalah meristem yang terletak diantara jaringan dewasa atau jaringan yang sudah terdiferensiasi. Meristem interkalar dapat ditemukan

pada pangkal ruas batang tumbuhan golongan rumput-rumputan (Poaceae), beberapa anggota spesies dari Caryophyllaceae dan Polygonaceae, serta paku ekor kuda (*Equisetum* sp.). Meristem interkalar menyebabkan ruas batang bertambah panjang dan juga menyebabkan terbentuknya bunga. Jaringan yang terbentuk dari meristem interkalar termasuk jaringan primer.

c. Meristem Lateral

Meristem lateral adalah meristem yang terletak sejajar dengan permukaan batang atau akar. Contohnya adalah kambium gabus (felogen) dan cambium vaskuler (kambium pembuluh). Meristem lateral menyebabkan terjadinya pertumbuhan sekunder pada batang maupun akar sehingga batang dan akar akan membesar. Aktivitas meristem lateral akan membentuk jaringan sekunder.

Struktur pada jaringan meristem dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur Jaringan Meristem

2. Jaringan Dewasa

Menurut (Syaifulah, 2020) jaringan embrional atau jaringan meristem akan berkembang menjadi jaringan dewasa atau jaringan permanen. Jaringan dewasa

adalah jaringan yang sudah mengalami diferensiasi menjadi bentuk lain sesuai dengan fungsinya. Jaringan dewasa memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

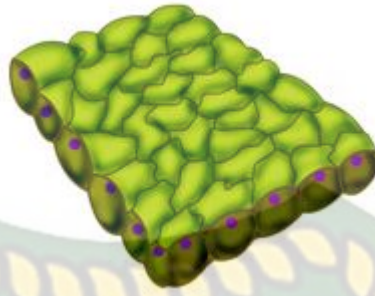
- a. Tidak melakukan aktivitas pembelahan
- b. Sel-selnya berukuran relatif besar dibandingkan dengan sel-sel meristem.
- c. Mengalami penebalan pada dinding sel sesuai dengan fungsinya.
- d. Sel-selnya memiliki vakuola yang besar, sehingga mengandung sedikit sitoplasma,
- e. Terdapat ruang antarsel.
- f. Kadang-kadang, sel-selnya telah mengalami kematian.

Berdasarkan bentuk maupun fungsinya, jaringan dewasa dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu sebagai berikut.

a. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis adalah jaringan yang tersusun dari lapisan sel-sel yang menutupi permukaan organ tumbuhan, seperti daun, batang, dan akar. Jaringan epidermis berkembang dari protoderm dan umumnya tersusun dari selapis sel, misalnya pada epidermis atas dan epidermis bawah daun.

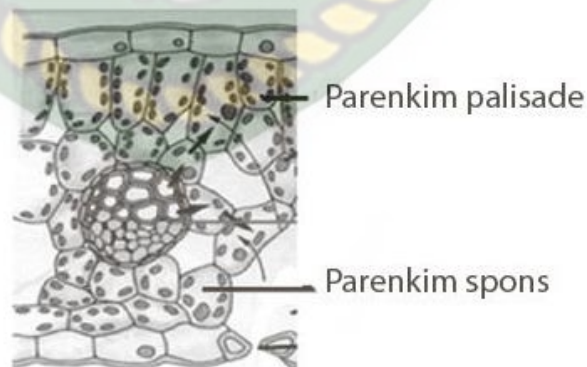
Pada akar dan batang, epidermis ada sebelum organ ini mengalami penebalan. Setelah mengalami penebalan jaringan epidermis tidak ada lagi. Fungsi utama jaringan epidermis adalah untuk melindungi jaringan yang ada didalamnya. Struktur jaringan epidermis bisa dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Jaringan Epidermis

b. Jaringan Parenkim

Sel-sel parenkim dewasa memiliki dinding primer yang relatif tipis dan fleksibel, dan sebagian besar tidak memiliki dinding sekunder. Saat dewasa sel-sel parenkim umumnya memiliki vakuola tengah yang besar. Parenkim paling sedikit terspesialisai secara struktural. Sel-sel parenkim melaksanakan sebagian besar fungsi metabolik tumbuhan, yaitu mensintesis dan menyimpan berbagai produk organik. Misalnya, fotosintesis terjadi didalam kloroplas-kloroplas sel parenkim pada daun. Jaringan berdaging pada kebanyakan buah tersusun atas sel-sel parenkim. Struktur jaringan parenkim bisa dilihat pada gambar 2.3.

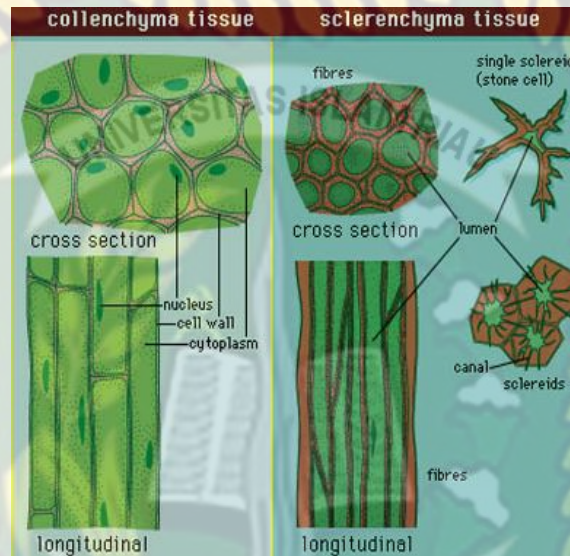


Parenkim palisade dan parenkim spons

Gambar 2.3 Struktur Jaringan Parenkim

c. Jaringan Penyokong atau Penguat

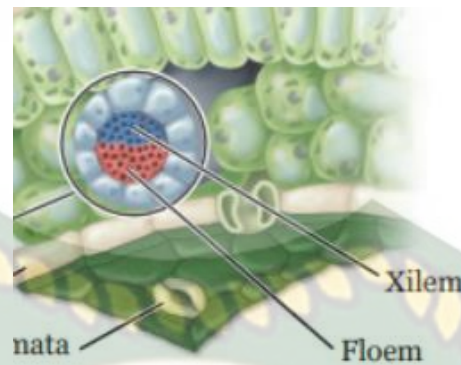
Sesuai dengan namanya, *support network* berfungsi sebagai penguat / penunjang tanaman. Dindingnya tebal dan akan berhenti membelah saat mencapai usia dewasa. Contoh jaringan pendukung adalah kolenkim dan sklerenkim. Struktur jaringan penyokong bisa dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Jaringan Penyokong

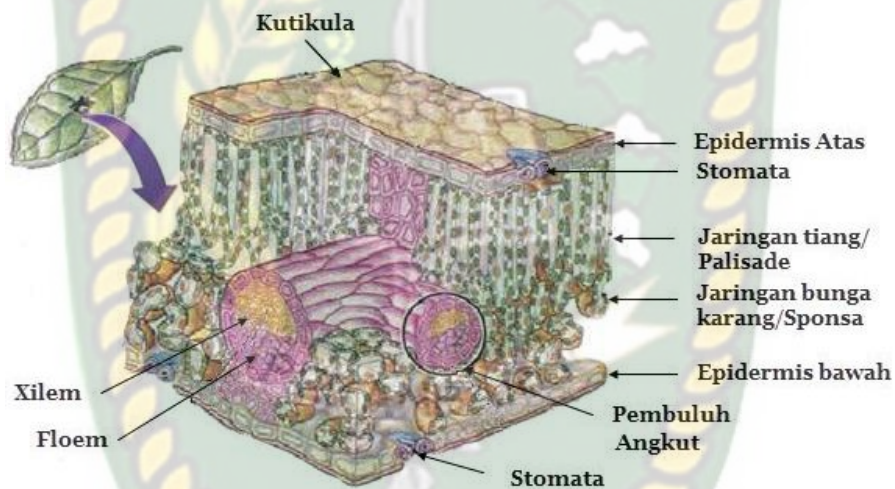
d. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut/pembuluh adalah jaringan yang berfungsi untuk proses pengangkutan zat-zat yang ada di dalam tumbuhan. Terdiri dari pembuluh xilem dan floem. Xilem adalah pembuluh yang mengantarkan hasil air dan mineral dari akar ke daun. Sementara, floem adalah pembuluh yang mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh permukaan tubuh tumbuhan. Struktur jaringan pengangkut bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Jaringan Pengangkut

Struktur pada jaringan dewasa pada daun bisa dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Jaringan Dewasa Pada Daun

2.2.2 Augmented Reality (AR)

Menurut (Mahendra, 2016) *augmented reality* (AR), adalah teknologi dengan konsep menggabungkan dimensi dunia nyata dengan dimensi dunia maya yang di tampilkan secara realtime. Hal ini dilakukan dengan cara menampilkan objek 3D pada marker yang sudah di tentukan, adalah sebuah pola khusus yang bersifat unik dan dapat dikenali oleh aplikasi. Smartphone memungkinkan pengembangan aplikasi Augmented Reality dengan murah serta dapat diakses

oleh banyak pengguna.

Augmented Reality dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya adalah media pembelajaran untuk melihat langsung binatang, sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran baru yang interaktif dan diharapkan dapat memacu minat dari kalangan banyak untuk belajar dengan memanfaatkan smartphone yang dipadukan dengan Augmented Reality, selain karena teknologi yang berkembang terus saat ini dengan banyak fitur-fitur baru di dalamnya, maka metode pembelajaran juga harus berkembang seiring dengan majunya perkembangan teknologi saat ini.

Terdapat dua metode AR yang dikembangkan saat ini yaitu Marker Based Tracking dan Markless AR. Marker Based Tracking adalah AR yang menggunakan marker atau penanda objek dua dimensi yang memiliki suatu pola yang akan dibaca komputer melalui media webcam atau kamera yang tersambung dengan komputer. Marker biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih.

Metode Markless AR adalah metode AR dimana pengguna tidak perlu lagi mencetak sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Marker yang dikenali berbentuk posisi perangkat, arah, maupun lokasi.

2.2.3 *Markerless Augmented Reality*

Menurut (Apriyani dkk, 2016) metode *markerless* merupakan metode yang mana pengguna tidak perlu lagi mencetak sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Dalam hal ini, marker yang dikenali berbentuk posisi perangkat, arah, maupun lokasi.



2.2.4 Android







Menurut (Mustaqim & Kurniawan, 2017) android merupakan salah satu system operasi yang tersedia pada perangkat mobile berbasis Linux dengan mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi. Dalam sistem operasi android ini menggunakan bahasa pemograman Java.

