

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST* PADA APLIKASI
MEDIA PEMBELAJARAN TATA SURYA
BERBASIS *AUGMENTED REALITY*
STUDI KASUS SEKOLAH
MI NU KALISARI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Program Studi Teknik Informatika



DISUSUN OLEH:

FAWAZ

0402201064

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA CIREBON
TAHUN 2024 M / 1446 H**



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA
CIREBON

PENGESAHAN STATUS SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST* PADA APLIKASI
MEDIA PEMBELAJARAN TATA SURYA BERBASIS
AUGMENTED REALITY STUDI KASUS SEKOLAH MI NU
KALISARI

SAYA : FAWAZ

NIM : 0402201064

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. Perpustakaan 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 negara Indonesia)
 - ☐ Rahasia (Mengandung isi tentang kerahasiaan dari sesuatu organisasi/badan dimana penelitian Skripsi ini dikerjakan)
 - ☒ Biasa

Disahkan oleh:

Dicky Andika Sulaeman, S.M. Kom

Tanggal: 7 Oktober 2024

Abdul Kohar, M. Kom

Tanggal: 7 Oktober 2024



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA
CIREBON

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST* PADA APLIKASI
MEDIA PEMBELAJARAN TATA SURYA BERBASIS
AUGMENTED REALITY STUDI KASUS SEKOLAH MI NU
KALISARI

PENYUSUN : FAWAZ

NIM : 0402201064

” Saya menyatakan dan bertanggungjawab 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, 15 Agustus 2024



FAWAZ

NIM: 0402201064



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA
CIREBON

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST* PADA APLIKASI
MEDIA PEMBELAJARAN TATA SURYA BERBASIS
AUGMENTED REALITY STUDI KASUS SEKOLAH MI NU
KALISARI
PENYUSUN : FAWAZ
NIM : 0402201064

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui,
Cirebon, 15 Agustus 2024

Pembimbing I

Dicky Andika Sulaeman, S. M. Kom
NIDN. 0409069402

Pembimbing II

Abdul Kohar, M. Kom
NIDN. 0412068704

Ketua Program Studi

Dicky Andika Sulaeman, S. M. Kom
NIDN. 0409069402



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA
CIREBON

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST* PADA APLIKASI
MEDIA PEMBELAJARAN TATA SURYA BERBASIS
AUGMENTED REALITY STUDI KASUS SEKOLAH MI NU
KALISARI

PENYUSUN : FAWAZ

NIM : 0402201064

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 29 Agustus 2024 menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai untuk penganugrahan gelar Sarjana Komputer (S. Kom).

Tanggal

Tanda tangan

Pembimbing I

Dicky Andika Sulaeman, S.M. Kom

NIDN. 0409069402

7 September 2024

Pembimbing II

Abdul Kohar, M. Kom

NIDN. 0412068704

7 September 2024

Penguji I

Rosidin, S. Kom, M. Kom

NIDN. 0415028303

7 September 2024

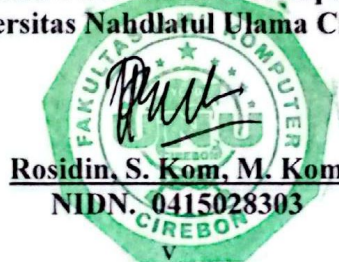
Penguji II

H. Sukarsa, M. Kom

NIDN. 0418117605

7 September 2024

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon



Rosidin, S. Kom, M. Kom

NIDN. 0415028303

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Manusia yang tidak mampu bersabar dengan penderitaan belajar, maka ia harus mampu menahan penderitaan kebodohan.”

-Imam Syafi’i-

“Manusia tidak akan bisa saling memahami jika belum merasakan penderitaan yang sama.”

-Pain Akatsuki-

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil’aalamiin

Segala puji bagi Allah dengan Pujian yang sebanding dengan nikmat-nikmat-Nya dan mencakup tambahannya. Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua, Ayah dan Ibu. Keduanya merupakan sosok di balik perjuangan saya hingga bisa sampai pada tahap ini. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa – doa yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepada saya. Serta untuk semua orang terdekat yang senantiasa selalu memberi doa dan dukungannya. Terima kasih juga untuk dosen-dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi saya selama melaksanakan pendidikan di Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon hingga menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

ABSTRAK

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, media pembelajaran kini semakin bervariasi dan memanfaatkan berbagai fitur digital. Dengan memanfaatkan fitur digital pada media pembelajaran mengenai materi Tata Surya dan objek langit yang terdapat pada mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam), yang mana materi tersebut dipelajari dan dipahami oleh siswa. Siswa akan lebih mudah memahami materi yang bersifat abstrak seperti tata surya jika ada media pembelajaran yang visual. Dengan begitu, mereka bisa membayangkan planet dan benda langit lainnya dengan lebih jelas. Media pembelajaran IPA pada materi Tata Surya yang berbasis *Augmented Reality* dibuat dengan metode pengembangan sistem *Prototype* serta implementasi Algoritma *FAST* untuk perancangan *marker* yang digunakan sebagai deteksi *marker (image target)* dalam perangkat lunak Unity. Pengujian fungsionalitas aplikasi dilakukan melalui metode *Black Box Testing* dan pengujian *marker* pada perangkat *mobile* yang berbeda. Dari proses penelitian ini diperoleh sebuah aplikasi media pembelajaran interaktif yang diberi nama "MEDIA BELAJAR AUGMENTED REALITY" sebagai alat bantu pembelajaran.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Algoritma *FAST*, Tata Surya, Media Pembelajaran

ABSTRACT

Along with the rapid development of digital technology, learning media is now increasingly varied and utilizes various digital features. By utilizing digital features in learning media regarding Solar System material and celestial objects contained in Science (Natural Sciences) subjects, where the material is learned and understood by students. Students will more easily understand abstract material such as the solar system if there is visual learning media. That way, they can imagine planets and other celestial bodies more clearly. Science learning media on Augmented Reality-based Solar System material is made with the Prototype system development method and the implementation of the FAST Algorithm for marker design used as marker detection (target image) in Unity software. Application functionality testing is done through the Black Box Testing method and marker testing on different mobile devices. From this research process, an interactive learning media application named “MEDIA BELAJAR AUGMENTED REALITY” is obtained as a learning tool.

Keywords: *Augmented Reality, FAST Algorithm, Solar System, Learning Media*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan nikmat sehat wal'afiat, nikmat islam iman dan rahmat serta maghfirah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan dan limpahkan kepada junjungan kepadan nabi kita Rasulullah Muhammad SAW. Amin

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan dan dorongan dari semua pihak terutama dosen pembimbing I maupun II yang selalu memberikan bimbingan serta arahan selama pembuatan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik, maka penulisan skripsi ini tidak akan berjalan lancar dalam menyelesaikannya. Mohon izin penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada

1. Dr. Agus Sugiarto, S.H., M.H., M.M selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.
2. Bapak Rosidin, M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dicky Andika Sulaeman, S, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Dicky Andika Sulaeman, S, M.Kom selaku Pembimbing I.
5. Bapak Abdul Kohar, M. Kom selaku Pembimbing II.
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Informatika FILKOM - UNU Cirebon tahun akademik 2020.
7. Kedua orang tua saya yang selalu mendo'akan dan memberi semangat sehingga saya berhasil dititik ini.
8. Pimpinan dan dosen serta seluruh staf Fakultas Ilmu Komputer di Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon.

9. Tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih pada semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu-persatu yang banyak memberikan dukungan kepada penulis sehingga terbentuknya penulisan Skripsi ini, semoga Allah SWT membalas - Nya dengan imbalan yang berlipat-lipat ganda. Amiin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih memiliki kekurangan, untuk itu diharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya, dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya. Terima kasih.

Cirebon,
Penulis

Fawaz

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN STATUS SKRIPSI	ii
PERNYATAAN PENULIS	iii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
PENGESAHAN SKRIPSI	v
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Tujuan Penelitian	3
1.5.2 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian dan Teknik Penelitian.....	4
1.6.1 Metode Penelitian.....	4
1.6.2 Teknik Penelitian	5
1.7 Metode Pengembangan	5

1.8	Tempat dan Waktu Penelitian	7
1.8.1	Tempat Penelitian.....	7
1.8.2	Waktu Penelitian	7
1.9	Sistematika Penulisan.....	8
BAB II LANDASAN TEORI		10
2.1	Keterkaitan dengan Al-Quran.....	10
2.2	<i>Augmented Reality</i>	11
2.2.1	Aplikasi <i>Augmented Reality</i>	12
2.3	Metode <i>Augmented Reality</i>	13
2.3.1	<i>Marker</i>	13
2.3.2	Algoritma <i>FAST</i> Corner	13
2.4	Android.....	15
2.5	Unity 3D	24
2.6	Bahasa Pemrograman <i>C-Sharp</i>	27
2.7	Figma.....	29
2.8	Blender 3D.....	31
2.9	Vuforia SDK.....	34
2.10	Literatur Review	34
2.11	<i>Flowchart</i>	38
2.11.1	Simbol dan fungsi	38
2.12	UML	40
2.12.1	<i>Use Case Diagram</i>	40
2.12.2	<i>Activity Diagram</i>	41
2.12.3	<i>Sequence Diagram</i>	42
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGANN.....		43

3.1.	Analisis	43
3.1.1	Analisis Masalah	43
3.1.2	Analisis Kebutuhan Fungsional	43
3.2.	Perancangan Sistem.....	44
3.2.1	Gambaran Umum Sistem	44
3.2.2	Perancangan Tampilan	45
3.2.3	Perancangan 3D Object.....	47
3.2.4	Design UML.....	48
3.2.5	Perancangan <i>Marker</i>	51
3.2.6	Desain Proses Algoritma <i>FAST</i> Corner.....	54
3.2.7	Perancangan Antarmuka Sistem	59
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN.....		61
4.1	Implementasi	61
4.2	Pengujian Sistem	65
4.2.1	<i>Black Box Testing</i>	65
4.3	Pengujian <i>Marker</i>	68
4.3.1	Pengujian Waktu Deteksi <i>Marker</i>	68
4.3.2	Pengujian Intesitas Cahaya	69
4.3.3	Pengujian Akurasi	69
4.3.4	Pengujian Oklusi	70
BAB V KESIMPULAN.....		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metode Prototype	6
Gambar 3.1 Titik awal.....	14
Gambar 3.2 Empat titik koordinat.....	14
Gambar 3.3 Tiga titik memenuhi syarat.....	15
Gambar 2.4 Android.....	15
Gambar 2.5 Android 1.0.....	16
Gambar 2.6 Android 1.1.....	17
Gambar 2.7 Android 1.5.....	17
Gambar 2.8 Android 1.6.....	18
Gambar 2.9 Android 2.0.....	18
Gambar 2.10 Android 2.2.....	18
Gambar 2.11 Android 2.3.....	19
Gambar 2.12 Android 3.0.....	19
Gambar 2.13 Android 3.0.....	19
Gambar 2.14 Android 4.1.....	20
Gambar 2.15 Android 4.4.....	20
Gambar 2.16 Android 5.0.....	20
Gambar 2.17 Android 6.0.....	21
Gambar 2.18 Android 7.0.....	21
Gambar 2.19 Android 8.0.....	21
Gambar 2.20 Android 9.0.....	22
Gambar 2.21 Android 10.....	22
Gambar 2.22 Android 11.....	22
Gambar 2.23 Android 12.....	23
Gambar 2.24 Android 13.....	23
Gambar 2.25 Android 14.....	24
Gambar 2.26 Unity.....	24
Gambar 2.27 Blender	31
Gambar 2.28 Vuforia	34
Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem	45

Gambar 3.2 Rancangan <i>Splashscreen</i>	46
Gambar 3.3 Rancangan Menu Utama	46
Gambar 3.4 Rancangan Kamera AR.....	46
Gambar 3.5 Rancangan Panduan	47
Gambar 3.6 Rancangan Tentang Aplikasi	47
Gambar 3.7 Tahapan Model 3D Objek.....	47
Gambar 3.8 <i>Use Case Diagram</i>	48
Gambar 3.9 Main Menu <i>Activity Diagram</i>	48
Gambar 3.10 <i>Activity Diagram</i> AR Kamera dan <i>Marker Scan</i>	49
Gambar 3.11 <i>Activity Diagram</i> Petunjuk.....	49
Gambar 3.12 <i>Activity Diagram</i> Informasi.....	50
Gambar 3.13 <i>Sequence diagram</i> Deteksi Gambar <i>Target</i>	50
Gambar 3.14 <i>SSequence diagram</i> Petunjuk.....	51
Gambar 3.15 <i>Sequence diagram</i> Informasi.....	51
Gambar 3.16 Pembuatan <i>Target Manager</i>	52
Gambar 3.17 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>FAST</i> Pada Proses Pembuatan <i>Marker</i>	53
Gambar 3.18 <i>Rating Marker</i> Pada <i>Vuforia</i>	54
Gambar 3.19 Titik Pusat (<i>p</i>) Pada Koordinat (<i>x_p</i> , <i>y_p</i>).....	55
Gambar 3.20 Titik koordinat <i>n</i>	55
Gambar 3.21 <i>Flowchart</i> Sistem	59
Gambar 4.1 Tampilan <i>Splash Screen</i> Pertama.....	61
Gambar 4.2 Tampilan <i>Splash Screen</i> Kedua.....	61
Gambar 4.3 Tampilan Menu Utama.....	62
Gambar 4.4 Tampilan Kamera AR	62
Gambar 4.5 Tampilan Objek 3D dan deskripsi.....	63
Gambar 4.6 Tampilan Petunjuk Pertama	63
Gambar 4.7 Tampilan Petunjuk Kedua.....	64
Gambar 4.8 Tampilan Informasi Pertama.....	64
Gambar 4.9 Tampilan Informasi Kedua.....	65
Gambar 4.10 Tampilan Informasi Ketiga	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Waktu Penelitian	7
Tabel 2.1 Versi Unity	25
Tabel 2.2 Versi Blender	32
Tabel 2.3 Literatur Review	34
Tabel 2.4 Simbol dan fungsi <i>Flowchart</i>	38
Tabel 2.5 Simbol <i>Use Case Diagram</i>	40
Tabel 2.6 Simbol <i>Activity Diagram</i>	42
Tabel 3.1 <i>Rating Marker</i> pada Vuforia	56
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Instalasi Aplikasi Pengujian <i>Marker</i>	66
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Menu Utama Aplikasi	66
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sub Menu Petunjuk	66
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sub Menu Informasi	67
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kamera AR	67
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Terhadap Waktu Deteksi <i>Marker</i>	68
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Terhadap Pencahayaan	69
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Akurasi <i>Marker</i>	70
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Oklusi <i>Marker</i>	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan majunya pola pikir manusia di zaman sekarang, komputer banyak digunakan dalam berbagai macam bidang. Salah satunya teknologi dalam bidang pendidikan menjadi tantangan tersendiri dalam menemukan inovasi dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Dalam kegiatan pembelajaran di sekolah menengah atas pendidik menggunakan peralatan penunjang edukasi seperti media buku teks berisi gambar dan proyektor untuk penyampaian materi kepada para siswa. “Perlu adanya alternatif pembelajaran melalui penyajian yang menarik sehingga memberi pengalaman baru kepada siswa” (Satria et al., 2022).

