

**RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK IDENTIFIKASI
STRUKTUR TUMBUHAN DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED
REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDRIOD**

Studi Kasus Kelas 4 di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon

SKRIPSI



Disusun Oleh:

ARDINI RUZDA SALSABILLA

0402201048

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON**

2024 M / 1446 H



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK
IDENTIFIKASI STRUKTUR TUMBUHAN DENGAN TEKNOLOGI
AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDROID
Studi Kasus Kelas 4 di SDN Duku Semar I Kota Cirebon

NAMA : ARDINI RUZDA SALSABILLA

NIM : 0402201048

Mengijinkan Skripsi Sarjana Komputer ini disimpan di Perpustakaan
Universitas Nahdlatul Ulama dengan syarat-syarat kegunaan sebagai berikut:

1. Skripsi adalah hak milik Universitas Nahdlatul Ulama
2. Universitas Nahdlatul Ulama dibenarkan membuat salinan untuk referensi saja.
3. Perpustakaan juga dibenarkan membuat salinan Skripsi ini sebagai bahan
pertukaran antar institusi pendidikan tinggi.
4. Berikan tanda √ sesuai dengan katagori Skripsi
 - ☐ Sangat Rahasia (Mengandung isi tentang keselamatan atau kepentingan
negera Indonesia)
 - ☐ Rahasia (Mengandung isi tentang kerahasiaan dari suatu
organisasi/badan dimana penelitian Skripsi ini
dikerjakan)

√ Biasa

Disahkan Oleh:

Rosidin, M.Kom

Tanggal:

H. Sukarsa, M.Kom

Tanggal:



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK
IDENTIFIKASI STRUKTUR TUMBUHAN DENGAN TEKNOLOGI
AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDROID
Studi Kasus Kelas 4 di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon

NAMA : ARDINI RUZDA SALSABILLA

NIM : 0402201048

"Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk membatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut".

Cirebon, 13 Agustus 2024

ARDINI RUZDA SALSABILLA

NIM : 0402201048



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR TUMBUHAN DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDROID
Studi Kasus Kelas 4 di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon

NAMA : ARDINI RUZDA SALSABILLA

NIM : 0402201048

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui,

Cirebon, 13 Agustus 2024

Pembimbing I,

Rosidin, M.Kom.

NIDN. 0415028303

Pembimbing II,

Sukarsa, M.Kom.

NIDN. 0418117605

Ketua Program Studi,

Dicky Andika Sulaeman, S.T., M.Kom.

NIDN. 0409069402



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR TUMBUHAN DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDROID
Studi Kasus Kelas 4 di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon

NAMA : ARDINI RUZDA SALSABILLA

NIM : 0402201048

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 30 Agustus 2024. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai untuk penganugrahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom).

Pembimbing 1,

Rosidin, M.Kom

NIDN. 0415028303

Pembimbing 2,

H. Sukarsa, M.Kom

NIDN. 0418117605

Penguji 1,

Dicky Andika S, S.T., M.Kom

NIDN. 0409069402

Penguji 2,

Abdul Kohar, M.Kom

NIDN. 0412068704

Tanggal

Tanda Tangan

14-9-2024

14-9-2024

14-9-2024

14-9-2024



Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

ROSIDIN, M.Kom

NIDN : 0415028303

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada merancang dan membangun aplikasi edukasi berbasis mobile Android yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk membantu siswa kelas 4 Sekolah Dasar dalam mengidentifikasi struktur-struktur pada tumbuhan yang lebih baik. Masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya metode pembelajaran yang menggunakan teknologi, dan kesulitan siswa dalam memahami materi tentang bagian-bagian tumbuhan. Dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), pemahaman mengenai struktur tumbuhan seringkali dan membangun aplikasi dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk membantu siswa memahami materi secara visual dan intuitif. Aplikasi ini dirancang dengan menggunakan AR *marker-based*, guna menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk memindai gambar atau marker yang sudah disediakan, yang kemudian akan menampilkan model tiga dimensi (3D) dari bagian-bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, buah, dan bunga. Model tersebut dapat diputar, diperkecil dan diperbesar sesuai dengan yang diinginkan, sehingga mendukung proses pembelajaran yang lebih menarik dan menyenangkan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), dan metode pengembangan multimediana menggunakan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Dengan memanfaatkan teknologi AR dalam aplikasi berbasis mobile Android, penelitian ini menawarkan inovasi dalam metode pembelajaran IPAS di sekolah dasar, yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan.

Kata Kunci: Augmented Reality, marker-based, aplikasi edukasi, 3D, R&D dan MLCD, struktur tumbuhan, mobile Android, IPAS.

ABSTRACT

This research focuses on designing and developing an educational application based on mobile Android that utilizes Augmented Reality (AR) technology to help fourth-grade students at Elementary School in identifying plant structures more effectively. The primary issue faced is the lack of technology-based learning methods and students' difficulties in understanding plant parts. In the Science and Social Studies (IPAS) curriculum, understanding plant structures often requires more dynamic learning media. The solution obtained is designing and developing an application using AR marker-based technology to help students understand the material visually and intuitively. The application allows students to scan provided images or markers, which then display three-dimensional (3D) models of plant parts such as roots, stems, leaves, fruits, and flowers. These models can be rotated, enlarged, or reduced as desired, thereby supporting a more engaging and enjoyable learning process. The research method employed is Research and Development (R&D), with multimedia development using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC). By leveraging AR technology in a mobile Android-based application, this study offers innovation in IPAS learning methods at elementary schools aimed at enhancing learning effectiveness and student comprehension of taught materials.

Keywords: *Augmented Reality, marker-based, educational application, 3D, R&D, MDLC, plant structure, mobile Android, IPAS.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat yang sangat tidak bernilai harganya dan kelancaran dalam setiap langkah yang selama perancangan dalam membuat laporan skripsi ini. Atas berkat rahmat-Nya, skipri berjudul “RANCANG BANGUN APLIKASI EDUKASI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR TUMBUHAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS MOBILE ANDROID” dapat terselesaikan.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Agus Sugiarto, S.H., M.H., M.M selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
2. Bapak Rosidin, S.Kom., M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Ariffin, S.Pd selaku Kepala Sekolah di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon yang sudah mengizinkan untuk melakukan penelitian demi kelancaran tugas akhir ini.
4. Kedua Orang Tua yang selalu memberi dukungan dan dan memanjatkan doa untuk kelancaran penelitian maupun penyelesaian skripsi ini.
5. Kedua adik tercinta yang selalu mendukung dan mendoakan agar dapat terselesaikan dengan baik.
6. Dosen Pembimbing Bapak Rosidin, S.Kom., M.Kom dan Bapak H.Sukarsa, M.Kom yang telah banyak memberi pengarahan, pembelajaran demi kelancaran pelaksanaan praktek kerja lapangan.
7. Bapak Dicky Andika Sulaeman, S.T., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.

Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dan kelemahan dalam pelaksanaan serta penyusunan laporan praktek kerja lapangan ini. Semoga project Aplikasi Laporan Kerja Harian yang telah penulis buat dapat bermanfaat bagi masyarakat. Semoga praktek kerja lapangan membuat project ini dapat menjadi pengalaman yang berharga bagi penulis.

Cirebon, 13 Agustus 2024

ARDINI RUZDA SALSABILLA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN STATUS SKRIPSI....Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS.....Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSIError! Bookmark not defined.	
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metode dan Teknik Penelitian	3
1.7.1 Metode Penelitian	3
1.7.2 Teknik Penelitian.....	4
1.8 Kerangka Berpikir	5
1.9 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Keterkaitan Struktur Tumbuhan dengan Ayat Al-Quran.....	7
2.2 Studi Literatur	8
2.3 Aplikasi Mobile.....	10
2.4 Augmented Reality (AR).....	13
2.4.1 Marker-Based Tracking pada Augmented Reality (AR).....	20
2.4.2 Manfaat Augmented Reality (AR) pada Bidang Pendidikan	22
2.5 Android.....	23
2.6 Unified Modeling Language (UML)	27
2.6.1 Activity Diagram.....	28
2.6.2 Sequence Diagram	30
2.7 Identifikasi Struktur Tumbuhan	32
2.7.1 Identifikasi.....	32
2.7.2 Struktur Tumbuhan	35
2.8 Software Pendukung	44
2.8.1 Unity 3D.....	44
2.8.2 Vuforia SDK (Software Development Kit).....	46

2.8.3 Blender	47
2.8.4 Bahasa Pemrograman C#	47
2.8.5 Sublime Text.....	50
2.8.6 Android SDK dan JDK	51
2.9 Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	51
2.9.1 Metode Pengembangan Multimedia	52
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	54
3.1 Analisis Kebutuhan Sistem.....	54
3.1.1 Teknik Pengumpulan Data	55
3.1.2 Pengembangan Multimedia	56
3.2 Metode Perancangan Sistem	56
3.2.1 Design Aplikasi Activity Diagram.....	57
3.2.2 Design Aplikasi Sequence Diagram	58
3.2.3 Desain Rancangan Aplikasi (Storyboard)	69
3.2.4 Perancangan Marker.....	63
3.2.5 Perancangan Objek 3D	66
3.2.6 Perancangan Logo Aplikasi.....	67
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN	68
4.1 Implementasi.....	68
4.1.1 Marker	68
4.1.2 Objek 3D.....	70
4.1.3 Aplikasi	71
4.2 Pengujian.....	75
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir	5
Gambar 2. 1 Mobile Aplikasi	11
Gambar 2. 2 Diagram Milgram Continuum	15
Gambar 2. 3 Ilustrasi Cara Kerja AR.....	18
Gambar 2. 4 Referensi Marker.....	21
Gambar 2. 5 Logo Android	24
Gambar 2. 6 Versi Android.....	25
Gambar 2. 7 Diagram UML.....	28
Gambar 2. 8 Simbol Elemen Activity Diagram.....	29
Gambar 2. 9 Contoh Activity Diagram.....	30
Gambar 2. 10 Simbol Elemen Sequence Diagram	31
Gambar 2. 11 Contoh Sequence Diagram	32
Gambar 2. 12 Jenis Akar.....	36
Gambar 2. 13 Jenis Batang	37
Gambar 2. 14 Struktur Luar dan Dalam Daun	40
Gambar 2. 15 Jenis-jenis Daun.....	41
Gambar 2. 16 Struktur Bunga.....	42
Gambar 2. 17 Struktur Buah.....	43
Gambar 2. 18 Logo Unity	44
Gambar 2. 19 Logo Vuforia	46
Gambar 2. 20 Logo C#.....	48
Gambar 3. 1 Multimedia Development Life Cycle	56
Gambar 3. 2 Activity Diagram.....	57
Gambar 3. 3 Sequence Diagram	58
Gambar 3.4 Splash Screen	59
Gambar 3.5 Tampilan Awal.....	60
Gambar 3.6 Sebelum di Scan	61
Gambar 3.7 Sesudah di Scan	62
Gambar 3.8 Alur Perancangan Marker	63
Gambar 3.9 Gambar untuk Marker	64
Gambar 3.10 Lisensi Vuforia.....	64
Gambar 3.11 Database Vuforia	65
Gambar 3.12 Image Target Vuforia.....	65
Gambar 3.13 Hasil Marker.....	66
Gambar 3.14 Perancangan Objek 3D	66
Gambar 3.15 Logo Aplikasi	67
Gambar 4. 1 Marker Akar Serabut	68
Gambar 4. 2 Marker Akar Tunggang.....	68
Gambar 4. 3 Marker Struktur Buah.....	68
Gambar 4. 4 Marker Struktur Bunga.....	68

Gambar 4. 5 Marker Batang Monokotil.....	69
Gambar 4. 6 Marker Batang Dikotil.....	69
Gambar 4. 7 Marker Struktur Daun	69
Gambar 4. 8 Marker Struktur Tumbuhan.....	69
Gambar 4. 9 Marker Daun Menjari.....	69
Gambar 4. 10 Marker Daun Menyirip.....	69
Gambar 4. 11 Marker Daun Sejajar	70
Gambar 4. 12 Objek Buah	70
Gambar 4. 13 Objek Batang Dikotil.....	70
Gambar 4. 14 Splash Screen Aplikasi	71
Gambar 4. 15 Tamplan Awal Aplikasi.....	72
Gambar 4. 16 Scan Aplikasi.....	73
Gambar 4. 17 Scan Objek Aplikasi	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur	8
Tabel 4. 1 Perangkat Pengujian.....	75
Tabel 4. 2 Proses Pengujian	75
Tabel 4. 3 Pengujian Aplikasi	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang semakin mendominasi perhatian di berbagai industri dan masyarakat pada umumnya. “Konsep ini menggabungkan elemen-elemen virtual ke dalam lingkungan nyata, menciptakan pengalaman yang menyatu antara dua dunia digital dan dunia fisik. Dengan menggunakan perangkat seperti smartphone, tablet, dan kacamata AR, teknologi ini menyajikan informasi digital seperti grafis dan teks yang terintegrasi dengan pandangan dunia nyata”. (Diva Nur Syahanda, 2023).

Penggunaan AR juga telah mempengaruhi cara kita berinteraksi dengan dunia sekitar kita. Misalnya Di dunia pendidikan, “AR membuka peluang untuk meningkatkan keterlibatan siswa untuk berinteraksi langsung dengan konten pembelajaran dalam lingkungan nyata mereka dan membantu siswa mengembangkan keterampilan yang diperlukan pada era digital ini”. misalnya, dengan hp atau tablet yang biasanya digunakan hanya untuk bermain game dapat di upayakan untuk menjadi metode pembelajaran struktur tumbuhan yang dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. (Miranda el al, 2021).

Pembelajaran mengenai struktur tumbuhan merupakan salah satu komponen esensial dalam kurikulum pendidikan dasar, yang bertujuan untuk membekali siswa Sekolah Dasar dengan pemahaman dasar tentang pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS). Namun, metode konvensional yang mengandalkan buku teks dan ilustrasi dua dimensi sering kali tidak efektif dalam menyampaikan penjelasan tentang bagian di struktur tumbuhan secara rinci.

Dengan mencoba metode pembelajaran baru sepertinya dapat meningkatkan efektifitas dalam pempelajari tentang tumbuhan, biasanya hanya melihat tulisan di buku tema dan buku paket serta gambar dua dimensi saja seperti yang di pelajari di sekolah, yang mengakibatkan pada pembelajaran tersebut, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami dan mengenal struktur bagian-bagian pada tumbuhan

serta fungsinya secara nyata, yang berdampak pada pemahaman konsep yang kurang mendalam.

Visualisasi 3D yang realistis dan interaktif dapat membantu siswa memahami konsep yang di pelajari dengan lebih baik daripada hanya menggunakan gambar atau teks. Dengan AR, materi pembelajaran dapat disajikan dengan cara yang lebih menarik dan menyenangkan karena dapat melihat langsung objek tumbuhan yang akan di pelajari seperti akar, batang, buah, daun, dan bunga. Mereka dapat memutar, memperkecil atau memperbesarnya.

Berdasarkan penjelasan tentang teknologi AR dan struktur tumbuhan yang sudah di uraikan dengan rinci bagiannya diatas, penulis memutuskan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi edukasi yang dapat mengidentifikasi struktur tumbuhan dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)*.

Aplikasi ini diharapkan menjadi metode pembelajaran yang berguna untuk siswa-siswi sekolah dasar yang masih mempelajari atau ingin belajar tentang struktur tumbuhan baik di sekolah maupun nanti ketika di luar sekolah karena bisa digunakan dimanapun jika ada marker yang sudah terhubung ke aplikasi ini.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang disampaikan diatas, dapat disimpulkan:

1. Kurangnya metode pembelajaran yang menggunakan teknologi di era digital saat ini, terlebih lagi ada teknologi yang menyatukan dunia digital dengan fisik yaitu *Augmented Reality (AR)*.
2. Kurangnya efektifitas dalam pembelajaran karena kurang menarik minat untuk mempelajari tentang struktur tumbuhan melalui media buku.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi yang dapat mengidentifikasi struktur tumbuhan dengan menggunakan teknologi AR?
2. Apakah aplikasi AR dapat memberikan pengalaman belajar struktur tumbuhan yang lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa?

1.4 Batasan Masalah

1. Membuat marker menggunakan vuforia, lalu membuat objek visual 3D menggunakan blender, dan melakukan pemrograman di unity 3D.
2. Membuat visual yang realistis dan menarik menggunakan teknologi AR.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun aplikasi edukasi untuk mengidentifikasi tumbuhan dengan teknologi AR sebagai metode pembelajaran siswa-siswi kelas 4 SD.
2. Aplikasi yang menggunakan teknologi AR ini bertujuan untuk meningkatkan minat dan daya tarik untuk mempelajari tentang struktur tumbuhan serta fungsinya.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Membuat aplikasi edukasi dengan teknologi AR yang dapat menjadi metode pembelajaran berguna untuk sekolah dasar tersebut.
2. Meningkatkan minat belajar, siswa menjadi aktif dapat membuat proses pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan.

1.7 Metode dan Teknik Penelitian

1.7.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Metode penelitian dalam konteks R&D mengacu pada serangkaian pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan memperoleh pemahaman yang mendalam tentang suatu masalah atau tantangan penelitian. Tujuan utama dari metode penelitian adalah untuk menghasilkan pengetahuan baru, mengembangkan produk atau layanan baru, atau meningkatkan proses yang ada. (Leedy, P.D., & Ormrod, J.E. 2019).

Penelitian ini menggunakan dua macam inputan berupa objek virtual dalam bentuk gambar 3D yang dibuat dari perangkat Blender dan Video lingkungan yang diambil secara *real-time* dengan menggunakan *webcam*.

1.7.2 Teknik Penelitian

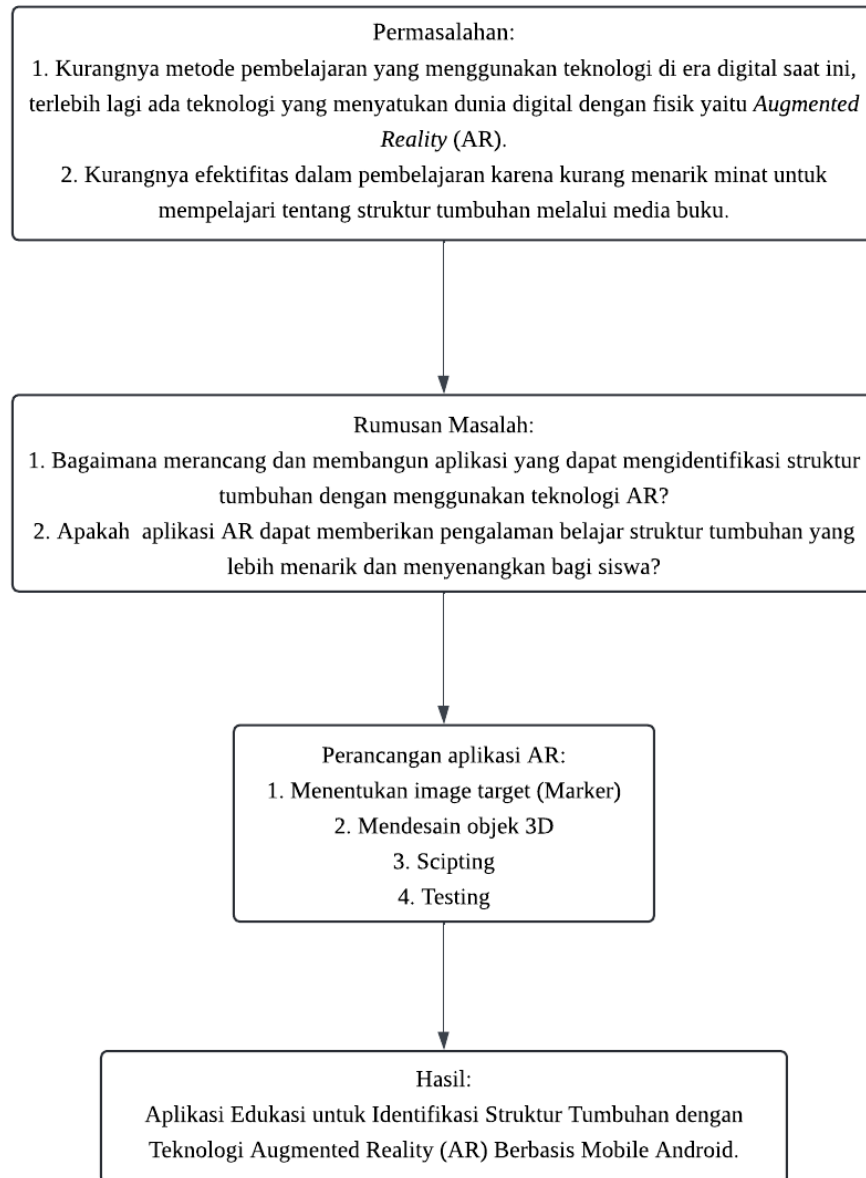
1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data di mana peneliti mengamati secara langsung objek atau fenomena yang sedang diteliti dalam lingkungan alaminya. Observasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, termasuk observasi partisipatif, di mana peneliti terlibat dalam kegiatan yang diamati, atau observasi non-partisipatif, di mana peneliti hanya menjadi pengamat pasif. Teknik ini sangat berguna dalam mengumpulkan data kualitatif yang mendalam tentang perilaku, interaksi, atau proses yang terjadi secara alami, tanpa intervensi dari peneliti. Observasi dapat dilakukan secara sistematis, dengan pedoman yang jelas tentang apa yang akan diamati, atau secara lebih terbuka dan fleksibel sesuai dengan situasi di lapangan.

2. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data di mana peneliti mengajukan pertanyaan secara langsung kepada responden untuk mendapatkan informasi yang spesifik dan mendalam. Wawancara dapat bersifat terstruktur, dengan pertanyaan yang sudah disusun sebelumnya dan ditanyakan kepada semua responden secara konsisten, atau semi-terstruktur, di mana peneliti memiliki panduan umum tetapi dapat mengeksplorasi lebih lanjut berdasarkan jawaban responden. Wawancara juga dapat dilakukan secara mendalam, memungkinkan peneliti untuk menggali perspektif, pengalaman, dan pandangan responden secara rinci. Teknik wawancara sangat berguna dalam memahami motivasi, sikap, dan opini dari individu yang menjadi subjek penelitian.

1.8 Kerangka Berpikir



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

1.9 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode dan teknik penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab tinjauan pustaka menguraikan landasan teori, penelitian terdahulu, kerangka pikir dan hipotesis yang diperoleh dari acuan yang mendasari dalam melakukan kegiatan penelitian pada tugas skripsi ini.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan membahas tentang analisis pengembangan sistem, rancang pengembangan aplikasi, alasan pemilihan perangkat yang digunakan, rangkaian atau diagram yang menjadi dasar dalam perancangan aplikasi dan garis besar alur kerja dari aplikasi yang dibangun.

BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

Dalam bab IV ini akan dijelaskan mengenai hasil implementasi dari aplikasi yang dikembangkan, pengujian dalam situasi nyata, cara penggunaan aplikasi yang telah dikembangkan, beserta hasil analisa yang didapat dari aplikasi yang telah dibuat.

BAB V PENUTUP

Dalam bab V ini dijelaskan tentang kesimpulan dan saran.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Keterkaitan Struktur Tumbuhan dengan Ayat Al-Quran

Dalam Al-Quran, tidak terdapat ayat yang secara spesifik membahas tentang mempelajari struktur tumbuhan dari sudut ilmiah seperti biologi modern. Namun demikian, terdapat ayat yang mengandung pelajaran dan pemahaman tentang kebesaran Allah SWT melalui ciptaan-Nya, termasuk di antaranya adalah tumbuhan. Al-Quran banyak memberikan ilmu dan pemahaman tentang ciptaan Allah SWT yang mencakup berbagai aspek kehidupan, termasuk tumbuhan sebagai salah satu tanda kebesaran-Nya.

Salah satu ayat yang mengandung pelajaran tentang tumbuhan yaitu terdapat pada surah Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ
خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ
مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا
أَتَمَرَ وَيُنَبِّئُهُ أَنَّ فِيهِ دَلِيلٌ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”.

Ayat ini menggambarkan salah satu aspek dari kekuasaan Allah SWT dalam menciptakan kehidupan di bumi. Allah menurunkan air hujan dari langit yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Dengan air ini, Allah menciptakan berbagai jenis tumbuhan yang beragam, dari yang kecil hingga yang besar, yang bermanfaat bagi manusia dan makhluk lainnya.

Ayat ini juga menunjukkan bahwa Allah menciptakan berbagai macam pasangan tanaman, artinya berbagai jenis tumbuhan yang berbeda-beda, yang memiliki karakteristik dan manfaat unik. Tanaman-tanaman ini dikeluarkan Allah sebagai rizki bagi manusia, baik berupa makanan maupun berbagai keperluan hidup lainnya.

Ayat ini juga mengandung pesan tentang keagungan dan kekuasaan Allah dalam menciptakan serta mengatur alam semesta. Dengan menurunkan hujan dan menciptakan tanaman, Allah menunjukkan rahmat-Nya kepada makhluk-Nya, serta memberikan pelajaran kepada manusia untuk menghargai dan bersyukur atas nikmat-nikmat-Nya yang tiada hentinya.

2.2 Studi Literatur

Setelah melakukan beberapa studi literatur, terdapat beberapa penelitian yang memiliki kesamaan dengan penelitian yang penulis lakukan. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang digunakan oleh penulis sebagai acuan dan referensi dalam penyusunan dan perancangan penelitian.

Tabel 2. 1 Studi Literatur

No	Judul Penelitian/ Peneliti/Tahun	Masalah	Metode Penelitian	Hasil
1	“Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran mengenal Peralatan Konstruksi” (Firdanu et al., 2020)	Kurangnya inovasi dan variasi media pembelajaran dalam proses belajar mengenal	Menggunakan metode survei dan pengembangan aplikasi AR	Aplikasi AR dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam mengenal dan menggunakan peralatan

		peralatan kontruksi.		konstruksi secara interaktif.
2	“Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Matematika Berbasis AR untuk Siswa SMP” (Sulistiyanto, 2021)	Kurangnya metode pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk belajar matematika.	Membuat aplikasi pembelajaran matematika menggunakan AR untuk siswa SMP.	Aplikasi AR dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep matematika dengan cara yang visual dan interaktif.
3	“Penggunaan AR dalam Pembelajaran Bahasa Inggris untuk Siswa SD “ (Sulistiyanti, 2022)	Kurangnya metode pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk belajar bahasa Inggris.	Membuat aplikasi pembelajaran bahasa Inggris menggunakan AR untuk siswa SD.	Aplikasi AR dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berbicara dan menulis bahasa Inggris dengan cara yang interaktif dan menyenangkan.
4	“Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Tumbuhan Endemik” (Arif Heryoko, 2023)	Kurangnya metode pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk identifikasi	Membuat aplikasi pembelajaran tumbuhan endemik yang dilindungi di Indonesia	Aplikasi AR dapat menampilkan 11 tumbuhan endemik di Indonesia dan meningkatkan pemahaman

		tumbuhan endemik.	menggunakan AR.	siswa tentang struktur tumbuhan.
5	“Aplikasi Augmented Reality sebagai Media Edukasi Monumen Bersejarah di Indonesia” (Nurachman, 2024)	"Aplikasi Augmented Reality untuk Identifikasi dan Pelestarian Artefak Sejarah di Indonesia"	Kurangnya aksesibilitas untuk mengunjungi monument bersejarah di Indonesia.	Aplikasi AR dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar sejarah dengan memberikan informasi dan visualisasi 3D tentang monumen bersejarah.
6	“Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Untuk Identifikasi Struktur Tumbuhan dengan Teknologi Augmented Reality (AR) Berbasis Mobile Android” (Ardini Ruzda S, 2024)	Kurangnya metode pembelajaran di era teknologi dan kurangnya efektifitas dalam pembelajaran.	Menggunakan metode R&D, melakukan teknik observasi dan wawancara.	Aplikasi AR yang dapat menampilkan objek 3D untuk kebutuhan pembelajaran dan dapat meningkatkan efektifitas belajar.

2.3 Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk dijalankan pada perangkat mobile seperti smartphone, tablet, dan perangkat wearable. Aplikasi ini memanfaatkan karakteristik unik perangkat mobile, seperti mobilitas, konektivitas, dan kemampuan sensorik, untuk memberikan pengalaman

pengguna yang optimal melalui interaksi yang disesuaikan dengan layar sentuh dan fitur-fitur lainnya. Aplikasi mobile dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, termasuk aplikasi native, hybrid, dan web, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya, tergantung pada kebutuhan pengembangan dan platform yang dituju. (Hermawan, W., & Suryani, T., 2022).



Gambar 2. 1 Mobile Aplikasi
Sumber: (Sisternet, 2016)

Sejarah aplikasi mobile dimulai pada era awal perangkat mobile pada tahun 1980-an hingga 1990-an, di mana aplikasi pertama kali muncul pada ponsel dengan fitur yang sangat terbatas. Aplikasi seperti kalkulator, kalender, dan permainan sederhana seperti "Snake" yang terkenal di ponsel Nokia, merupakan contoh aplikasi mobile awal yang diinstal oleh produsen perangkat dan tidak bisa diubah oleh pengguna. Pada pertengahan 1990-an, muncul perangkat Personal Digital Assistants (PDA) seperti Palm Pilot dan BlackBerry, yang memperkenalkan aplikasi dengan fitur yang lebih canggih. Perangkat ini memungkinkan pengguna untuk mengakses email, kalender, dan manajemen kontak, menjadikan PDA dan smartphone awal sebagai pelopor dalam evolusi aplikasi mobile.

Perkembangan signifikan terjadi pada tahun 2007 dengan peluncuran iPhone oleh Apple, yang memperkenalkan App Store pada tahun 2008 sebagai platform distribusi aplikasi yang revolusioner. Hal ini memungkinkan pengembang pihak ketiga untuk membuat dan mendistribusikan aplikasi secara langsung kepada pengguna, membuka era baru dalam ekosistem aplikasi mobile. Sejak saat itu, aplikasi mobile telah berkembang pesat, mencakup berbagai kategori seperti produktivitas, hiburan, komunikasi, dan pendidikan, serta menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari di seluruh dunia.

1. Kelebihan Aplikasi Mobile

- a) **Portabilitas Tinggi:** Aplikasi mobile dapat diakses kapan saja dan di mana saja, memungkinkan pengguna untuk tetap terhubung dan produktif meskipun sedang berada di luar kantor atau rumah.
- b) **Kemampuan Offline:** Banyak aplikasi mobile yang dapat digunakan tanpa koneksi internet, memungkinkan akses ke fitur dasar dan konten yang telah diunduh sebelumnya.
- c) **Interaksi yang Intuitif:** Aplikasi mobile sering dirancang dengan antarmuka pengguna yang ramah dan intuitif, memanfaatkan layar sentuh dan sensor perangkat untuk menciptakan pengalaman pengguna yang lebih baik.
- d) **Personalisasi:** Aplikasi mobile dapat disesuaikan dengan preferensi pengguna melalui pengaturan, notifikasi, dan fitur lainnya, sehingga meningkatkan keterlibatan dan kepuasan pengguna.
- e) **Akses ke Fitur Perangkat:** Aplikasi mobile dapat mengakses berbagai fitur perangkat seperti kamera, GPS, dan sensor lainnya, yang memungkinkan fungsionalitas yang lebih canggih, seperti augmented reality dan navigasi berbasis lokasi.

2. Kekurangan Aplikasi Mobile

- a) **Keterbatasan Kinerja:** Perangkat mobile memiliki keterbatasan dalam hal prosesor, memori, dan daya tahan baterai, yang dapat membatasi kinerja aplikasi dibandingkan dengan aplikasi desktop.
- b) **Fragmentasi Platform:** Pengembangan aplikasi mobile harus mempertimbangkan berbagai platform dan versi sistem operasi, seperti Android dan iOS, yang bisa meningkatkan biaya dan kompleksitas pengembangan.
- c) **Keamanan:** Aplikasi mobile sering kali rentan terhadap ancaman keamanan, seperti malware dan peretasan, terutama jika tidak diperbarui secara rutin atau jika pengguna mengunduh aplikasi dari sumber yang tidak resmi.

- d) **Ketergantungan pada Koneksi Internet:** Meskipun beberapa aplikasi dapat digunakan secara offline, banyak aplikasi mobile yang memerlukan koneksi internet untuk berfungsi dengan baik, yang dapat menjadi masalah di daerah dengan koneksi yang buruk.

3. Fungsi dan Manfaat Aplikasi Mobile

- a) **Fungsi Produktivitas:** Aplikasi mobile membantu pengguna untuk tetap produktif dengan menyediakan alat untuk manajemen waktu, pengelolaan tugas, dan akses ke dokumen dan komunikasi bisnis di mana saja.
- b) **Fungsi Komunikasi:** Aplikasi mobile memfasilitasi komunikasi yang cepat dan efektif melalui pesan instan, email, panggilan video, dan media sosial, memungkinkan interaksi yang lebih mudah antara individu dan kelompok.
- c) **Fungsi Hiburan:** Aplikasi mobile menawarkan berbagai opsi hiburan seperti permainan, video streaming, musik, dan buku elektronik, yang dapat diakses kapan saja untuk mengisi waktu luang.
- d) **Fungsi Pembelajaran:** Aplikasi mobile edukasi memberikan akses ke materi pembelajaran, kursus online, dan kuis interaktif yang membantu pengguna dalam pengembangan pribadi dan profesional.
- e) **Fungsi Kesehatan dan Kebugaran:** Aplikasi mobile untuk kesehatan dan kebugaran membantu pengguna melacak aktivitas fisik, pola makan, dan tidur, serta memberikan panduan untuk gaya hidup yang lebih sehat.

2.4 Augmented Reality (AR)

Sejak awal mula pada tahun 1968 dengan pengembangan sistem head-mounted display oleh Ivan Sutherland, AR telah mengalami perkembangan yang signifikan. Bahkan pada tahun 1960-an, ia merancang perangkat lunak simulasi visual dan pemodelan 3D *sketchpad*. Pada tahun 1968 perangkat dengan tampilan 3D yang dipasang di kepala dibuat pada Universitas Salt Lake City di Amerika Serikat. Sepasang kacamata tersebut dibuat untuk melihat gambar 3D.

Pada tahun 1980-an, Tom Caudell dan David Mizell memperkenalkan istilah "*Augmented Reality*" untuk sistem yang membantu pekerja dengan informasi tambahan melalui *headset*. Steve Mann mengembangkan Eye Tap, sebuah helm yang menampilkan informasi virtual di depan mata pengguna. Alat tersebut merupakan model pertama dari *headset augmented reality* yang fungsional. Hingga saat ini konsep Eye Tap masih ada, meskipun telah diasah hingga menjadi lebih kecil dan praktis.

Memasuki tahun 1990-an, teknologi AR semakin maju dengan kemunculan sistem pelacakan dan komputer grafis yang lebih canggih, meskipun perangkat AR masih mahal dan rumit. Pada awal 2000-an, kemajuan dalam perangkat *mobile* seperti *smartphone* dan tablet memungkinkan AR lebih terjangkau dan digunakan secara luas.

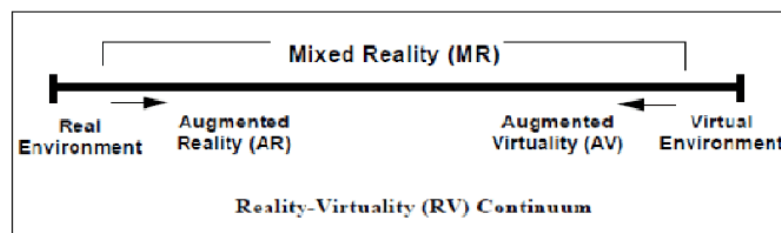
Di tahun 2010-an *Augmented Reality* telah berkembang pada industri iklan. Sebuah perusahaan besar seperti Disney, Coca Cola maupun Pepsi menggunakan teknologi AR untuk meningkatkan hasil penjualannya. Mereka memanfaatkan layar yang diletakan di berbagai tempat, salah satunya halte bis.

Snapchat menjadi media social pertama yang mengenalkan AR pada pengguna. Snapchat pertama kali mengenalkan *geofilters* di tahun 2014. Filter yang digunakan berupa suatu bingkai yang dapat berubah bentuk sesuai dengan latar dari tempat anda berada. Selanjutnya, teknologi AR menjadi perhatian para gamers ketika Pokemon GO diluncurkan. Diluncurkan di tahun 2016, game tersebut menggunakan teknologi AR sebagai inti dalam gameplay.

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan informasi digital dengan dunia nyata dalam waktu nyata. AR berbeda dari Virtual Reality (VR) karena AR tidak menggantikan lingkungan fisik dengan lingkungan virtual, melainkan menambahkan elemen digital ke dalam lingkungan fisik yang ada. Menurut teori dan konsep dasar AR, teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan persepsi dan interaksi pengguna dengan dunia nyata melalui integrasi elemen-elemen digital, seperti gambar, video, atau model 3D, yang overlay atau disisipkan pada pandangan dunia nyata. Salah satu bidang yang menggunakan teknologi AR

ini adalah bidang pendidikan, digunakan sebagai metode pembelajaran untuk membuat siswa-siswi sekolah dasar lebih memahami materi yang diberikan.

Saat ini, AR terus berkembang dengan integrasi teknologi seperti *Mixed Reality* (MR), mempengaruhi berbagai sektor termasuk pendidikan, kesehatan, ritel, dan hiburan. **Mixed Reality (MR)** adalah teknologi yang menggabungkan elemen dari Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) untuk menciptakan lingkungan di mana objek digital dan dunia nyata dapat berinteraksi secara dinamis. Dalam Mixed Reality, pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan elemen virtual yang ditempatkan di dunia nyata, tetapi dengan tingkat integrasi dan interaksi yang lebih mendalam dibandingkan dengan AR. MR memungkinkan pengguna untuk tidak hanya melihat elemen virtual yang diproyeksikan ke dunia nyata, tetapi juga berinteraksi dengan mereka seolah-olah mereka adalah bagian dari lingkungan fisik.



Gambar 2. 2 Diagram Milgram Continuum

Sumber: (Prita Haryani, 2020)

Perangkat yang mendukung MR biasanya dilengkapi dengan berbagai sensor, kamera, dan teknologi pelacakan canggih. Beberapa perangkat MR populer termasuk Microsoft HoloLens dan Magic Leap, yang memungkinkan pengguna untuk melihat dan berinteraksi dengan hologram di dunia nyata. Perangkat ini memungkinkan integrasi yang lancar antara elemen digital dan fisik, mendorong batas-batas interaksi manusia dengan teknologi.

Dalam pembuatan aplikasi pembelajaran dengan menggunakan metode AR, penulis menggunakan metode *Marker Based Tracking* AR. Adapun tujuan dari penelitian ini agar dapat meningkatkan efektifitas dalam belajar dan memahami materi, terutama mempelajari tentang struktur tumbuhan sehingga belajar menjadi lebih menarik dan tidak membosankan. Pada aplikasi ini, setiap objek ditampilkan

dengan gambar secara 3D menggunakan animasi yang menarik dan realistis. Metode penelitian yang ada dalam penelitian ini adalah studi literature dan studi lapangan. Hasil dari penelittian ini yaitu berupa aplikasi mobile android yang diharapkan dapat digunakan sebagai metode dalam pembelajaran untuk meningkatkan efektifitas dalam proses belajar.

Dalam penerapannya, AR dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama berdasarkan cara teknologi tersebut mendeteksi dan menampilkan objek digital: **AR Marker-Based** dan **AR Markerless**. Masing-masing jenis ini memiliki karakteristik, cara kerja, serta kelebihan dan kekurangan yang berbeda.

1. Marker-Based AR

Marker-based AR adalah jenis AR yang memanfaatkan marker fisik sebagai acuan untuk menempatkan objek digital di lingkungan nyata. Marker ini biasanya berupa gambar dua dimensi dengan pola tertentu yang dapat dikenali oleh perangkat AR, seperti contohnya kode QR, symbol, atau gambar khusus yang telah di program. (Nugroho, R., 2021).

Cara kerja AR yang menggunakan marker adalah seperti ini:

- a) Perangkat yang digunakan untuk mendeteksi dengan kamera bisa berupa *smartphone* atau tablet. Saat marker atau *image* target terdeteksi oleh kamera, algoritma pengenalan gambar di perangkat AR akan mengidentifikasi marker tersebut dnegan objek yang sudah di kaitkan.
- b) Setelah marker dikenali, sistem AR menghitung posisi dan orientasi marker tersebut relative terhadap kamera. Ini digunakan untuk menempatkan objek 3D digital pada posisi yang benar di layar perangkat sehingga objek 3D tersebut berada diatas marker di dunia nyata.
- c) Objek digital kemudian dirender dan ditampilkan di layar perangkat *smartphone* atau tablet sesuai dengan posisi, orientasi dan skala yang telah dihitung. Ketka pengguna menggerakkan perangkat, objek 3D akan tetap menempel pada marker mengikuti gerakan dan sudut pandang dari kamera.

Selain cara kerja perangkat AR, ada pula kelebihan yang ada jika menggunakan *marker-based* AR. Kelebihannya yaitu memiliki akurasi yang tinggi, karena marker memberikan referensi visual yang jelas serta posisi dan orientasi objek dapat ditentukan dengan akurat. Penggunaan marker juga cenderung lebih stabil karena sistem hanya perlu mendeteksi dan melacak atau mengaitkan marker ke 3D objek dengan tetap berada di tempatnya.

Kekurangannya adalah, jenis AR ini hanya bekerja jika marker atau *image* target terlihat oleh kamera. Jika marker hilang atau terhalang, objek 3D tidak akan tampil dengan benar. Keterbatasan marker sebagai acuan juga membuat AR jenis ini kurang fleksibel dalam penggunaannya di lingkungan yang lebih dinamis.