2.2.5 Program Flowchart

Menurut (Hadi & Samad, 2019), program *flowchart* adalah metode dalam penulisan algoritma dengan menggunakan notasi grafis seperti gambar atau bagan yang menampilkan langkah-langkah dari suatu program. Program *flowchart* menggambarkan urutan intruksi-intruksi dengan simbol tertentu untuk membantu *programmer* memecahkan masalah dalam suatu program. Adapun simbol *flowchart* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.1 Simbol Program Flowchart

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Terminator</i>	Merupakan simbol awal (<i>start</i>) dan simbol akhir (<i>stop</i>) dari suatu program.
	<i>Flow Line</i>	Merupakan simbol alir atau penghubung program.

	<i>Preparation</i>	Pemberian nilai awal atau pemberian nilai variabel.
	<i>Off page connector</i>	Penyambung <i>flowchart</i> pada halaman yang lain.
	<i>On page connector</i>	Penyambung <i>flowchart</i> pada satu halaman.
	<i>Input atau Output Data</i>	Menampilkan pembacaan data (read) atau penulisan data (write).
	<i>Desicion</i>	Simbol kondisi <i>if</i> yang menghasilkan 2 nilai yaitu <i>true</i> atau <i>false</i> .
	<i>Predefined Procces</i>	Proses menjalankan <i>sub program</i> atau fungsi dan prosedur

2.2.6 Visual Studio Code

Menurut (Agustini & Kurniawan, 2019) Visual Studio Code adalah kode editor sumber yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux, dan macOS. Ini termasuk dukungan untuk *debugging*, kontrol git yang tertanam dan GitHub, penyeteroran sintaksis penyelesaian kode cerdas, snippet, dan *refactoring*

kode. Ini sangat dapat disesuaikan, memungkinkan pengguna untuk mengubah tema, pintasan keyboard, preferensi, dan menginstal ekstensi yang menambah fungsionalitas tambahan.

2.2.7 Unity 3D

Menurut (Mahendra, 2016) Unity 3D adalah sebuah game engine yang berbasis cross-platform. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, PS3, dan bahkan X-BOX. Unity adalah sebuah tool yang terintegrasi untuk membuat game, arsitektur bangunan dan simulasi. Unity bisa untuk games PC dan games Online. Unity 3D merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan game multi platform dan dapat juga digunakan untuk membuat animasi 3 dimensi yang didesain untuk mudah digunakan. Unity itu bagus dan penuh perpaduan dengan aplikasi yang profesional.

Editor pada Unity dibuat dengan user interface yang sederhana. Editor ini dibuat setelah ribuan jam yang mana telah dihabiskan untuk membuatnya menjadi nomor satu dalam urutan ranking teratas untuk editor game. Grafis pada unity dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk OpenGL dan DirectX.

Unity mendukung semua format file, terutamanya format umum seperti semua format dari art applications. Unity cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada Mac OS x dan windows dan dapat menghasilkan game untuk Mac, Windows, Wii, iPhone, iPad dan Android. Unity secara rinci dapat digunakan untuk membuat video game 3D, real time animasi 3d dan visualisasi arsitektur dan isi serupa yang interaktif lainnya..

Server aset dari Unity dapat digunakan semua scripts dan asset game sebagai solusi dari versi control dan dapat mendukung proyek yang terdiri atas banyak gigabytes dan ribuan dari file multi-gigabyte.

Server asset Unity juga cocok pada Mac, Windows dan Linux. Perizinan atau license dari Unity ada dua bentuk. Ada Unity dan Unity Pro, versi Unity tersedia dalam bentuk gratis sedangkan versi Unity pro hanya dapat dibeli. Versi Unity pro ada dengan fitur bawaan seperti efek post processing dan render effect texture. Berikut ini adalah bagian-bagian dalam Unity :

1. Asset Asset merupakan tempat penyimpanan dalam unity, suara, gambar, video, tekstur, semua yang ingin dipakai dalam unity disimpan didalam asset.
2. Scenes Scenes adalah sebuah area yang diberikan konten-konten dalam game, seperti level, membuat menu, dsb.
3. Game Objects Ketika sebuah barang didalam asset dipindahkan ke dalam scene, maka benda tersebut berubah menjadi game objects. Dimana benda tersebut bisa digerakan, diatur ukurannya dan diatur rotasinya.
4. Components Components dapat dimasukan kedalam game objects untuk menciptakan reaksi baru, seperti collision, memunculkan partikel, dll. Intinya components membuat reaksi baru didalam game objects.
5. Scripts yang dapat digunakan dalam unity yaitu, javascripts, C#. tetapi unity tidak menyediakan cara untuk menggunakan scripts tersebut.
- 6) Prefabs Prefabs adalah tempat untuk menyimpan satu jenis game objects, sehingga mudah untuk diperbanyak. Prefabs juga mempermudah dalam pembuatan objek-objek yang kompleks, tetapi tujuan utama Prefabs adalah untuk

mempermudah memunculkan banyak objek dalam seketika.

2.2.8 ARCore SDK (Software Development Kit)

Menurut (Putra & Setiawan, 2019) ARCore adalah perangkat lunak Development Kit (SDK) yang diluncurkan oleh Google di bidang realitas *Augmented* (AR). Pelepasan ARCore stabil pada tanggal 8 Mei 2018 dan berjalan di Android platform. ARCore menggunakan tiga teknologi utama. Yang pertama adalah gerak pelacakan dengan fungsionalitas untuk melacak dan memahami posisi relatif terhadap dunia. Kedua adalah pemahaman lingkungan di mana tindakan sebagai mendeteksi lokasi permukaan dan ukuran seperti tabel atau tanah. Yang terakhir adalah estimasi cahaya yang memungkinkan telepon Anda untuk dapat memperkirakan kondisi pencahayaan dalam lingkungan itu.

Google mengembakan SDK AR dengan 2 cara yaitu *building environment* dan *tracking*. Maksudnya tracking disini adalah posisi perangkat *mobile* pengguna selagi bergerak. Lalu system akan menterjemahkan lingkungan disekitar pengguna agar tampak serealistik mungkin.

Pada dasarnya, teknologi *motion tracking* menggunakan kamera *smartphone* untuk mengetahui dan mengidentifikasi poin – poin ataupun titik – titik yang menarik kemudian melacak pergerakannya seiring waktu. Dengan mengkombinasikan pergerakan poin dan membaca sensor inersia, ditentukan dari posisi dan lokasi *smartphone* selagi pengguna bergerak dan berpindah tempat.

2.2.9 Blender 3D

Menurut (Rafli, 2016) *Blender* adalah salah satu *software* gratis yang dapat

digunakan untuk merancang animasi. Blender 3D Blender adalah rangkaian kreasi 3D yang gratis dan open source. Blender mendukung konsep 3D secara keseluruhan modeling, rigging, animasi, simulasi, rendering, compositing, dan motion tracking, bahkan video editing dan pembuatan game. Lembar kerja blender dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Lembar Kerja Blender Versi 2.7.9

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisa Masalah Yang Sedang Berjalan

Pada analisis yang sedang berjalan ini, kegiatan belajar mengajar struktur jaringan masih dalam bentuk buku modul maupun media *power point* yang hanya menampilkan dalam bentuk tulisan dan gambar 2 dimensi dan selain itu alat praktikum yang terbatas.

Berdasarkan penglihatan peneliti, mahasiswa pendidikan biologi Universitas Islam Riau selama ini hanya dapat membayangkan bagaimana struktur jaringan pada tumbuhan dari buku atau dari media lain seperti *power point*, dimana bentuk gambar objek masih 2 dimensi, sehingga dari proses belajar yang hanya membayangkan saja membuat mahasiswa cepat bosan dalam proses belajar mengajar. Maka dari itu penulis berinisiatif membuat sebuah media pembelajaran yang dapat meningkatkan efektifitas belajar mahasiswa, yaitu dengan membuat media pembelajaran yang menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) pada materi struktur jaringan tumbuhan. Media Pembelajaran ini berjalan pada sistem operasi Android dengan menggunakan teknik *markerless*, sehingga mahasiswa pendidikan biologi Universitas Islam Riau tidak perlu menggunakan buku panduan atau buku modul pembelajaran dalam proses belajar materi struktur jaringan tumbuhan ini.

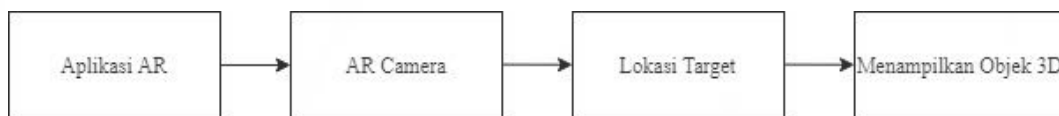
Pembangunan sebuah aplikasi media pembelajaran struktur jaringan tumbuhan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) ini diharapkan dapat menciptakan variasi dalam kegiatan belajar mengajar sehingga dapat

meningkatkan motivasi mahasiswa pendidikan biologi dalam proses belajar mengajar. Dengan adanya aplikasi media pembelajaran ini mahasiswa dapat mengetahui dan memahami materi pelajaran tentang struktur jaringan tumbuhan dengan berinteraksi langsung pada model objek 3 dimensi, sehingga mahasiswa dapat mengetahui dan memahami struktur jaringan pada tumbuhan dengan lebih mudah dimana saja dan kapan saja karena menjalankan aplikasi media pembelajaran ini tidak perlu menggunakan jaringan internet.

3.2 Perancangan Sistem

Aplikasi yang akan dibuat digambarkan secara detail melalui *flowchart*, dengan bantuan *flowchart* atau aliran data pada sistem akan tergambarkan secara jelas dan mudah dipahami.

Aplikasi ini dibangun menggunakan teknik *markerless*, sehingga tidak memerlukan *marker* yang dicetak sejak awal pembuatan aplikasi. Adapun *markerless* yang dimaksud adalah penandaan lokasi sebagai *marker* untuk menampilkan objek animasi 3D saat dijalankan ketika pengguna sudah memiliki *scane* atau sesi untuk membuka halaman. Kemudian mengaktifkan kamera untuk melakukan *tracking markerless* terhadap lokasi yang akan ditampilkan untuk menyetujui lokasi tersebut sebagai tempat untuk menampilkan animasi 3D. Berikut cara kerja aplikasi *markerless* pada aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Cara Kerja Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan

Tumbuhan Menggunakan Augmented Reality

3.2.1 Spesifikasi Kebutuhan Hardware dan Software

Pada penelitian ini membutuhkan alat-alat penelitian sebagai pendukung proses pembuatan sistem dimana alat tersebut berupa *hardware* dan *software*.