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sangat penting bagi siswa kelas 6 MI NU Kalisari seperti pada materi pengenalan objek Tata Surya dan benda langit lainnya. Pada pembelajaran materi ini, siswa diajarkan untuk mengenal planet-planet dan benda langit yang dapat mengajak siswa untuk merefleksikan gambaran pada keadaan bentuk Tata Surya dengan menampilkan bentuk-bentuk planet dan benda langit. Dengan memanfaatkan berbagai *platform* seperti Unity, Blender, Vuforia Software Development Kit (SDK) dan *Algoritma Features from Accelerated Segment Test (FAST)*. Algoritma *FAST* digunakan untuk menentukan sudut yang ada pada citra.

Berdasarkan hasil penelitian ditempat pada salah satu guru sekolah MI NU Kalisari, pemahaman siswa dapat lebih mengerti jika terdapat alat bantu media pembelajaran, materi yang bersifat abstrak seperti materi sistem tata surya dalam bentuk planet dan bentuk objek langit lainnya hanya dapat diimajinasikan oleh siswa dan tidak dapat diamati dengan secara langsung. Sehingga peserta didik perlu bantuan media pembelajaran untuk dapat memahaminya. “Penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran juga dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman, menyajikan data dengan menarik dan terpercaya, memudahkan penafsiran data dan menyimpulkan informasi” (Lilisari & Hana,

2016). Media dalam pembelajaran bukan hanya alat bantu untuk guru, tapi juga berfungsi menyampaikan informasi kepada murid. Selain itu, media belajar dapat membantu menghilangkan rasa bosan siswa yang biasanya muncul dalam kegiatan belajar biasa. Dengan adanya media, proses belajar bisa jadi lebih menarik dan tidak monoton.

Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa smartphone memiliki fitur yang sama dengan mobile phone, serta perangkat keras yang lebih baik yang memungkinkan operasi yang lebih kompleks. Akibatnya, perkembangan mobile phone saat ini semakin condong ke arah smartphone. Teknologi terbaru digunakan pada smartphone, salah satunya adalah Augmented Reality. “Teknologi ini mungkin terdengar asing bagi sebagian orang karena kurang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, seiring kemajuan teknologi, semakin banyak aplikasi smartphone yang memanfaatkan Augmented Reality. Tentu saja, menambahkan teknologi Augmented Reality ke dalam brosur promosi akan membuat tampilannya lebih menarik bagi siswa” (Taufiq et al., 2020).

Setelah permasalahan yang telah digambarkan di atas, dengan menggunakan inovasi Augmented Reality (AR) berbasis Android dapat membantu siswa dalam memahami materi IPA bentuk planet tata surya dan bentuk objek langit lainnya. Planet dan objek langit lainnya akan ditampilkan sebagai objek tiga dimensi oleh aplikasi ini. Algoritma FAST digunakan untuk mempersingkat waktu deteksi marker dan mempercepat komputasi. Maka dari uraian sebelumnya dapat disimpulkan sebuah judul **“Implementasi Algoritma *Fast* Pada Aplikasi Media Pembelajaran Tata Surya Berbasis *Augmented Reality* Studi Kasus Sekolah Mi Nu Kalisari”**. Aplikasi media pembelajaran ini diharapkan dapat membantu sekolah dan aplikasi ini jelas bukan pengganti belajar yang sudah ada.

1.2 Identifikasi Masalah

Kesimpulan masalah yang terdapat pada latar belakang dapat diidentifikasi, sebagai berikut:

1. Siswa mengalami kesulitan untuk memahami mata pelajaran pada materi Tata Surya yang bersifat abstrak, sehingga memerlukan media untuk membantu imajinasi peserta didik.

1.3 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah penelitian berdasarkan latar belakang di atas sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan *Algoritma FAST* pada aplikasi media pembelajaran *Augmented Reality*?
2. Bagaimana memperkenalkan objek tata surya dan benda langit dengan menarik dan interaktif?
3. Bagaimana memfasilitasi media pembelajaran pada mata pelajaran IPA menggunakan *Augmented Reality* berbasis Android.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada aplikasi media pembelajaran ini sebagai berikut:

1. Penggunaan Android dari versi Android 5.0 Lollipop atau yang lebih tinggi sebagai interface untuk pengembangan aplikasi.
2. Yang disimulasikan dalam penelitian ini berupa objek tata surya yaitu 8 objek planet, 1 objek matahari dan 5 benda langit dengan tampilan objek 3D.
3. Aplikasi ini digunakan kelas 6 MI untuk mata pelajaran IPA pada materi objek tata surya.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.5.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dibuatnya proyek akhir ini membangun Aplikasi Media Pembelajaran Tata Surya sebagai berikut:

1. Menerapkan algoritma FAST dalam aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi pendeteksian fitur dalam memvisualisasikan objek 3D sistem tata surya.
2. Pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis Android yang dilengkapi dengan fitur *Augmented Reality* untuk memperkenalkan objek-objek dalam bentuk 3D secara interaktif, guna meningkatkan pemahaman terhadap materi pembelajaran.
3. Mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis Android yang memanfaatkan *Augmented Reality* dan algoritma *FAST* untuk mendukung pembelajaran IPA, dengan fokus pada visualisasi objek langit secara dinamis.

1.5.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* ini sebagai berikut:

1. Tampilan bentuk visualisasi 3D dapat memudahkan siswa kelas 6 dalam pembelajaran di sekolah.
2. Meningkatkan tingkat belajar siswa pada mata pelajaran IPA khususnya pada materi tata surya. Dengan adanya deskripsi ciri-ciri planet, siswa dapat mengetahui perbedaan antara planet-planet atau benda langit lainnya.
3. Aplikasi media pembelajaran ini guru dapat terbantu dengan adanya alat bantu peraga pada materi *System* tata surya.

1.6 Metode Penelitian dan Teknik Penelitian

1.6.1 Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2012: 8) dalam (Rahmatina Rahim et al., 2019: 136) yaitu “Sebuah metode untuk mempelajari populasi atau sampel tertentu, instrumen penelitian digunakan untuk mengumpulkan data dan analisis data kuantitatif”. Objek penelitian ini pada sekolah MI NU Kalisari.

“Setiap penelitian akan selalu dimulai dengan masalah. Dapat dipastikan bahwa memilih masalah penelitian seringkali terdapat hal yang paling sulit dalam proses penelitian” (Tuckman, 1988) dalam (Ansori & Iswati, 2009: 18).

1.6.2 Teknik Penelitian

Dalam teknik penelitian ini terdapat 3 tahapan, sebagai berikut:

1. Observasi

“Sebuah usaha sadar dalam mengumpulkan informasi secara efisien, dengan mengetahui keadaan siswa di kelas, wawancara dan dokumentasi untuk mendapatkan informasi mengenai profil sekolah, identitas siswa dan hasil penelitian. Metode ini juga didasarkan pada hasil tes”. (Arikunto, 2013).

2. Wawancara

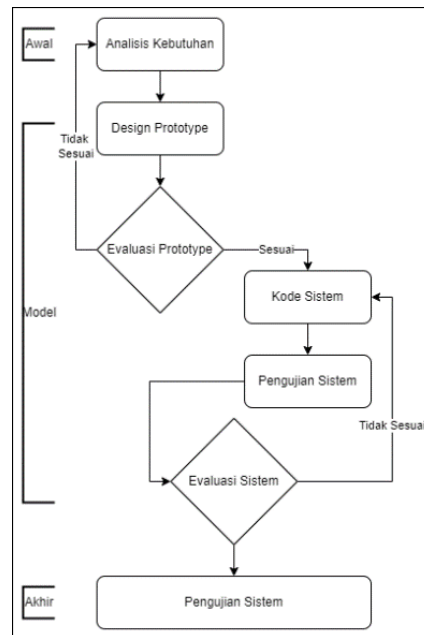
“Wawancara adalah percakapan dengan tujuan tertentu. Responden, dalam hal ini pihak dari instansi secara langsung oleh penulis untuk mendapatkan informasi secara lisan berupa kasus-kasus yang dihadapi dan digunakan sebagai bahan pengembangan sistem aplikasi”. (Moleong, L. J., 1989).

3. Studi Pustaka

Serangkaian aktifitas untuk mendapatkan informasi dengan memilih buku, jurnal, laporan penelitian dan situs internet. Sumber-sumber tersebut dibutuhkan untuk melengkapi data dan informasi yang memiliki keterkaitan proses pemecahan masalah yang ada pada penelitian.

1.7 Metode Pengembangan

Penelitian ini menggunakan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Prototype*. “Metode pengembangan perangkat lunak Prototype dipilih karena sifatnya yang fleksibel dan memungkinkan dilakukannya perbaikan secara bertahap. Dengan demikian, perangkat lunak yang dihasilkan dapat terus disempurnakan hingga memenuhi kebutuhan pengguna. Selain itu tahapan pada metode ini jelas dan mudah dipahami”. (Roger.S.Ph.D, 2002).



Gambar 1.1 Metode Prototype

Berikut penjelasan tahapan dari metode *Prototype* pada penelitian sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam tahapan pertama yang digunakan pada penelitian ini analisis kebutuhan sistem. Pada tahapan ini penelitian mengidentifikasi kebutuhan sistem dan permasalahan yang akan diteliti.

2. Desain Prototype

Pemodelan dilakukan dengan perancangan *Prototype* untuk membangun sebuah *System Augmented Reality*. Pembuatan *marker* dengan mengimplementasikan Algoritma *FAST* dapat menggambarkan objek dari pengimplementasian *Augmented Reality*.

3. Evaluasi Prototype

Tahap yang berkaitan dengan pembuatan *Prototype* dan perancangan *System*. Dilakukannya evaluasi terhadap *Prototype* yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan. Jika tidak sesuai dengan kebutuhan, maka tahap yang akan dilakukan untuk penyempurnaan *Prototype* kembali pada tahap desain *prototype*.

1.9 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang masalah yang menjadi dasar penelitian, perumusan masalah yang akan dijawab, batasan masalah untuk memperjelas fokus penelitian, identifikasi penelitian yang menjelaskan ruang lingkup penelitian, tujuan yang diinginkan, manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian, serta langkah-langkah sistematis dalam penulisan skripsi.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini merupakan landasan teori dari penyusunan penulisan yaitu *Augmented Reality*, Algoritma *FAST*, Android, Unity 3D, Blender 3D, Vuforia SDK, Flowchart, UML dan lain-lain

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan menjelaskan secara rinci mengenai proses perancangan aplikasi yang akan dikembangkan menggunakan metode prototype. Penjelasan akan mencakup rancangan awal aplikasi, perangkat keras yang diperlukan untuk memungkinkan aplikasi berjalan, serta perangkat lunak yang digunakan untuk mengendalikan dan mengoperasikan aplikasi tersebut.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini memaparkan proses penerapan secara konkrit dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Selain itu, bab ini juga mencakup tahap pengujian yang bertujuan untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan (*bug*) yang mungkin terdapat dalam program.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan rangkuman dari seluruh pembahasan yang telah dilakukan dalam bab-bab sebelumnya. Selain itu, juga diberikan beberapa saran yang diharapkan dapat berguna untuk pengembangan sistem di masa mendatang dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Keterkaitan dengan Al-Quran

Guru memiliki peran yang sangat penting dalam memanfaatkan media pembelajaran. Dengan kreativitas dan inovasi, guru dapat menciptakan lingkungan belajar yang kondusif bagi siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran. “Penggunaan media yang variatif juga dapat membantu pendidik dalam mengoptimalkan waktu pembelajaran dan mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan”. (Latif & Fadriati, 2023).

Implementasi nilai-nilai agama merupakan landasan yang kokoh bagi seorang pendidik. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surah An-Nahl ayat 125:

﴿ وَانْزِلْنَا إِلَيْكَ الذِّكْرَ لِتُبَيِّنَ لِلنَّاسِ مَا نُزِّلَ إِلَيْهِمْ وَلَعَلَّهُمْ يَتَفَكَّرُونَ ۚ ﴾ (النحل/16:44)

Artinya: “Serulah (manusia) kepada jalan Tuhan-mu dengan hikmah dan pelajaran yang baik dan bantahlah mereka dengan cara yang baik”. (An-Nahl/16:44)

Media pembelajaran visual merupakan perangkat yang menyalurkan pesan pembelajaran secara visual tanpa melibatkan unsur audio. Sebagaimana firman Allah SWT surah Al-Baqarah (2) 31:

﴿ وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ۚ ﴾ (البقر(2): 31)

“Dan Dia mengajarkan kepada Adam Nama-nama (benda-benda) seluruhnya, kemudian mengemukakannya kepada Para Malaikat lalu berfirman: "Sebutkanlah kepada-Ku nama benda-benda itu jika kamu memang benar orang-orang yang benar!". (Al-Baqarah(2):31)

Dari ayat tersebut Allah SWT menganugerahkan kepada Nabi Adam a.s. ilmu tentang seluruh penamaan benda di muka bumi. Allah memerintahkan para

malaikat untuk menyebutkan nama-nama tersebut, suatu hal yang sebelumnya tidak mereka ketahui. Allah telah memberikan gambaran bentuknya kepada Nabi Adam mengenai rupa dan bentuk dari setiap benda tersebut.