2. Markerless AR

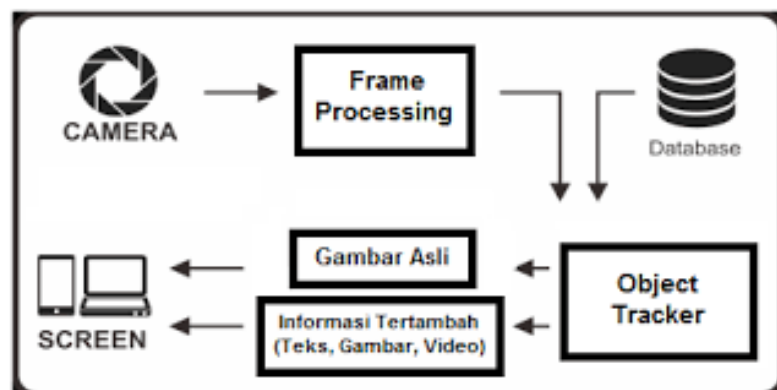
Markerless AR, atau AR berbasis lokasi atau fitur, tidak memerlukan marker fisik sebagai acuan untuk menempatkan objek digital. Sebagai gantinya, teknologi ini memanfaatkan sensor-sensor pada perangkat, seperti GPS, kompas, giroskop, akselerometer, atau kamera, untuk mendeteksi dan memahami lingkungan sekitar. Markerless AR dapat mengidentifikasi fitur-fitur visual atau lokasi tertentu di lingkungan nyata untuk menempatkan objek digital. (Suryadi, T., 2020).

Cara kerja AR yang tidak menggunakan marker:

- a) Perangkat AR mengumpulkan data dari berbagai sensor, seperti GPS untuk lokasi, *giroskop* dan *akselerometer* untuk orientasi dan gerakan, serta kamera untuk mendeteksi fitur visual dalam lingkungan.
- b) Dengan menggunakan teknologi seperti SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), sistem AR memetakan lingkungan sekitar dan mengenali fitur-fitur seperti tepi dinding, lantai, atau benda-benda lain yang bisa dijadikan acuan.

- c) Berdasarkan data sensor dan hasil pemetaan, sistem AR menentukan posisi dan orientasi yang tepat untuk menempatkan objek digital di lingkungan nyata. Objek ini kemudian ditampilkan di layar perangkat, mengikuti gerakan pengguna dan perubahan lingkungan secara real-time.
- d) Pengguna dapat berinteraksi dengan objek digital tersebut di mana saja, tanpa memerlukan marker fisik, sehingga memberikan pengalaman yang lebih bebas dan fleksibel.

Seperti ini cara kerja AR yang menggunakan *marker* atau image target.



Gambar 2. 3 Ilustrasi Cara Kerja AR

Sumber: (Aditiya Rizky P, 2019)

Kelebihan jenis AR yang tidak menggunakan marker adalah, AR dapat digunakan di berbagai lingkungan tanpa memerlukan marker fisik, memungkinkan pengalaman AR yang lebih dinamis dan imersentif. AR ini memungkinkan penempatan objek 3D berdasarkan lokasi geografis atau fitur lingkaran tertentu, yang sangat berguna untuk aplikasi seperti navigasi atau wisata berbasis AR.

Serta kekurangannya yaitu implementasi *markless* AR lebih rumit karena memerlukan pemrosesan data dan sensor yang kompleks dan algoritma yang lebih canggih untuk pemetaan dan pelacakan. Ketepatan dan stabilitas objek 3D dalam AR jenis ini juga dapat terganggu oleh factor lingkungan seperti pencahayaan yang buruk atau kurangnya fitur visual yang jelas.

3. AR Campuran (Marker-based dan Markerless)

Selain *marker-based* dan *markerless*, terdapat beberapa aplikasi yang menggunakan jenis AR campuran, seperti aplikasi Kompas AR, Mandiri *e-cash*, *Smart Eye* dan masih banyak lagi.

Augmented Reality (AR) campuran merupakan sebuah teknologi yang menggabungkan teknik AR *marker-based* dan *markerless* untuk menciptakan pengalaman yang lebih kaya dan interaktif bagi pengguna. Teknologi ini mengintegrasikan kelebihan dari metode AR yang berbeda, memungkinkan objek digital untuk berinteraksi dengan dunia nyata dalam cara yang lebih fleksibel dan adaptif. Dalam AR campuran, pengguna dapat berinteraksi dengan objek virtual yang terintegrasi dalam lingkungan nyata tanpa ketergantungan yang ketat pada marker fisik atau metode pelacakan tertentu. Misalnya, AR campuran memungkinkan visualisasi model tiga dimensi (3D) yang dapat diputar, diperbesar, dan diperkecil sesuai dengan kebutuhan pengguna, sekaligus beradaptasi dengan perubahan di lingkungan sekitar.

Keunggulan utama dari AR campuran adalah kemampuannya untuk menawarkan pengalaman yang lebih mendalam dan membuatnya semakin menarik serta bermanfaat. Teknologi ini mendukung manipulasi objek digital dengan lebih responsif terhadap perubahan lingkungan, sehingga memungkinkan interaksi yang lebih dinamis dan realistis. Ini sangat berguna dalam konteks pendidikan, di mana AR campuran dapat membantu siswa memahami konsep-konsep kompleks melalui visualisasi yang interaktif dan mendalam. Dalam pelatihan profesional, AR campuran dapat digunakan untuk mensimulasikan situasi nyata dengan tingkat detail yang tinggi, meningkatkan efektivitas pelatihan. Selain itu, dalam sektor pemasaran, AR campuran dapat menciptakan pengalaman konsumen yang unik dan menarik, seperti memungkinkan pengguna untuk mencoba produk secara virtual.

Penerapan AR campuran di Indonesia telah menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan interaksi digital. Penelitian

terbaru oleh (Rini dan Sutanto, 2023) menggarisbawahi bagaimana teknologi AR campuran dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa dalam pembelajaran sains dan matematika dengan menyediakan model visual yang interaktif dan mudah diakses dalam konteks lokal.

Berdasarkan jenis AR yang sudah dijelaskan diatas, penulis bisa membuat kesimpulan bahwa, baik *marker-based* atau *markerless* memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, sehingga pengimplementasian harus disesuaikan dengan kebutuhan dan konteks penggunaanya. *Marker-based* cocok untuk digunakan pada aplikasi yang membutuhkan stabilitas dan akurasi tinggi dengan visual dan objek yang jelas, sedangkan *markerless* menawarkan fleksibilitas dan kemampuan interaksi yang lebih luas di lingkungan yang dinamis. Maka dari itu, penulis berencana menggunakan jenis AR *marker-based* agar dapat mempertahankan stabilitas dan menampilkan visual yang jelas.

2.4.1 Marker-Based Tracking pada Augmented Reality (AR)

Image target atau biasa disebut marker dalam Augmented Reality (AR) adalah gambar statis atau visual yang digunakan sebagai referensi untuk menampilkan konten digital di dunia nyata. Ketika perangkat seperti smartphone atau tablet mengenali image target melalui kameranya, aplikasi AR menggunakan informasi dari target tersebut untuk menempatkan elemen virtual, seperti model 3D, animasi, atau teks, pada posisi yang sesuai di layar pengguna. Agar dapat dikenali dengan akurat oleh perangkat AR, image target harus memiliki fitur visual yang jelas dan kontras tinggi, seperti detail, pola, dan tepi yang terdefinisi dengan baik. Perangkat lunak AR kemudian menggunakan algoritma pengenalan gambar untuk mendeteksi dan menganalisis fitur unik dari image target, memetakan titik-titik kunci pada gambar, dan membandingkannya dengan database yang sudah ada. Setelah target dikenali, sistem AR melacak posisi, orientasi, dan skala image target untuk menempatkan elemen digital dengan tepat di lingkungan pengguna, memungkinkan pengalaman interaktif yang menggabungkan dunia nyata dan virtual secara real-time. (RM Alfath, 2021).

Cara kerja marker adalah Ketika kamera perangkat menangkap gambar dari dunia nyata, perangkat lunak AR memproses gambar tersebut untuk mendeteksi apakah ada image target atau marker yang dikenali. Jika marker dikenali, perangkat akan memetakan posisi, orientasi, dan skala marker tersebut, sehingga konten virtual dapat ditempatkan dengan tepat di atas atau di sekitar marker. Proses ini memungkinkan interaksi antara dunia nyata dan elemen virtual secara mulus.

Jenis-jenis Marker pada AR

- a. **Marker Berbasis Gambar (Image-Based Marker):** Marker ini biasanya berupa gambar atau pola khusus yang telah diprogram ke dalam aplikasi AR. Contoh umum adalah gambar poster, sampul buku, atau logo yang, ketika dikenali oleh perangkat, akan memunculkan konten virtual yang telah dihubungkan dengan gambar tersebut.
- b. **Marker QR Code:** QR code dapat berfungsi sebagai marker di AR. Ketika QR code dipindai, aplikasi AR dapat menampilkan informasi tambahan atau elemen virtual yang terkait dengan kode tersebut.
- c. **Natural Feature Tracking (NFT):** Ini adalah jenis marker yang lebih kompleks, di mana perangkat lunak AR dapat mengenali fitur alami dari objek atau lingkungan, seperti tekstur atau pola pada permukaan, tanpa memerlukan gambar khusus yang telah ditentukan sebelumnya.

Dalam perancangan aplikasi ini, penulis memutuskan untuk menggunakan gabungan antara gambar visual dan QR. Ini bertujuan untuk memudahkan pengguna jika ingin men-*scan* karena sudah terlihat gambar visualnya berada di marker.



Gambar 2. 4 Referensi Marker
Sumber: (Eko Sulistyoko, 2020)

2.4.2 Manfaat Augmented Reality (AR) pada Bidang Pendidikan

Augmented Reality (AR) telah menjadi salah satu inovasi teknologi yang membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan. AR menawarkan sejumlah manfaat yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, membuat proses belajar menjadi lebih interaktif, dan memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi yang kompleks.

1. **Peningkatan Keterlibatan dan Motivasi Belajar:** AR menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menarik, yang secara signifikan dapat meningkatkan keterlibatan siswa. Dengan menghadirkan objek virtual yang dapat dimanipulasi di dunia nyata, AR memungkinkan siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses belajar. Pengalaman belajar yang imersif ini seringkali lebih menarik bagi siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar mereka.
2. **Visualisasi Konsep Kompleks:** Salah satu manfaat utama AR dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dan kompleks. Dalam mata pelajaran seperti sains, matematika, atau geografi, AR dapat digunakan untuk menghadirkan model tiga dimensi (3D) yang menjelaskan struktur atom, fenomena alam, atau sistem organ tubuh manusia. Visualisasi ini membantu siswa memahami materi yang sulit dengan cara yang lebih intuitif dan mendalam, yang tidak selalu mungkin dicapai dengan buku teks atau gambar dua dimensi.
3. **Pembelajaran yang Lebih Adaptif dan Personal:** AR memungkinkan pembelajaran yang lebih adaptif dengan memberikan siswa kebebasan untuk belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri. Siswa dapat mengulang atau mengkaji kembali objek AR kapan saja, sehingga memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi dan memahami materi secara lebih mendalam. Selain itu, AR dapat disesuaikan dengan kebutuhan individual siswa, memungkinkan pembelajaran yang lebih personal dan sesuai dengan gaya belajar masing-masing.

4. **Pengembangan Keterampilan Teknis dan Digital:** Penggunaan AR dalam pendidikan juga membantu siswa mengembangkan keterampilan teknis dan digital yang relevan dengan era teknologi saat ini. Dengan berinteraksi dengan teknologi AR, siswa tidak hanya belajar materi pelajaran, tetapi juga memperoleh pemahaman tentang cara kerja teknologi canggih, yang akan sangat berguna dalam kehidupan profesional mereka di masa depan.
5. **Kolaborasi dan Pembelajaran Berbasis Proyek:** AR mendukung pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi antar siswa. Dengan AR, siswa dapat bekerja bersama dalam proyek yang membutuhkan interaksi dengan objek virtual yang sama, meskipun mereka berada di lokasi yang berbeda. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterampilan kolaboratif tetapi juga memungkinkan pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan dengan dunia nyata.

Secara keseluruhan, AR menawarkan manfaat yang signifikan dalam pendidikan dengan menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif, memfasilitasi visualisasi konsep kompleks, dan mendukung pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. Di Indonesia, adopsi AR dalam pendidikan masih dalam tahap pengembangan, namun potensi yang dimilikinya untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran sudah mulai diakui. (Pratama dan Kusuma, 2021).

2.5 Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dikembangkan oleh Google untuk perangkat mobile, seperti smartphone, tablet, dan perangkat pintar lainnya. Android dirancang untuk menyediakan platform yang terbuka bagi pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat memperkaya pengalaman pengguna. Sistem operasi ini mendukung berbagai macam perangkat keras, dan menjadi salah satu sistem operasi mobile yang paling populer di dunia.



Gambar 2. 5 Logo Android
Sumber: (Freepnglogos.com, 2023)

Android Inc. didirikan pada tahun 2003 oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White dengan tujuan awal mengembangkan sistem operasi untuk kamera digital. Namun, fokusnya kemudian beralih ke pasar smartphone setelah melihat potensi yang lebih besar. Pada tahun 2005, Google mengakuisisi Android Inc., dan mulai mengembangkan Android sebagai platform mobile yang terbuka. Pada tahun 2008, Android diluncurkan secara resmi dengan dirilisnya perangkat pertama yang menggunakan sistem operasi ini, yaitu HTC Dream (juga dikenal sebagai T-Mobile G1). Sejak saat itu, Android terus berkembang pesat, menjadi sistem operasi dengan pangsa pasar terbesar di dunia untuk perangkat mobile.

Perkembangan Android ditandai oleh serangkaian pembaruan dan rilis versi yang menambahkan fitur-fitur baru serta meningkatkan kinerja dan keamanan. Setiap versi Android biasanya diberi nama berdasarkan makanan penutup atau manisan dengan urutan abjad, dimulai dari Android 1.5 "Cupcake" hingga Android 9 "Pie". Setelah Android 10, Google memutuskan untuk menggunakan penomoran sederhana tanpa nama makanan penutup. Perkembangan Android juga mencakup peningkatan dalam antarmuka pengguna, kemampuan multitasking, integrasi layanan Google, serta dukungan untuk teknologi baru seperti 5G, kecerdasan buatan (AI), dan Internet of Things (IoT). (Yuninda, 2020).



Gambar 2. 6 Versi Android
Sumber: (Bhineka.com by Yudhistira, 2023)

1. Kelebihan Android

- a) **Sifat Open Source:** Android merupakan sistem operasi open-source, yang memungkinkan pengembang dan produsen perangkat untuk menyesuaikan sistem operasi sesuai kebutuhan mereka. Hal ini menciptakan ekosistem yang sangat beragam dan inovatif.
- b) **Ketersediaan Aplikasi yang Luas:** Android memiliki Google Play Store, yang menyediakan jutaan aplikasi yang dapat diunduh dan digunakan oleh pengguna. Ini memberi pengguna akses ke berbagai aplikasi untuk berbagai kebutuhan.
- c) **Integrasi dengan Layanan Google:** Android terintegrasi erat dengan layanan Google seperti Gmail, Google Maps, Google Drive, dan Google Photos, yang memudahkan sinkronisasi data dan penggunaan layanan cloud.
- d) **Dukungan Multi-Perangkat:** Android dapat digunakan di berbagai jenis perangkat, termasuk smartphone, tablet, smart TV, dan wearable devices, memberikan fleksibilitas yang tinggi bagi pengguna.

2. Kekurangan Android

- a) **Fragmentasi:** Salah satu kelemahan utama Android adalah fragmentasi, di mana terdapat berbagai versi Android yang digunakan pada perangkat yang berbeda. Hal ini bisa menyebabkan masalah kompatibilitas aplikasi dan kesulitan dalam mendapatkan pembaruan sistem secara seragam.

- b) **Keamanan:** Karena sifatnya yang open-source dan popularitasnya, Android sering menjadi target bagi malware dan serangan keamanan. Meski Google terus meningkatkan keamanan Android, risiko tetap ada terutama pada perangkat yang tidak mendapatkan pembaruan keamanan secara berkala.
- c) **Kualitas Aplikasi yang Bervariasi:** Meskipun memiliki banyak aplikasi, kualitas aplikasi di Google Play Store bisa sangat bervariasi. Beberapa aplikasi mungkin kurang dioptimalkan atau mengandung bug yang mengganggu pengalaman pengguna.

3. Manfaat Android

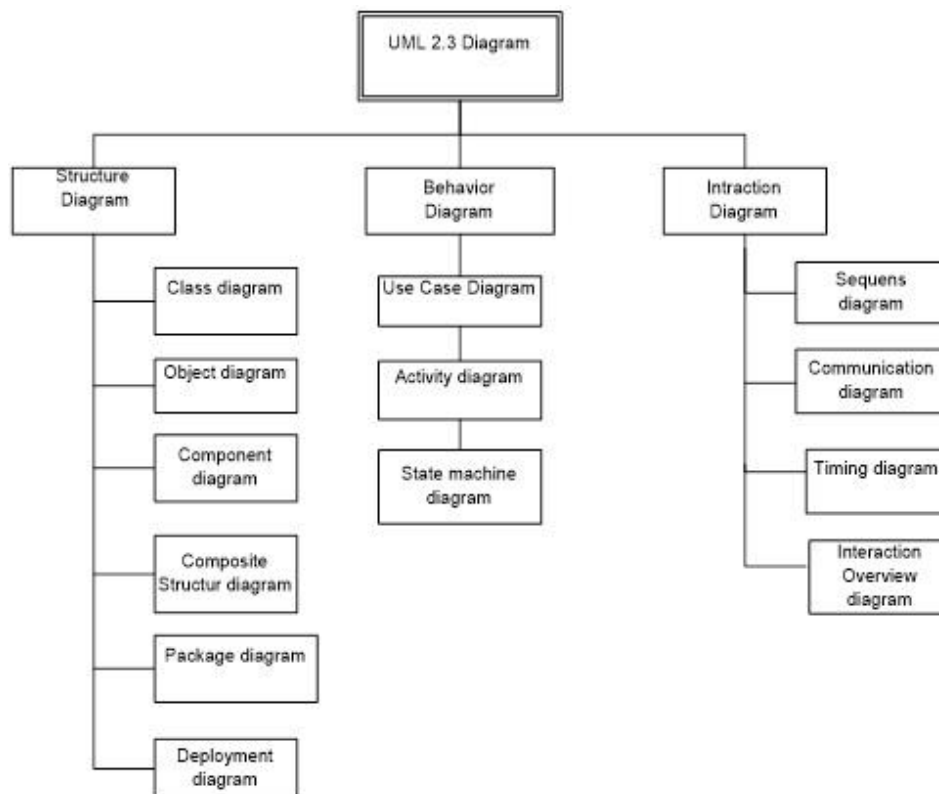
- a) **Kemudahan Aksesibilitas:** Android menyediakan aksesibilitas yang mudah bagi berbagai kalangan pengguna, baik dari segi perangkat keras yang bervariasi maupun harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan platform lain.
- b) **Platform untuk Inovasi:** Android memberikan platform bagi pengembang dan produsen perangkat untuk menciptakan solusi inovatif. Banyak perangkat pintar dan aplikasi inovatif yang pertama kali muncul di platform Android.
- c) **Peningkatan Produktivitas:** Dengan beragam aplikasi produktivitas yang tersedia, Android membantu pengguna untuk mengelola pekerjaan, berkomunikasi, dan menyimpan data dengan lebih efisien.
- d) **Koneksi dan Integrasi Global:** Android memungkinkan pengguna untuk terhubung dengan berbagai layanan dan aplikasi global, memudahkan komunikasi dan kolaborasi di seluruh dunia.

Android telah membawa revolusi dalam industri teknologi mobile dengan menyediakan platform yang fleksibel, inovatif, dan terjangkau bagi miliaran pengguna di seluruh dunia. Meskipun menghadapi tantangan dalam hal fragmentasi dan keamanan, kelebihan dan manfaat yang ditawarkan oleh Android menjadikannya salah satu sistem operasi paling berpengaruh dalam sejarah teknologi modern.

2.6 Unified Modeling Language (UML)

Dalam pengembangan teknik pemrograman berorientasi objek, untuk pemodelan dan standarisasi ketika membangun perangkat lunak dan berdasarkan teknik pemrograman berorientasi objek, yaitu Unified Modeling Language (UML) untuk mendefinisikan, memperlihatkan, membangun dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML adalah bahasa visual untuk pemodelan sistem dan komunikasi menggunakan diagram dan dukungan teks.

Metode dalam perancangan sistem ini menggunakan model Object Oriented Analysis (OOA) yang merupakan pendekatan untuk menentukan fungsional sebuah perangkat lunak yang memungkinkan adanya kolaborasi antar objek. Salah satu penerapan pendekatan berbasis OOA adalah penggunaan Unified Modelling Language (UML) untuk pemodelan sebuah sistem. UML merupakan alat bantu untuk pengembangan sebuah sistem informasi karena UML juga memberikan sebuah alat pemodelan berbasis visual yang dapat membantu pengembang sistem dalam mengkomunikasikan perancangan sistem yang akan dikembangkan dengan penggunanya. Perancangan sistem tersebut dapat digambarkan dengan diagram use case yang dapat digunakan untuk menganalisa kebutuhan serta dalam memahami alur proses sebuah sistem. (Nugraha, Triyanto, Arifin, & Rahayu, 2019).