1. Hardware (Perangkat Keras)

Perangkat keras yang dipakai dalam merancang sistem yang akan dibangun adalah laptop Lenovo G40-45 dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

Type/Model	Lenovo G40-45
Processor	AMD A10-7300 Radeon R6, 1.9 GHz
Ram	12288MB RAM (1X4GB DDR3L + 1X8GB DDR3L)
Ruang Penyimpanan	1000GB HDD
Ukuran Layar	14 inch
Kamera	VGA Web Camera
Audio	Built-in Stereo Speakers And Analog Microphone
Grafis	NVIDIA GeForce MX150 2 GB
Konektivitas	HDMI , USB2.0 , USB3.0 , Bluetooth , Card Reader ,

	Camera , Speakers , Microphone
--	--------------------------------

Selain perangkat untuk merancang sistem penelitian ini juga memerlukan perangkat untuk menguji sistem, perangkat yang digunakan untuk pengujian sistem dalam penelitian ini adalah smartphone Samsung Galaxy A50, yang spesifikasinya dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Penguji

DISPLAY	Type	Super AMOLED
	Size	6.4 Inches
	Resolution	1080 x 2340 pixels, 19.5:9 ratio (~409 ppi density)
	Multitouch	Yes
PLATFORM	OS	Android 11.0, One UI 3.0
	Chipset	Chipset Exynos 9610
	CPU	Octa-core (4x2.0 GHz Kryo 260 Gold & 4x1.8 GHz Kryo 260 Silver)
	GPU	Mali-G72 MP3
BODY	Dimension	158.3 x 75.3 x 8.4 mm (6.23 x 2.96 x 0.33 in)
	Weigth	166g
	SIM	Dual SIM (Nano-SIM, dual stand-by)
	Build	Glass front (Gorilla Glass 3), plastic frame

MEMORY	Card slot	microSDXC (dedicated slot) : Up to 256 GB
	Internal	RAM : 6 GB, Memori Internal : 128 GB
CAMERA	Primary	Belakang 25 MP, depan 25 MP
	Features	LED flash, HDR, panorama
	Video	4K@30fps, 1080p@30/60/120fps; gyro-EIS

2. *Software* (Perangkat Lunak)

Perangkat lunak atau software pendukung dalam pembangunan aplikasi *Augmented Reality* pada penelitian yaitu:

- a. Sistem Operasi Windows 10
- b. Aplikasi Unity 3D Versi 2017.4.36f1
- c. Aplikasi Blender 2.79
- d. Library ARCore SDK
- e. Adobe Photoshop CC 2019
- f. Visual Studio Code
- g. Aplikasi Lux Light Meter

Perancangan dan pembangunan aplikasi *Augmented Reality* tidak terbatas pada beberapa software diatas, melainkan juga dapat menggunakan software-software lainnya seperti ARToolkit, Vuforia SDK, Kudan SDK. Perancangan model animasi juga dapat menggunakan software lainnya seperti 3D Max atau software sejenis lainnya.

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang peneliti lakukan dalam perancangan aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* (AR) yaitu dengan cara pengambilan data sekunder atau dari internet maupun buku yang berkaitan dengan materi struktur jaringan pada tumbuhan.

3.3 Perancangan Aplikasi

Aplikasi yang akan dibangun digambarkan secara detail melalui *flowchart*, dengan bantuan *flowchart* aliran data pada sistem akan tergambar secara jelas dan akan lebih mudah dipahami oleh pembaca. Adapun aplikasi ini dapat menampilkan beberapa model animasi 3D singkat dari ilustrasi setiap paragraf alur cerita secara *realtime*.

Aplikasi ini dibangun menggunakan teknik *markerless*, sehingga tidak memerlukan *marker* yang dicetak sejak awal pembuatan aplikasi. Adapun *markerless* yang dimaksud adalah penandaan lokasi sebagai *marker* untuk menampilkan objek 3D. Penandaan lokasi sebagai *marker* menggunakan kamera *smartphone*.

Aplikasi *Augmented Reality* (AR) yang akan dirancang hanya dapat digunakan pada *smartphone* Android dengan minimal versi 7.0 atau Nougat. Dalam merancang aplikasi *Augmented Reality*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu, tahap perancangan objek animasi dan tahap perancangan aplikasi

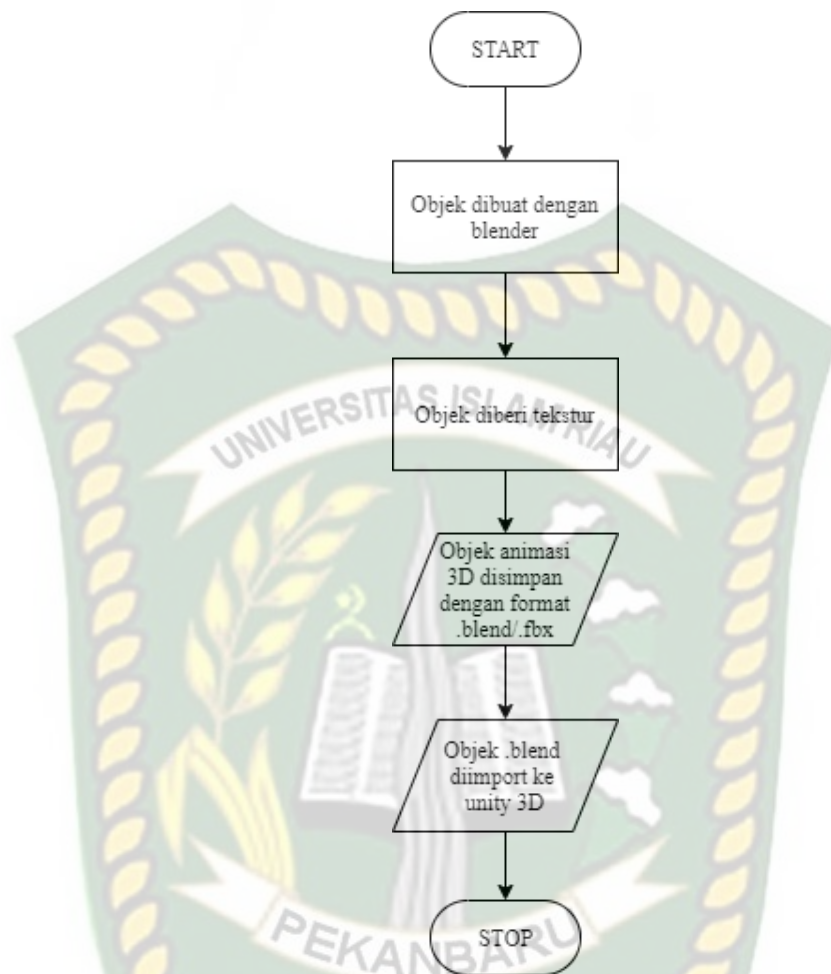
Augmented Reality (AR) markerless. Berikut tahap-tahap dalam perancangan aplikasi *augmented reality markerles*.

3.3.1 Tahap Perancangan Objek 3D

Dalam tahap perancangan objek animasi ini menggunakan aplikasi Blender. Ada beberapa hal yang akan dibuat yaitu pembuatan objek dan pemberian tekstur atau warna.

1. Membuat objek 3D sesuai dengan materi struktur jaringan pada tumbuhan. Objek animasi tidak dapat dibuat dengan unity 3D karena unity 3D tidak memiliki tool untuk membuat animasi dan objek animasi.
2. Objek animasi dibuat dengan aplikasi Blender.
3. Objek 3D yang sudah jadi diberi tekstur atau warna agar tampilan objek 3D lebih menarik.
4. Setelah pembuatan animasi 3D, selanjutnya animasi disimpan dalam format .blend dan .fbx agar objek animasi dapat di import kedalam *software* unity 3D.

Berikut *flowchart* perancangan animasi dan objek 3D yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Tahap Perancangan Objek Animasi 3D

3.3.2 Tahap Perancangan Aplikasi

Adapun tahapan perancangan perancangan aplikasi adalah sebagai berikut.

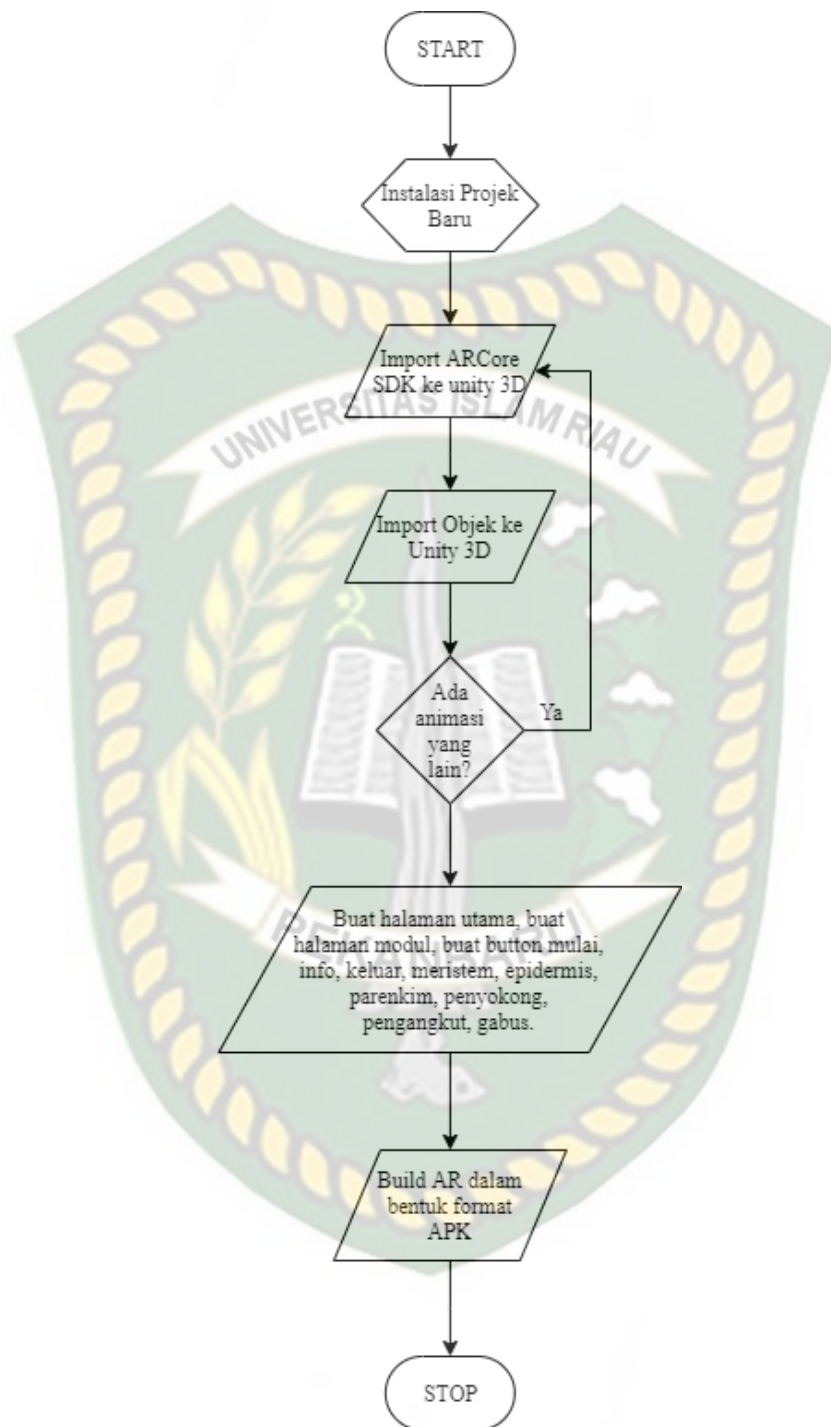
1. Download unity 3D dan lakukan instalasi sesuai instruksi instalasi.
2. Download *library* ARCore SDK yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan aplikasi *Augmented Reality* (AR).
3. Jalankan unity yang telah di *install* dan klik *icon new* pada unity dan isi form yang tersedia pada aplikasi. Selanjutnya klik *create project*.
4. Setelah *new scene* dari unity 3D tampil, maka selanjutnya adalah

melakukan import ARCore SDK yang telah di download sebelumnya.