2.2 *Augmented Reality*

Augmented Reality atau disingkat AR adalah penggabungan objek yang memiliki dua atau tiga dimensi kemudian direfleksikan dalam waktu nyata (*real time*), pengguna teknologi ini dapat melihat objek virtual 2D atau 3D yang diproyeksikan pada dunia nyata.

Menurut definisi (Pramono, 2013) bahwa, “Perjalanan teknologi *Augmented Reality* dimulai pada tahun 1957 ketika Morton Heilig memperkenalkan Sensorama, sebuah simulator yang menghadirkan pengalaman *multi-sensorial*. Tahun 1966, Ivan Sutherland mengembangkan perangkat yang memungkinkan pengguna melihat gambar 3D seolah-olah nyata. Pada tahun 1975, Myron Krueger berhasil menciptakan interaksi antara manusia dengan objek virtual. Selanjutnya, Jaron Lanier memperkenalkan konsep *Virtual Reality* pada tahun 1989. Pada awal tahun 1990-an, teknologi AR mulai diaplikasikan dalam industri penerbangan, salah satunya untuk perbaikan pesawat Boeing. Pada tahun yang sama, LB Rosenberg mengembangkan *Virtual Fixtures*, sebuah teknologi AR yang digunakan dalam pelatihan militer.”.

Menurut Ronald T. Azuma dalam (Ainni & Prasetyo, 2020 : 2), “*Augmented Reality* (AR) ialah teknologi interaktif yang menggabungkan elemen dunia nyata dengan elemen virtual secara real-time. Melalui teknologi ini, pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan objek tiga dimensi yang dihasilkan komputer seolah-olah objek tersebut benar-benar ada di dunia nyata. Objek virtual ini kemudian diproyeksikan dan diintegrasikan secara mulus ke dalam pandangan pengguna terhadap lingkungan fisiknya.

Menurut (Muhamad Nurkhafid, 2019 : 25) mendefinisikan bahwa *Augmented Reality* sebagai sistem yang memiliki karakteristik yaitu:

1. Integrasi antara dunia nyata dan dunia virtual.

2. Beroperasi secara real-time dengan kemampuan interaktif.
3. Integrasi dalam tiga dimensi (3D).

2.2.1 Aplikasi *Augmented Reality*

Taufiq et al., (2020 : 4) mendefinisikan kegunaan teknologi *Augmented Reality* pada beberapa bidang yang pernah digunakan dalam kehidupan sehari – hari:

1. Kedokteran (*Medical*): Teknologi pencitraan medis berperan cukup penting dalam berbagai prosedur medis, seperti simulasi operasi dan pengembangan vaksin. Penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam visualisasi penelitian medis semakin meluas, memungkinkan para ahli medis untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.
2. Hiburan (*Entertainment*): Dalam industri hiburan, *Augmented Reality* (AR) digunakan untuk meningkatkan kualitas visual dan pengalaman *audiens*. Salah satu contohnya adalah dalam produksi siaran cuaca, di mana teknologi *chroma key* (layar hijau atau biru) dikombinasikan dengan AR untuk menghasilkan *overlay* visual yang realistis. Hal ini memungkinkan wartawan untuk berinteraksi secara langsung dengan grafik cuaca yang ditampilkan.
3. Latihan Militer (*Military Training*): Militer sudah mengadopsi teknologi *Augmented Reality* untuk meningkatkan efektivitas pelatihan tempur. Salah satu penerapannya adalah dalam simulasi perang, di mana prajurit dapat berinteraksi dengan lingkungan virtual yang realistis, menciptakan pengalaman pelatihan yang lebih imersif dan mendalam.
4. *Engineering Design*: Dalam dunia *engineering design*, *Augmented Reality* (AR) telah menjadi alat yang sangat berguna untuk memvisualisasikan desain kepada klien. Dengan AR, desainer dapat menghadirkan representasi yang lebih realistis dan interaktif dari produk, memungkinkan klien untuk memahami secara detail spesifikasi dan fitur desain.
5. *Robotics* dan *Telerobotics*: Pada bidang ini, operator mengandalkan pada antarmuka visual untuk mengendalikan robot. *Augmented Reality* (AR) dapat meningkatkan antarmuka ini dengan menyediakan informasi visual yang kaya

dan interaktif, memungkinkan operator untuk melihat robot dan lingkungannya dalam konteks yang lebih luas.

6. *Consumer Design: Augmented Reality (AR)* telah menjadi alat yang efektif dalam promosi produk. Dengan AR, perusahaan dapat menghadirkan brosur produk dalam format tiga dimensi yang interaktif, memungkinkan calon pelanggan untuk mengeksplorasi produk secara visual dan mendapatkan informasi yang lebih komprehensif sebelum membuat keputusan pembelian.

2.3 Metode *Augmented Reality*

2.3.1 *Marker*

Marker adalah penanda untuk memunculkan objek yang terdapat pola atau tanda kemudian akan dikenali oleh komputer dengan menggunakan kamera. Menurut definisi Katiyar, et al., (2015) dalam (Reno Muhammad et al., 2019: 1063), “Marker ini berfungsi sebagai jembatan antara dunia nyata dan dunia virtual dalam teknologi augmented reality. Perangkat lunak kemudian dapat menggunakan gambar-gambar ini sebagai pengganti untuk menampilkan item virtual. Mayoritas *marker augmented reality* dirancang dengan kombinasi warna hitam-putih untuk optimalisasi deteksi oleh kamera. Kendati demikian, kombinasi warna lain dapat digunakan sepanjang kontras antarwarna tersebut cukup mencolok untuk diidentifikasi oleh perangkat lunak pengenalan citra”.

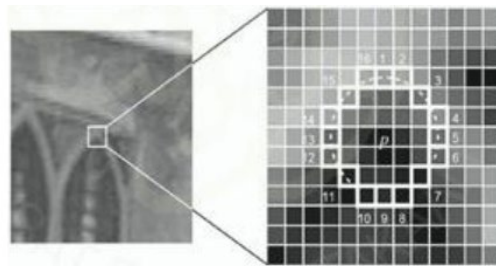
2.3.2 Algoritma *FAST Corner*

FAST singkatan dari *Features from Accelerated Segment Test*. Algoritma *FAST Corner* ialah algoritma yang mendeteksi titik sudut pada objek untuk dijadikan titik pusat dengan menurunkan tingkat akurasi pendeteksi sudut. Menurut Priantama et al., (2021 : 83) mendefinisikan bahwa algoritma *FAST Corner Detection* dan keterkaitannya dengan algoritma, “*FAST Corner* ialah algoritma yang dapat mendeteksi titik pusat (*interest point*) dengan kecepatan tinggi yang menggunakan pertimbangan pixel dalam area melingkar yang mengelilingi *interest point* (titik pusat). Dalam visi sistem dan proses segmentasi, pendekatan deteksi titik minat mengambil beberapa sudut dari suatu objek dan mengidentifikasi isi dari suatu gambar”.

Definisi algoritma *FAST Corner* dari (Xiong et al., 2019) dalam Fauziah et al., (2021 : 191) ialah “Dengan mengubah gambar menjadi warna hitam dan putih, algoritma FAST menentukan titik koordinat di lokasi tertentu untuk menetapkan titik pusat. Setelah itu, algoritma akan menentukan bahwa titik p perlu dibagi menjadi 16 piksel agar bertemu di titik sudut yang sama dengan titik pusat”.

Priantama et al., (2021 : 83) menjelaskan cara kerja dari algoritma *FAST (Features From Accelerated Segment Test) Corner Detector*:

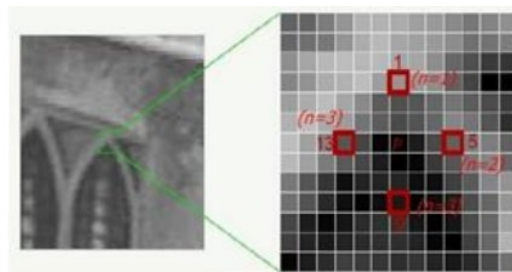
1. Menentukan suatu titik p pada gambar dengan posisi dasar (x_p, y_p) .



(Sumber: Priantama et al., 2021: 84)

Gambar 3.1 Titik awal

2. Tentukan empat titik. Titik pertama ($n = 1$) berada pada koordinat (x_p, y_{p+3}) , titik kedua ($n = 2$) berada pada koordinat (x_{p+3}, y_p) , untuk titik ketiga terletak pada koordinat ($n = 3$) berada pada titik koordinat (x_p, y_{p-3}) dan untuk titik keempat ($n = 4$) ada pada titik koordinat (x_{p-3}, y_p) .



(Sumber: Priantama et al., 2021: 84)

Gambar 3.2 Empat titik koordinat

3. Intensitas piksel pada titik pusat P akan dibandingkan dengan intensitas piksel pada keempat titik. Jika terdapat minimal tiga titik yang memiliki intensitas

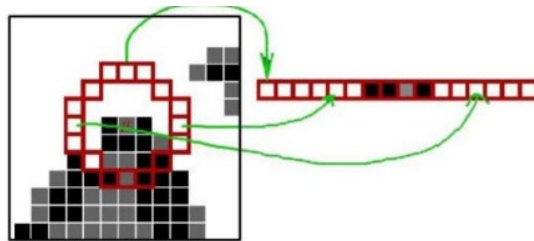
secara signifikan berbeda dari titik pusat, maka titik p dapat dikategorikan sebagai titik sudut.

$$S_p - x = \begin{cases} I_p - x \leq I_p - t & (Gelap) \\ I_p - t < I_p - x < I_p + t & (Normal) \\ I_p + t \leq I_p - x & (Cerah) \end{cases}$$

Keterangan:

I_p = intensitas pixel

T = threshold



(Sumber: Priantama et al., 2021: 84)

Gambar 3.3 Tiga titik memenuhi syarat

4. Ulangi proses hingga pada seluruh titik citra sudah dibandingkan intensitasnya.

2.4 Android



Gambar 2.4 Android

(Sumber: www.freepnglogos.com)

Android adalah sistem operasi untuk *smartphone* atau komputer tablet yang berbasis *open source* Linux. Android memberikan *platform* terbuka kepada para *developer* yang digunakan untuk membangun aplikasi mereka sendiri. Menurut definisi dari (Sugiharto, 2019 : 184), “Dikembangkan oleh Android Inc. dengan bantuan dari Google. Android merupakan sebuah proyek untuk menciptakan sistem

operasi mobile. Setelah diakuisisi oleh Google pada tahun 2005 dan berkembang pesat hingga saat ini menjadi sistem operasi mobile paling populer di dunia. Pada saat ini banyak *platform* digunakan pada perangkat seluler yang berupa *Symbian*, *iOS*, *Windows Mobile*, *BlackBerry*, *Java Mobile Edition*, *Linux Mobile* (LiM), dan banyak lagi”.

Untuk pengembangan aplikasi android dibutuhkan adanya beberapa tools seperti *Android Software Development Kit* (SDK) dan *Android Development Tools*. Menurut (Robianto Riska et al., 2022 : 62) :

1. *Android Software Development Kit* (SDK): Android SDK saat ini berfungsi sebagai alat bantu dan API untuk memulai pengembangan aplikasi pada *platform* android menggunakan bahasa pemrograman java. Tools API (*Aplication Programing Interface*) ini digunakan untuk mengembangkan aplikasi yang menggunakan Java sebagai bahasa pemrograman untuk platform Android.
2. *Android Development tools* (ADT): Salah satu plugin untuk *IDE Eclipse* yang memudahkan pengembangan aplikasi android dengan menggunakan *ADT* untuk memudahkan pembuatan aplikasi android, seperti membuat *GUI* aplikasi, menambahkan komponen, dan *running* aplikasi yang sudah dibuat dengan menggunakan android SDK melalui *Eclipse*. Dengan ADT ini, kita juga dapat membuat paket android (*.apk*) yang digunakan untuk distribusi android. Terdapat berbagai versi android dimulai dari awal hingga yang akan rilis, sebagai berikut:

1. Android 1.0 (*Apple Pie*)



(Sumber:
www.1000logos.net/android-logo)

Gambar 2.5 Android 1.0

Tanggal: 23 September 2008

Fitur:

Download dan pembaruan melalui Android Market, web browser, dukungan kamera, sinkronisasi

2. Android 1.1 (*Banana Bread*)



(Sumber:
www.1000logos.net/android-logo)

Gambar 2.6 Android 1.1

antara Gmail, kontak, Google Agenda, Google Maps, dan YouTube.

Tanggal : 9 Februari 2009

Fitur :

Show dan Hide nomor keyboard pada aplikasi telephone, kemampuan menyimpan pada MMS attachments.

3. Android 1.5 (*Cup Cake*)



(Sumber:www.pngwing.com)

Gambar 2.7 Android 1.5

Tanggal : 30 April 2009

Fitur :

Support Bluetooth A2DP, AVRCP, soft-keyboard dengan prediksi teks, rekaman atau menonton video.

4. Android 1.6 (*Donut*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.8 Android 1.6

5. Android 2.0 – 2.1 (*Eclair*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.9 Android 2.0

6. Android 2.2 (*Frozen Yoghurt*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.10 Android 2.2

7. Android 2.3 (*Gingerbread*)

Tanggal : 15 Spetember 2009

Fitur :

Gesture framework, navigasi *turn-by-turn*.