Gambar 2. 7 Diagram UML
Sumber: (Kompasiana.com, 2024)

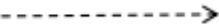
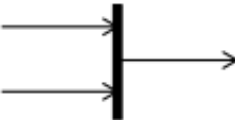
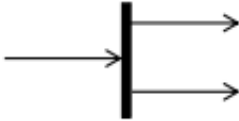
2.6.1 Activity Diagram

Activity Diagram adalah salah satu jenis diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses dalam suatu sistem atau organisasi. Diagram ini secara spesifik menampilkan urutan aktivitas yang dilakukan, serta bagaimana aktivitas-aktivitas tersebut berhubungan satu sama lain dalam sebuah proses.

Activity diagram berfungsi untuk menggambarkan urutan aktivitas dan keputusan dalam suatu proses alur kerja yang dapat memberikan gambaran yang jelas tentang cara kerja sistem, membantu dalam memodelkan alur kerja yang kompleks dengan menunjukkan interaksi antara berbagai aktivitas dan keputusan, membantu dalam mengidentifikasi potensi *bottleneck* atau titik kritis dalam proses yang perlu diperbaiki, dan diagram ini digunakan untuk analisis dan desain sstem dengan memberikan pandangan visual tentang bagaimana proses dijalankan. (Widianto, A., 2024).

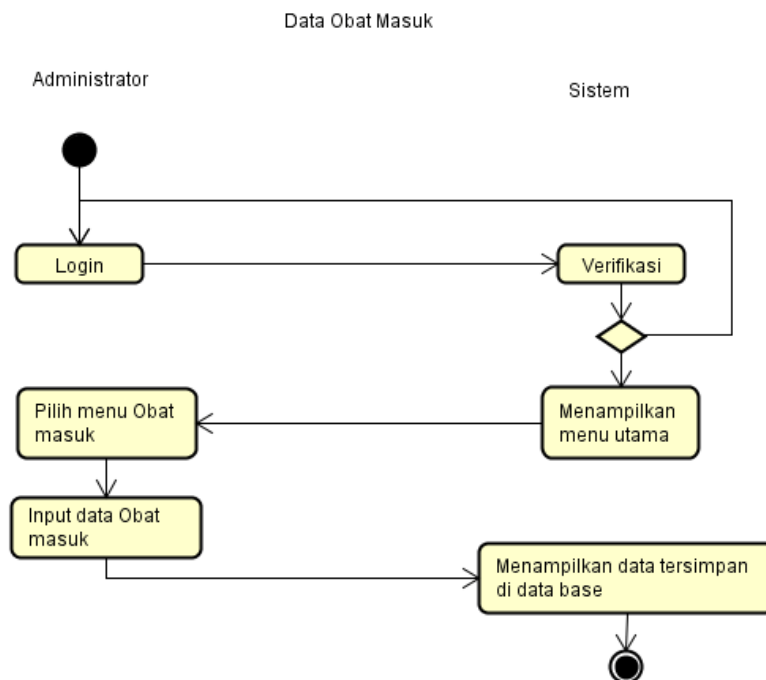
Activity Diagram sangat berguna dalam berbagai konteks, termasuk dalam pemodelan proses bisnis, analisis sistem, dan desain perangkat lunak. Diagram ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana aktivitas diproses dan bagaimana keputusan mempengaruhi jalur alur kerja, sehingga memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi dan memahami potensi bottleneck atau titik kritis dalam proses yang perlu dioptimalkan. (Sutrisno, H., 2023)

Dibawah ini adalah table elemen simbol yang terdapat pada *Activity diagram*:

NO	BENTUK SIMBOL	NAMA SIMBOL	FUNGSI SIMBOL
1.		Activity	Menyatakan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain.
2.		Control Flow	Menunjukkan Urutan Eksekusi.
3.		Object Flow	Menunjukkan aliran objek dari sebuah action atau activity ke action.
4.		Start Point	Menyatakan bahwa sebuah objek dibentuk atau diawali.
5.		End Point	Menyatakan bahwa sebuah objek dibentuk atau diakhiri.
6.		Join/Penggabungan	Menyatakan untuk menggabungkan kembali activity atau action yang parallel.
7.		Fork	Menyatakan untuk memecah behavior menjadi activity atau action yang parallel.
8.		Decision	Menunjukkan penggambaran suatu keputusan/tindakan yang harus di ambil pada kondisi tertentu.

Gambar 2. 8 Simbol Elemen Activity Diagram

Sumber: (Siti Sopiah, 2020)



Gambar 2. 9 Contoh Activity Diagram
Sumber: (Dicoding.com, 2023)

2.6.2 Sequence Diagram

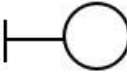
Sequence Diagram adalah salah satu jenis diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara objek dalam sebuah sistem berdasarkan urutan waktu. Diagram ini secara spesifik menampilkan bagaimana objek-objek dalam sistem berkomunikasi melalui pengiriman pesan satu sama lain, yang diatur sesuai dengan urutan waktu. *Sequence Diagram* memberikan representasi visual yang jelas tentang bagaimana operasi-operasi atau fungsi-fungsi dalam sistem diinisiasi dan dijalankan dari awal hingga akhir.

Diagram ini membantu dalam memahami dan menganalisis alur eksekusi fungsionalitas dalam sistem secara rinci, dengan menyoroti urutan interaksi antar objek, termasuk kapan suatu pesan dikirim dan bagaimana responsnya. Hal ini sangat berguna dalam merancang dan menguji alur logika aplikasi atau sistem, karena dapat mengidentifikasi potensi masalah atau ketidaksesuaian dalam urutan operasi.

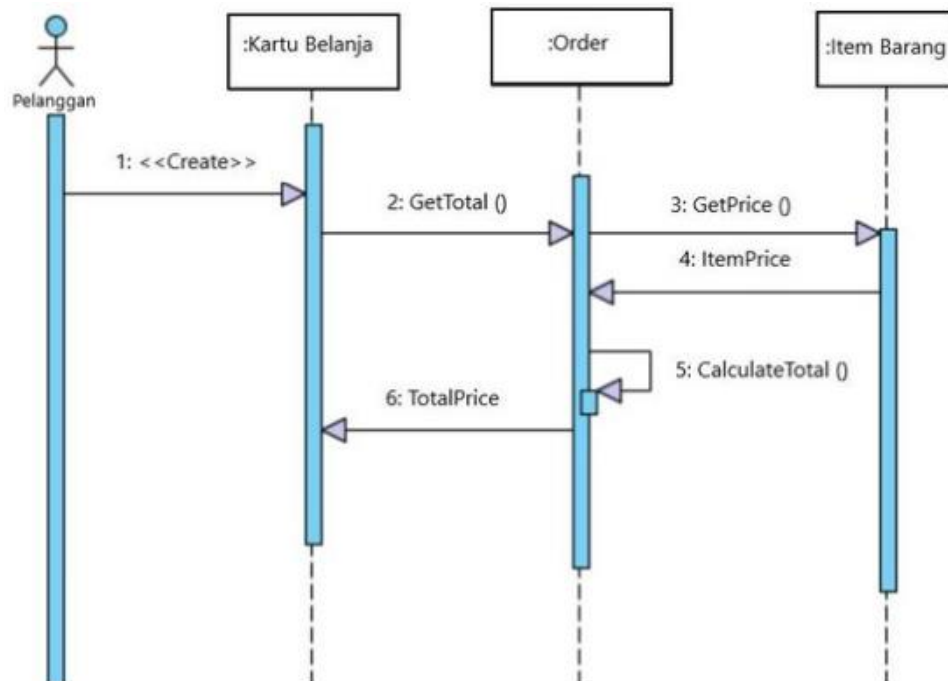
Sequence Diagram sering digunakan dalam berbagai tahap pengembangan perangkat lunak, termasuk analisis kebutuhan, perancangan sistem, dan pengujian. Diagram ini mendokumentasikan skenario tertentu dari interaksi pengguna atau sistem eksternal dengan komponen internal sistem, sehingga memberikan panduan yang kuat untuk implementasi teknis.

Sequence diagram berfungsi memodelkan urutan eksekusi dari satu fungsi atau operasi sistem, sehingga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana suatu proses bekerja secara rinci, membantu dalam mengevaluasi dan mengoptimalkan interaksi antara objek atau komponen dalam sistem, memastikan bahwa komunikasi berjalan sesuai rencana, sebagai dokumentasi yang berguna untuk pengembang dan pemangku kepentingan dalam memahami bagaimana suatu sistem bekerja serta dapat memfasilitasi komunikasi antara tim teknis dan non-teknis, serta dapat memungkinkan pengujian alur logika dan deteksi potensi masalah dalam urutan eksekusi sebelum implementasi sistem sehingga mengurangi resiko kesalahan. (Nugroho, R., 2024).

Dibawah ini adalah elemen symbol yang terdapat pada *sequence diagram*:

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Actor</i>	Menggambarkan orang yang sedang berinteraksi dengan sistem.
2		<i>Entity Class</i>	Menggambarkan hubungan yang akan dilakukan
3		<i>Boundary Class</i>	Menggambarkan sebuah gambaran dari sistem
4		<i>Control Class</i>	Menggambarkan penghubung antara boundary dengan tabel
5		<i>A focus of Control & A Life Line</i>	Menggambarkan tempat mulai dan berakhirnya message
6		<i>A message</i>	Menggambarkan Pengiriman Pesan

Gambar 2. 10 Simbol Elemen Sequence Diagram
Sumber: (Guntoro, 2020)



Gambar 2. 11 Contoh Sequence Diagram

Sumber: (Dicoding.com, 2023)

2.7 Identifikasi Struktur Tumbuhan

2.7.1 Identifikasi

Identifikasi adalah suatu tindakan yang akan dilakukan dengan beberapa proses seperti mencari, menemukan, meneliti, dan mencatat data serta informasi tentang seseorang, tumbuhan atau sesuatu. Secara mudahnya, identifikasi adalah suatu tindakan yang ada hubungannya dengan penetapan atau penentuan identitas beberapa hal seperti benda, tumbuhan, binatang, seseorang dan lain sebagainya.

Identifikasi juga bisa diartikan sebagai salah satu bentuk interaksi sosial dimana seseorang memiliki kecenderungan untuk menjadi mirip dengan tokoh idola yang mereka kagumi. Hal ini karena proses identifikasi ini akan berhubungan erat dengan makna imitasi serta proses arti sugesti yang berlangsung pada diri seseorang. (Nanda Akbar G., 2021).

Penjelasan diatas adalah tentang pengertian identifikasi secara umum. Sedangkan pada penjelasan ini adalah tentang pengertian identifikasi menurut beberapa ahli.

1) Kartini Kartono

Kartini Kartono menjelaskan jika pengertian identifikasi adalah proses sosial dan interaksi sosial yang akan memiliki serangkaian pengenalan terhadap objek pada suatu kelas sesuai dengan karakteristik tertentu.

2) Poerwadarminta

Poerwadarminta menjelaskan jika pengertian identifikasi adalah bentuk penentuan yang bisa dihasilkan dari adanya penetapan identitas seseorang atau suatu benda dalam penanganan masalah sosial tertentu.

3) Soedarsono

Soedarsono mengatakan jika pengertian identifikasi bisa dibagi menjadi tiga. Di mana adanya identifikasi bisa digunakan untuk menentukan keputusan atau penetapan seseorang dan lain sebagainya. Identifikasi juga bisa diartikan sebagai proses kejiwaan dari diri individu yang bisa terjadi karena membayangkan dirinya seperti orang lain secara tidak sadar. Lalu, identifikasi juga bisa diartikan sebagai penentuan diri dari bukti yang telah ditunjukkan.

4) Herdaniwani

Herdaniwani menjelaskan jika identifikasi merupakan tanda khusus yang akan dilakukan oleh para individu dalam proses mengenal diri sendiri serta keputusan dalam proses menetapkan identitas diri. Itu artinya, identifikasi adalah suatu usaha khusus yang dilakukan oleh seorang individu dalam menunjukkan identitas dirinya. Dimana kondisi ini bisa terjadi setelah melewati identifikasi yang panjang agar bisa membedakan dirinya dengan orang lain.

5) Komarudin

Komarudin menjelaskan tentang pengertian identifikasi adalah sebagai identitas atau persamaan identitas. Itu artinya seorang individu bisa menunjukkan adanya bukti atau fakta sebagai pengenal identitas. Identifikasi bisa dilihat ketika individu mulai menunjukkan perilaku peniruan terhadap tingkah laku individu lain.

Identifikasi merupakan proses yang sangat penting dalam berbagai bidang, terutama dalam penelitian dan analisis, karena membantu dalam menentukan fokus dan arah dari studi yang dilakukan. Dengan mengidentifikasi elemen-elemen utama dari suatu masalah atau objek yang sedang diteliti, peneliti dapat memastikan bahwa mereka memahami semua aspek yang relevan sebelum melakukan analisis lebih lanjut. Hal ini tidak hanya membantu dalam pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang sedang dibahas, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan informasional.

Proses identifikasi biasanya dimulai dengan observasi awal terhadap objek atau masalah yang ingin dipelajari. Setelah itu, data yang relevan dikumpulkan melalui berbagai metode seperti survei, wawancara, atau studi literatur. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk menemukan pola atau karakteristik tertentu yang signifikan. Setelah pola ini ditemukan, informasi diorganisasikan dan dikelompokkan berdasarkan kesamaan atau hubungan tertentu, yang kemudian diikuti dengan penentuan karakteristik utama dari objek atau masalah tersebut.

Contoh penerapan identifikasi misalnya, dalam sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode pengajaran baru, identifikasi dapat digunakan untuk menentukan isu utama yang mungkin menyebabkan rendahnya tingkat pemahaman siswa. Peneliti akan mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi, seperti metode pengajaran, materi pelajaran, dan tingkat keterlibatan siswa. Data yang relevan dikumpulkan dari observasi kelas dan wawancara, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Dengan demikian, identifikasi membantu peneliti dalam merancang intervensi yang lebih tepat guna meningkatkan kualitas pembelajaran. (Prasetya, D., 2023).

Salah satu kelebihan dari identifikasi adalah kemampuannya untuk memberikan pemahaman yang lebih terstruktur dan mendalam mengenai masalah atau objek yang sedang dipelajari. Ini sangat membantu dalam merancang strategi yang lebih efektif dan mengambil keputusan yang lebih baik. Namun, identifikasi juga memiliki kelemahan, terutama jika tidak dilakukan dengan hati-hati. Misalnya, jika data yang dikumpulkan tidak lengkap atau jika peneliti salah mengidentifikasi

elemen-elemen yang penting, hasilnya bisa menyesatkan dan menyebabkan kesimpulan yang tidak akurat. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa proses identifikasi dilakukan secara sistematis dan berdasarkan data yang akurat.

2.7.2 Struktur Tumbuhan

Struktur tumbuhan merupakan bagian yang tersusun dari suatu tumbuhan atau tanaman yang berfungsi untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhannya. Struktur tumbuhan terdiri dari bagian utama yang saling bekerja sama untuk membantu tumbuhan dalam penyerapan air, membantu daun berfotosintesis, dan menopang bagian tumbuhan agar dapat berdiri. Bagian tumbuhan diantaranya ada daun, buah, batang, bunga dan akar yang mempunyai fungsi dan peran masing-masing dalam membantu tumbuhan bereproduksi dan bertahan hidup.

Berikut adalah penjelasan mengenai bagian-bagian utama yang ada pada struktur tumbuhan:

1. Akar

Akar adalah bagian tumbuhan yang berada dibawah tanah. Fungsi akar yaitu untuk menyerap air, mineral dan nutrisi dari tanah serta memberikan stabilitas dan dukungan bagi tumbuhan agar tetap berdiri tegak. Akar juga berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan. Akar memiliki 2 jenis yang tidak asing di dengar yaitu akar tunggang dan serabut.

- a) **Akar tunggang** adalah primer yang besar dan tunggal yang tumbuh lurus dari batang tanaman. Akar tunggang bisa memiliki bentuk tombak, dengan bagian pangkal yang besar dan runcing ke arah ujung. Akar tunggang memiliki kambium dan pembuluh *xilem* dan *floem* yang tersusun melingkar. Akar tunggang bisa digunakan untuk menyimpan cadangan makanan. Contoh tumbuhan dengan akar tunggang adalah wortel dan lobak.
- b) **Akar serabut** merupakan sekunder yang lebih kecil yang menyebar ke segala arah dari batang. Akar serabut terdiri dari banyak akar cabang kecil yang tumbuh secara horizontal dan dangkal di dalam tanah. Akar serabut tidak memiliki *kambium* dan pembuluh *xilem* dan *floem*-nya tersebar acak. Akar serabut memiliki peranan penting

dalam menopang tanaman dan menyerap air serta nutrisi dari tanah. Contoh tumbuhan dengan akar serabut adalah padi, kelapa, pepaya, jagung, bawang, pohon pisang, tebu, salak, rumput teki, dan tanaman bambu. (Kusuma, A., 2023).



Gambar 2. 12 Jenis Akar

Sumber: (Altaschool.id by Hani A, 2024)

Akar memiliki struktur sebagai berikut :

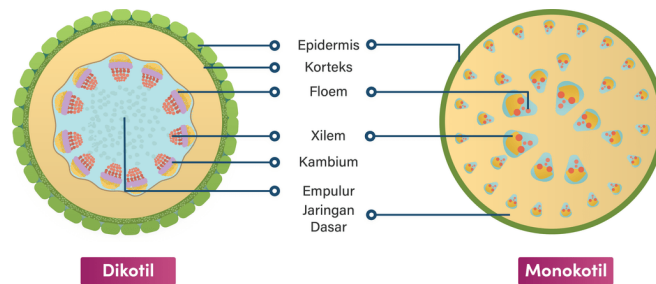
- a. **Leher akar (*collar*)** adalah bagian dari peralihan antara batang dan akar, ini adalah titik dimana akar mulai tumbuh dari batang. Fungsinya untuk menghubungkan batang dan akar, melindungi titik tumbuh akar.
- b. **Batang akar atau akar utama (*primary root*)** adalah bagian akar yang paling tebal dan tumbuh langsung ke bawah dari leher akar, ini adalah akar utama itu sendiri. Fungsinya untuk menembus tanah dalam-dalam, menyimpan cadangan makanan.
- c. **Cabang akar (*lateral roots*)** adalah akar-akar yang lebih kecil yang tumbuh dari akar utama. Fungsinya memperluas jangkauan penyerapan air dan nutrisi, membantu memperkuat tumbuhan.
- d. **Rambut akar (*root hair*)** adalah struktur halus dan sangat kecil yang tumbuh dari epidermis akar. Fungsinya meningkatkan penyerapan air dan nutrisi, memfasilitasi hubungan dengan mikroorganisme tanah.

2. Batang

Batang adalah bagian tumbuhan yang terletak diatas tanah. Batang berfungsi sebagai penyangga bagi daun, bunga, dan buah. Batang juga mempunyai peran sebagai saluran yang menghubungkan akar dengan bagian-bagian lain dari tumbuhan, memungkinkan air, zat dan nutrisi makanan

mengalir dari akar ke bunga dan daun melalui batang. Batang memiliki dua jenis yaitu batang dikotil dan monokotil.

Batang dikotil adalah jenis batang yang bercabang-cabang, tidak memiliki ruas, terdapat *kambium* dan memiliki berkas pengangkut bertipe *kolateral* terbuka yang berarti *xylem* dan *floem* dipisahkan oleh *kambium*, batang dikotil dapat memperbesar diameternya. Sedangkan **Batang monokotil** merupakan jenis batang yang tidak bercabang-cabang, sebagian besar batang ini memiliki ruas-ruas, tidak memiliki *kambium*, batang monokotil memiliki berkas pengangkut bertipe *kolateral* tertutup yang berarti *xylem* dan *floem* tidak dipisahkan oleh *kambium*, batang ini tidak bisa memperbesar diameternya, selain itu batang monokotil dilindungi oleh lapisan liat jaringan dermal yang disebut *epidermis*. (Kusuma, A., 2023).



Gambar 2. 13 Jenis Batang

Sumber: (Cepira A, 2022)

Batang mempunyai struktur sebagai berikut:

- Epidermis** adalah lapisan batang yang tersusun dari selapis sel, rapat tanpa ruang antarsel dan berkutikula. Berfungsi sebagai lapisan pelindung.
- Korteks** adalah lapisan batang yang berada di bawah *epidermis*, terdiri dari dua jenis utama yaitu (**Korteks Parenkim** yang mengandung sel *parenkim* yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan dan mendukung metabolisme, memiliki dinding tipis dan banyak ruang antarsel yang memudahkan penyimpanan dan pertukaran zat. **Korteks Sklereid** mengandung sel dengan dinding yang tebal dan keras untuk memberikan kekuatan tambahan dan mendukung struktur batang).

Bagian ini berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, memberikan dukungan tambahan dan mendukung fotosintesis.

- c. **Endodermis** adalah lapisan sel yang terletak di dalam *korteks* dan berfungsi sebagai penghalang antara *korteks* dan silinder pusat. Sel-sel endodermis sering kali dilapisi oleh lapisan *suberina* atau *lignin* yang membentuk pita *Casparian*.
- d. **Silinder Pusat (*stele*)** terletak di bagian terdalam batang dan terdiri dari jaringan pembuluh yang meliputi (***Xylem*** yang bertanggung jawab untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke bagian tumbuhan. ***Floem*** yang bertugas mengangkut hasil fotosintesis. ***Parenkim*** terletak diantara *xylem* dan *floem* berfungsi menyimpan cadangan makanan). Silinder pusat berperan dalam transportasi zat-zat penting didalam batang dan menyediakan dukungan struktural yang diperlukan untuk tumbuhan.