Drag library ARCore kebagian folder *Asset*.

5. Import model animasi 3D dan suara penjelasan materi struktur jaringan tumbuhan yang akan dijadikan *augmented reality* kedalam folder *asset*. Model harus dalam format *.fbx* atau *.blend* dan suara penjelasan materi dalam format *.mp3* saat sebelum memindahkannya kedalam folder *asset*.
6. Tempatkan model animasi kedalam folder *markerless* di dalam folder *Drivers*. *Drag* animasi yang telah diimport tadi kedalam folder *markerless*.
7. Setelah model selesai di import dan dilakukan setting maka model animasi, seperti pembuatan halaman utama yang terdiri dari *button* mulai, info, keluar. Halaman modul yang terdiri dari *button next*, dan *button previous*, *button* jaringan meristem, *button* jaringan dewasa. Halaman jaringan dewasa yang terdiri dari *button* epidermis, *button* parenkim, *button* penyokong, *button* pengangkut, dan *button* gabus. setelah selesai, aplikasi AR siap untuk di build dalam format *.apk* supaya dapat dijalankan pada os Android.

Flowchart perancangan aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan dengan *Augmented Reality* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Flowchart* Alur Perancangan Aplikasi Augmented Reality

3.2.3 Desain Tampilan

Desain tampilan dari aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan menggunakan *Augmented Reality* (AR) ini berupa desain halaman utama aplikasi, desain desain halaman bantuan, desain halaman tentang aplikasi, desain halaman materi master, desain halaman jaringan meristem, desain halaman jaringan dewasa, desain halaman exit.

1. Desain Halaman *Splash Screen*

Pada halaman *Splash Screen* akan menampilkan gambar pada saat aplikasi sedang melakukan *loading*. Fungsi dari halaman *Splash Screen* ini adalah sebagai umpan balik bahwa aplikasi masih dalam proses menuju ke halaman utama. Rancangan halaman *splash screen* dapat dilihat pada gambar 3.4.

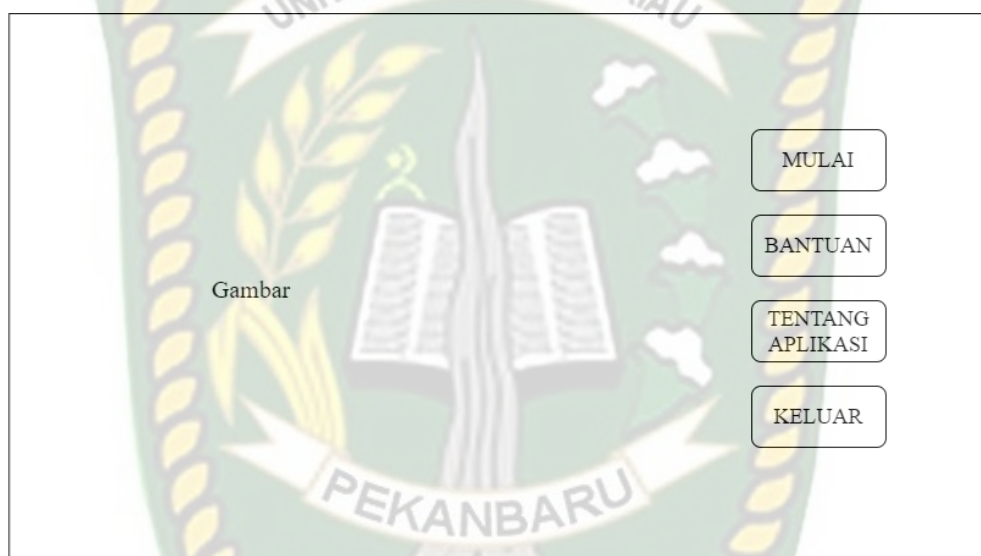


Gambar 3.4 Desain Tampilan Halaman *Splash Screen*

2. Desain Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman utama aplikasi akan menampilkan 4 *button*, yaitu *button* mulai, bantuan, tentang aplikasi, dan keluar. *Button* mulai akan mengarahkan pengguna ke halaman materi master yang akan menampilkan materi apa saja yang akan dibahas. *Button* bantuan yang akan mengarahkan pengguna ke

halaman bantuan yang akan menampilkan tata cara penggunaan aplikasi media pembelajaran ini. *Button* tentang aplikasi akan mengarahkan pengguna ke halaman informasi yang akan menampilkan informasi mengenai penulis. *Button* keluar akan mengarahka pengguna ke halaman keluar yang akan menampilkan sebuah pertanyaan apakah yakin akan keluar aplikasi atau tidak. Rancangan desain halaman utama dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain Halaman Utama

3. Desain Halaman Bantuan

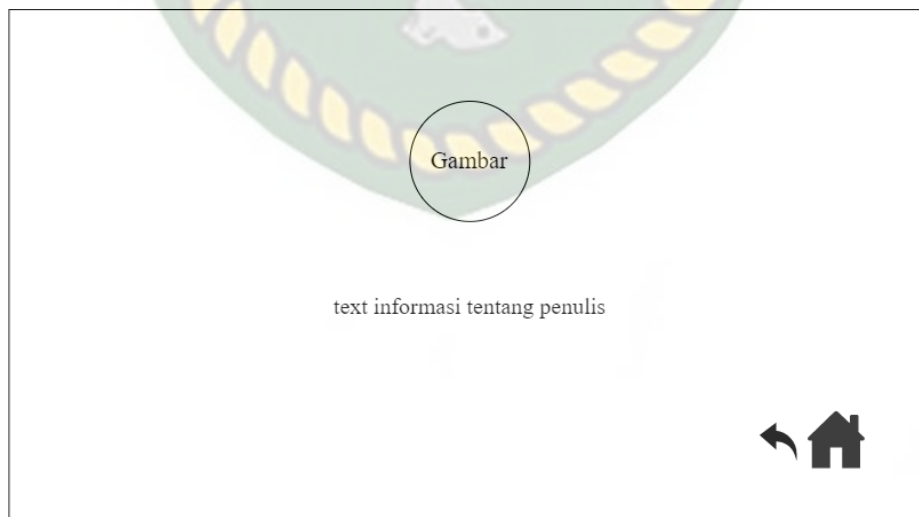
Pada halaman bantuan terdapat gambar, teks bantuan penggunaan aplikasi, *button* kembali dan *button* home. Gambar pada halaman tersebut untuk menjelaskan penggunaan aplikasi, dan disertakan dengan teks agar lebih mudah dimengerti. *Button* kembali berguna untuk kembali ke halaman sebelumnya. *Button* home berguna untuk kembali ke menu awal aplikasi. Rancangan desain halaman bantuan dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain Halaman Bantuan

4. Desain Halaman Tentang Aplikasi

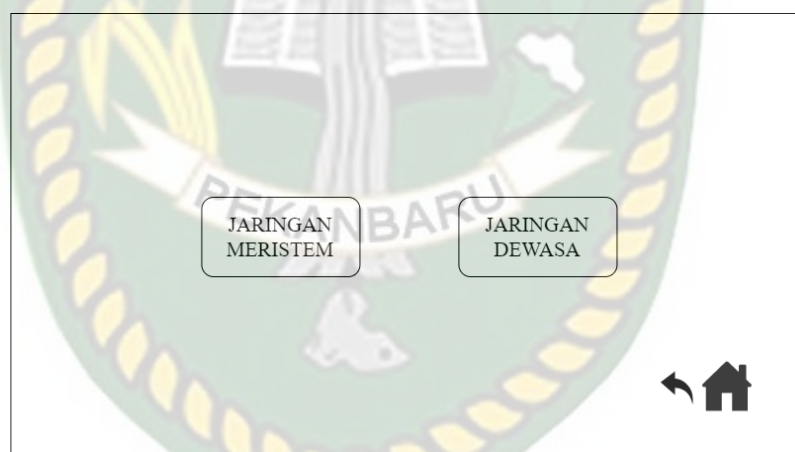
Pada halaman tentang aplikasi berisikan tentang informasi mengenai penulis dan penelitiannya. Informasi yang akan diisi pada halaman ini meliputi nama pencipta aplikasi, nama dosen pembimbing penelitian, validator penelitian, dan tanggal pembuatan aplikasi. Rancangan desain halaman tentang aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Desain Halaman Tentang Aplikasi

5. Desain Halaman Materi Master

Pada halaman materi master akan menampilkan 4 *button*, yaitu *button* jaringan meristem, *button* jaringan dewasa, *button* kembali, dan *button* home. *Button* jaringan meristem akan mengarahkan pengguna ke halaman materi jaringan meristem yang berisikan materi jaringan meristem. *Button* jaringan dewasa akan mengarahkan pengguna ke halaman materi jaringan dewasa yang akan berisikan materi jaringan dewasa. *Button* kembali akan mengarahkan pengguna kembali ke halaman sebelumnya. *Button* home akan mengarahkan pengguna kembali ke halaman utama aplikasi. Rancangan desain halaman materi master dapat dilihat pada gambar 3.8.

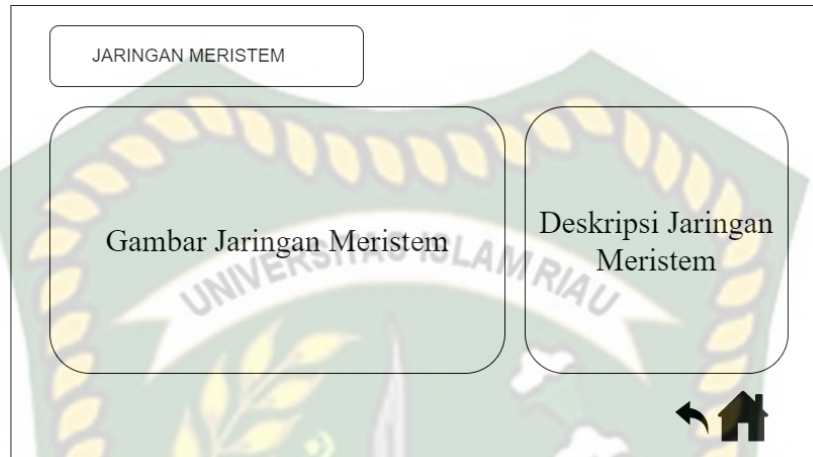


Gambar 3.8 Desain Halaman Materi Master

6. Desain Halaman Jaringan Meristem

Pada halaman jaringan meristem akan menampilkan 2 *button*, yaitu *button* kembali dan *button* home, 1 gambar dan 1 teks deskripsi. 1 gambar untuk menampilkan gambar jaringan meristem. Deskripsi berguna untuk menjelaskan materi mengenai jaringan meristem. *Button* kembali akan mengarahkan pengguna ke halaman sebelumnya. *Button* home akan

mengarahkan pengguna ke halaman utama aplikasi. Rancangan desain halaman jaringan meristem dapat dilihat pada gambar 3.9.