Tanggal : 26 Oktober 2009

Fitur :

HTML, *Digital zoom*, mendukung *Microsoft exchange*, *Bluetooth 2.1*, *live wallpaper*, *update UI*.

Tanggal : 20 Mei 2010

Fitur :

Peningkatan kecepatan implementasi JIT, *Tethering USB*, instalasi untuk meluaskan memori, mendukung *upload file* pada *browser*, animasi *GIFs*.



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.11 Android 2.3

Tanggal : 6 Desember 2010

Fitur :

Pembaruan pada *UI*, peningkatan *keyboard ease of use*, peningkatan *copy paste*, fitur sosial *networking*, perkembangan *power management*, *support NFC*, & *native VoLP/SIP*, mendukung untuk *video call*.

8. Android 3.0 - 3.2 (*Honeycomb*)



(Sumber: www.pngwing.com)

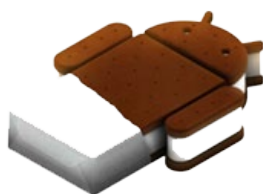
Gambar 2.12 Android 3.0

Tanggal : 22 Februari 2011

Fitur :

Pembaruan pada 3D *UI*, *transport protocol media*, *video chat google talk*, *google eBooks* dan *private browsing*.

9. Android 4.0 (*Ice Cream Sandwich*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.13 Android 3.0

Tanggal : 18 Oktober 2011

Fitur :

Penggunaan *System lock screen*, peningkatan *text input*, *control over network data*, *support aplikasi Email EAS v14*, fitur *wifi direct*, *support bluetooth health device*.

10. Android 4.1 – 4.3 (*Jelly Bean*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.14 Android 4.1

Tanggal : 9 Juli 2012

Fitur :

Support Google now, support voice search, peningkatan kecepatan, peningkatan aplikasi kamera, mengaktifkan sistem akses.

11. Android 4.4 (*KitKat*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.15 Android 4.4

Tanggal : 23 Oktober 2013

Fitur :

Rekaman layar, new translucent System UI, perkembangan akses notifikasi, pengaturan System-wide untuk closed captioning.

12. Android 5.0 (*Lollipop*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.16 Android 5.0

Tanggal : 17 Oktober 2014

Fitur :

Desain baru, peningkatan kecepatan, dan juga peningkatan daya tahan battery.

13. Android 6.0 (*Marshmallow*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.17 Android 6.0

Tanggal : 5 Oktober 2015

Fitur :

Support USB Type-C, dapat autentikasi sidik jari, peningkatan daya tahan baterai dengan manajemen konsumsi, *Support* sistem pembayaran pada Android *play* dengan *Fingerprint Authentication*.

14. Android 7.0 – 7.1 (*Nougat*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.18 Android 7.0

Tanggal : 22 Agustus 2016

Fitur :

Support Multi Window, fitur langsung membalas pesan dari menu notifikasi, tampilan panel notif dan *quick settings* yang baru, *Doze* yang ditingkatkan (*Doze mode 2.0*).

15. Android 8.0 – 8.1 (*Oreo*)



(Sumber: www.pngwing.com)

Gambar 2.19 Android 8.0

Tanggal : 21 Agustus 2017

Fitur :

Kecepatan pada *boot up* dua kali lebih cepat, mode *picture in picture* lebih fleksibel, baterai lebih tahan lama, pembaruan emoji dan lebih banyak.

16. Android 9.0 (*Pie*)



(Sumber:
www.pngaaa.com/detail/15871)

Gambar 2.20 Android 9.0

Tanggal : 6 Agustus 2018

Fitur :

Adaptive Battery yang berguna mengatur pola daya dan aktivitas yang menguras baterai, *Adaptive Brightness* untuk pengaturan kecerahan layar, dapat membatasi waktu penggunaan aplikasi.

17. Android 10 (*Android Q*)



(Sumber:
www.1000logos.net/android-logo/)

Gambar 2.21 Android 10

Tanggal : 3 September 2019

Fitur :

Memberi teks otomatis pada *video*, Mode gelap Android berwarna hitam absolut agar daya baterai tahan lama, *Smart Reply* saran balasan untuk pesan.

18. Android 11 (*Red Velvet Cake*)



(Sumber:
www.1000logos.net/android-logo/)

Gambar 2.22 Android 11

Tanggal : 8 September 2020

Fitur :

Fitur Balon yang menyematkan percakapan muncul di atas layar, memiliki fitur perekam layar bawaan.

19. Android 12 (*Snow Cone*)



(Sumber: www.logowik.com/search?q=android+12)

Gambar 2.23 Android 12

Tanggal : 4 Oktober 2021

Fitur :

Tema dinamis, *Scrolling Screenshot*,
Mengontrol akses indikator mikrofon
dan kamera, *privacy Dashboard*.

20. Android 13 (*Tiramisu*)



(Sumber: www.logowik.com/search?q=android+13)

Gambar 2.24 Android 13

Tanggal : 10 Februari 2022

Fitur :

Notifikasi *Permission*, opsi bahasa
pada setiap aplikasi, *photo picker*,
dapat *Multitasking* dengan mudah.

21. Android 14 (*Upside Down Cake*)

Tanggal : 5 Oktober 2023

Fitur :

Fitur *wallpaper* yang didukung dengan AI, lampu flash kamera untuk notifikasi kamera. Dapat membuat *wallpaper* sendiri.



(Sumber:

www.1000logos.net/android-logo)

Gambar 2.25 Android 14

2.5 Unity 3D



Gambar 2.26 Unity

(Sumber: www.seeklogo.com)

Unity merupakan aplikasi pengembangan *cross-platform*, dalam hal ini dapat membuat serta merilis *game* fps, 2D atau 3D ke berbagai macam *platform* seperti Windows, Linux, Mac OS, Android, iOS, PS3 dan PS4. Aplikasi Unity juga support dengan versi 64-bit, juga bisa berjalan pada Mac OS, Windows. Definisi dari penulis lain tentang aplikasi unity menjelaskan bahwa “Sejenis teknologi terbaru yang membantu *developer game* membuat *game* lebih cepat dan lebih mudah”.(Rozi et al., 2021 : 438).

Sartika et al., (2016 : 898) juga menjelaskan bahwa terdapat beberapa bagian. Beberapa bagian dari unity yaitu:

1. *Asset* : Merupakan sumber daya yang dapat digunakan kembali dalam proyek Unity. Dengan menggunakan *asset*, *developer* dapat mengorganisir dan mengelola berbagai jenis data yang diperlukan untuk pengembangan *game*.

2. *Scenes* : *Unit* dasar dalam pengembangan *game* Unity. Setiap *scene* adalah representasi visual dari suatu bagian dalam *game* dan dapat berisi berbagai objek 3D, 2D, cahaya, kamera, dan elemen UI.
3. *Game Objects* : Objek dasar dalam Unity yang berfungsi sebagai wadah untuk komponen-komponen. Komponen-komponen inilah yang memberikan fungsionalitas pada *GameObject*, seperti kemampuan untuk bergerak, berinteraksi, atau menampilkan animasi.
4. *Components* : Ialah modul-modul kecil yang ditambahkan ke *GameObject* untuk memberikan perilaku dan fungsionalitas tertentu. Komponen ini menentukan bagaimana *GameObject* berinteraksi dengan dunia *game* dan objek lainnya.
5. *Script* : Bagian dari komponen yang memungkinkan *developer* untuk menambahkan logika dan interaksi pada *GameObject*. Bahasa *scripting* yang didukung Unity antara lain C#, JavaScript, dan Boo.
6. *Prefabs* : *asset* yang dapat digunakan kembali yang berisi hierarki *GameObject* dan komponen. *Prefab* memungkinkan kita untuk mengorganisasi dan mengelola aset dalam proyek Unity.

Setiap versi baru membawa peningkatan kinerja, fitur baru, dan perbaikan *bug*. Berikut adalah ringkasan umum dari beberapa versi utama Unity yang diurutkan berdasarkan tahun rilis, seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Versi Unity

Versi Unity	Tahun Rilis	Fitur Utama dan Perubahan Signifikan	<i>Platform</i> Dukungan Utama
Unity 1.0	2005	Versi awal, fokus pada pengembangan 2D, dukungan terbatas untuk 3D.	Windows
Unity 2.0	2007	Peningkatan signifikan pada dukungan 3D,	Windows, Mac

		integrasi PhysX, editor yang lebih baik.	
Unity 3.0	2010	Mesin fisika yang lebih baik, peningkatan kinerja, dukungan iOS, lightmapping yang lebih baik.	Windows, Mac, iOS
Unity 4.0	2012	Editor yang lebih intuitif, dukungan WebGL, peningkatan kinerja, dukungan untuk <i>platform mobile</i> yang lebih luas.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL
Unity 5.0	2015	Rendering universal, pencahayaan global, Asset Store yang lebih besar, peningkatan performa.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One
Unity 2017	2017	Timeline, Cinemachine, peningkatan VR, dukungan ARKit dan ARCore.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One, Nintendo Switch
Unity 2018	2018	Scriptable Render Pipeline, Shader Graph, peningkatan performa, dukungan HDRP.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One, Nintendo Switch
Unity 2019	2019	Package Manager, Job System, Burst Compiler, peningkatan UI, dukungan Stadia.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox

			One, Nintendo Switch, Stadia
Unity 2020	2020	High Definition Render Pipeline (HDRP), Universal Render Pipeline (URP), peningkatan VR dan AR.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One, Nintendo Switch, Stadia
Unity 2021	2021	Shader Graph improvements, Visual Scripting, peningkatan performa, dukungan untuk konsol generasi berikutnya.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One, Nintendo Switch, Stadia, PS5, Xbox Series X/S
Unity 2022	2022	DOTS (Data-Oriented Technology Stack), peningkatan performa, dukungan cloud build, peningkatan UI.	Windows, Mac, iOS, Android, WebGL, Linux, PS4, Xbox One, Nintendo Switch, Stadia, PS5, Xbox Series X/S

2.6 Bahasa Pemrograman C-Sharp

Alat yang digunakan programmer untuk membuat aplikasi di komputer. Bahasa ini sangat populer dan banyak digunakan untuk membuat berbagai macam program, dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks. Definisi (Maulana & Suryana, 2023:22), "C# adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang kuat dan fleksibel, dikembangkan oleh Microsoft sebagai bagian dari kerangka kerja .NET. C# digunakan secara luas dalam pengembangan aplikasi desktop, web, dan mobile".

Beberapa alasan popularitas C# termasuk orientasi objek yang kuat, kinerja tinggi, integrasi dengan Visual Studio, dukungan komunitas yang besar, dan cross-

platform. Sebagai bahasa pemrograman yang sangat baik untuk berbagai aplikasi dunia nyata, C# memungkinkan pengembang untuk membuat solusi yang efektif dan dapat diandalkan dengan dukungan kuat dari .NET. Beberapa contoh penerapan C# yang umum, sebagai berikut:

1. Pengembangan *Game*: Unity menjadi salah satu *game engine* paling populer di dunia, menggunakan C# sebagai bahasa scripting utama. *Game-game* terkenal seperti *PUBG Mobile* dan *Among Us* dibangun menggunakan Unity dan C#.
2. Pengembangan Aplikasi *Web*: Microsoft memungkinkan Anda membangun aplikasi web modern yang cepat. Banyak perusahaan besar menggunakan ASP.NET Core untuk membangun aplikasi web mereka, seperti Stack Overflow dan GitHub.
3. Pengembangan Aplikasi *Mobile*: Xamarin sebuah *platform* lintas *platform* yang diakuisisi oleh Microsoft, memungkinkan pengembang menggunakan C# untuk membuat aplikasi *mobile* yang berjalan pada sistem operasi iOS, Android, dan Windows.
4. Pengembangan Aplikasi *Desktop*: Dua teknologi yang kuat, WPF (Windows Presentation Foundation) dan WinForms digunakan untuk membangun aplikasi desktop pada sistem operasi Windows yang memiliki banyak fitur.
5. Analisis Data dan *Machine Learning*: ML.NET adalah framework open-source yang memungkinkan Anda membangun model *machine learning* kustom tanpa harus menjadi ahli *data science*.
6. IoT (*Internet of Things*): Aplikasi untuk perangkat *Internet of Things* (IoT), seperti sensor, aktuator, dan perangkat yang terhubung ke internet, dapat dikembangkan dengan C#.
7. *Cloud Computing*: Azure, layanan cloud computing dari Microsoft, menyediakan berbagai layanan yang dapat diakses melalui C#.
8. *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR): C# digunakan untuk membangun aplikasi VR dan AR yang immersive dan interaktif.

2.7 Figma

Tools ini biasanya digunakan sebagai alat prototyping vektor dan editor grafis berbasis web yang dapat diaktifkan oleh aplikasi desktop untuk *Mac OS* dan *Windows*.

Figma menurut Anendya (2022) ialah “Figma adalah alat desain yang dapat digunakan pada sistem operasi Windows dan Mac OS untuk membuat prototipe aplikasi dan berbagai desain lainnya. Aplikasi ini sangat cocok untuk membuat UI untuk aplikasi atau *website* karena berbasis vektor. Selain itu, Figma menyediakan aplikasi berbasis web yang tidak perlu diinstal di komputer. Karena berbasis *internet*, *tools* ini sudah otomatis menyimpan pekerjaan yang sedang dilakukan”. Oleh karena itu, dapat digunakan kapan saja dan di mana saja selama jaringan internet stabil.

Rizka Chandra Puspitasari (2023), “Figma adalah alat desain berbasis web yang terhubung ke cloud. Dengan menggunakan internet, dapat digunakan kapan saja dan di mana saja. Karena berbasis *vector*, *tools* ini lebih cocok untuk mendesain aset ilustrasi dan UI (*User Interface*) untuk web atau ponsel”. Kelebihan alat ini adalah fokusnya pada kemudahan desain *jamming* atau *multiplatform* tanpa perlu menggabungkan desain secara manual.