3. Daun

Daun adalah bagian tumbuhan yang umumnya berwarna hijau dan terletak pada batang atau ranting-ranting pada suatu tumbuhan. Fungsi utama daun adalah menjadi tempat berlangsungnya fotosintesis, yaitu proses pembuatan makanan bagi tumbuhan menggunakan bantuan dari sinar matahari, air, dan karbondioksida. Selain itu, daun juga berperan dalam pernapasan dan penguapan air. (Suhartono, M., 2022).

Pada bagian daun ini memiliki dua struktur yaitu struktur luar dan struktur dalam, yang termasuk struktur luar diantaranya:

- a. **Helaian Daun (*lamina*)** adalah bagian utama daun yang terlihat datar dan lebar. Fungsi utamanya adalah sebagai tempat utama terjadinya fotosintesis, proses dimana daun mengubah sinar matahari menjadi energi kimia dengan bantuan *kloroplas* (organel sel yang bertanggung jawab untuk fotosintesis).
- b. **Tulang Daun (*vein*)** adalah jaringan pembuluh yang menyebar didalam helaian daun dan membentuk pola-pola yang berbeda-beda yang berfungsi untuk membantu mendistribusikan air dan nutrisi ke seluruh daun.

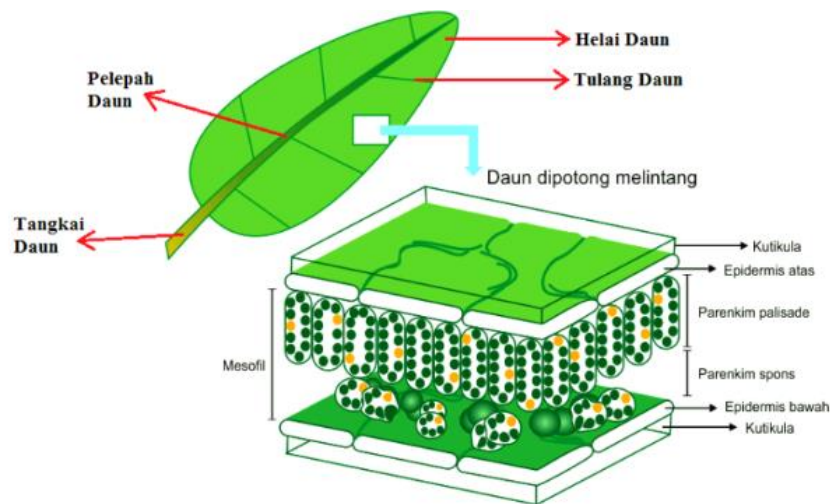
- c. **Pelepah Daun (*petiole*)** adalah bagian yang menghubungkan helaian daun dengan batang, panjang dan bentuk pelepah daun bervariasi antara berbagai jenis tumbuhan dan mempengaruhi cara daun diposisikan terhadap cahaya matahari dan angin.

Dan yang termasuk struktur dalam merupakan:

- a. **Kutikula** adalah lapisan lilin yang melapisi epidermis, khususnya pada permukaan atas daun. Kutikula berfungsi untuk mengurangi penguapan air dari permukaan daun, yang membantu menjaga keseimbangan kelembapan daun dan mengurangi kehilangan air dari proses transpirasi.
- b. **Epidermis** merupakan lapisan bagian luar pada daun. Jaringan epidermis memiliki dua bagian yaitu jaringan atas dan bawah, karena sebagai jaringan yang terletak paling atas dari sebuah daun maka jaringan *epidermis* ini memiliki fungsi untuk melindungi jaringan yang ada dibawahnya.
- c. **Mesofil** pada tumbuhan terdapat dua jenis jaringan yaitu jaringan palisade berbentuk tegak seperti tiang yang didalamnya terkandung banyak *kloroplas* yang memiliki peran dalam proses pembuatan makanan. Dan jaringan *spons* yang berbentuk bulatan menyerupai lubang dan memiliki rongga yang berfungsi sebagai ruang untuk memfasilitasi pertukaran gas oksigen dan karbondioksida.
- d. **Berkas Pengangkut** biasanya terbagi menjadi 2 jenis yaitu, *xylem* dan *floem*. Sel berkas pengangkut ini berdinding tipis untuk memudahkan terjadinya transpor antar sel, yang memiliki *kloroplas* seperti *mesofil*. Sering kali terdapat kristal. Kebanyakan daun Dikotil, *parenkim* berkas pengangkut memperluas ke arah *epidermis* pada satu atau kedua sisi daun. Sel yang mencapai arah *epidermis* ini berfungsi dalam pengangkutan pada daun. Bukan hanya pada daun dikotil saja yang memiliki berkas pengangkut akan tetapi berkas pengangkut juga terdapat dalam daun monokotil.
- e. **Endodermis** adalah lapisan sel yang terletak di sekitar jaringan pembuluh, biasanya ditemukan pada daun tumbuhan dikotil. Lapisan ini

berfungsi sebagai penghalang yang mengatur pergerakan air dan zat terlarut ke dalam jaringan pembuluh, memastikan bahwa hanya zat-zat yang diperlukan yang dapat memasuki sistem pembuluh daun.

- f. **Stomata** adalah pori-pori kecil yang terdapat di epidermis bawah daun (dan kadang-kadang di bagian atas daun pada beberapa tumbuhan). Stomata berfungsi sebagai saluran untuk pertukaran gas, memungkinkan karbon dioksida masuk ke dalam daun dan oksigen keluar dari daun selama proses fotosintesis. Stomata juga memainkan peran dalam pengaturan transpirasi, yaitu kehilangan air melalui penguapan.

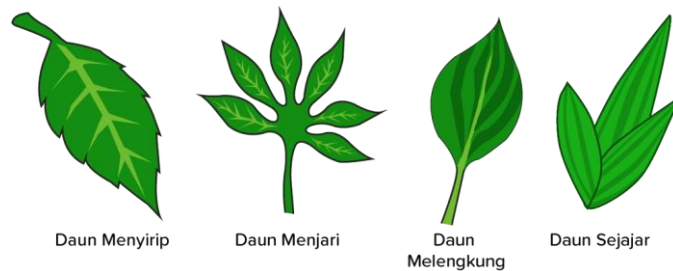


Gambar 2. 14 Struktur Luar dan Dalam Daun
Sumber: (Imsspada.kemendikbud.com, 2020)

Selain mempunyai dua struktur seperti yang sudah penulis jelaskan diatas, daun juga mempunyai banyak jenis yang biasa kita lihat dari macam-macam bentuknya,

- Daun Menjari** Daun menjari adalah daun majemuk di mana beberapa helaian daun kecil, yang disebut *daun anak*, tumbuh dari satu titik di tangkai daun. Bentuknya seperti jari-jari yang menyebar dari satu pusat.
- Daun Melengkung** Daun melengkung adalah daun yang memiliki bentuk melengkung atau membulat. Bagian tepi daun bisa melengkung ke atas atau ke bawah, membuat bentuk daun terlihat melengkung atau cekung.

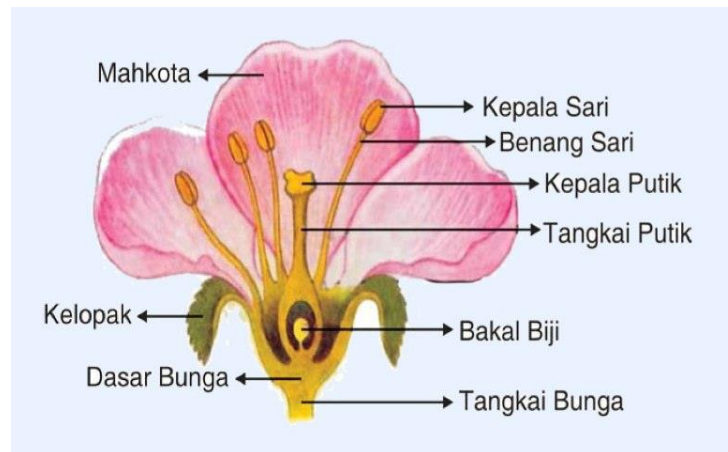
- c. **Daun Menyirip (Pinnate)** Daun menyirip adalah daun majemuk dengan helaian daun kecil yang tersusun seperti bulu di sepanjang satu tangkai tengah. Seperti tulang-tulang pada bulu, helaian daun kecil tersusun berlawanan di kedua sisi tangkai utama.
- d. **Daun Sejajar** Daun sejajar adalah daun dengan helaian daun yang tumbuh dari tangkai daun dalam barisan sejajar, sehingga terlihat seperti tersusun rapi dalam satu arah.



Gambar 2. 15 Jenis-jenis Daun
Sumber: (A. Agustina, 2023)

4) Bunga

Bunga adalah alat reproduksi generatif pada tumbuhan yang mempunyai warna-warna yang cantik, indah dan menarik. Bunga berfungsi untuk penyerbukan atau yang biasa disebut organ reproduksi pada tumbuhan karena bunga bisa menghasilkan biji yang merupakan bakal tanaman. Bunga memiliki dua organ reproduksi, yaitu putik dan benang sari. Warna-warna cerah, aroma yang kuat dan nectar manis semua bekerja sama untuk menarik burung, lebah dan serangga lainnya untuk memindahkan serbuk sari dari satu bunga ke bunga yang lain. (Haryanto, R., 2023).



Gambar 2. 16 Struktur Bunga

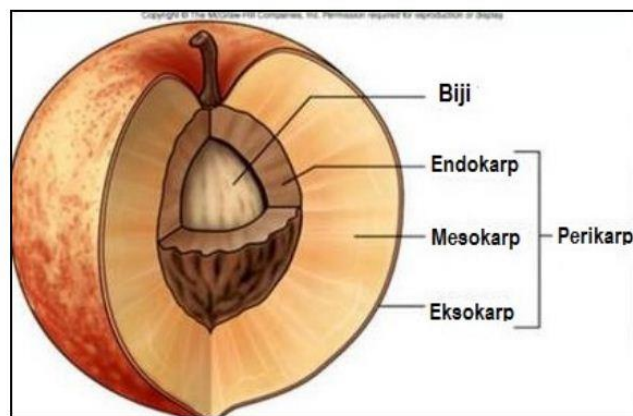
Sumber: (Tokopedia.com, 2023)

Bunga mempunyai struktur tersendiri yang terdiri dari:

- a. **Mahkota bunga (*petal*)** berfungsi untuk menarik serangga, burung atau hewan lain yang membantu penyerbukan. Melindungi bagian-bagian dalam bunga saat masih kuncup (belum mekar).
- b. **Kepala sari (*anther*)** berfungsi untuk mereproduksi dan menyimpan serbuk sari yang berisi sel kelamin jantan.
- c. **Benang sari (*stamen*)** berfungsi menghasilkan serbuk sari yang mengandung sel kelamin jantan untuk proses pembuahan.
- d. **Kepala putik (*stigma*)** berfungsi menangkap dan menahan serbuk sari agar bisa menuju ovarium untuk pembuahan.
- e. **Tangkai putik (*style*)** berfungsi untuk menyediakan jalur bagi serbuk sari untuk mencapai ovarium.
- f. **Kelopak bunga (*sepal*)** berfungsi untuk melindungi bunga yang masih kuncup dari kerusakan fisik dan kekeringan.
- g. **Bakal biji (*ovule*)** bakal biji adalah bagian dalam ovarium yang mengandung sel telur yang akan dibuahi oleh serbuk sari. Bakal biji akan berkembang menjadi biji setelah terjadi pembuahan.
- h. **Tangkai bunga (*peduncle*)** berfungsi untuk menopang bunga dan menghubungkannya dengan sisa bagian tumbuhan.

6) Buah

Buah adalah struktur pada tumbuhan yang berkembang dari ovarium (bakal buah) setelah terjadinya proses pembuahan. Buah umumnya mengandung biji, yang merupakan hasil dari perkembangan sel telur setelah terjadi pembuahan oleh serbuk sari. Buah mempunyai fungsi untuk melindungi biji serta membantu dalam penyebarannya, baik melalui angin, air, hewan atau lainnya. Buah dapat dikategorikan berdasarkan bagaimana mereka berkembang: **Buah Tunggal** (Berasal dari satu bunga dengan satu ovarium seperti manga dan apel), **Buah Majemuk** (Terbentuk dari sekelompok bunga yang bergabung menjadi satu buah seperti nanas), **Buah Ganda** (Terbentuk dari satu bunga dengan banyak bakal buah seperti stroberi).



Gambar 2. 17 Struktur Buah

Sumber: (Pak Pandani, 2016)

Struktur yang terdapat pada buah yaitu:

- a. **Kulit Buah (*eksokarp*)** Kulit buah adalah lapisan luar yang sering kita lihat dan rasakan. Fungsinya untuk melindungi bagian dalam buah dari kerusakan dan membantu menjaga agar buah tetap segar.
- b. **Daging Buah (*mesokarp*)** Daging buah adalah bagian yang kita makan dan biasanya terasa manis atau asam. Berfungsi untuk menyimpan makanan yang bergizi dan menarik bagi hewan dan manusia. Ini juga membantu menyebarkan biji jika hewan memakan buahnya.
- c. **Lapisan Keras di Dalam Buah (*endokarp*)** Lapisan ini ada di dalam buah dan biasanya melindungi biji. Kadang-kadang, lapisan ini bisa keras

seperti pada buah ceri atau peach. Berfungsi melindungi biji sehingga biji bisa tumbuh menjadi tanaman baru.

- d. **Biji** adalah bagian kecil di dalam buah yang bisa tumbuh menjadi tanaman baru. Fungsinya untuk membantu menghasilkan tanaman baru. Ketika biji jatuh ke tanah, ia bisa tumbuh menjadi tanaman yang sama dengan induknya.

2.8 Software Pendukung

Dalam proses membangun aplikasi *Augmented Reality* yang dapat mengidentifikasi struktur tumbuhan maka dibutuhkan beberapa *software* pendukung seperti dijelaskan dibawah:

2.8.1 Unity 3D

Unity 3D adalah platform pengembangan yang sangat populer dan serbaguna, digunakan untuk menciptakan game dan aplikasi interaktif dalam format 2D dan 3D. Unity menyediakan lingkungan yang lengkap dengan berbagai alat dan fitur yang memungkinkan pengembang untuk merancang, mengembangkan, dan menguji aplikasi dalam satu tempat. Platform ini mendukung berbagai sistem operasi, termasuk Windows, macOS, iOS, Android, dan banyak lagi, sehingga memudahkan distribusi aplikasi ke berbagai perangkat. (Sutrisno, A., 2023).



Gambar 2. 18 Logo Unity

Sumber: (Logos-word.net, 2024)

Aplikasi Unity 3D adalah mesin game yang perangkat lunaknya memproses gambar, grafik, suara, input, dan lainnya untuk membuat game, meskipun tidak harus game. Contohnya seperti bahan ajar untuk simulasi membuat SIM. Kelebihan mesin game ini adalah dapat membuat game berbasis 3D dan 2D, dan sangat mudah digunakan. Unity adalah mesin game multiplatform.

Unity 3D memiliki fitur-fitur utama sebagai berikut:

1. **Antarmuka Pengguna yang Intuitif:** Unity memiliki antarmuka pengguna yang dirancang agar mudah dipahami, baik oleh pemula maupun

pengembang berpengalaman. Dengan sistem *drag-and-drop* dan panel yang dapat disesuaikan, pengguna dapat dengan cepat membuat dan mengedit objek di dunia 3D.

2.Komponen Fisika yang Realistis: Unity dilengkapi dengan mesin fisika yang kuat, yang memungkinkan simulasi interaksi objek secara realistis, seperti gravitasi, tumbukan, dan gerakan benda. Ini penting untuk menciptakan pengalaman yang lebih mendalam dan realistis dalam game atau aplikasi interaktif.

3.Scripting yang Fleksibel: Unity menggunakan bahasa pemrograman seperti C# untuk menulis skrip yang mengontrol perilaku objek dan alur aplikasi. Fleksibilitas scripting ini memungkinkan pengembang untuk membuat mekanisme permainan yang kompleks dan logika aplikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan.

4.Dukungan Multiplatform: Salah satu keunggulan terbesar Unity adalah kemampuannya untuk mendukung pengembangan multiplatform. Pengembang dapat membuat satu proyek dan mengekspornya ke berbagai platform, seperti PC, konsol, ponsel, dan perangkat VR/AR, dengan sedikit penyesuaian.

5.Asset Store: Unity memiliki toko aset yang menyediakan berbagai model, skrip, alat, dan plugin yang dapat diintegrasikan ke dalam proyek. Ini sangat membantu pengembang dalam mempercepat proses pengembangan dengan menggunakan aset yang sudah tersedia.

Manfaat penggunaan Unity 3D bermacam-macam, terutama dalam hal fleksibilitas dan efisiensi pengembangan. Unity memungkinkan pengembang untuk memvisualisasikan ide dengan cepat dan iterasi produk dengan lebih efisien. Dengan dukungan komunitas yang besar dan sumber daya yang melimpah, Unity juga menyediakan lingkungan belajar yang kaya untuk pemula.

Kelebihan Unity 3D adalah fleksibilitasnya dalam mendukung pengembangan multiplatform, memungkinkan pengembang untuk membuat satu proyek yang dapat diekspor ke berbagai perangkat. Antarmuka yang intuitif, asset store yang kaya, dan kemampuan *scripting* yang kuat dengan C# menjadikannya

alat yang efisien dan populer. Unity juga didukung oleh komunitas besar dan dokumentasi lengkap, memudahkan pengembang baru untuk belajar dan berkembang.

Kekurangannya termasuk performa yang kadang kurang optimal untuk proyek besar atau grafis tinggi, serta kebutuhan akan optimasi manual yang lebih banyak dibandingkan mesin lain seperti *Unreal Engine*. Kompleksitas *scripting* dengan C# bisa menjadi tantangan bagi pemula, dan ketergantungan pada aset pihak ketiga dapat membatasi kustomisasi jika tidak dikelola dengan baik. (Wibowo, R., 2024).

2.8.2 Vuforia SDK (Software Development Kit)

Vuforia SDK adalah platform pengembangan perangkat lunak yang dirancang khusus untuk membangun aplikasi *Augmented Reality* (AR). Vuforia memungkinkan pengembang untuk menggabungkan objek virtual dengan dunia nyata melalui penggunaan perangkat kamera pada ponsel, tablet, atau perangkat AR khusus. Aplikasi ini memanfaatkan kamera dan memberikan cara berinteraksi secara langsung dilayar *smartphone* sehingga akan terlihat objek 3D seperti berada di dalam dunia nyata.

Penggunaan Vuforia SDK memberikan keuntungan dalam hal kemudahan pengembangan, stabilitas pelacakan, dan dukungan yang luas untuk berbagai jenis objek dan perangkat. Vuforia memungkinkan pengembang untuk menciptakan pengalaman AR yang kaya dan interaktif dengan alat-alat yang sudah terbukti handal di industri. Integrasi dengan Unity juga memperluas kemampuan kreatif pengembang, memungkinkan pembuatan aplikasi AR yang kompleks dan inovatif. (Wijaya, H., 2023).



Gambar 2. 19 Logo Vuforia

Sumber: (Pngfind.com, 2024)

Vuforia memiliki beberapa fitur utama yang membuatnya unggul dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* (AR) yaitu:

- a. **Pengenalan dan pelacakan objek secara real-time** memungkinkan aplikasi AR untuk secara akurat mengenali dan melacak gambar, objek, atau marker di dunia nyata, sehingga konten virtual dapat diposisikan dengan tepat di lingkungan fisik.
- b. **Integrasi yang mulus dengan Unity** mempermudah pengembang untuk memanfaatkan alat-alat pengembangan yang sudah ada di Unity, sekaligus menambahkan kemampuan AR ke dalam aplikasi mereka.
- c. **Model 3D** memungkinkan interaksi yang lebih kompleks dan realistis dengan objek fisik tiga dimensi.
- d. **Multiplatform** sehingga aplikasi AR yang dibangun dapat dijalankan di berbagai perangkat seperti Android, iOS, dan *Microsoft HoloLens*, memperluas jangkauan pengguna tanpa perlu pengembangan terpisah untuk setiap platform.

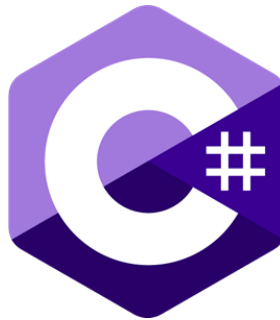
2.8.3 Blender

Blender adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk pembuatan konten 3D, termasuk pemodelan, animasi, rendering, simulasi, dan banyak lagi. Perangkat lunak ini sangat populer karena bersifat gratis dan mendukung berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux. Kelebihan Blender meliputi fleksibilitas yang tinggi, beragam fitur yang komprehensif, serta dukungan dari komunitas yang aktif dan berkembang pesat. Blender juga sering mendapatkan pembaruan, sehingga fitur dan performanya terus meningkat seiring waktu. Meskipun demikian, Blender memiliki beberapa kekurangan, seperti kurva belajar yang curam, terutama bagi pemula, dan kebutuhan akan perangkat keras yang cukup kuat untuk mengoptimalkan kinerjanya. Secara keseluruhan, Blender sangat bermanfaat dalam industri kreatif, terutama dalam pembuatan animasi, visual efek, dan pengembangan game, karena kemampuannya yang luas dan biaya penggunaannya yang nol.