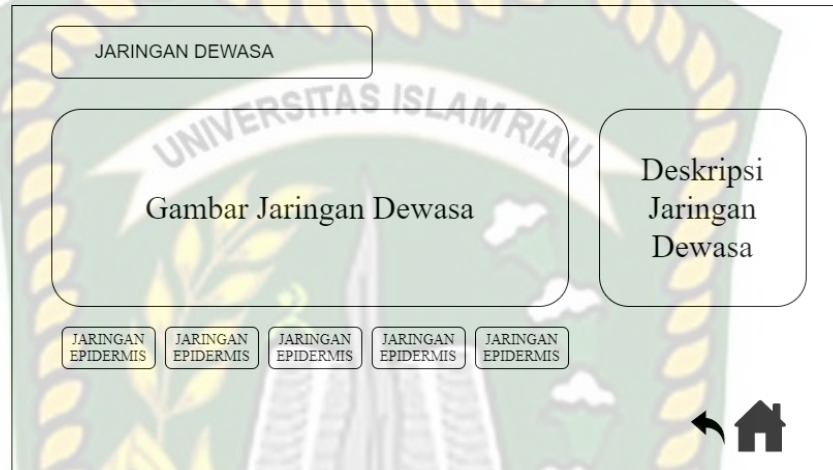


Gambar 3.9 Desain Halaman Jaringan Meristem

7. Desain Halaman Jaringan Dewasa

Pada halaman jaringan dewasa akan menampilkan 7 *button*, yaitu *button* jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan penyokong, jaringan penguat, jaringan gabus, kembali dan home, 1 gambar, 1 deskripsi. 1 gambar berguna untuk menampilkan gambar jaringan dewasa. Deskripsi berguna untuk menjelaskan materi mengenai jaringan dewasa. *Button* jaringan epidermis akan menampilkan gambar jaringan epidermis pada slot gambar dan akan mengubah deskripsi dengan materi jaringan epidermis. *Button* jaringan parenkim akan menampilkan gambar jaringan parenkim pada slot gambar dan akan mengubah deskripsi dengan materi jaringan parenkim. *Button* jaringan penyokong akan menampilkan gambar jaringan panyokong dan akan mengubah deskripsi dengan materi jaringan penyokong. *Button* penguat akan menampilkan gambar jaringan penguat dan akan mengubah deskripsi dengan materi jaringan penguat. *Button* jaringan gabus akan menampilkan gambar jaringan gabus dan

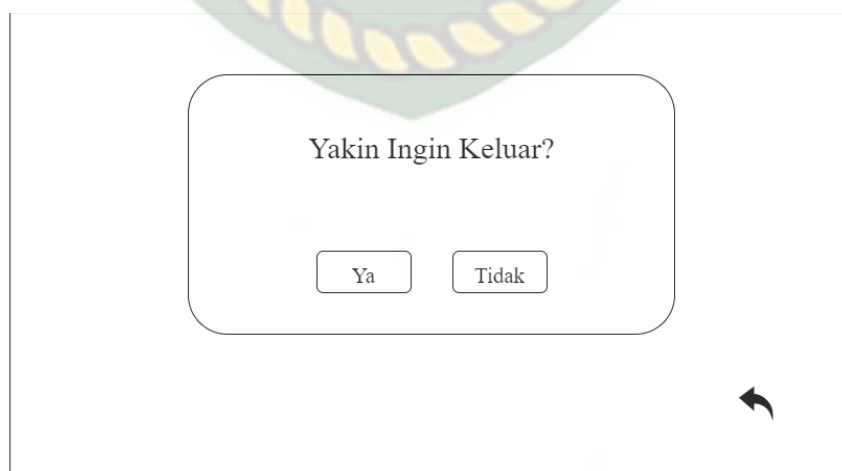
akan mengubah deskripsi dengan materi jaringan gabus. *Button* kembali akan mengarahkan pengguna ke halaman sebelumnya. *Button* home akan mengarahkan pengguna ke halaman utama aplikasi. Rancangan desain halaman jaringan dewasa dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Desain Halaman Jaringan Dewasa

8. Desain Halaman Keluar

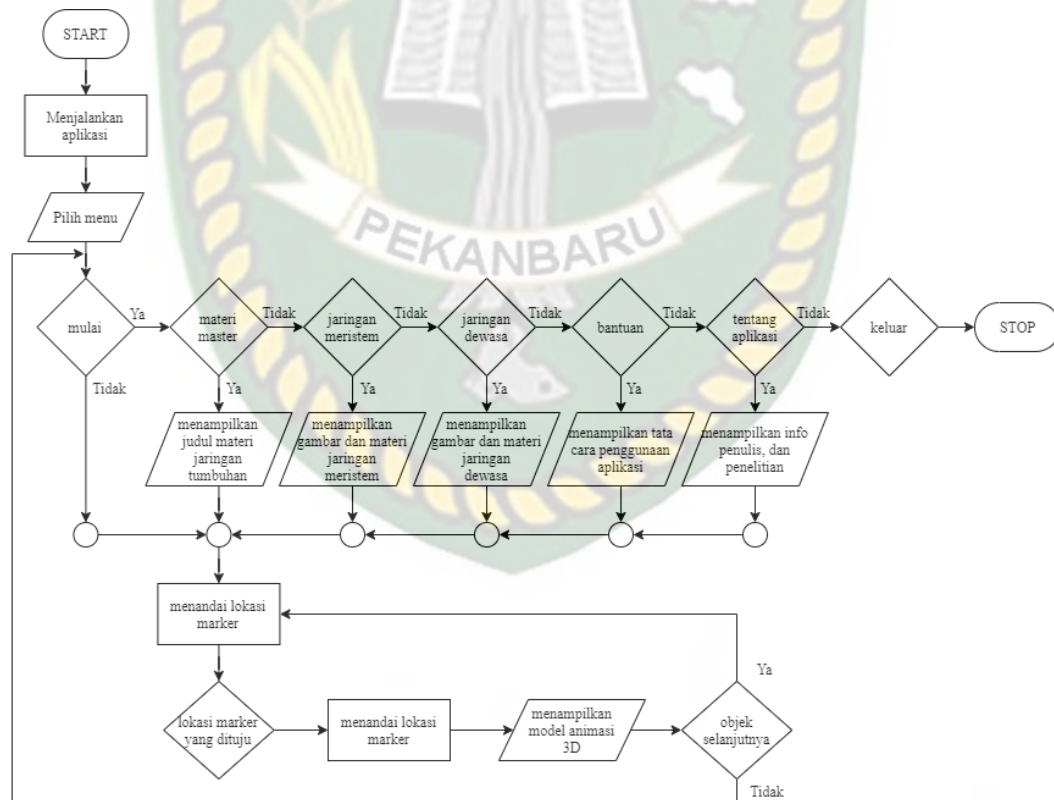
Pada halaman ini akan menampilkan pertanyaan dan pilihan *button* ya atau tidak untuk keluar dari aplikasi media pembelajaran. Rancangan desain halaman keluar dapat dilihat pada gambar 3.11.



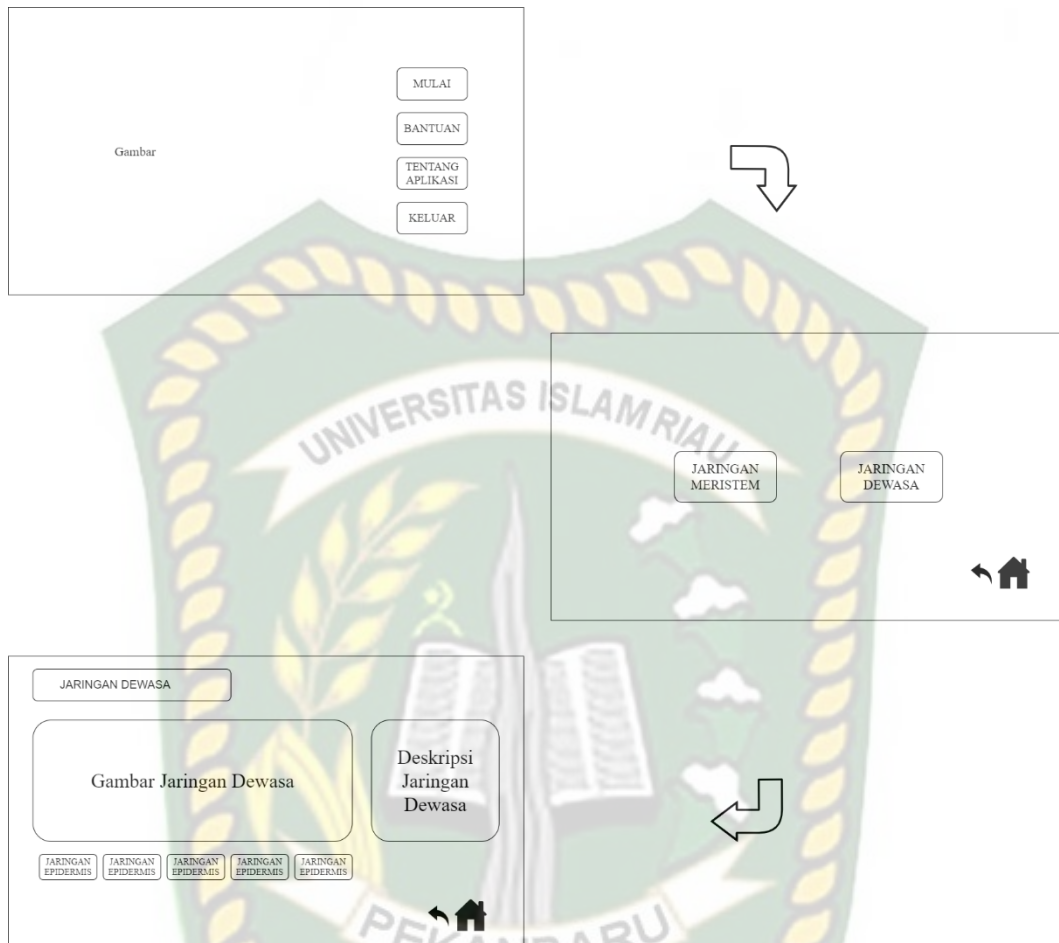
Gambar 3.11 Desain Halaman Keluar

3.2.4 Cara Kerja Aplikasi

Aplikasi media pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan dengan *Augmented Reality (AR)* ini menggunakan teknik *markerless*, dimana teknik *markerless* yang dimaksud adalah *marker* yang digunakan untuk menampilkan animasi 3D tidak didaftarkan sejak pembuatan aplikasi tersebut, melainkan aplikasi tersebut akan mencari dan menandai lokasi pada area kamera sebagai *marker* dan lokasi tersebut didaftarkan sebagai *marker* untuk menampilkan model animasi 3D. gambaran kerja dari aplikasi dan *flowchart* aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.12 dan 3.13.