1. Fitur

Anendya (2022) menjelaskan fitur dan fungsi pada figma yaitu Figma menawarkan berbagai fitur, seperti yang dilaporkan oleh situs resmi perusahaan, di antaranya adalah:

- a. *Modern pen tool* : Alat memungkinkan pembuatan *vector* dengan lebih intuitif. Fitur *Vector Networks* memungkinkan kita menggambar bebas tanpa harus khawatir tentang titik kontrol.
- b. *Instant arc designs* : Memudahkan pada pembuatan busur, lingkaran, dan bentuk lainnya tanpa khawatir hasilnya tidak lurus.
- c. *OpenType* : serangkaian fitur font di Figma. Fitur ini memungkinkan *User* menyesuaikan font kompleks untuk menggambarkan hasil yang lebih baik.

- d. *Less manual resizing* : Sebuah fitur yang memungkinkan desainer untuk secara otomatis menyesuaikan ukuran teks pada tombol.
- e. *Stretch to fill* : Fitur tata letak otomatis di Figma yang memungkinkan komponen menyesuaikan ukuran dan posisinya secara dinamis berdasarkan ukuran *container* atau *frame*. Fitur ini sangat berguna untuk membuat desain yang responsif dan mudah diadaptasi ke berbagai ukuran layar.
- f. *Design speaks development* : Fitur yang memungkinkan *designer* dan *developer* bekerja sama lebih efektif. Dengan fitur ini, perubahan desain akan langsung tercermin dalam kode, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dan mempercepat proses pengembangan.
- g. *Plugin* : Fitur plugin Figma yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan desain adalah icon, grafik, diagram, dan banyak lagi.
- h. *Widget* : Komponen yang dapat ditambahkan ke desain Figma. Berbeda dengan *plugin* yang bersifat pribadi, *widget* dapat diakses oleh semua anggota tim yang bekerja pada *file* yang sama. *Widget* ini dapat memberikan fungsionalitas tambahan pada desain, seperti *timer*, *voting*, atau integrasi dengan layanan pihak ketiga.
- i. *Easy development* : Apabila desainer berhasil membuat desain untuk web atau aplikasi dengan Figma, desainer lain dapat dengan mudah melanjutkannya.
- j. *Private extensions* : Setiap bisnis atau lembaga memiliki kemampuan untuk membuat atau mendistribusikan *plugin private* dan *widget* pribadi untuk bisnis mereka.
- k. *Unlimited viewers* : Fungsi yang dapat mengundang sebanyak mungkin rekan tim untuk melihat dan memberikan komentar secara gratis.
- l. *Inspect design files* : Cuplikan script atau kode untuk CSS, iOS, dan Android dapat diambil oleh viewer.

2. Fungsi

Dengan berbagai fitur ini, tentunya akan menjadi lebih mudah bagi para desainer. Beberapa fungsi figma adalah sebagai berikut:

- m. Diagram aplikasi.
- n. *User Interface* aplikasi dan website.
- o. *Prototype*.
- p. Model desain.
- q. Desain sosial media.

2.8 Blender 3D



Gambar 2.27 Blender

(Sumber: www.pngwing.com)

Aplikasi *open source* ini biasanya digunakan sebagai *software* pembuatan animasi 3D, *modelling*, *texturing*, objek 3D dan *game*. Menurut defnisi (Rozi et al., 2021 : 438), “Blender adalah perangkat lunak 3D *open-source* yang kuat dan fleksibel. Dengan Blender, kamu bisa melakukan *modeling*, animasi, *rendering* hingga membuat *game*. Blender juga dilengkapi dengan *compositor video* untuk menggabungkan beberapa gambar menjadi satu dan *game engine* untuk membuat game sederhana. karya tersebut dapat dipublikasikan secara gratis atau dikomersilkan”.

Beberapa versi blender dari awal rilis hingga akhir, sebagai berikut:

Tabel 2.2 Versi Blender

Versi Blender	Tahun Rilis (Perkiraan)	Pembaruan Utama
2.01 Beta	1999	Versi awal dengan fitur 3D modeling dasar, seperti pembuatan objek, pencahayaan, dan rendering sederhana.
2.02 Beta	1999	Penambahan fitur animasi dasar dan peningkatan stabilitas.
2,03	1999	Rilis resmi pertama dengan perbaikan bug dan peningkatan performa.
2,04	2000	Penambahan fitur animasi lebih lanjut, termasuk <i>keyframing</i> dan <i>constraint</i> .
2.10 Beta	2000	Perubahan besar pada antarmuka pengguna, membuatnya lebih intuitif.
2.11 Beta	2001	Penambahan fitur <i>sculpting</i> awal dan peningkatan tools modeling.
2,12	2002	Rilis resmi dengan fitur yang lebih stabil, termasuk peningkatan rendering dan penambahan fitur <i>particle System</i> .
2,22	2003	Penambahan fitur rendering yang lebih canggih, seperti material yang lebih kompleks dan efek partikel yang lebih realistis.
2,23	2004	Perbaikan stabilitas dan kinerja, serta penambahan fitur-fitur kecil lainnya.
2,24	2005	Penambahan fitur <i>sculpting</i> yang lebih lengkap, memungkinkan pengguna untuk membentuk objek secara langsung.

2,25	2006	Rilis terakhir sebelum era open-source, dengan beberapa peningkatan pada fitur yang sudah ada.
3	2021	Rilis besar dengan perubahan arsitektur yang signifikan, peningkatan performa, dan fitur-fitur baru seperti Eevee render engine yang lebih cepat.
3,1	2021	Perbaikan pada Eevee, penambahan fitur sculpting, dan peningkatan workflow.
3,2	2022	Fokus pada stabilitas dan performa, serta penambahan fitur-fitur kecil lainnya.
3.3 LTS	2022	Versi Long Term Support dengan dukungan jangka panjang, cocok untuk produksi jangka panjang.
3,4	2023	Penambahan fitur sculpting dan painting yang lebih canggih, serta peningkatan workflow.
3,5	2023	Perbaikan pada fitur yang sudah ada dan penambahan fitur-fitur baru yang lebih kecil.
3.6 LTS	2023	Versi Long Term Support lainnya dengan dukungan jangka panjang.
4	2024	Rilis besar dengan fitur baru seperti Geometry Nodes, peningkatan performa, dan antarmuka pengguna yang lebih modern.
4,1	2024	Perbaikan pada Geometry Nodes, peningkatan stabilitas, dan fitur-fitur baru lainnya.
4,2	2024	Versi terbaru dengan fitur-fitur terkini, termasuk peningkatan pada rendering dan animasi.

(Sumber: www.blender.org)

2.9 Vuforia SDK



Gambar 2.28 Vuforia

(Sumber: www.cleanpng.com)

Software yang dikembangkan oleh *Qualcomm Vuforia* ini merupakan pendukung teknologi *Augmented Reality* yang dapat digunakan pada *platform* Android, iOS dan Unity 3D. Definisi dari penulis lain yaitu “Dengan memanfaatkan pendeteksi *Marker*, Vuforia menganalisa gambar dan menghasilkan informasi tiga dimensi dari *Marker* yang dapat dideteksi melalui API. *Programmer* juga dapat mengimplementasikannya untuk membangun objek virtual tiga dimensi pada kamera.” (Sartika et al., 2016 : 899).

2.10 Literatur Review

Tabel 2.3 Literatur Review

Judul/Peneliti /Tahun	Perbedaan & Persamaan	Masalah	Metode yang digunakan	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Media pembelajaran interaktif sistem tata surya teknologi <i>Augmented Reality</i> Nurlina dkk, 2019	Perbedaan: Memperkenalkan objek tata surya dan benda langit, pada penelitian digunakan untuk memperdalam mata pelajaran Persamaan: Memanfaatkan	Siswa tidak berminat memperdalam mata pelajaran dikarenakan tidak menarik, cepat dan merasa bosan,	Menggunakan metode SDLC	Pengembangan aplikasi <i>Augmented Reality</i> (AR) berbasis android untuk visualisasi objek tata surya dalam <i>format</i> 3D.	Pengujian menunjukkan bahwa aplikasi <i>Augmented Reality</i> yang dibuat untuk pembelajaran tata surya ini telah memenuhi semua

	teknologi <i>Augmented Reality</i> berbasis android				persyaratan fungsional
Pengembangan Media Pembelajaran Pengenalan Bangun Ruang Berbasis <i>Augmented Reality</i> Pada Mata Pelajaran Matematika Rozi dkk., 2021	Perbedaan: Media pembelajaran pada mata pelajaran IPA, pada penelitian digunakan sebagai mata pelajaran matematika Persamaan: Pada penggunaan metode pengembangan yaitu metode prototype	Media yang digunakan untuk pembelajaran kurang menarik. Dampaknya siswa menjadi lebih cepat bosan dan kurang tertarik terhadap proses pembelajaran di kelas.	Metode <i>Prototype</i>	Memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan bangun ruang dalam bentuk tiga dimensi di dunia nyata melalui perangkat seluler.	Bangun ruang 3D berbasis <i>Augmented Reality</i> yang diimplementasikan dalam aplikasi Android ini yang lebih interaktif, khususnya bagi siswa sekolah dasar
<i>Augmented Reality</i> Sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan Algoritma FAST Corner	Perbedaan: Pada penelitian jurnal menggunakan metode pengembangan sistem model ADDIE, sedangkan penelitian ini	Media berbasis teks pada sebuah kertas dirasa kurang meningkatkan minat pada anak-anak jenjang sekolah dasar belajar.	Model pengembangan sistem yaitu model ADDIE	Pengembangan pada suatu aplikasi berbasis <i>Augmented Reality</i> yang dapat meningkatkan pemahaman anak-anak	Sebuah aplikasi berbasis <i>Augmented Reality</i> yang dirancang untuk memberikan pemahaman edukasi mengenai lapisan atmosfer,

Aji Pangestu dkk, 2020	menggunakan metode prototype Persamaan: Merancang aplikasi yang ditujukan pada anak-anak sekolah.			tentang struktur atmosfer bumi.	khususnya bagi anak-anak sekolah dasar.
Media Edukasi Biota Laut Berbasis <i>Augmented Reality</i> Menggunakan Metode <i>Marker Based Tracking</i> dengan Algoritma <i>FAST Corner Detection</i> . Rio Andriyat Krisdiawan, dkk, 2023	Perbedaan: Penelitian yang saya tulis menggunakan metode prototype dan materi yang digunakan untuk aplikasi yaitu materi IPA, sedangkan pada penelitian jurnal metode yang digunakan ialah metode MDLC dan materi yang digunakan untuk aplikasi yaitu edukasi biota laut Persamaan: Pada aplikasi <i>Augmented reality</i> terdapat kesamaan pada saat	Kondisi geografis wilayah kabupaten kuningan yang jauh dari laut	Metode pengembangan sistem Multimedia Development Life Cycle (MDLC)	Media edukasi berbasis <i>Augmented Reality</i> dalam bentuk <i>booklet</i> . Media ini akan menampilkan visualisasi 3D biota laut berdasarkan zona kedalamannya	Sebuah aplikasi pengenalan biota laut berbasis <i>Augmented Reality</i> yang ditujukan untuk siswa kelas X. Aplikasi ini menampilkan model 3D biota laut yang dilengkapi animasi, <i>audio</i> , dan deskripsi.

	menampilkan objek yang deskripsi				
Implementasi Algoritma <i>Fast</i> pada media pembelajaran interaktif dalam pengenalan candi jiwa berbasis augmented reality (studi kasus: sman 1 telagasari)	Perbedaan: Pada penelitian jurnal digunakan untuk pembahasan materi pengenalan candi, sedangkan untuk penelitian saya digunakan untuk pembahasan materi IPA Persamaan: Implementasi Algoritma <i>Fast</i> pada aplikasi.	Mengharuskan proses kegiatan belajar mengajar (KBM) dilaksanakan secara daring atau online	Menggunakan metode rekayasa perangkat lunak yaitu System Development Life Cycle (SDLC) dengan model <i>Prototype</i> .	Media pembelajaran interaktif untuk para guru dalam menyampaikan materi yang telah disampaikan pada saat kegiatan belajar mengajar (KBM) secara daring atau online.	Menhasilkan aplikasi yang dapat digunakan sebagai media pendukung untuk pengenalan candi yang interaktif dengan implementasi algoritma fast

Penelitian yang diusulkan penulis	Hasil Penelitian
Permasalahan dari penulis yang didapatkan ialah materi yang bersifat abstrak seperti materi sistem tata surya dalam bentuk planet dan bentuk objek langit lainnya hanya dapat diimajinasikan oleh siswa dan tidak dapat diamati dengan secara langsung. Maka dari itu media pembelajaran <i>Augmented Reality</i> pada materi Tata Surya dibuat dengan metode pengembangan sistem <i>Prototype</i> serta implementasi Algoritma <i>FAST</i>.	Menghasilkan aplikasi <i>Augmented Reality</i> dengan nama aplikasi “Media Belajar AR” yang menampilkan model 3D objek langit disertai deskripsi dapat digunakan sebagai media pendukung untuk belajar dengan implementasi algoritma fast

Media dalam pembelajaran ini bertujuan sebagai alat bantu untuk guru, bukan hanya itu tapi juga berfungsi menyampaikan informasi kepada murid.	
--	--

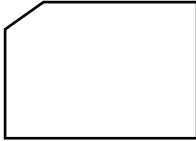
2.11 Flowchart

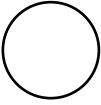
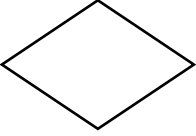
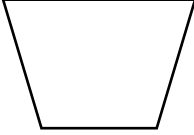
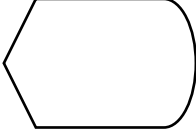
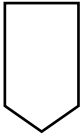
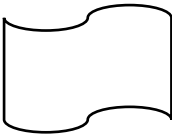
Flowchart adalah diagram yang memvisualisasikan alur logika sistem. Biasanya menggunakan simbol yang berfungsi untuk menunjukkan alur logika dari proses yang digambarkan dengan simbol-simbol yang menjelaskan proses dalam suatu program.