2.8.4 Bahasa Pemrograman C#

C# (dibaca: C-sharp) adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh *Microsoft* sebagai bagian dari inisiatif *.NET Framework*. Bahasa ini dirancang untuk menggabungkan kekuatan dari beberapa bahasa pemrograman sebelumnya

seperti C++ dan Java, namun dengan pendekatan yang lebih modern dan aman. C# adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang mendukung pemrograman terstruktur, deklaratif, dan imperatif, serta mendukung pengelolaan memori otomatis melalui *garbage collection* (GC). (Hendrawan, R., 2023).



Gambar 2. 20 Logo C#
Sumber: (Khairina F. Hidayati, 2023)

Keunggulan utama C# terletak pada fleksibilitasnya yang memungkinkan pengembangan berbagai jenis aplikasi, mulai dari aplikasi *desktop*, *web*, hingga aplikasi *mobile*. C# juga dikenal karena dukungannya terhadap pengembangan perangkat lunak berbasis komponen dan kemampuannya untuk bekerja dengan teknologi .NET lainnya, seperti ASP.NET untuk pengembangan web dan *xamarin* untuk pengembangan aplikasi *mobile*. Kelebihan lainnya termasuk integrasi yang erat dengan platform *Windows*, ketersediaan alat pengembang yang besar yang kuat seperti Visual Studio, serta komunitas pengembangan yang besar dan terus berkontribusi dalam lingkungan bahasa ini.

Selain itu, C# memiliki fitur yang meningkatkan produktivitas pengembang, seperti tipe *safety*, *exception handling*, dan dukungan untuk *multithreading*. Kemampuan untuk mengelola data dan proses secara efisien juga membuat C# menjadi pilihan populer dalam pengembangan aplikasi *enterprise*. Seiring dengan evolusi teknologi, bahasa ini terus diperbarui untuk mendukung tren baru dalam pengembangan perangkat lunak, seperti *cloud computing* dan *Internet of Things* (IoT).

C# memang memiliki banyak keunggulan, namun bahasa pemrograman ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah keterkaitan yang erat dengan ekosistem Microsoft. Meskipun C# telah mendukung

lintas platform melalui *.NET Core*, dukungan terbaik dan integrasi yang maksimal sering kali hanya dapat ditemukan pada platform *Windows*. Hal ini dapat menjadi kendala bagi pengembang yang bekerja di lingkungan selain *Windows*, seperti *Linux* atau *macOS*. Selain itu, *C#* menggunakan pengelolaan memori otomatis melalui mekanisme *garbage collection*, yang meskipun memudahkan pengembang dengan mengurangi risiko kebocoran memori, dapat menimbulkan *overhead* memori yang lebih besar. Hal ini berpotensi mengakibatkan penurunan kinerja aplikasi, terutama untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat atau pengolahan data yang sangat intensif.

Kurva pembelajaran *C#* juga menjadi tantangan bagi pemula, meskipun relatif lebih mudah dibandingkan dengan bahasa lain seperti *C++* atau *Java*. Konsep-konsep seperti pewarisan (*inheritance*), polimorfisme (*polymorphism*), dan antarmuka (*interface*) bisa cukup sulit dipahami oleh mereka yang baru memulai belajar pemrograman berorientasi objek. Selain itu, *C#* mungkin kurang cocok untuk pengembangan aplikasi yang sederhana dan membutuhkan eksekusi yang cepat, karena bahasa ini dirancang untuk aplikasi yang lebih kompleks dan canggih. (Setiawan, D., 2024).

Terdapat beberapa karakteristik dalam bahasa pemrograman *C#* seperti dibawah ini :

- a) Tidak terdapat pemakaian memori secara manual ketika menggunakan pointer (ini sama halnya dengan bahasa pemrograman *Java*).
- b) Pengalokasian memori secara otomatis dengan menggunakan beberapa fitur yang disebut pengumpulan sampah (ini mirip dengan bahasa *Java*).
- c) Memiliki dukungan konstruksi kelas, struktur, antarmuka, dan enumerasi seperti bahasa pemrograman berorientasi objek lainnya (seperti *C++* atau *Java*).
- d) Mendukung pemrograman berbasis atribut.
- e) Mendukung LINQ (*Language Integrated Query*) yang memungkinkan aplikasi yang ditulis dalam bahasa pemrograman *C#* menjadi berbasis data, yang sangat penting ketika membuat akses ke aplikasi bahasa *C#* (RDBMS - *Relational Database Management System*).

- f) Mendukung tipe dan kelas data umum (mirip dengan C++ dan Java)
- g) Mendukung operator delegasi.

Terdapat beberapa kelebihan dari teknologi .NET dalam membangun aplikasi, baik aplikasi desktop, *web service* maupun yang digunakan seperti Windows Form, adalah sebagai berikut :

- a) Sederhana, Visual C# sangat sederhana, mudah digunakan dalam melakukan pengembangan aplikasi.
- b) Fasilitas pengembangan aplikasi yang efisien memiliki dampak besar pada efisiensi pengembangan aplikasi dan juga berdampak pada efisiensi biaya.
- c) Produktivitas, yang difasilitasi oleh bahasa pemrograman C#, akan mempengaruhi konsistensi program.

2.8.5 Sublime Text

Sublime Text adalah editor teks yang dirancang untuk pengembangan perangkat lunak, dikenal karena kecepatan, kesederhanaan, dan kemampuannya yang luar biasa untuk menangani berbagai bahasa pemrograman. Editor ini sangat dihargai oleh komunitas pengembang karena antarmukanya yang minimalis namun fungsional, yang memungkinkan pengguna untuk fokus sepenuhnya pada kode tanpa gangguan visual yang tidak perlu. Sublime Text menyediakan pengalaman pengeditan yang cepat dan responsif, bahkan ketika bekerja dengan file yang sangat besar, yang sering kali menjadi tantangan di editor lain. (Santoso, D., 2023).

Fitur utama yang dimiliki sublime text adalah:

- a. **Antarmuka Sederhana dan Cepat:** Antarmuka Sublime Text dirancang agar bersih dan sangat responsif, memungkinkan fokus penuh pada pengeditan kode.
- b. **Multi-Selection dan Multi-Cursor:** Fitur ini memungkinkan pengeditan beberapa baris kode secara bersamaan, mempercepat proses pengkodean.
- c. **Command Palette:** Memungkinkan akses cepat ke berbagai perintah dan fungsi melalui beberapa ketukan *keyboard*, membuat pekerjaan lebih efisien.

- d. **Dukungan Plugin:** Sublime Text mendukung banyak plugin yang bisa disesuaikan, menambah fungsionalitas seperti *auto-completion* dan integrasi dengan Git.
- e. **Cross-Platform:** Tersedia di Windows, macOS, dan Linux, memungkinkan konsistensi penggunaan di berbagai sistem operasi.

2.8.6 Android SDK dan JDK

Android SDK dan JDK adalah sistem operasi utama untuk pengembangan perangkat lunak android. Android SDK sendiri adalah media untuk mengembangkan *software* yang ada pada android dengan menggunakan bahasa pemrograman java script, sedangkan Android JDK adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Oracle yang memiliki fungsi untuk menyempurnakan *software* dengan membantu menerapkan bahasa pemrograman yang ada pada android. Jadi dapat disimpulkan bahwa Android SDK dan JDK adalah media pertama untuk mempersiapkan perancangan perangkat lunak android dengan menanamkan sistem linux ke android. (Winanta, 2021).

2.9 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak merupakan pendekatan terstruktur yang diterapkan dalam proses desain, pengembangan, dan pemeliharaan perangkat lunak. Beberapa metode pengembangan yang sering digunakan diantaranya:

1. **Waterfall:** Sebuah pendekatan linear di mana setiap tahap pengembangan, seperti analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan, dilakukan secara bertahap dan berurutan. Metode ini cocok untuk proyek dengan persyaratan yang sudah jelas dari awal.
2. **Agile:** Merupakan metode iteratif dan inkremental yang menekankan fleksibilitas, kolaborasi tim, dan kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan. Agile terdiri dari berbagai kerangka kerja seperti Scrum dan Kanban, yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak dilakukan dalam siklus pendek atau sprint.
3. **DevOps:** Metode ini mengintegrasikan pengembangan dan operasi untuk mempercepat proses pengiriman perangkat lunak. DevOps berfokus pada automasi, kolaborasi antara tim pengembang dan operasi, serta integrasi

terus menerus untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak dan mempercepat waktu peluncuran ke pasar.

4. **Spiral:** Metode yang menggabungkan elemen-elemen dari Waterfall dan Prototyping dengan fokus pada iterasi dan manajemen risiko. Setiap iterasi dalam Spiral melibatkan fase perencanaan, analisis risiko, pengembangan, dan evaluasi, sehingga memungkinkan penyesuaian berdasarkan hasil evaluasi.
5. **Prototyping:** Metode ini melibatkan pembuatan prototipe awal perangkat lunak untuk menguji konsep dan mendapatkan umpan balik dari pengguna. Prototyping membantu dalam lebih memahami kebutuhan pengguna sebelum melanjutkan ke tahap pengembangan yang lebih lanjut. (Wjiaya, D., 2024).

2.9.1 Metode Pengembangan Multimedia

Penelitian ini dibuat untuk mengembangkan sebuah aplikasi *Augmented Reality* yang menggunakan marker atau biasa disebut *marker-based* tentang aplikasi yang dapat mengidentifikasi struktur tumbuhan berbasis android mobile menggunakan Unity 3D. Dalam penelitian ini, metode pengembangan multimedia yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang memiliki tahapan sebagai berikut:

1. **Concept (Konsep):** Tahap awal ini melibatkan pengembangan ide dasar dan tujuan dari proyek Aplikasi. Pada fase ini, tim menentukan audiens target, pesan utama yang ingin disampaikan, dan fitur-fitur utama yang akan menjadi bagian dari produk akhir.
2. **Design (Desain):** Setelah konsep ditetapkan, fase desain dimulai. Ini mencakup pembuatan *storyboard*, perencanaan visual dan audio, serta perancangan antarmuka dan navigasi. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk membuat cetak biru yang jelas dan terstruktur yang akan digunakan dalam pembuatan produk multimedia.
3. **Assembly (Perakitan):** Pada tahap ini, semua elemen yang telah dirancang dalam fase sebelumnya mulai digabungkan. Proses ini melibatkan

pembuatan dan integrasi berbagai komponen multimedia seperti video, gambar, teks, suara, dan animasi menjadi satu kesatuan yang fungsional.

4. **Testing (Pengujian):** Setelah perakitan selesai, produk diuji untuk memastikan bahwa semua elemen bekerja dengan baik dan sesuai dengan rencana. Pengujian ini termasuk menguji fungsi teknis, kompatibilitas, serta memastikan pengalaman pengguna yang optimal.

5. **Distribution (Distribusi):** Tahap akhir melibatkan penyebaran produk multimedia kepada audiens target. Ini bisa dilakukan melalui berbagai saluran seperti media digital, platform online, atau perangkat fisik. Distribusi juga mencakup penyiapan materi pendukung dan panduan untuk pengguna akhir. (Kusuma, A., 2023).

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem merupakan tahap krusial dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mendokumentasikan, dan memahami kebutuhan fungsional maupun non-fungsional dari suatu sistem. Selama tahap ini, penulis mengumpulkan informasi melalui metode observasi dan wawancara. Hasil dari analisis tersebut disusun dalam dokumen spesifikasi kebutuhan, yang menjadi panduan dalam merancang, membangun, dan menguji sistem.

1. Identifikasi Tujuan Aplikasi

- a. Membantu siswa kelas 4 di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon dalam memahami dan mengidentifikasi struktur tumbuhan secara interaktif dan visual.
- b. Meningkatkan motivasi belajar, memfasilitasi pemahaman tentang pelajaran IPAS, dan menyediakan alat bantu belajar yang interaktif.

2. Kebutuhan Fungsional

- a. Aplikasi harus dapat menampilkan informasi tentang struktur tumbuhan, termasuk bagian-bagian seperti batang, daun, bunga, buah, dan akar.
- b. Aplikasi harus memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan tumbuhan secara virtual.
- c. Aplikasi harus dapat mengenali marker yang digunakan untuk menampilkan informasi tentang tumbuhan.

3. Kebutuhan Non-Fungsional

- a. Aplikasi harus mudah digunakan dan intuitif bagi siswa.
- b. Aplikasi harus dapat berjalan dengan lancar pada perangkat android yang berbeda-beda.

4. Pertimbangan Desain

Desain antarmuka pengguna harus sederhana, menarik dan mudah digunakan oleh anak-anak.

5. Implementasi

- a. Unity 3D dan Vuforia SDK akan digunakan untuk membangun aplikasi AR dan mengenali marker.
- b. Database yang berisi informasi tentang berbagai struktur tumbuhan, jenis akar, jenis daun dan lainnya, termasuk gambar, deskripsi, dan fungsi masing-masing bagian pada tumbuhan.

6. Evaluasi

Pengujian awal untuk memastikan bahwa setiap fungsi aplikasi berjalan dengan lancar.

3.1.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

Kegiatan observasi yang penulis lakukan ini bertempat di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon bertujuan untuk memproses adanya objek dengan maksud merasakan dan memahami pengetahuan dari adanya kegiatan berdasarkan pengetahuan dan juga ide yang sudah diketahui sebelumnya agar bisa mendapatkan informasi yang diperlukan untuk melanjutkan proses penelitian.

2. Wawancara

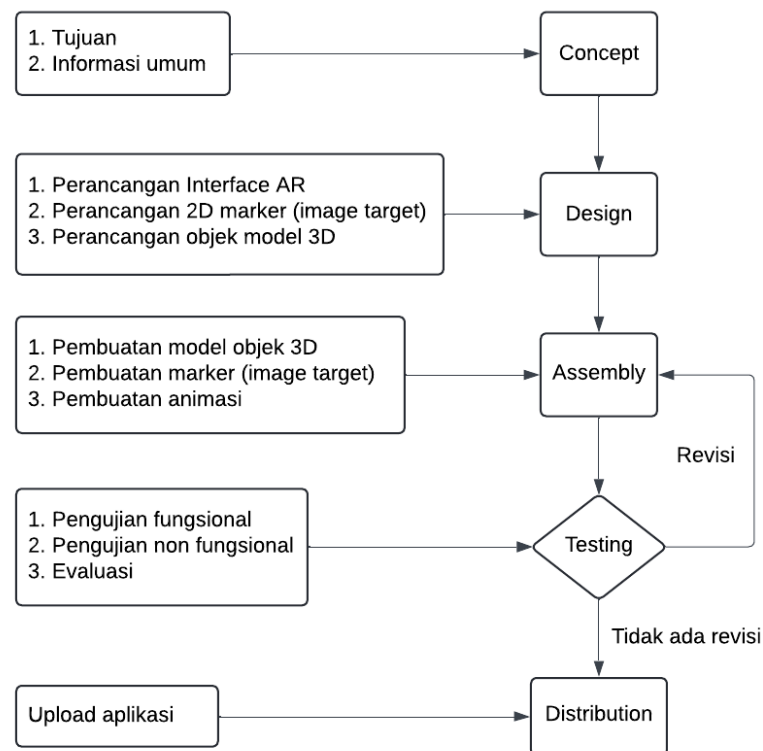
Wawancara ini bertempat di SDN Dukuh Semar 1 Kota Cirebon atas izin dari kepala sekolah pada sekolah dasar tersebut yaitu Bapak Ariffin, S.Pd. Penulis melakukan wawancara dengan kepala sekolah untuk menanyakan tentang bagaimana metode pembelajaran disekolah dan menanyakan kelas berapa yang materinya berhubungan dengan judul skripsi yang ingin diteliti.

Wawancara kedua dilakukan bersama Ibu Rina selaku wali kelas 4, penulis menanyakan tentang metode pembelajaran dan efektifitas metode pembelajaran tersebut. Hasil wawancara tersebut adalah metode pembelajarannya menggunakan buku tema dan buku paket yang disediakan oleh sekolah, sedangkan untuk praktek siswa membawa tanaman yang akan dipelajari disekolah misalnya, bunga dan macam-macam jenis daun. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, penulis merancang Aplikasi

Augmented Reality tentang bagaimana mengidentifikasi struktur tumbuhan berbasis Android yang diharapkan dapat melihat visual objek secara jelas.

3.1.2 Pengembangan Multimedia

Dalam penelitian ini, metode pengembangan multimedia yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang memiliki tahapan seperti yang ada dibawah ini.



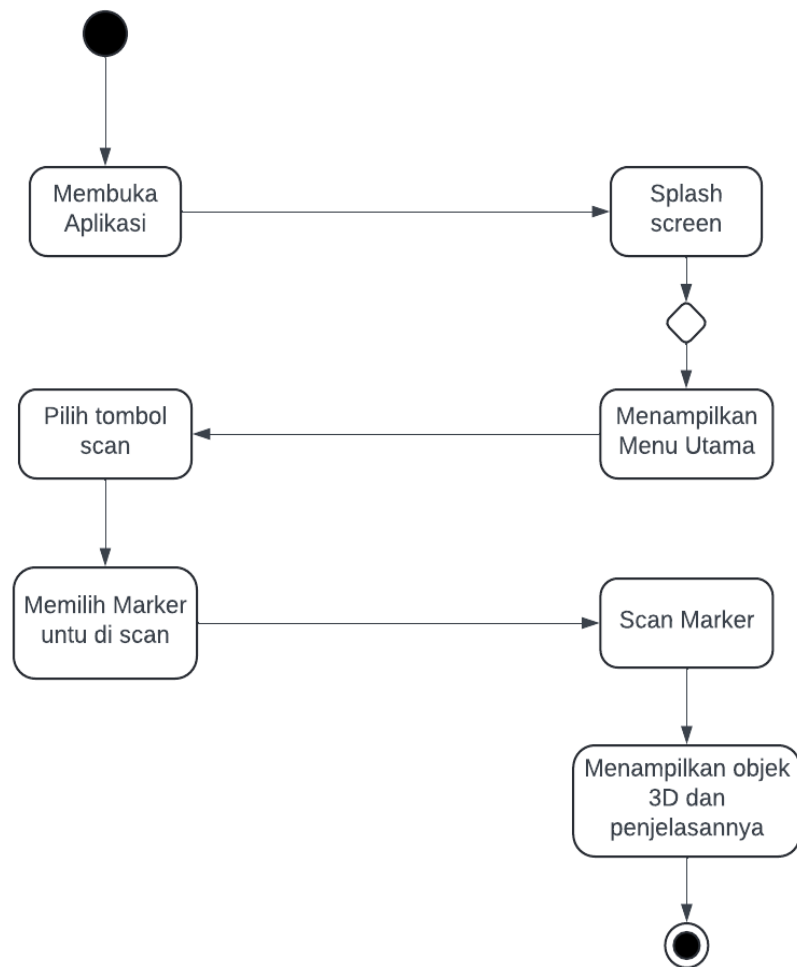
Gambar 3. 1 Multimedia Development Life Cycle

Sumber: (Eskripsi.usm.ac.id, 2016)

3.2 Metode Perancangan Sistem

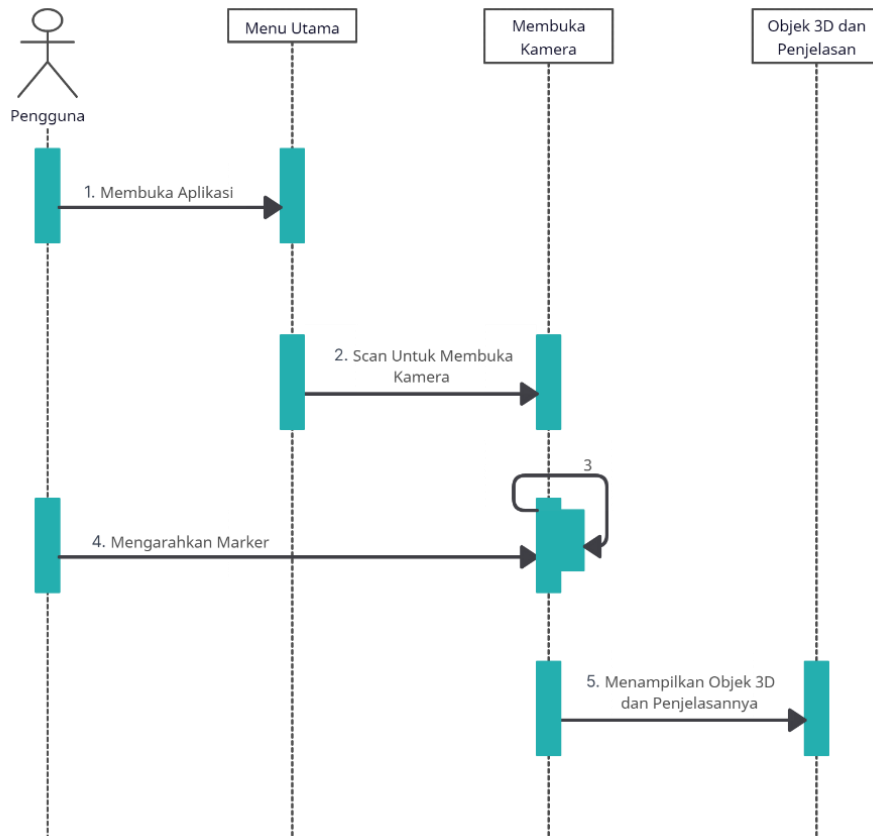
Dalam metode perancangan sistem ini, akan menjelaskan dan menampilkan tentang bagaimana desain-desain yang dibutuhkan pada aplikasi ini dibuat. Mulai dari diagram aplikasi, desain rancangan aplikasi, pembuatan marker, pembuatan objek 3d serta pembuatan logo aplikasi.