Gambar 3.12 *Flowchart* Cara Kerja Aplikasi Struktur Jaringan Pada Tumbuhan



Gambar 3.13 Cara Kerja Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Pada Tumbuhan

Pada gambar 3.12 dan 3.13 digambarkan bagaimana cara kerja Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Pada Tumbuhan dengan *Augmented Reality*. Sebelum mulai dengan menggunakan *Augmented Reality*, *user* akan dihadapkan pada *main menu* yang dimana pada *main menu* terdapat *button* mulai, bantuan, tentang aplikasi, dan keluar.

Pertama, jika *user* memilih *button* mulai maka akan mengarahkan ke halaman materi master, pada halaman materi master terdapat 2 *button* yang bisa dipilih oleh *user* yaitu jaringan meristem, dan jaringan dewasa. Jika *user*

memilih *button* jaringan meristem maka akan mengarahkan ke halaman jaringan meristem yang akan menampilkan gambar dan deskripsi materi jaringan meristem. Jika *user* memilih *button* jaringan dewasa maka akan mengarahkan ke halaman jaringan dewasa yang akan menampilkan gambar dan deskripsi materi jaringan dewasa.

Kedua, *button* bantuan untuk memberikan informasi mengenai tata cara penggunaan aplikasi pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan. *Button* kembali yang akan mengarahkan *user* ke halaman sebelumnya. *Button* home yang akan mengarahkan *user* ke halaman menu utama.

Ketiga, *button* tentang aplikasi untuk memberikan informasi mengenai penulis, dosen pembimbing, serta validator pada penelitian ini. *Button* kembali yang akan mengarahkan *user* ke halaman sebelumnya. *Button* home yang akan mengarahkan *user* ke halaman menu utama.

Keempat, *button* keluar digunakan apabila *user* akan keluar dari aplikasi pembelajaran struktur jaringan pada tumbuhan ini. Terdapat pilihan Ya atau Tidak dalam *button* keluar. Jika *user* memilih Ya, maka *user* akan keluar dari aplikasi, jika *user* memilih Tidak, maka *user* akan diarahkan kembali ke halaman utama aplikasi.

BAB IV

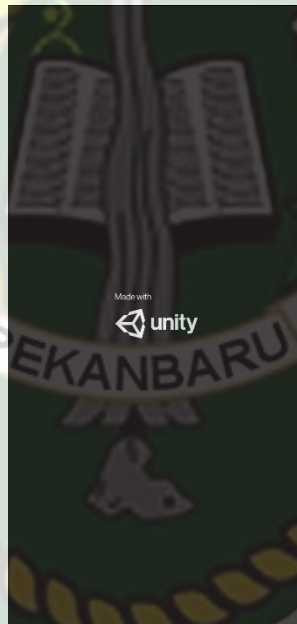
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Masalah Yang Sedang Berjalan

Hasil Penelitian merupakan sub bab yang akan membahas *interface* dari keseluruhan Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan Dengan *Augmented Reality*.

4.1.1 Tampilan Awal Aplikasi

Tampilan awal aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tampilan Awal Aplikasi

Gambar 4.1 merupakan tampilan halaman awal dari aplikasi saat dijalankan. Tampilan awal menampilkan menu *loading* dari *Unity Engine*, tampilan *loading* tersebut dibuat otomatis oleh pihak *Unity Engine* sebagai hak cipta dari aplikasi yang dibuat. Selanjutnya akan muncul halaman splash yang ke 2 dengan logo universitas islam riau. Tampilan *splash* yang ke 2 dapat dilihat pada gambar 4.2.

4.1.2 Tampilan Logo Universitas Islam Riau

Tampilan logo Universitas Islam Riau dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan Logo Universitas Islam Riau

Pada tampilan halaman ini akan menampilkan *splash screen* dari logo Universitas Islam Riau, lalu selanjutnya akan muncul menu pilih bahasa dari aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

4.1.3 Tampilan Halaman Pilih Bahasa

Tampilan halaman pilih bahasa dapat dilihat pada gambar 4.3.



Lanjut

Gambar 4.3 Tampilan Halaman Pilih Bahasa

Pada tampilan ini, bahasa yang bisa dipilih dalam aplikasi ini ada 2 bahasa yaitu bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

4.1.4 Tampilan Halaman Utama

Tampilan halaman utama dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan Halaman Utama

Pada gambar 4.4 menu utama aplikasi akan tampil sesuai bahasa yang kita pilih dan di menu utama juga memiliki beberapa *button*, yaitu dalam bahasa Indonesia ada *button* Mulai, Bantuan, Tentang, dan Keluar yang memiliki fungsi dan kegunaan yang sama. Berikut fungsi dan kegunaan dari *button* pada menu utama aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

1. *Button* Mulai atau *Start* digunakan untuk masuk ke dalam halaman pilihan materi struktur jaringan tumbuhan.
2. *Button* Bantuan atau *Help* untuk menampilkan petunjuk penggunaan aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

3. *Button* Tentang atau *About* untuk menampilkan informasi tentang pembuat aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.
4. *Button* Keluar atau *Exit* berfungsi untuk menutup atau keluar dari aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

4.1.5 Tampilan Halaman Pilihan Materi

Tampilan halaman Pilihan Materi dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Halaman Pilihan Materi

Gambar 4.5 adalah tampilan setelah menekan *button* Mulai atau *Start* di menu utama aplikasi. Pada menu ini, akan menampilkan 2 pilihan materi, yaitu materi jaringan meristem, dan materi jaringan dewasa.

4.1.6 Tampilan Halaman Materi Jaringan Meristem

Tampilan menu materi jaringan meristem dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Tampilan Halaman Materi Jaringan Meristem

Pada gambar 4.6 ialah tampilan materi dari jaringan meristem. Di dalam halaman materi jaringan meristem terdapat 3 tombol yaitu tombol suara yang berfungsi untuk memunculkan suara dari materi jaringan meristem, lalu ada tombol kembali untuk kembali ke halaman sebelumnya, dan tombol Lanjut ke AR untuk masuk ke halaman *Augmented Reality* dari jaringan meristem.

4.1.7 Tampilan Halaman Materi Jaringan Dewasa

Tampilan menu materi jaringan dewasa bisa dilihat pada gambar 4.7.

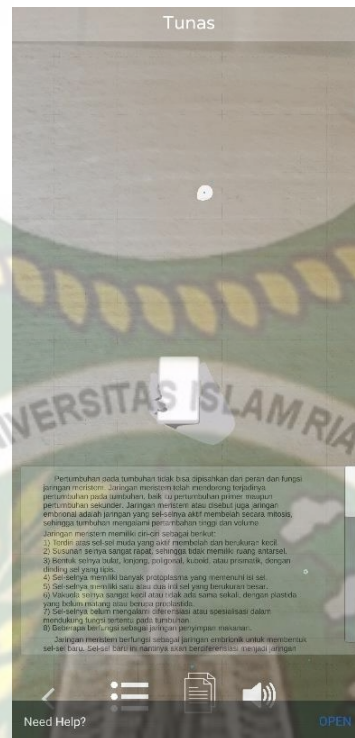


Gambar 4.7 Tampilan Halaman Materi Jaringan Dewasa

Pada gambar 4.7 ialah tampilan materi dari jaringan dewasa. Di dalam halaman materi jaringan dewasa terdapat 3 tombol yaitu tombol suara yang berfungsi untuk memunculkan suara dari materi jaringan dewasa, lalu ada tombol kembali untuk kembali ke halaman sebelumnya, dan tombol Lanjut ke AR untuk masuk ke halaman *Augmented Reality* dari jaringan dewasa.

4.1.8 Tampilan Halaman *Augmented Reality*

Tampilan Menu *Augmented Reality* dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan Halaman *Augmented Reality*

Pada gambar 4.8 adalah tampilan *augmented reality*. Objek animasi 3 dimensi tidak ditampilkan sebelum pengguna atau *user* menekan *track* dari *augmented reality*. Dalam halaman *augmented reality* ini terdapat 4 *button* dan 7 objek animasi 3D yang menjelaskan tentang materi jaringan meristem. Berikut fungsi dari *button* dan objek animasi 3D tersebut:

1. *Button* Pilihan

Tampilan *button* pilihan dapat dilihat pada gambar 4.9.

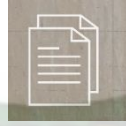


Gambar 4.9 Tampilan *Button* Pilihan

Button ini akan menampilkan panel pilihan animasi dari jaringan tumbuhan mana yang akan di tampilkan.

2. *Button* Deskripsi

Tampilan *button* deskripsi dapat dilihat pada gambar 4.10.

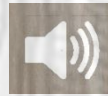


Gambar 4.10 Tampilan *Button* Deskripsi

Pada gambar 4.10 *button* deskripsi akan menampilkan panel deskripsi dari materi jaringan tumbuhan.

3. *Button* Suara

Tampilan *button* suara dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Tampilan *Button* Suara

Pada gambar 4.11 *button* suara akan memunculkan suara yang menjelaskan dari materi jaringan tumbuhan.

4. *Button* Kembali

Tampilan *button* Kembali dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Tampilan *Button* Kembali

Pada gambar 4.12 *button* kembali berguna untuk pergi ke halaman sebelumnya yaitu halaman materi.

4.1.9 Tampilan Halaman Bantuan

Tampilan halaman bantuan dapat dilihat pada gambar 4.13.

— Petunjuk Penggunaan

Mulai :
Tombol untuk menjalankan aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

Bantuan :
Tombol untuk mengetahui fungsi menu dan tombol dari aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan.

Tentang Aplikasi :
Tombol yang berisikan data diri pembuat aplikasi, dan sosial media dari pembuat aplikasi.

Keluar :
Tombol untuk keluar dari aplikasi yang sedang di jalankan.