Definisi dari (Sartika et al., 2016: 899) menjelaskan, “Flowchart adalah diagram alir yang secara visual menggambarkan proses pergerakan dokumen, data, dan aktivitas dalam suatu sistem informasi. Diagram ini memberikan gambaran yang jelas tentang urutan langkah-langkah yang terjadi dalam suatu prosedur kerja”.

2.11.1 Simbol dan fungsi

Tabel 2.4 Simbol dan fungsi *Flowchart*

Simbol	Fungsi	Simbol	Fungsi
Terminal Points 	Awal atau akhir proses	Predefined Process 	Rincian operasi berada ditempat lain
Flow Direction 	Mempresentasikan alur	Punched Card 	Input atau output menggunakan kartu

Connector 	Keluar – Masuk proses pada halaman yang sama	Magnetic Tape 	Input atau output menggunakan pita magnetic
Decision 	Keputusan dalam program	Manual Input 	Input data secara manual dari <i>keyboard</i>
Processing 	Mempresentasikan operasi	Manual Operation 	Operasi Manual
On-line Storage 	Input atau output yang menggunakan penyimpanan disk	Dokumen 	Input atau output dalam format yang dicetak
Display 	Output yang ditampilkan pada terminal	Preparation 	langkah persiapan maupun inisiasi sebelum proses mulai
Connector 	Input atau output proses pada halaman yang berbeda	Punched tape 	Input atau output menggunakan pita kertas

(Sumber: www.dicoding.com)

2.12 UML

Singkatan *Unified Modelling Language* yang merupakan metode pemodelan secara visual yang mudah dipahami sebagai perancangan pemodelan sistem. Menurut (Rosa et al., 2019: 3) menjelaskan “UML merupakan bahasa pemodelan standar yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak berorientasi objek. UML menyederhanakan dan menggabungkan konsep-konsep dari berbagai metode pemodelan sebelumnya, seperti Booch, OMT, dan OOSE”.

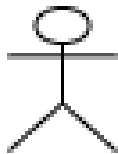
UML memiliki beberapa diagram grafis. Dalam perancangan yang berdasarkan UML, sebagai berikut:

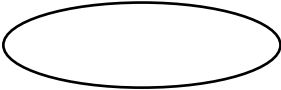
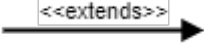
2.12.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah komponen penggambaran fungsional dalam sebuah sistem. Sehingga konsumen maupun pembuat dapat mengetahui dan mengerti tentang alur sistem yang akan dibuat.

“*Use Case Diagram* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut”(Muhamad Nurkhafid & Mustagfirin, 2019: 26). *Use Case* memiliki kemampuan untuk saling berhubungan. Satu *Use Case* bisa mencakup fungsionalitas dari beberapa *Use Case* lain, sehingga menghindari duplikasi kode. Selain itu, *Use Case* juga bisa mewarisi perilaku dari *Use Case* lainnya, memungkinkan kita untuk membuat *Use Case* baru dengan menambahkan fitur-fitur tambahan. Beberapa simbol yang digunakan pada *Use Case*, seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Simbol Use Case Diagram

Simbol	Fungsi
	<i>Actor</i> : Menggambarkan pengguna yang menjelaskan objek yang harus dikerjakan aplikasi.

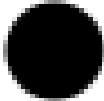
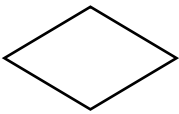
	<i>Use Case :</i> Interaksi antara sistem dan actor.
	<i>Association :</i> Koneksi antar aktor pada objek berbeda.
	Generalisasi : Spesialisasi koneksi antar aktor dengan <i>Use Case</i> .
	Menjelaskan suatu <i>Use Case</i> seluruhnya merupakan fungsi dari <i>Use Case</i> lainnya.
	Menjelaskan suatu <i>Use Case</i> ialah tambahan fungsional dari <i>Use Case</i> lainnya ketika suatu kondisi terpenuhi.

(Sumber: www.dicoding.com)

2.12.2 Activity Diagram

Activity Diagram memvisualisasikan proses alur pada sistem yang sedang dirancang. Menurut (Triandini & Suardika, 2012) dalam Nurlina et al., (2019: 620) menjelaskan bahwa “activity diagram ini sangat bermanfaat dalam tahap permodelan sebuah proses karena dapat membantu kita untuk memahami secara menyeluruh alur kerja dari awal hingga akhir”.

Tabel 2.6 Simbol *Activity Diagram*

Simbol	Keterangan
	<i>Activity</i> : Aksi yang akan dilakuakn atau yang saat terjadi
	<i>Start Point</i> : Titik awal dimulainya aktifitas pada setiap <i>activity diagram</i>
	<i>Decision</i> : Suatu aliran yang menjelaskan suatu kondisi yang kemungkinan terdapat perbedaan transisi
	<i>End Point</i> : Titik akhir menandakan bahwa proses sudah berakhir
	<i>Transition</i> : Menunjukkan aktifitas aliran selanjutnya dan sebelumnya

(Sumber: www.dicoding.com)

2.12.3 *Sequence Diagram*

Sequence Diagram merupakan diagram yang memvisualisasikan interaksi antar objek – objek dalam sebuah sistem, juga menampilkan pesan dengan waktu kejadian. Pada diagram ini memiliki dimensi yang terbagi menjadi dua, yaitu dimensi vertical dan horizontal. Dimensi vertical dapat diartikan sebagai waktu dan arti dimensi horizontal adalah objek–objek terkait. “*Sequence diagram* memberikan penjelasan yang komprehensif tentang urutan di mana komponen sistem melaksanakan proses, serta urutan operasi dan data informasi yang diperlukan untuk masing-masing operasi” (Tafakkur et al., 2023: 15).

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1. Analisis

3.1.1 Analisis Masalah

Pada mata pelajaran IPA kelas 6 metode pembelajaran yang dilakukan saat ini guru menerangkan materi pelajaran dan siswa mendengarkan guru saat menjelaskan. Hasil wawancara kepada guru, selain menjelaskan materi-materi secara lisan, guru memakai peralatan peraga sebagai alat bantu berguna untuk memudahkan siswa memahami pada materi. Akan tetapi, terdapat kesulitan saat menerapkan dengan peralatan peraga. Salah satu yang membuat kesulitan ialah saat menjelaskan objek nyata benda-benda langit dalam bentuk tiga dimensi dengan alat peraga sederhana.

3.1.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

a. Analisis Pengguna

Dalam analisis pengguna untuk mengetahui siapa saja pengguna yang terlibat pada aplikasi. Pengguna atau public yang dapat mengerti smartphone sehingga dapat menggunakan aplikasi yang akan dibangun. Aplikasi ini dapat digunakan untuk umum, agar menarik siswa dalam kegiatan belajar.

b. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi minimum perangkat keras yang dibutuhkan dalam perancangan teknologi *Augmented Reality* seperti berikut ini:

1. *Processor AMD A4-9125 RADEON R3*
2. *Ram laptop minimal 4 GB*
3. *Smartphone OS Android Versi KitKat*
4. *Kamera*

c. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada perangkat lunak, sebuah *System* merupakan beberapa perintah yang diberikan kepada perangkat keras agar dapat berinteraksi dalam melakukan suatu

tugas. Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang aplikasi adalah sebagai berikut:

1. Operating *System* Windows 10 Pro 64-bit
2. Processor AMD A4-9125 RADEON R3
3. Google Chrome
4. Unity
5. Visual Studio Code
6. Blender
7. Vuforia

Untuk perangkat lunak yang dibutuhkan oleh pihak pengguna pada aplikasi ini adalah sebagai berikut:

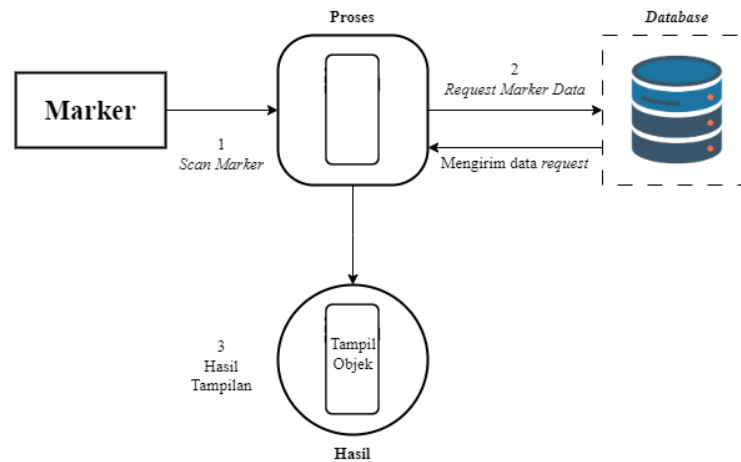
Smartphone (ColorOS V6.1.2, based on Android 9 Pie): Aplikasi tidak dapat berjalan atau tidak dapat di *install* pada Smartphone yang kapasitas RAM 1 GB dengan *processor* Android 4.1 *JellyBean*.

3.2. Perancangan Sistem

Setelah tahapan analisis, perancangan adalah bagian dari metodologi pengembangan suatu perangkat lunak yang dilakukan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh. Perancangan sistem ialah bagian tahapan siklus *System* pengembangan yang mendefinisikan kebutuhan fungsional, serta perancangan implementasi yang menggambarkan suatu sistem berupa sebagai pengilustrasian, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari komponen- komponen terpisah yang digabungkan menjadi satu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

3.2.1 Gambaran Umum Sistem

Pada gambaran umum sistem dari aplikasi ini merupakan alur secara keseluruhan dari proses kerja aplikasi. Program *Augmented Reality* ini juga dapat dijalankan pada smartphone android.



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada gambar 1 dapat dijelaskan yaitu:

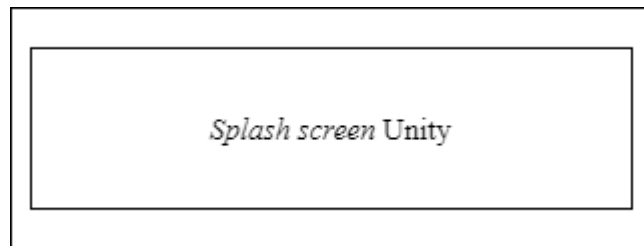
1. *User* menggunakan aplikasi Media Pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, *user* mengarahkan kamera pada *marker* sehingga dapat dideteksi pada gambar yang merupakan objek *marker* menggunakan kamera *smartphone*.
2. Proses permintaan informasi dan proses Vuforia mengirimkan informasi data yang dimasukkan. Permintaan data kemudian dikirim ke aplikasi *smartphone* oleh proses permintaan / *request* data.
3. *User* dapat melihat hasil setelah data berupa 3D objek tampil pada layar *smartphone*.

3.2.2 Perancangan Tampilan

Pada perancangan tampilan ini terdiri dari perancangan *Splashscreen*, perancangan halaman menu utama, perancangan halaman *Augmented Reality*, perancangan halaman panduan dan perancangan halaman tentang aplikasi.

1. Perancangan *Splashscreen*

Tampilan *Splashscreen* merupakan tampilann yang pertama kali muncul saat aplikasi dijalankan. Kemudian, halaman ini akan muncul dengan menampilkan logo Unity, yang menggambarkan bahwa aplikasi ini dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Unity. Perancangan tampilan *Splashscreen* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rancangan *Splashscreen*

2. Perancangan Menu Utama

Tampilan menu utama terdapat tiga tombol dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rancangan Menu Utama

3. Perancangan Kamera *Augmented Reality*

Pada saat klik tombol mulai tampilan yang akan muncul adalah tampilan halaman kamera *Augmented Reality*, seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rancangan Kamera AR

4. Perancangan Petunjuk

Halaman petunjuk penggunaan merupakan tampilan yang menjelaskan cara penggunaan fitur *Augmented Reality* dan fungsi-fungsi pada tombol yang ada pada aplikasi, seperti gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rancangan Panduan

5. Perancangan Tentang Aplikasi

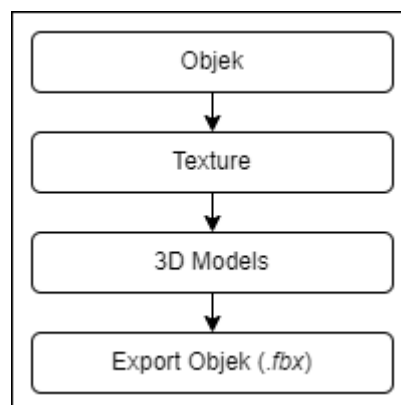
Halaman tentang aplikasi yang menampilkan informasi pembuat dan design pada aplikasi, seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rancangan Tentang Aplikasi

3.2.3 Perancangan 3D Object

Pada pembuatan 3D objek penulis menggunakan dari perangkat lunak Blender dengan format (.fbx), kemudian diimpor ke Unity dan material serta tekstur ditambahkan ke Objek 3D.



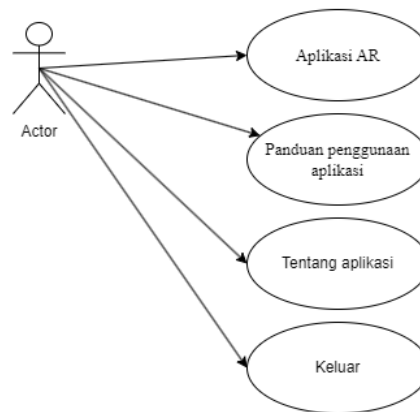
Gambar 3.7 Tahapan Model 3D Objek

3.2.4 Design UML

Penelitian ini menggunakan tiga diagram UML diantaranya *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram*.