3.2.1 Design Aplikasi Activity Diagram



Gambar 3. 2 Activity Diagram

3.2.2 Design Aplikasi Sequence Diagram

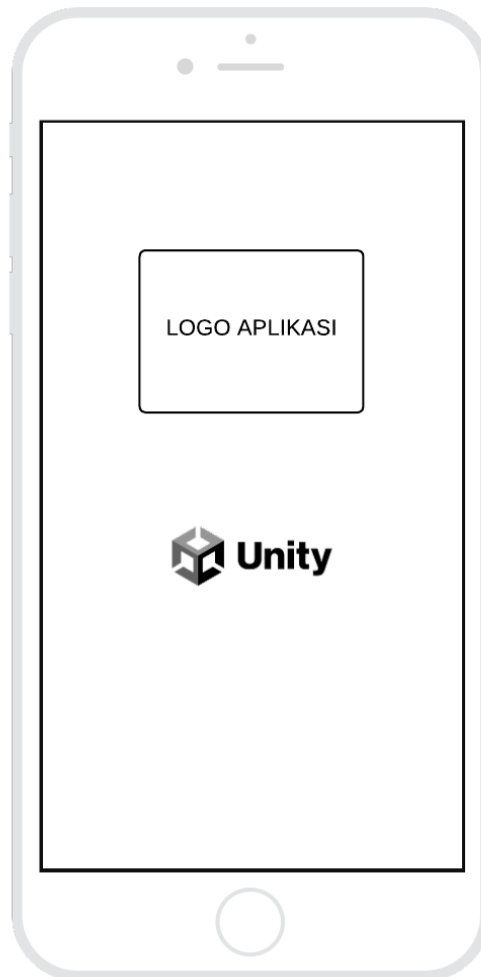


Gambar 3. 3 Sequence Diagram

3.2.3 Desain Rancangan Aplikasi (Storyboard)

1. Splash Screen

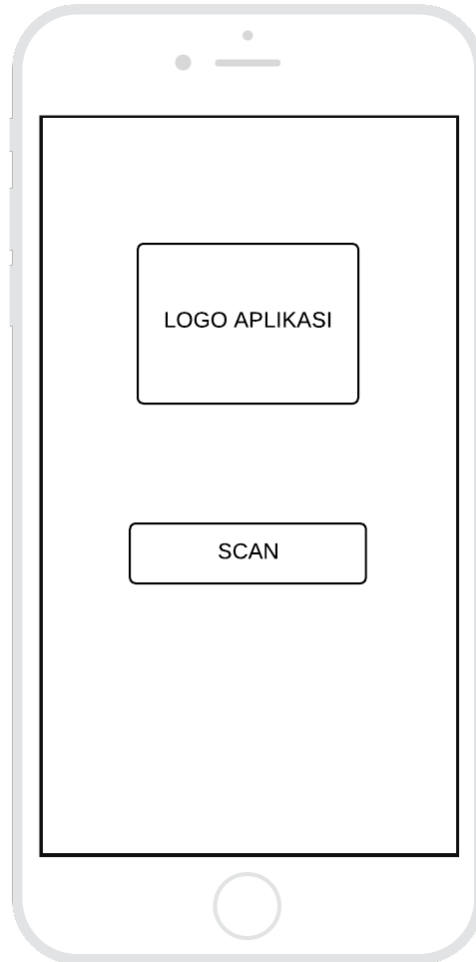
Tampilan awal saat proses membuka aplikasi, sebelum memasuki aplikasi terdapat splash screen yang menampilkan logo aplikasi yang sebelumnya sudah dibuat.



Gambar 3.4 Splash Screen

2. Tampilan awal (menu)

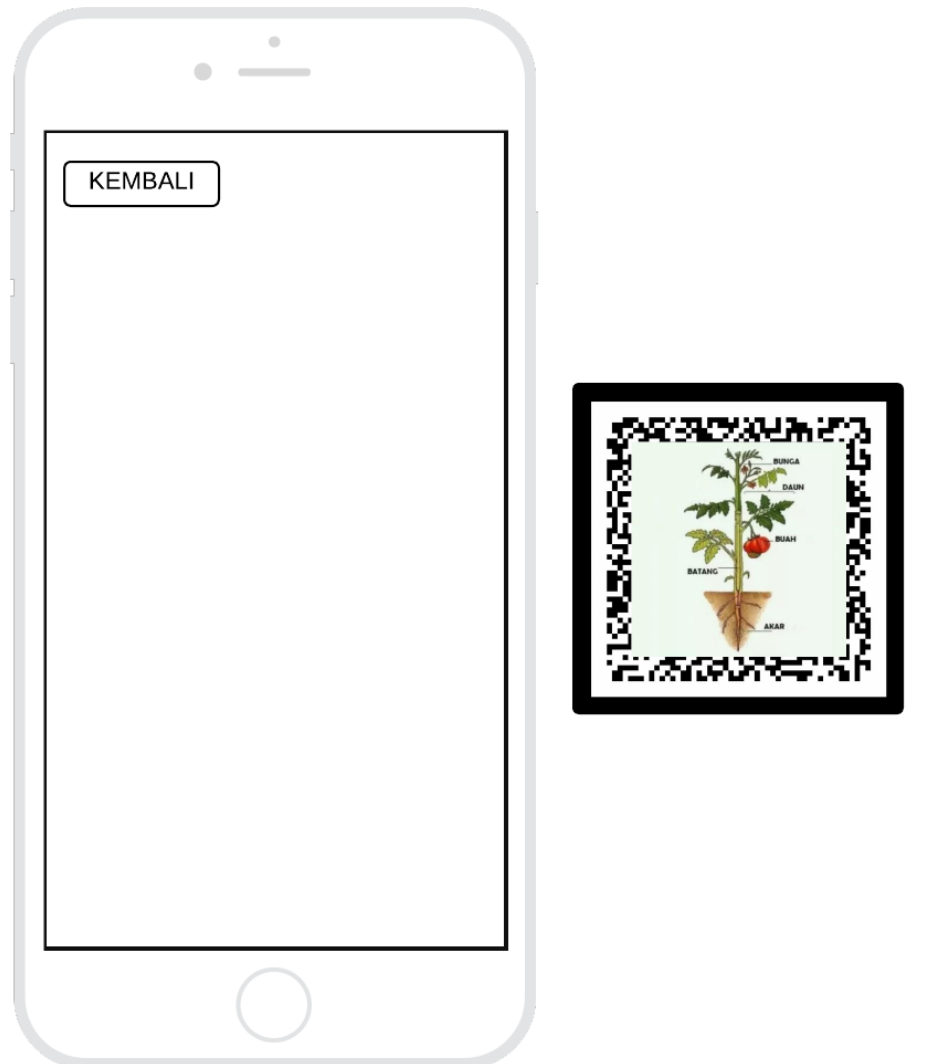
Pada tampilan awal atau yang biasa disebut tampilan menu ini akan menampilkan logo aplikasi dan button scan yang nantinya untuk scan marker.



Gambar 3.5 Tampilan Awal

3. Scan

Tampilan ini akan muncul bila sudah mengklik tombol button scan pada menu sebelumnya, ini akan otomatis membuka kamera pada *smartphone* pengguna.



Gambar 3.6 Sebelum di Scan

Pada gambar diatas jika belum mengarahkan kamera ke marker maka objek 3d tidak akan terlihat, di samping kanan adalah salah satu marker yang sudah dibuat.

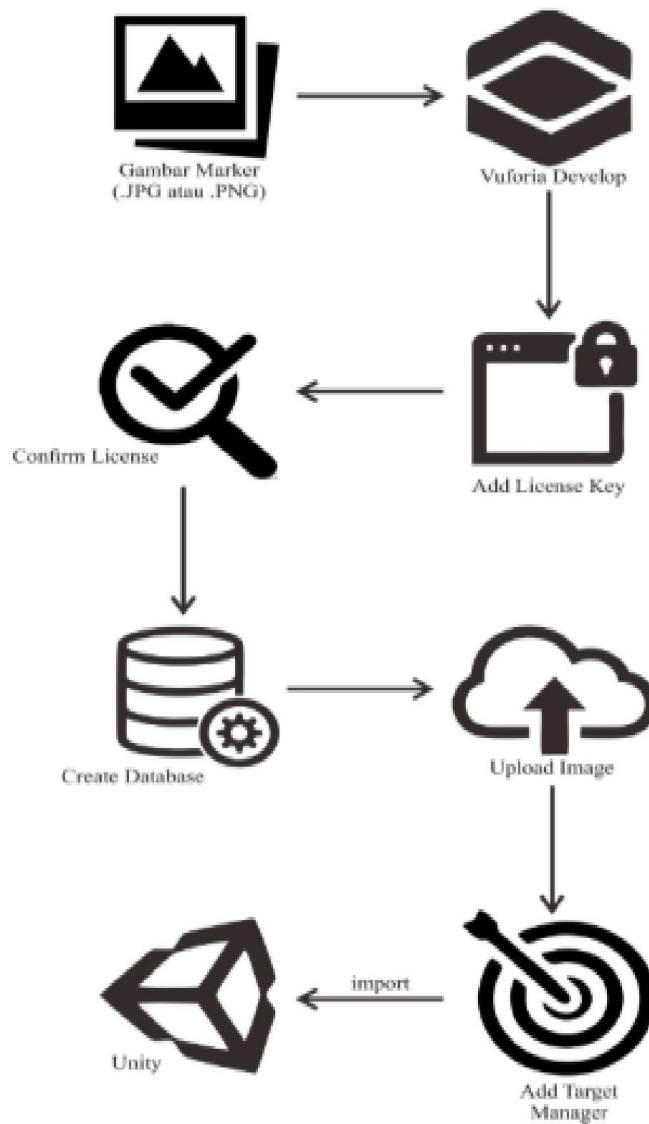
Jika sudah mengarahkan kamera pada marker, objek 3d akan tampil dan terdapat deskripsi penjelasan pada setiap bagian-bagian atau strukturnya seperti pada gambar buah alpukat dibawah.



Gambar 3.7 Sesudah di Scan

3.2.4 Perancangan Marker

Dalam perancangan aplikasi ini, penulis memutuskan untuk menggunakan gabungan antara gambar visual dan QR. Ini bertujuan untuk memudahkan pengguna jika ingin men-*scan* karena sudah terlihat gambar visualnya berada di marker. Pembuatan marker yang menggunakan vuforia alurnya seperti dibawah ini:



Gambar 3.8 Alur Perancangan Marker

Sumber: (Aditiya Rizky P, 2019)

1. Menentukan gambar dengan file jpg atau png yang akan dijadikan marker dan nantinya akan dikembangkan menjadi objek 3D.



Gambar 3.9 Gambar untuk Marker

2. Menyalin lisensi yang nantinya akan dibuat untuk database pada marker di image target.

Sigmulplants

[Edit Name](#) [Delete License Key](#)

License Key

Usage

Please copy the license key below into your app

```
AQQnXdT/////AAABmUJbBuzRY0Rbg5eR1F0Z+65JBSYxyHuR985Z+Wbojdn9F2bVmArlWZq8GQmb8UC14gYxp/bQ9WUaozPwLxSgEesa  
Wi10fsK5HY5QGQ0htwy7lw9mYerC1CjcUVCma1//vvC1b6yZJEkT3K0H/Uq0vE35sd+OgUB061hNv6ohLpSKpKGgVvt1SIH4CSRyar/  
omA8v17ZoaeC65pWVepjytD1HAiYEg+DhJQcoFtFGSfa/cTI+7RAhyJmFSMXj7RxbeMnPg3wNDi9JuJ4LWSaKJmknRjuVGjW3Cq/b6  
tpzptluOGyY1Y8ukRjpYnARfFY6gCGWaar7xSaKRSjh5ugs7BQIR1DfzQ1zvaA1QFmQgrr
```

Plan Type: Basic

Status: Active

Created: Aug 01, 2024 22:09

License UUID: 25cc21b90e564a7b9550e210f8a5ca43

Gambar 3.10 Lisensi Vuforia

3. Membuat database, menambahkan lisensi di image target untuk membuat marker.

Database	Type	Targets	Date Modified	
sigmulplantsdatabase	Device	12	Aug 20, 2024	

Gambar 3.11 Database Vuforia

4. Marker yang sudah dibuat akan tampil seperti ini.

sigmulplantsdatabase

Edit Name

Type: Device

Targets (12)

Add Target

Download Database (All)

	Image	Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified
☐		sejajar	Image	★★★★★	Active	Aug 20, 2024
☐		menyirip	Image	★★★★★	Active	Aug 20, 2024
☐		menjari	Image	★★★★★	Active	Aug 20, 2024
☐		melengkung	Image	★★★★★	Active	Aug 20, 2024
☐		tanamantomat	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		monokotil	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		dikotil	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		daun	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		bunga	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		buahaplukat	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		atunggang	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024
☐		aserabut	Image	★★★★★	Active	Aug 08, 2024

Gambar 3.12 Image Target Vuforia

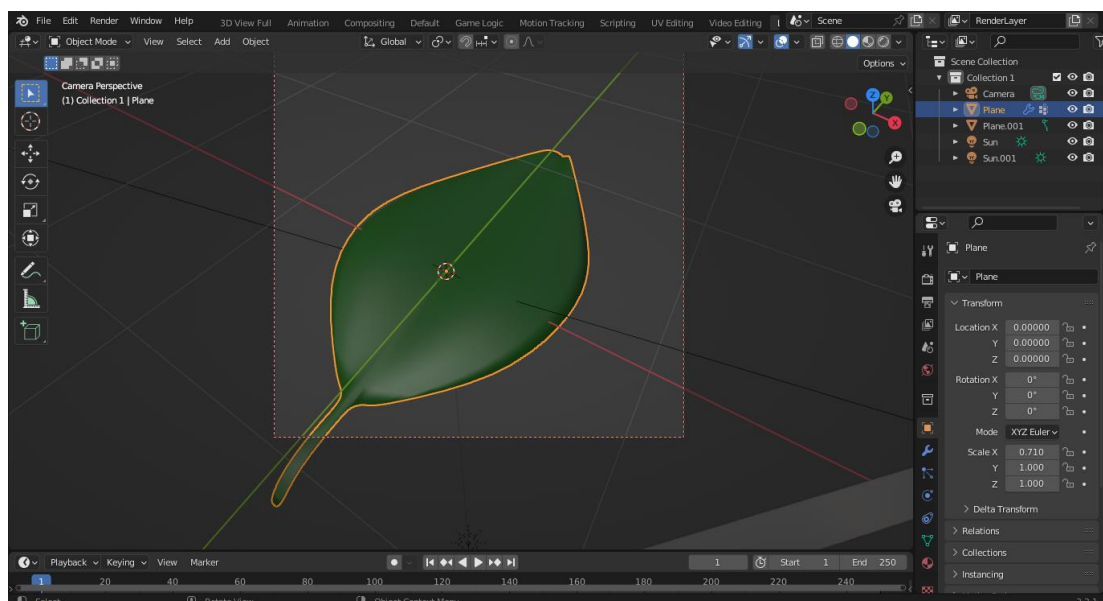
5. Salah satu contoh marker yang sudah siap discan.



Gambar 3.13 Hasil Marker

3.2.5 Perancangan Objek 3D

Perancangan dan pembuatan objek 3D ini menggunakan aplikasi blender, ini adalah salah satu objek yang sudah dibuat.



Gambar 3.14 Perancangan Objek 3D

3.2.6 Perancangan Logo Aplikasi

Logo aplikasi ini adalah gambar daun yang biasa disebut daun semanggi empat atau *four leaf clover*, ini adalah logo yang telah dibuat untuk aplikasi yang diberi nama Sigmulplants.



Gambar 3.15 Logo Aplikasi

BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

4.1.1 Marker

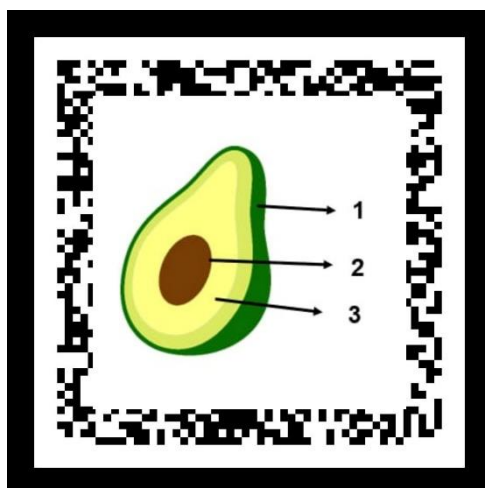
Marker yang digunakan adalah gabungan dari gambar 2D dan QR. Menggunakan database dan image target di Vuforia, marker ini sebagai target yang apabila di scan atau terkena kamera maka objek 3D akan tampil beserta penjelasannya.



Gambar 4. 1 Marker Akar Serabut



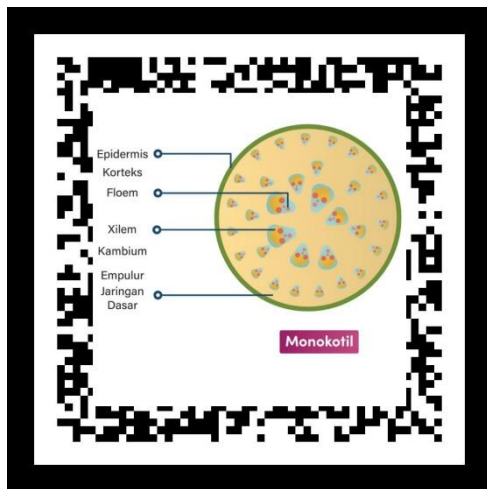
Gambar 4. 2 Marker Akar Tunggang



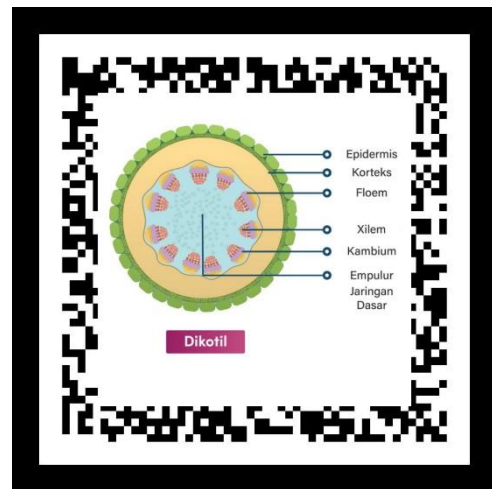
Gambar 4. 3 Marker Struktur Buah



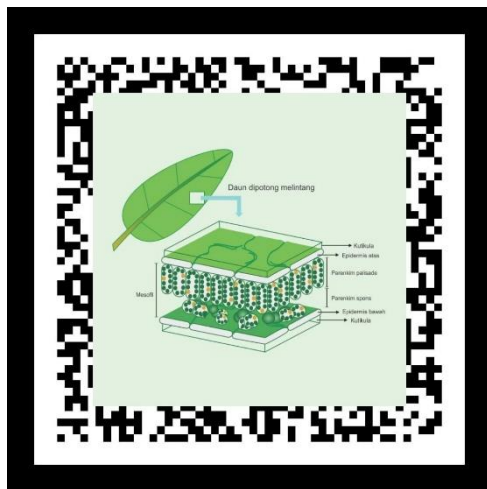
Gambar 4. 4 Marker Struktur Bunga



Gambar 4. 5 Marker Batang Monokotil



Gambar 4. 6 Marker Batang Dikotil



Gambar 4. 7 Marker Struktur Daun



Gambar 4. 8 Marker Struktur Tumbuhan



Gambar 4. 9 Marker Daun Menjari



Gambar 4. 10 Marker Daun Menyirip



Gambar 4. 11 Marker Daun Sejajar

4.1.2 Objek 3D

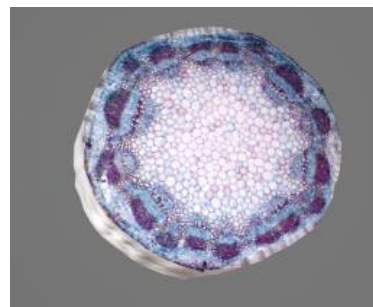
Objek 3D disini adalah objek yang sudah direlasikan dengan marker diatas, ketika marker di scan maka akan menampilkan objek 3D. Ini 2 contoh objek 3D yang dapat ditampilkan:

1. Objek 3D Buah Alpukat yang bertujuan menampilkan struktur pada buah.



Gambar 4. 12 Objek Buah

2. Objek 3D Batang Dikotil yang menjelaskan tentang batang dikotil itu sendiri dan fungsinya.



Gambar 4. 13 Objek Batang Dikotil

4.1.3 Aplikasi

1. Splash Screen

Merupakan tampilan awal pada saat proses ingin memasuki aplikasi, pada splash screen ini menampilkan logo aplikasi Sigmulplants dan logo dari Unity.