< Prev Next

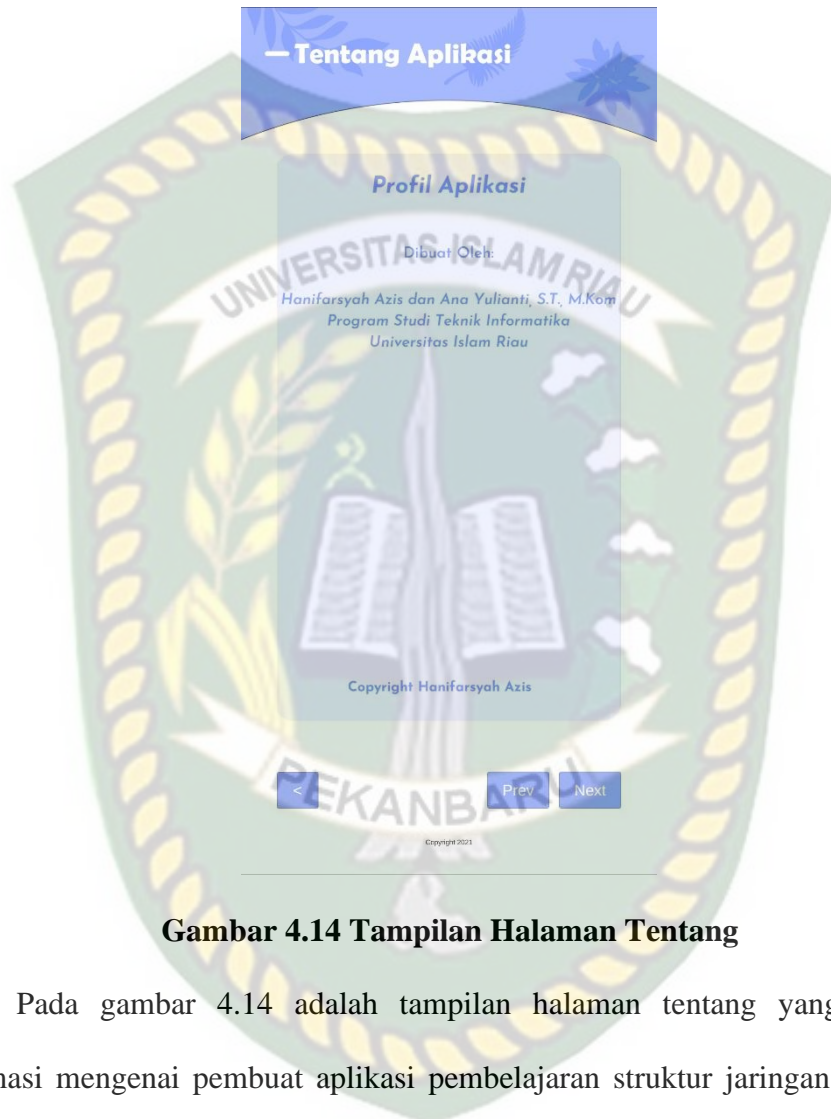
Gambar 4.13 Tampilan Halaman Bantuan

Pada gambar 4.13 adalah tampilan halaman bantuan yang berisikan petunjuk penggunaan aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan. Pada halaman bantuan terdapat 3 *button* yang memiliki fungsi yang berbeda yaitu *button* next yang berfungsi untuk menggeser slide informasi penggunaan selanjutnya, *button* prev untuk menggeser slide informasi penggunaan sebelumnya, dan *button* kembali yang berfungsi untuk mengembalikan ke halaman sebelumnya.

4.1.10 Tampilan Halaman Tentang

Tampilan halaman tentang dapat dilihat pada gambar 4.14.

— Tentang Aplikasi



Gambar 4.14 Tampilan Halaman Tentang

Pada gambar 4.14 adalah tampilan halaman tentang yang berisikan informasi mengenai pembuat aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan. Pada halaman tentang terdapat 3 *button* yang memiliki fungsi yang berbeda yaitu *button* next yang berfungsi untuk menggeser slide informasi selanjutnya, *button* prev untuk menggeser slide informasi sebelumnya, dan *button* kembali yang berfungsi untuk mengembalikan ke halaman sebelumnya.

4.1.11 Tampilan Halaman Keluar atau *Exit*

Tampilan halaman keluar atau *exit* dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Tampilan Halaman Keluar atau *Exit*

Pada gambar 4.15 menampilkan *button* keluar atau *exit* dari halaman menu utama aplikasi struktur jaringan tumbuhan, apabila *button* keluar atau *exit* ditekan maka proses berjalannya aplikasi akan berhenti dan akan keluar dari aplikasi struktur jaringan tumbuhan ini.

4.2 Pembahasan

Pada sub bab ini akan membahas hasil pengujian dari aplikasi yang telah dibuat, dengan tujuan mengetahui kelebihan dan kekurangan dari aplikasi yang telah dikembangkan. Beberapa pengujian yang telah dilakukan meliputi pengujian tombol atau *button*, intensitas cahaya, sudut pandang, jarak, lokasi, pendeksian *markerless*, *Black Box*, dan *end user*.

4.2.1 Skenario Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* pada aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan dilakukan untuk menguji setiap fungsi *button* yang ada pada aplikasi, untuk mengetahui apakah *button* pada aplikasi sesuai dengan hasil *output* yang diharapkan. Pengujian *black box* pada aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan dengan *augmented reality* dapat dilihat sebagai berikut:

a. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Utama Aplikasi

Pada halaman utama aplikasi terdapat tombol atau *button* pilihan yang akan menampilkan setiap halaman menu dari tombol yang dipilih. Berikut hasil pengujian *button* dan menu yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Utama Aplikasi

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button Start</i> atau Mulai	Klik <i>Button</i> Mulai atau <i>Start</i>	Masuk ke halaman pilihan materi struktur jaringan tumbuhan	Menampilkan halaman pilihan materi struktur jaringan tumbuhan	Berhasil
<i>Button</i> Bantuan atau <i>Help</i>	Klik <i>Button</i> Bantuan atau <i>Help</i>	Masuk ke halaman bantuan	Menampilkan halaman bantuan	Berhasil
<i>Button</i> Tentang atau <i>Help</i>	Klik <i>Button</i> Tentang atau <i>Help</i>	Masuk ke halaman tentang	Menampilkan halaman tentang	Berhasil
<i>Button</i> Keluar atau Exit	Klik <i>Button</i> Keluar atau Exit	Keluar dari aplikasi.	Keluar dari aplikasi yang dijalankan	Berhasil

b. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Pilihan Materi

Pada halaman pilihan materi terdapat *button* atau tombol pilihan yang akan menampilkan materi dari struktur jaringan tumbuhan yang dipilih. Berikut hasil pengujian *button* atau tombol dan menu yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Pilihan Materi

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Materi Jaringan Meristem	Klik <i>Button</i> Materi Jaringan Meristem	Masuk ke halaman materi jaringan meristem	Menampilkan halaman materi jaringan meristem	Berhasil
<i>Button</i> Materi Jaringan Dewasa	Klik <i>Button</i> Jaringan Dewasa	Masuk ke halaman jaringan dewasa	Menampilkan halaman jaringan dewasa	Berhasil
<i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Untuk kembali ke halaman utama	Kembali ke halaman utama	Berhasil

c. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Materi Jaringan Meristem

Pada halaman materi jaringan meristem terdapat *button* atau tombol serta fitur *scroll* untuk melihat isi keseluruhan dari materi jaringan meristem. Berikut hasil pengujian tombol dan fitur yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Materi Jaringan

Meristem

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button audio on/off</i>	Klik <i>Button audio on/off</i>	Untuk menghidupkan atau mematikan <i>audio</i> teks materi yang ada pada halaman materi jaringan meristem	Menghidupkan dan mematikan <i>audio</i> teks materi yang ada pada halaman materi jaringan meristem	Berhasil
Fitur <i>Scroll down</i> dan <i>Scroll Up</i>	<i>Scroll down</i> dan <i>Scroll up</i> halaman materi jaringan meristem	Untuk menggeser panel materi jaringan meristem.	Menggeser panel materi jaringan meristem	Berhasil
<i>Button Lanjut ke AR</i>	Klik <i>Button Lanjut ke AR</i>	Untuk pindah ke halaman animasi AR	Pindah ke halaman animasi AR	Berhasil
<i>Button Kembali atau Back</i>	Klik <i>Button Kembali atau Back</i>	Untuk kembali ke halaman pilihan materi	Kembali ke halaman pilihan materi	Berhasil

d. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Materi Jaringan Dewasa

Pada halaman materi jaringan meristem terdapat *button* atau tombol serta fitur *scroll* untuk melihat isi keseluruhan dari materi jaringan meristem. Berikut hasil pengujian tombol dan fitur yang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Materi Jaringan

Dewasa

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button audio on/off</i>	Klik <i>Button audio on/off</i>	Untuk menghidupkan atau mematikan <i>audio</i> teks materi yang ada pada halaman materi jaringan dewasa	Menghidupkan dan mematikan <i>audio</i> teks materi yang ada pada halaman materi jaringan dewasa	Berhasil
Fitur <i>Scroll down</i> dan <i>Scroll Up</i>	<i>Scroll down</i> dan <i>Scroll up</i> halaman materi jaringan dewasa	Untuk menggeser panel materi jaringan dewasa	Menggeser panel materi jaringan dewasa	Berhasil
<i>Button</i> Lanjut ke AR	Klik <i>Button</i> Lanjut ke AR	Untuk pindah ke halaman animasi AR	Pindah ke halaman animasi AR	Berhasil
<i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Untuk kembali ke halaman pilihan materi	Kembali ke halaman pilihan materi	Berhasil

e. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Animasi AR

Halaman ini terbuka Ketika *user* atau pengguna menekan *button* Lanjut ke AR pada halaman materi jaringan meristem ataupun materi jaringan dewasa. Halaman ini akan menampilkan animasi 3 dimensi dari struktur jaringan tumbuhan. Berikut hasil pengujian tombol dan fitur yang ada pada halaman ini dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Animasi AR

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Pilihan	Klik <i>Button</i> Pilihan	Untuk menampilkan panel pilihan objek animasi 3D dan <i>scene</i> dari aplikasi	Menampilkan panel pilihan animasi 3D dan <i>scene</i>	Berhasil
<i>Button</i> Deskripsi	Klik <i>Button</i> Deskripsi	Untuk menampilkan panel deskripsi dari objek animasi 3D jaringan tumbuhan	Menampilkan panel deskripsi dari objek animasi 3D jaringan tumbuhan	Berhasil
<i>Button</i> suara atau <i>audio on/off</i>	Klik <i>Button</i> suara atau <i>audio on/off</i>	Untuk mematikan atau menghidupkan <i>audio</i> dari teks materi jaringan tumbuhan yang tampil	Mematikan atau menghidupkan <i>audio</i> dari teks materi jaringan tumbuhan	Berhasil
Fitur <i>Zoom in/out</i> Objek Animasi 3D	<i>Zoom in/out</i> objek animasi 3D	Untuk memperbesar dan memperkecil ukuran objek animasi 3D yang ditampilkan pada halaman	Memperbesar dan memperkecil ukuran objek animasi 3D yang ditampilkan pada halaman	Berhasil
Fitur	Rotasi objek	Untuk	Memberikan	Berhasil