1. *Use Case Diagram*

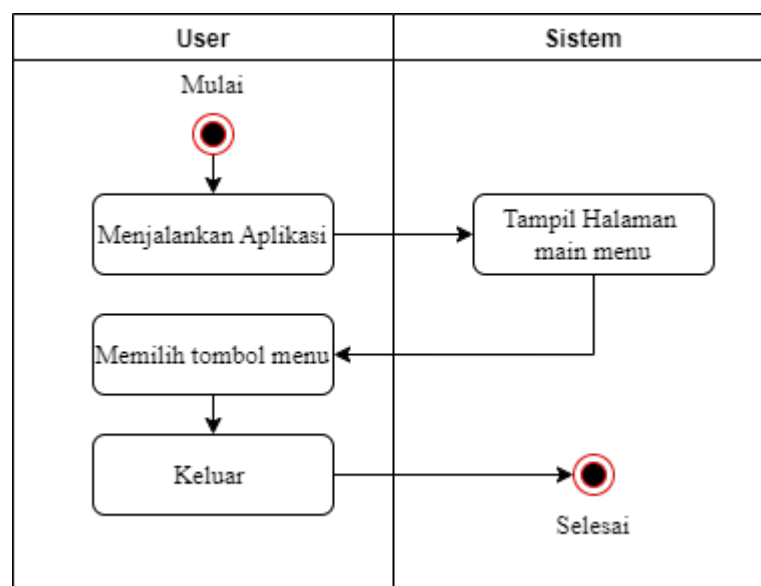
Alur dari aplikasi yang dibuat dalam *Use Case Diagram* dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Use Case Diagram*

2. *Activity Diagram Main Menu*

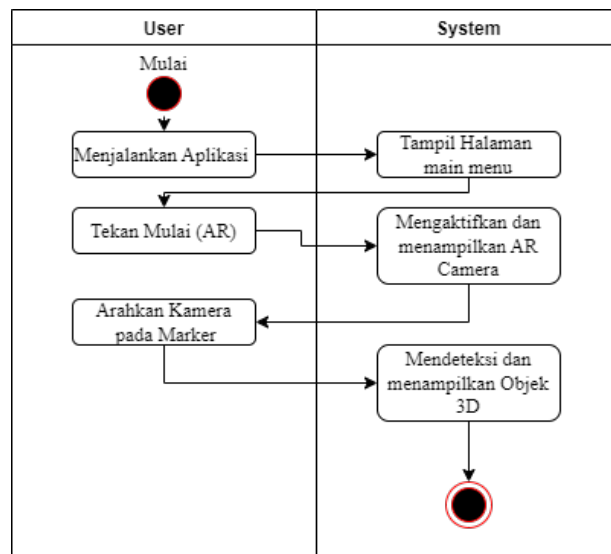
Menggambarkan ketika *user* menjalankan aplikasi, mulai dari membuka aplikasi dan menampilkan menu utama kemudian keluar dari aplikasi.



Gambar 3.9 Main Menu *Activity Diagram*

3. Activity Diagram Augmented Reality Camera dan Marker Scan

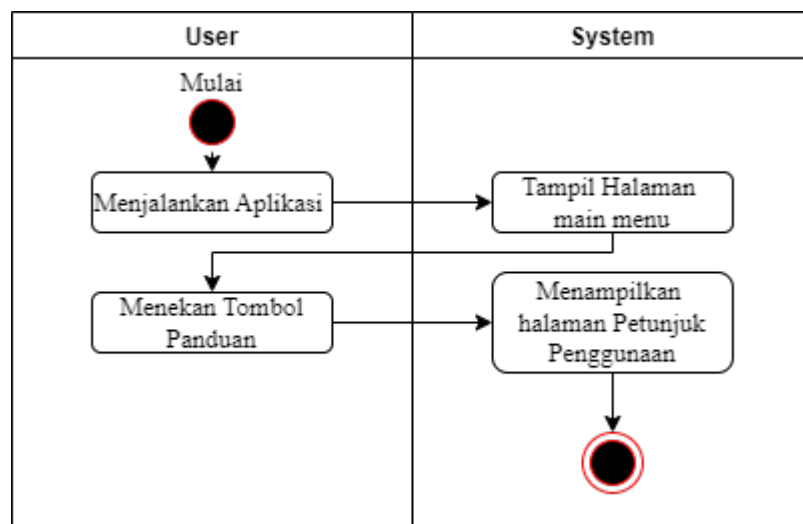
Ketika *User* menekan tombol *Mulai*, sistem akan mengaktifkan halaman AR Camera dan *User* mengarahkan kamera ke *Marker*. Kemudian *Marker* akan terdeteksi hingga muncul objek 3D.



Gambar 3.10 Activity Diagram AR Kamera dan Marker Scan

4. Activity Diagram Petunjuk

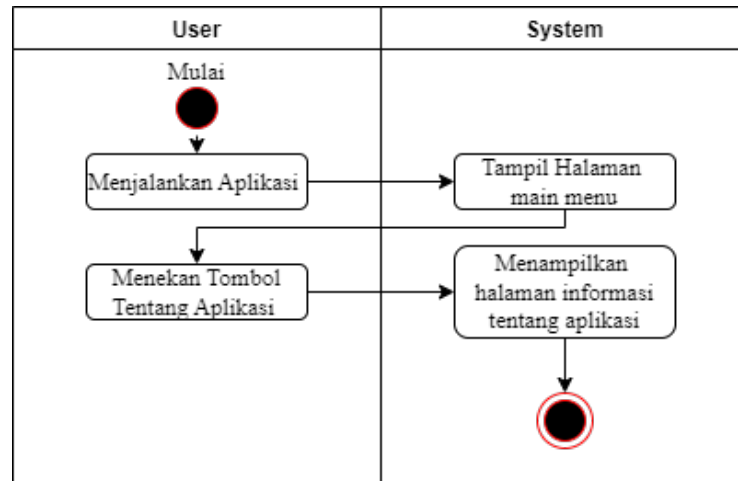
Menggambarkan saat *User* menekan tombol menu petunjuk penggunaan, lalu menampilkan petunjuk untuk menggunakan penggunaan pada aplikasi.



Gambar 3.11 Activity Diagram Petunjuk

5. *Activity Diagram Informasi*

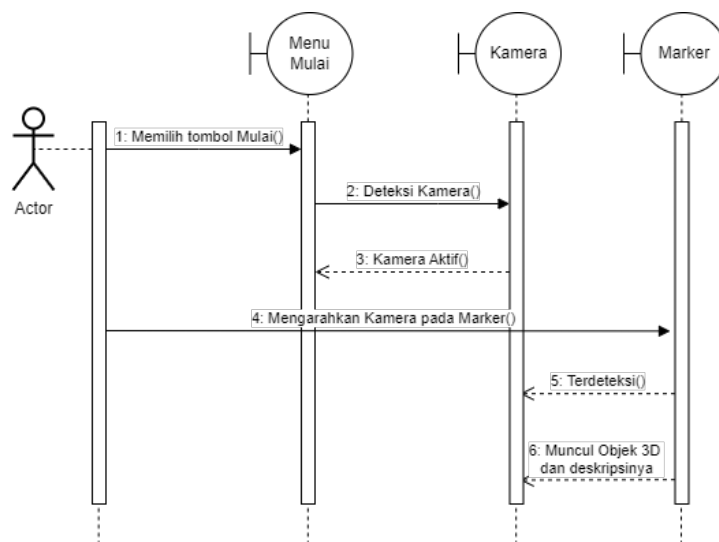
Menggambarkan saat *User* menekan tombol menu tentang aplikasi, lalu menampilkan informasi dan pembuat.



Gambar 3.12 *Activity Diagram Informasi*

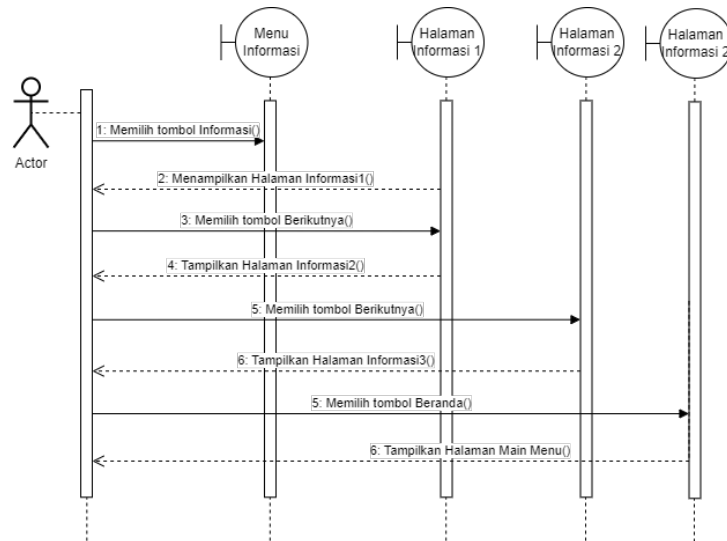
6. *Sequence Diagram*

1. Deteksi gambar *target*



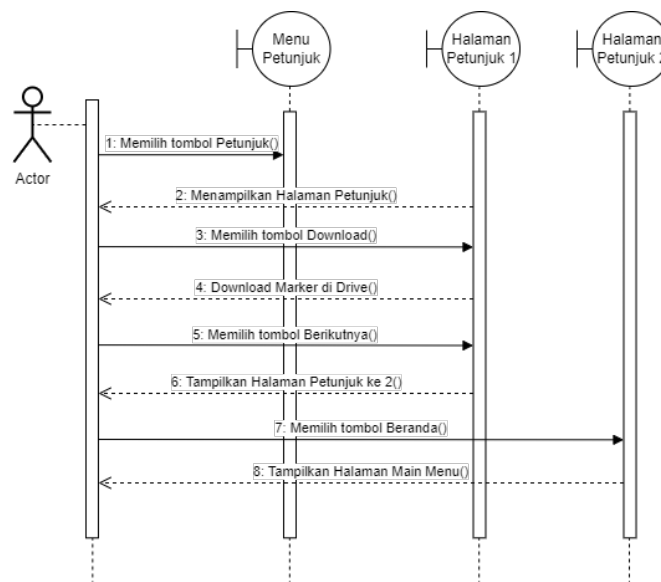
Gambar 3.13 *Sequence diagram Deteksi Gambar Target*

2. Petunjuk



Gambar 3.14 *Sequence diagram* Petunjuk

3. Informasi



Gambar 3.15 *Sequence diagram* Informasi

3.2.5 Perancangan *Marker*

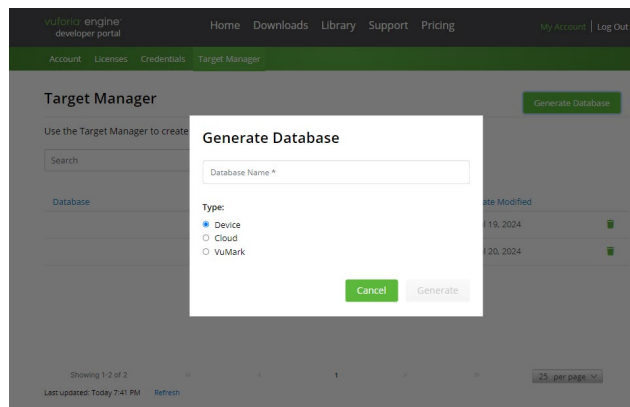
Proses perancangan *marker* ini melibatkan beberapa langkah, mulai dari memilih gambar yang cocok hingga pengunggahan ke *Target Manager Vuforia*.

Pada pemilihan gambar untuk *marker* terdapat kriteria yang harus diperhatikan, sebagai berikut:

1. Memilih gambar dengan detail yang cukup seperti tidak terlalu polos dan tidak banyak tekstur.
2. Memiliki kontras yang baik pada gambar.
3. Menggunakan ukuran gambar yang sesuai pada resolusi kamera perangkat yang digunakan. Akan tetapi, semakin tinggi resolusi, maka akan menjadikan hasil yang lebih baik.
4. Untuk *format* gambar yang didukung oleh Vuforia adalah JPG dan PNG.

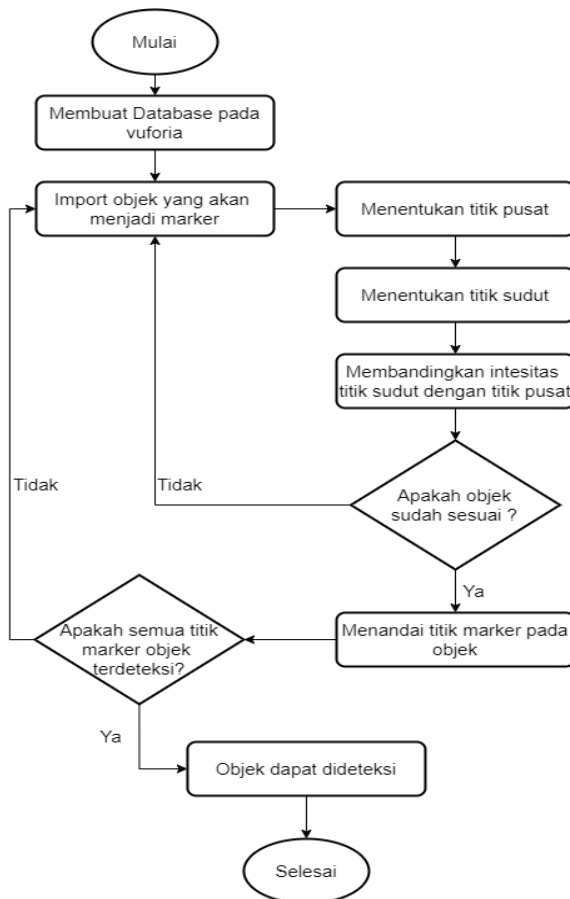
Terdapat tahap di mana *marker* persegi digunakan untuk memunculkan objek ketika kamera diarahkan. Untuk menggunakan *database target manager* yang akan digunakan dalam perangkat lunak Unity dan memperoleh *license key*. Daftar dan login dulu pada vuforia.