Gambar 4. 14 Splash Screen Aplikasi

2. Tampilan Awal Aplikasi (menu)

Merupakan tampilan awal pada saat baru memasuki aplikasi, pada tampilan awal ini hanya terdapat logo aplikasi dan tombol scan, yang jika di klik akan otomatis membuka kamera.



Gambar 4. 15 Tamplan Awal Aplikasi

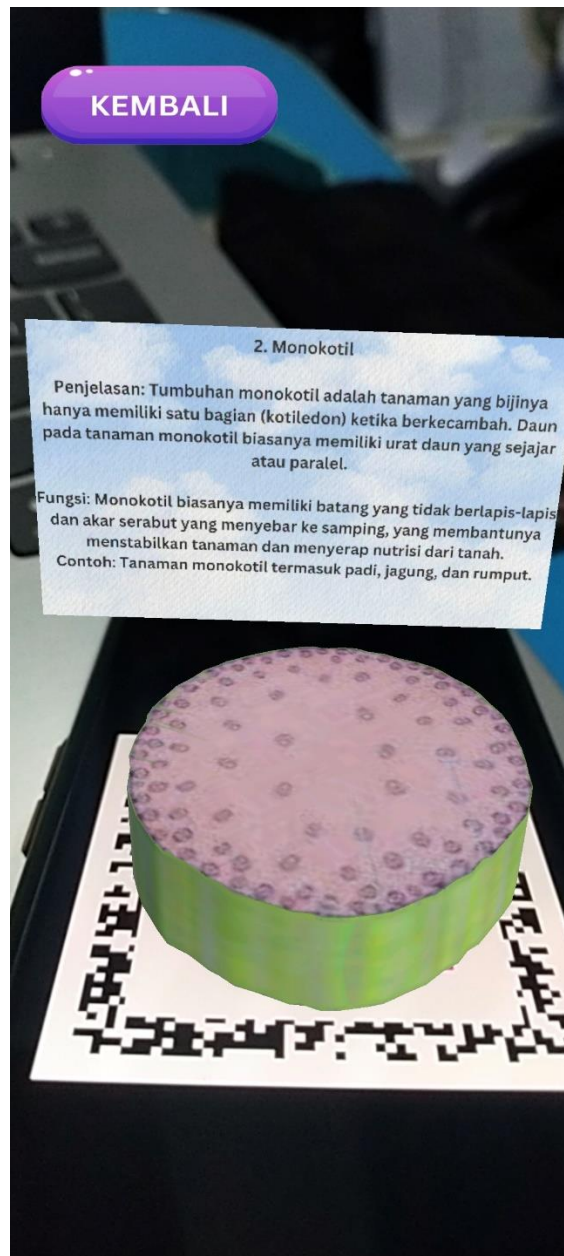
3. Scan

Merupakan tampilan ketika sudah mengklik tombol kamera yang ada di menu sebelumnya maka akan membuka kamera seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4. 16 Scan Aplikasi

Karena belum terdeteksi marker, maka aplikasi hanya membuka kamera saja. Jika sudah diberi marker yang diarahkan ke kamera, maka akan menampilkan objek 3D yang sudah direlasikan dengan marker yang sesuai dan terdapat penjelasannya seperti ini.



Gambar 4. 17 Scan Objek Aplikasi

4.2 Pengujian

Tahap pengujian ini merupakan metode yang dilakukan untuk memastikan aplikasi yang sudah dibangun berfungsi dengan baik di perangkat *smartphone* yang berbeda. Pada pengujian ini aplikasi diinstall dan dijalankan menggunakan 3 *smartphone* android dengan versi dan sistem operasi yang berbeda, memiliki ukuran layar berbeda, kamera, bahkan kecepatan prosessor dapat mempengaruhi bagaimana aplikasi berjalan. Hasil dari pengujian ini membantu dalam memastikan bahwa aplikasi bisa berjalan di berbagai perangkat, sehingga dapat digunakan dengan lancar oleh pengguna.

Tabel 4. 1 Perangkat Pengujian

Jenis Smartphone	Spesifikasi			
	RAM	Kamera Belakang	Resolusi Layar	Versi Android
Vivo V15 (Perangkat 1)	8GB	24mp+8mp+5mp	1080*2340 pixels	Android Pie Versi 9.0
Vivo Y51 2020 (Perangkat 2)	8GB	48mp+8mp+2mp	1080*2408 pixels	Android Snow Cone Versi 12.0
Oppo A74 (Perangkat 3)	6GB	48+2mp+2mp	1080*2400 pixels	Android Tiramisu Versi 13.0

Setelah semua perangkat siap, akan dilakukan instalasi aplikasi pada masing-masing perangkat. Jika sudah diinstall akan dilakukan pengujian berdasarkan kecepatan aplikasi berdasarkan waktu/detik pada saat aplikasi dijalankan.

Tabel 4. 2 Proses Pengujian

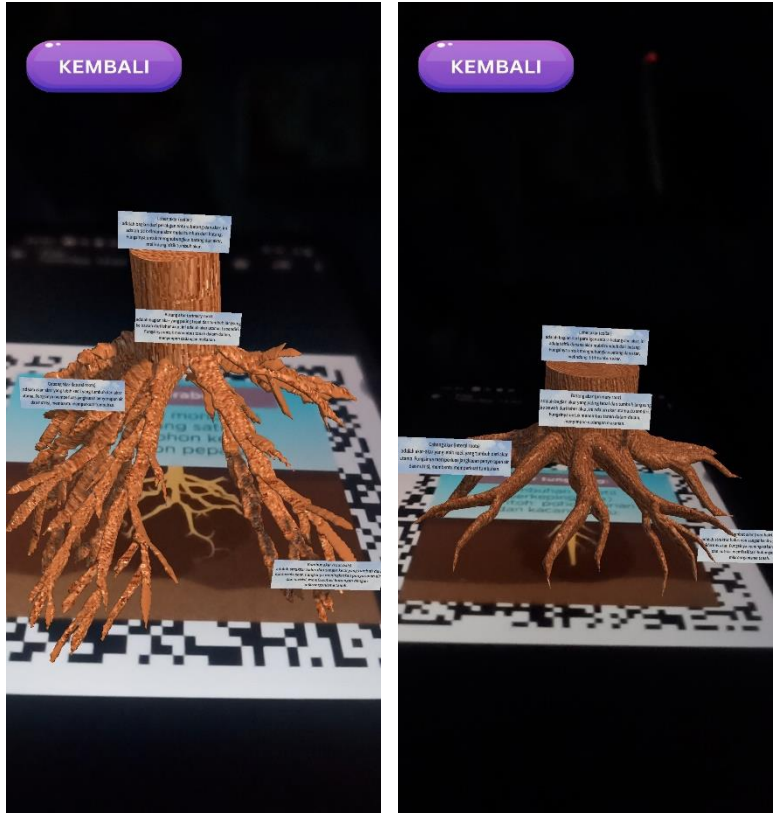
Proses Operasi Aplikasi	Spesifikasi		
	Perangkat 1	Perangkat 2	Perangkat 3
Masuk Aplikasi Dari Splashscreen ke Menu Tampilan Awal	7 detik	6 detik	5 detik

Klik Tombol Scan Sampai Kamera Terbuka	5 detik	4 detik	3 detik
Scan Sampai Menampilkan Objek 3D	1 detik	1 detik	1 detik
Tombol Kembali	1 detik	1 detik	1 detik

Berdasarkan hasil pengujian pada tiga perangkat dan versi android yang berbeda-beda, hasilnya semua dapat berjalan di perangkat dan versi android apapun. Yang berbeda adalah kecepatan saat membuka aplikasi dan mengklik tombol scan sampai terbuka kamera secara otomatis.

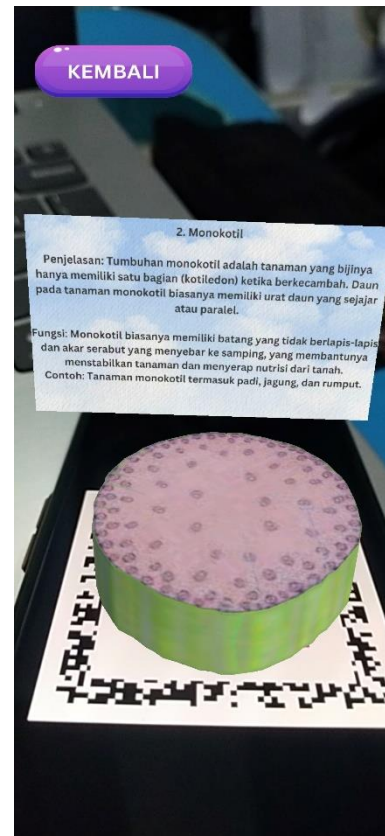
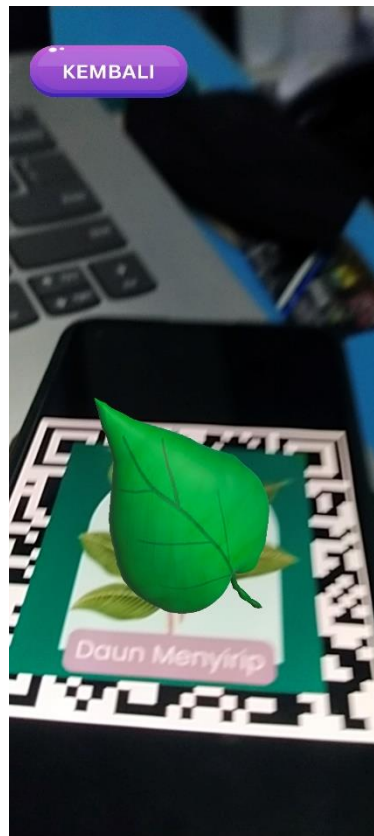
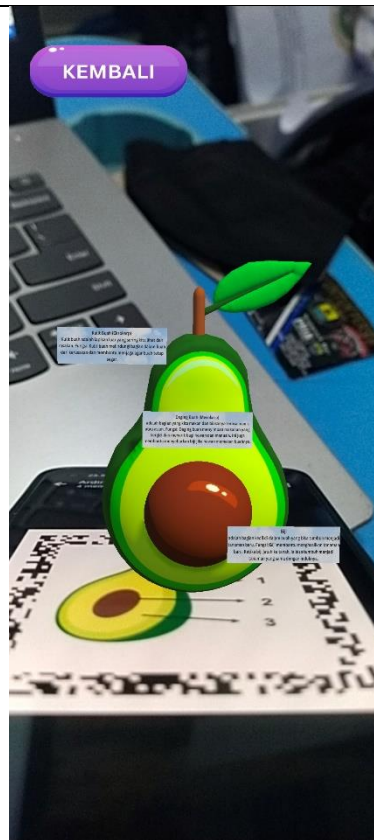
Pengujian selanjutnya adalah tampilan scan pada perangkat yang sudah dilakukan, pengujian ini dilakukan karena setiap perangkat memiliki resolusi atau ukuran layar yang berbeda-beda juga.

Tabel 4. 3 Pengujian Aplikasi

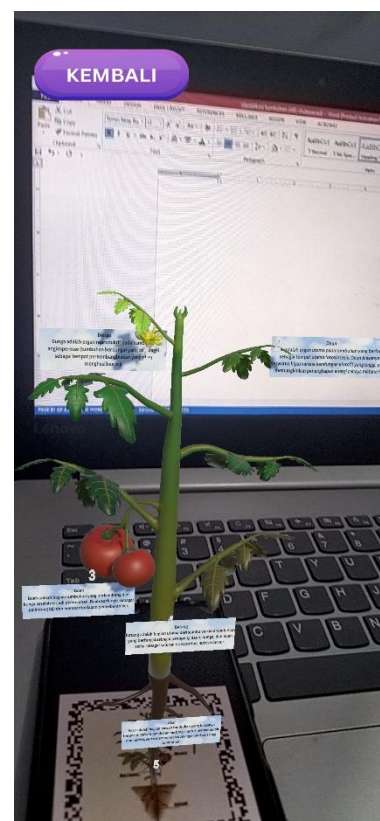
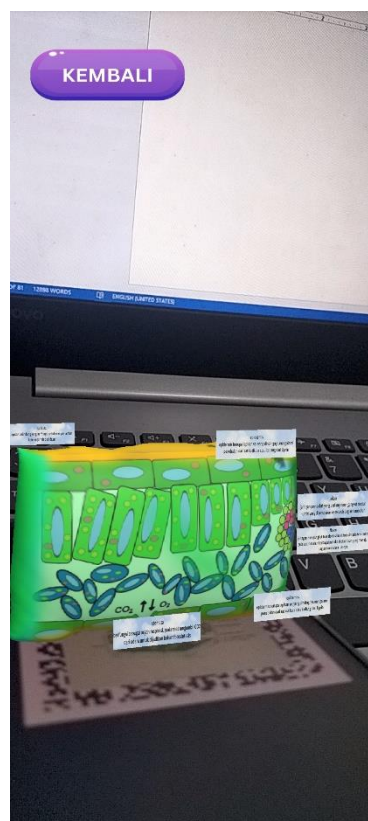
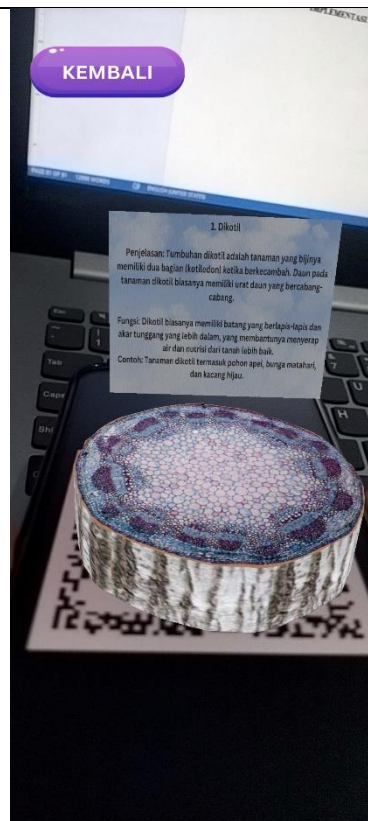
Perangkat	Screenshot Halaman Scan AR
Vivo V15 (perangkat 1)	



Vivo Y51 2020
(perangkat 2)



Oppo A74
(perangkat 3)



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pembelajaran mengenai struktur tumbuhan merupakan salah satu komponen yang penting dalam pendidikan sekolah dasar, yang bertujuan untuk pengenalan siswa tentang Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosisal (IPAS). Namun metode yang digunakan masih tidak efisien bagi siswa, karena kesulitan siswa sekolah dasar untuk memahami materi dan mengenal tentang struktur-struktur pada tumbuhan maka solusi yang didapat adalah dengan membuat aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis *mobile* android menggunakan jenis AR *marker-based* yang menggunakan marker sebagai target agar dapat menampilkan objek 3D. Marker dirancang menggunakan Vuforia lengkap dengan *database* nya. Aplikasi yang digunakan untuk membuat objek 3D menggunakan blender dan dihubungkan dengan marker yang nantinya dapat menampilkan objek 3D beserta penjelasannya. Dalam pengujian yang sudah dilakukan menggunakan 3 perangkat berbeda dan spesifikasi yang berbeda juga, aplikasi berjalan lancar hanya saja pada pengujian kecepatan terdapat perbedaan 1-2 detik. Dapat disimpulkan bahwa spesifikasi perangkat atau *smartphone* mempengaruhi kelancaran pada penggunaan aplikasi. Aplikasi ini bertujuan untuk menjadi salah satu metode pembelajaran agar siswa lebih tertarik dan meningkatkan minat untuk mempelajari struktur tumbuhan yang diharapkan dapat berguna untuk siswa dan sekolah.

5.2 Saran

Saran dari penulis kepada pembaca yang mungkin akan membuat karya serupa:

1. Aplikasi ini masih sangat bisa dikembangkan lagi dengan menambahkan beberapa penjelasan tentang struktur tumbuhan atau menambahkan jenis tanaman, daun dan bunga.
2. Menambahkan menu lain pada bagian awal aplikasi yang dapat lebih banyak pilihan tidak hanya scan saja.
3. Membuat desain objek 3D yang lebih banyak dan lebih baik dari yang dibuat di aplikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar. (2021). Apa itu Vuforia? *akbarproject*, https://akbarproject.com/apa-itu-vuforia/#google_vignette.
- Az-zahir, M. I. (2023). Sublime Text. *powercode*, <https://blogs.powercode.id/sublime-text-pengertian-kelebihan-fitur/>.
- Dewi, C. K. (2021). Mengenal Struktur dan Fungsi Tumbuhan. *Zenius Education*, <https://www.zenius.net/blog/struktur-dan-fungsi-tumbuhan#:~:text=Daun%20dan%20bunga%20sebenarnya%20adalah,he wan%20lain%20untuk%20membantu%20penyerbukan.&text=Meskipun%20biasanya%20bentuknya%20berbeda%2Dbeda,kelopak%20kelipatan%204%20dan%205>.
- Dicoding. (2021). Apa itu UML? Beserta Pengertian dan Contohnya. *Dicoding Blog*, <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-uml/>.
- Dimas, V. (2024). Memahami Fungsi Utama Blender 3D untuk Visual Animasi yang Asyik! *gamelab*, <https://www.gamelab.id/news/3479-memahami-fungsi-utama-blender-3d-untuk-visual-animasi-yang-asyik>.
- Harlanto, A. (2020). Berkenalan dengan Fitur-fitur Unity 3D. *gamelab*, <https://www.gamelab.id/news/211-berkenalan-dengan-fitur-fitur-unity-3d#:~:text=Unity%20adalah%20sebuah%20aplikasi%20berbasis,ke%20banyak%20format%20tipe%20file>.
- Hidayati, K. F. (2024). Mengenal Bahasa Pemrograman C#. *glints*, <https://glints.com/id/lowongan/bahasa-pemrograman-c-sharp/>.
- MaxKi. (2024). Struktur Tumbuhan: Pengertian dan Fungsinya. <https://umsu.ac.id/berita/struktur-tumbuhan-pengertian-dan-fungsinya/>.
- Mengenal Software Blender. (2023). *Green Academy*, <https://greenacademy.co.id/mengenal-software-animasi-blender/#:~:text=Perangkat%20program%20ini%20merupakan%20sebuah,install%20Python%202.5%20pada%20komputer>.
- Menon, K. (2024). What is a Java Development Kit (JDK)? *simplilearn*, https://www.simplilearn.com.translate.google/tutorials/java-tutorial/jdk-in-java?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge#:~:text=JDK%20dalam%20Java%20merupakan%20komponen,lebih%20rinci%20melalui%20dokumen%20berikut.
- MonsterAR. (2021). Sejarah Augmented Reality, Ternyata Sudah Ada Sejak Tahun 60-an. *Articels Augmented Reality*, <https://monsterar.net/2021/12/28/sejarah-augmented-reality/>.

- MonsterAR. (2022). Marker Based VS Markerless Augmented Reality. *Articels Augmented Reality*, <https://monsterar.net/2022/03/10/markerless-augmented-reality/>.
- Nanda. (2021). Pengertian Identifikasi. *Kumparan*, <https://kumparan.com/berita-update/pengertian-identifikasi-beserta-contoh-dan-prosesnya-1wqwdBE3gcz>.
- Nursyahanda, D. (2023). AUGMENTED REALITY DALAM PENDIDIKAN DASAR: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW DAN ANALISIS BIBLIOMETRIK. <https://repository.radenintan.ac.id/32574/1/SKRIPSI%20BAB%201%20DAN%202.pdf>.
- Pamela. (2023). Memahami Android SDK. *amorserv*, https://amorserv-com.translate.goog/insights/understanding-android-sdk-a-comprehensive-guide?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge&_x_tr_hist=true.
- Sari, R. P. (2024). Apa itu Augmented Reality? Pengertian, Jenis dan Contohnya. *CloudComputingIndonesia*, <https://www.cloudcomputing.id/pengetahuan-dasar/apa-augmented-reality>.
- TafsirWeb. (2022). Surat Al-An'am Ayat 99. *TafsirWeb*, <https://tafsirweb.com/2223-surat-al-anam-ayat-99.html>.
- team. (2023). Apa itu Bahasa Pemrograman C#? *codingstudio*, <https://codingstudio.id/blog/apa-itu-bahasa-pemrograman-c-sharp/>.
- team. (2023). Technical Overview of Unity Game Engine. *pubnub*, [https://www-pubnub-com.translate.goog/guides/unity/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge#:~:text=Unity%20adalah%20mesin%20permainan%20lintas,%2C%20rotasi%2C%20dan%20skala\)%2C](https://www-pubnub-com.translate.goog/guides/unity/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge#:~:text=Unity%20adalah%20mesin%20permainan%20lintas,%2C%20rotasi%2C%20dan%20skala)%2C).
- Team, C. S. (2022). Mengenal Sistem Operasi Android. *CodingStudio*, <https://codingstudio.id/blog/sistem-operasi-android/>.
- Timur Koparan, H. D. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *ScienceDirect*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187123000159>.