Rotasi/ <i>Rotate</i> Objek Animasi 3D	animasi 3d	memberikan rotasi pada objek 3D yang tampil pada halaman	rotasi pada objek 3D yang tampil pada halaman	
<i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Untuk kembali ke halaman materi	Kembali ke halaman materi	Berhasil

f. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Bantuan atau *Help*

Halaman bantuan atau *help* akan terbuka ketika pengguna atau *user* menekan *button* Bantuan atau *help* pada halaman utama aplikasi. Pada menu ini terdapat beberapa tombol atau *button* yang memiliki fungsi yang berbeda. Berikut hasil pengujian *button* dan fitur yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Bantuan atau *Help*

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button Next</i>	Klik <i>Button Next</i>	Untuk menggeser <i>slide</i> informasi penggunaan aplikasi selanjutnya	Menggeser <i>slide</i> informasi penggunaan aplikasi selanjutnya	Berhasil
<i>Button Prev</i>	Klik <i>Button Prev</i>	Untuk menggeser <i>slide</i> informasi penggunaan aplikasi sebelumnya	Menggeser <i>slide</i> informasi penggunaan aplikasi sebelumnya	Berhasil
<i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Klik <i>Button</i> Kembali atau <i>Back</i>	Untuk kembali ke halaman utama	Kembali ke halaman utama	Berhasil

g. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Tentang atau *About*

Halaman tentang atau *about* akan terbuka ketika pengguna atau *user* menekan tombol tentang atau *about* yang ada pada halaman utama aplikasi. Pada halaman ini terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi berbeda. Berikut hasil pengujian *black box* pada halaman ini yang dapat dilihat ada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Tentang atau *About*

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button Next</i>	Klik <i>Button Next</i>	Untuk menggeser <i>slide</i> informasi pembuat selanjutnya	Menggeser <i>slide</i> informasi pembuat aplikasi selanjutnya	Berhasil
<i>Button Prev</i>	Klik <i>Button Prev</i>	Untuk menggeser <i>slide</i> informasi pembuat aplikasi sebelumnya	Menggeser <i>slide</i> informasi pembuat aplikasi sebelumnya	Berhasil
<i>Button Kembali atau Back</i>	Klik <i>Button Kembali atau Back</i>	Untuk kembali ke halaman utama	Kembali ke halaman utama	Berhasil

h. Pengujian *Black Box* Pada Halaman Pilih Bahasa

Halaman ini berfungsi untuk memilih bahasa pada aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan, bahasa yang terdapat pada aplikasi ini yaitu bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Berikut hasil pengujian pada halaman ini yang dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Halaman Pilih Bahasa

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Bahasa atau <i>Language</i>	Klik <i>Button</i> Bahasa atau <i>Language</i>	Untuk mengganti bahasa pada aplikasi	Mengganti bahasa pada aplikasi	Berhasil

i. Pengujian *Black Box* Pada Menu Keluar atau *Exit*

Menu ini akan tampil setelah pengguna atau *user* menekan *button* keluar yang ada pada halaman utama aplikasi pembelajaran struktur jaringan tumbuhan. Berikut hasil pengujian pada halaman ini yang dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Skenario Pengujian *Black Box* Pada Menu Keluar atau *Exit*

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Button</i> Keluar atau <i>Exit</i>	Klik <i>Button</i> Keluar atau <i>Exit</i>	Untuk keluar dari aplikasi	Keluar dari aplikasi	Berhasil

4.2.2 Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian intensitas cahaya dilakukan didalam dan diluar ruangan dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan dapat dilakukan *tracking* dan menampilkan model animasi pada sumber cahaya yang berbeda-beda.

1. Pengujian Aplikasi Diluar Ruangan

Pada pengujian aplikasi diluar ruangan dilakukan saat siang hari dan saat siang hari dan saat malam hari dengan intensitas cahaya yang berbeda-beda.

a. Pengujian Siang Hari Diluar Ruangan Dengan Cahaya Matahari

Pengujian pertama dilakukan dibawah cahaya matahari dengan intensitas cahaya terukur yaitu 400 lux didapatkan hasil yang sangat baik dalam rentan waktu 1 detik. Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Pengujian Siang Hari Diluar Ruangan Dengan Cahaya Matahari

b. Pengujian Malam Hari Di.luar Ruangan Dengan Cahaya Lampu

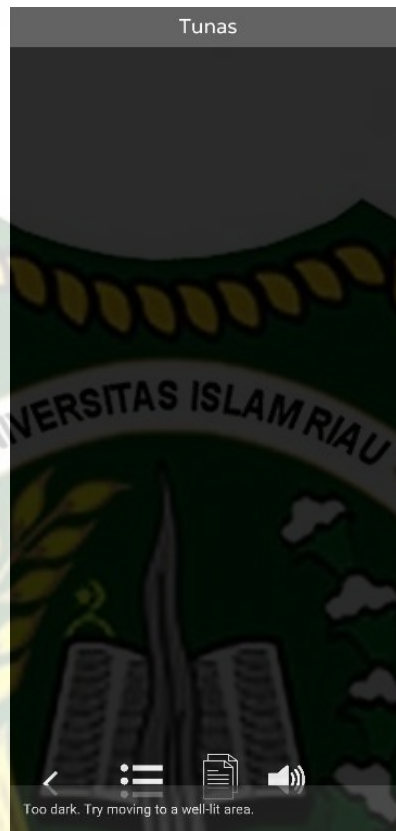
Pengujian kedua dilakukan pada malam hari diluar ruangan dengan manfaat cahaya lampu sebagai sumber cahaya. Intensitas cahaya lampu 20 lux. Hasil yang didapat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu 1-5 detik. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pengujian Malam Hari Diluar Ruangan Dengan Cahaya Lampu

c. Pengujian Malam Hari Diluar Ruangan Tanpa Cahaya Lampu

Pengujian ketiga dilakukan pada malam hari diluar ruangan dengan tanpa adanya cahaya lampu. Sehingga terdeteksi intensitas cahaya 0 lux. Pada saat melakukan pengujian *tracking markerless* objek animasi 3D tidak muncul dikarenakan tidak adanya cahaya yang diperoleh oleh aplikasi. Hasil dapat dilihat pada gambar pada gambar 4.18.



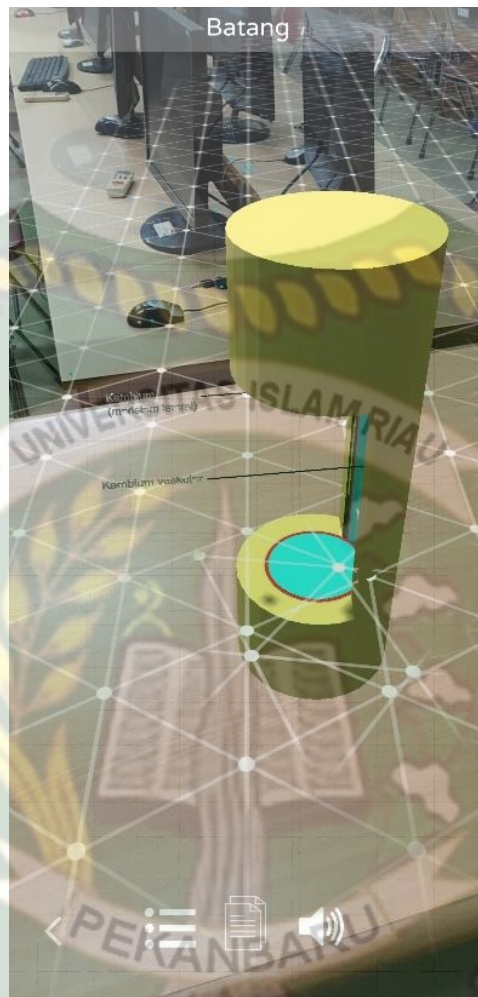
Gambar 4.18 Pengujian Malam Hari Tanpa Cahaya Lampu

2. Pengujian aplikasi Didalam Ruangan

Pengujian yang dilakukan didalam ruangan memanfaatkan cahaya lampu dan dilakukan beberapa kali dengan cara yang berbeda dengan intensitas cahaya yang berbeda.

a. Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 100 Lux

Pengujian pertama dilakukan dengan cahaya lampu didalam ruangan tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 100 lux. Hasil yang didapat sangat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu 1 detik. Hasil dapat dilihat pada gambar pada gambar 4.19



**Gambar 4.19 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu
100 Lux**

b. Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 47 Lux

Pengujian kedua dilakukan dengan cahaya lampu didalam ruangan tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 47 lux. Hasil yang didapat sangat baik, objek animasi 3 dimensi tampil dalam rentan waktu tunggu 1-5 detik. Hasil dapat dilihat pada gambar pada gambar 4.20.



**Gambar 4.20 Pengujian Dalam Ruang Dengan Intensitas Cahaya Lampu
47 Lux**

c. Pengujian Dalam Ruang Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0 Lux

Pengujian ketiga dilakukan dengan tanpa cahaya lampu didalam ruangan tertutup dan hanya memanfaatkan cahaya lampu dengan intensitas cahaya 0 lux. Hasil yang didapat tidak baik, objek animasi 3 dimensi tidak tampil dikarenakan cahaya yang didapat tidak baik untuk aplikasi menampilkan objek. Hasil dapat dilihat pada gambar pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengujian Dalam Ruangan Dengan Intensitas Cahaya Lampu 0 Lux

Kesimpulan dari pengujian terhadap intensitas cahaya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Aplikasi Terhadap Intensitas Cahaya

Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Kondisi	Intesitas Cahaya	Waktu Tunggu	Hasil yang Didapat	Hasil Pengujian
Pencahayaan	Luar Ruangan	Siang Hari	400 lux	1 detik	Model animasi tampil karena	Berhasil

					aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi	
		Malam Hari	23 lux	5 detik	Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi	Berhasil
		Malam Hari	0 lux	-	Model animasi tidak tampil karena aplikasi tidak berhasil melakukan penandaan lokasi	Tidak Berhasil
	Dalam Ruangan	Cahaya Lampu	100 lux	1 detik	Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi	Berhasil

		Cahaya Lampu Redup	17 lux	5-10 detik	Model animasi tampil karena aplikasi berhasil melakukan penandaan lokasi	Berhasil
		Tanpa Cahaya Lampu	0 lux	-	Model animasi tidak tampil karena aplikasi tidak berhasil melakukan penandaan lokasi	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian intensitas cahaya pada tabel 4.10 maka dapat disimpulkan bahwa Aplikasi Pembelajaran Struktur Jaringan Tumbuhan dapat melakukan penandaan lokasi atau *tracking markerless* dengan minimal intensitas cahaya 17 lux dan tidak dapat melakukan penandaan lokasi atau *tracking markerless* jika intensitas cahaya bernilai 0 lux. Dengan kata lain metode *markerless* yang ada pada ARCore SDK memerlukan pencahayaan yang baik untuk melakukan *tracking* terhadap lokasi.

4.2.3 Pengujian Jarak

Pengujian jarak dan sudut pandang dilakukan untuk mengetahui jarak dan