Setelah *database marker* dibuat, unduh lalu *import database target manager* ke perangkat lunak *Unity* dan tentukan *marker* yang akan difungsikan sebagai gambar target.



Gambar 3.16 Pembuatan *Target Manager*

3.2.5.1 Flowchart *Marker* Algoritma *FAST*

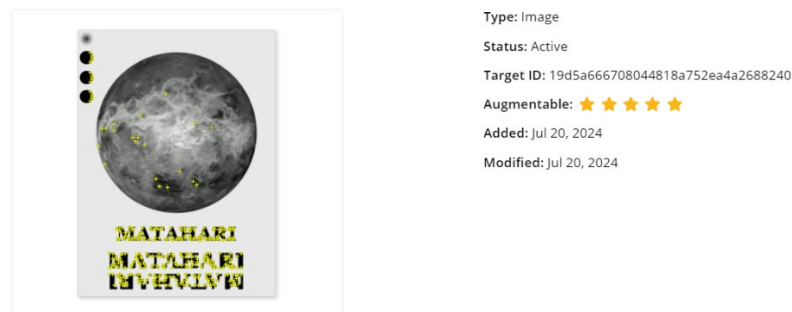


Gambar 3.17 Flowchart Algoritma *FAST* Pada Proses Pembuatan *Marker*

Pada gambar 3.17 dapat dilihat proses pembuatan marker yang akan digunakan pada perangkat lunak Unity sebagai gambar target. Proses dalam pembuatan marker pada *flowchart* akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Buat *database* baru di *target manager* pada *Vuforia* untuk mengimport ke *Unity* dan objek tersebut akan difungsikan menjadi *marker*.
2. Kemudian *import* objek ke *database* yang telah dibuat.
5. Setelah mengimpor objek ke dalam *database*, objek akan diberikan titik p (pusat) pada koordinat (x_p, y_p) .

3. Objek akan melewati proses pengecekan titik-titik sudut sesuai dengan standar yang ditetapkan sistem. Misalnya, objek segi empat memiliki empat titik sudut, sementara objek lingkaran tidak mempunyai titik sudut.
4. Syarat untuk objek yang akan dimasukkan ke *database* harus memenuhi kriteria intensitas cahaya yang bagus agar sistem dapat dengan mudah mendeteksi objeknya. Apabila tahap ini belum cocok, tahap ini akan diulangi untuk memasukkan objek baru dengan intensitas cahaya yang lebih baik.
5. Tahap berikutnya adalah menandai objek dengan titik penanda jika memenuhi kriteria intensitas cahaya yang baik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut, program Vuforia akan menilai objek dengan bintang yang meningkat dari nol hingga lima.



Gambar 3.18 Rating Marker Pada Vuforia

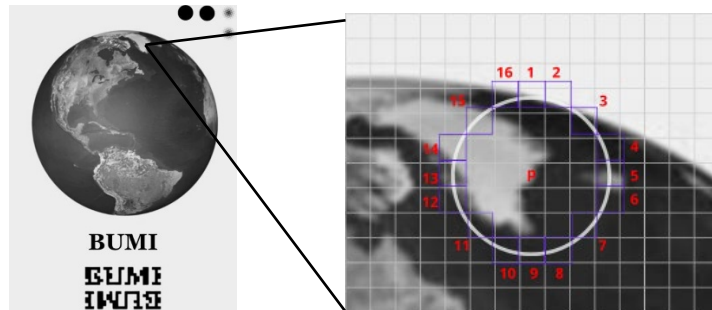
6. Objek dapat difungsikan sebagai marker apabila seluruh titik marker telah terdeteksi atau perangkat lunak Vuforia telah memberikan rating yang baik, misalnya bintang lima. Jika titik-titik marker tidak terdeteksi atau mendapatkan rating yang buruk, Vuforia akan memberikan bintang nol, kemudian proses ini akan diulang kembali ke tahap import objek baru yang lebih baik.

3.2.6 Desain Proses Algoritma *FAST* Corner

Algoritma *FAST* Corner dikenal sangat efisien dalam mendeteksi sudut-sudut dalam gambar, yang merupakan titik kunci untuk pencocokan gambar dan pelacakan objek. Pada desain algoritma *FAST* untuk *marker* yang menjelaskan tentang planet dan objek benda lainnya melibatkan beberapa tahap, mulai dari deteksi *marker* hingga tampilan informasi.

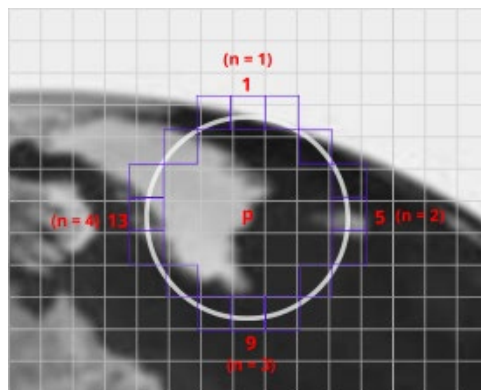
Berikut perancangan algoritma *FAST* untuk *marker* sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi suatu titik p (pusat) pada gambar dengan posisi koordinat (xp, yp) sebagai objek yang akan digunakan *marker*.



Gambar 3.19 Titik Pusat (p) Pada Koordinat (xp, yp)

2. Menentukan titik koordinat di empat titik. Titik pertama ($n=1$) berada pada titik koordinat $(xp, yp+3)$, titik kedua ($n=2$) berada pada titik koordinat $(xp+3, yp)$, titik ketiga ($n=3$) terletak pada titik koordinat $(xp, yp-3)$, dan titik keempat ($n=4$) pada titik koordinat $(xp-3, yp)$.



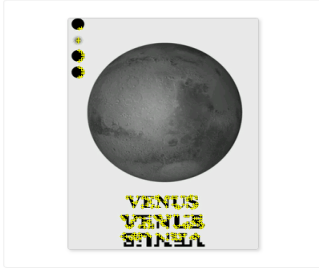
Gambar 3.20 Titik koordinat n

3. Membandingkan intensitas antara empat titik dengan titik pusat (p).
4. Lalu pada tahap berikutnya akan dilanjutkan apabila proses sudah sesuai. Jika belum, proses ini akan diulangi ke tahap penentuan titik pusat (p) sampai seluruh titik sudah dibandingkan intensitasnya.
5. Apabila semua titik sesuai, penandaan titik *marker* akan dibentuk pada objek.
6. Objek dapat terlihat jika semua pada titik *marker* dapat terbaca. Proses akan diulangi pada tahap sebelumnya, yaitu tahap penentuan titik pusat (p), jika tidak ada satu pun titik *marker* yang dapat dibaca.

Waktu pendeteksian marker secara *real-time* dapat dipercepat sebagai hasil dari penerapan algoritma yang cepat. Vuforia SDK menunjukkan seberapa bagus *marker* dapat dideteksi dengan memberikan *rating* bintang pada *marker* mulai nol hingga bintang lima. Jika tinggi *rating* lima atau jumlah bintang yang didapat dalam *database* Vuforia, *marker* yang akan digunakan cukup bagus. Berikut tabel *rating marker* pada Vuforia.

Tabel 3.1 Rating Marker pada Vuforia

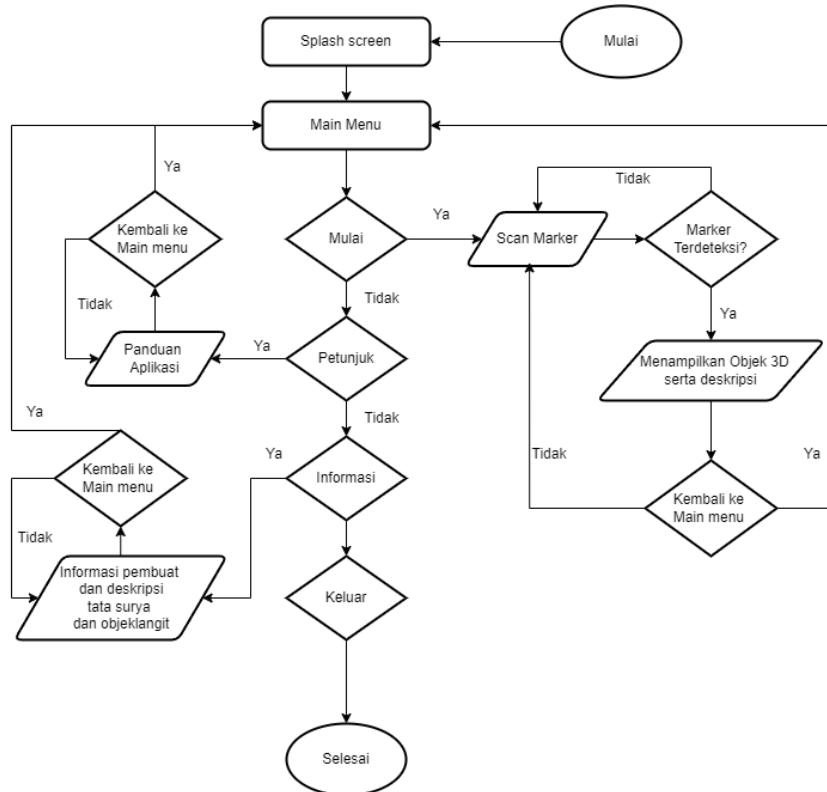
No.	Marker	Rate
1	asteroid Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: a96b071716864940ab0d9a6403c01989 Augmentable: ★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5
2	satelit Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 7614d8513551448bbe69958bfb61bfed Augmentable: ★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5
3	bulan Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 3efe15721bc44226a8242d07b311939d Augmentable: ★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4

4	blackhole Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: d9375f19277f4b0888f5049b86c4ef5b Augmentable: ★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5
5	matahari Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 19d5a666708044818a752ea4a2688240 Augmentable: ★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5
6	merkurius Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 915f0c0aae5b40d4a913d33b5914b698 Augmentable: ★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5
7	venus Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 2d57177cb8fb4c96baa39f6fc6c326fe Augmentable: ★★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4

8	bumi Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 8b11b53134d743928e9446024bb9c008 Augmentable: ★★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4
9	mars Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 3b7710d5faf947158dd6906dbc344715 Augmentable: ★★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4
10	jupiter Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 0b19b890d906488ea6297c94b77fa2bb Augmentable: ★★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4
11	saturnus Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: 0229a5b673ff4e36aa728047bec4c156 Augmentable: ★★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5

12	uranus Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: eec02afcc8a44708924a07d886f8127c Augmentable: ★★★★★☆ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	4
13	neptunus Edit Name Remove  Type: Image Status: Active Target ID: efb7c4100a1941779962f948f9d8a086 Augmentable: ★★★★★★ Added: Jul 20, 2024 Modified: Jul 20, 2024	5

3.2.7 Perancangan Antarmuka Sistem



Gambar 3.21 Flowchart Sistem

Berikut adalah penjelasan tahap-tahap proses berjalannya aplikasi yang dapat dilihat pada gambar 3.21 sebagai berikut :

1. Proses beroperasi aplikasi dimulai dengan tampilan Splash Screen Unity dan teks. Kemudian, tampilan utama muncul dengan berbagai pilihan menu, yang diwakili oleh tombol. *AR Scene* akan muncul saat *User* menekan tombol menu "mulai". Jika *marker* terdeteksi, objek 3D dapat ditampilkan, sedangkan jika tidak terdeteksi, maka proses pendeteksian akan diulangi.
2. Kemudian, pada tombol menu "petunjuk" menampilkan beberapa instruksi tentang cara menggunakan kamera AR. Jika *User* belum memiliki gambar *marker*, pada tampilan petunjuk terdapat tombol "*Download*" untuk mengunduh *marker*. Tampilan petunjuk juga menampilkan informasi tentang beberapa tombol di aplikasi.
3. Dalam tampilan menu informasi, "*User*" akan menemukan informasi tentang aplikasi yang dibuat dan identitas pengembangnya. Halaman informasi juga berisi ringkasan materi tentang Tata Surya dan Benda Langit.
4. Terakhir, ada tombol keluar yang memungkinkan "*User*" menutup aplikasi.

BAB IV

IMPLEMENTASI SISTEM DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Secara terminologi, implementasi adalah suatu pelaksanaan atau penerapan yang berfokus pada tindakan untuk mencapai tujuan kegiatan yang telah direncanakan. Fokus pada penelitian ini adalah implementasi interface/interface atau tampilan aplikasi yang dirancang dan digunakan pada smartphone.

1. Tampilan *Splash Screen*

Tampilan awal halaman *Splash Screen* untuk mengawali aplikasi Media Belajar AR, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.1 Tampilan *Splash Screen* Pertama



Gambar 4.2 Tampilan *Splash Screen* Kedua

2. Tampilan Menu Utama

Halaman menu utama ditampilkan sebagai halaman pilihan menu untuk pengguna yang memiliki empat tombol yaitu tombol menu mulai yang berfungsi, tombol menu petunjuk, tombol menu informasi dan tombol menu keluar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan Menu Utama

3. Tampilan Mulai / Kamera AR

Pada tampilan halaman *scan* kamera AR terdapat tombol beranda yang akan kembali pada tampilan menu utama dan tampilan ini difungsikan untuk *scan* gambar *marker*, seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan Kamera AR



Gambar 4.5 Tampilan Objek 3D dan deskripsi

Jika *marker* terdeteksi maka output akan ditampilkan dalam bentuk objek 3 dimensi serta nama objek dan deskripsi objek tersebut, contoh seperti gambar 4.5.

4. Tampilan Petunjuk

Untuk menu petunjuk yang menampilkan cara penggunaan pada aplikasi dan pada tampilan ini terdapat tombol kembali untuk kembali ke halaman sebelumnya, tombol beranda untuk ke menu utama, tombol berikutnya untuk halaman petunjuk berikutnya dan tombol *Download* yang berfungsi mengunduh atau men-*Download marker*. *Marker* yang sudah di-*Download* akan digunakan pada smartphone lain atau mencetak *marker* dalam bentuk kertas, dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Tampilan Petunjuk Pertama



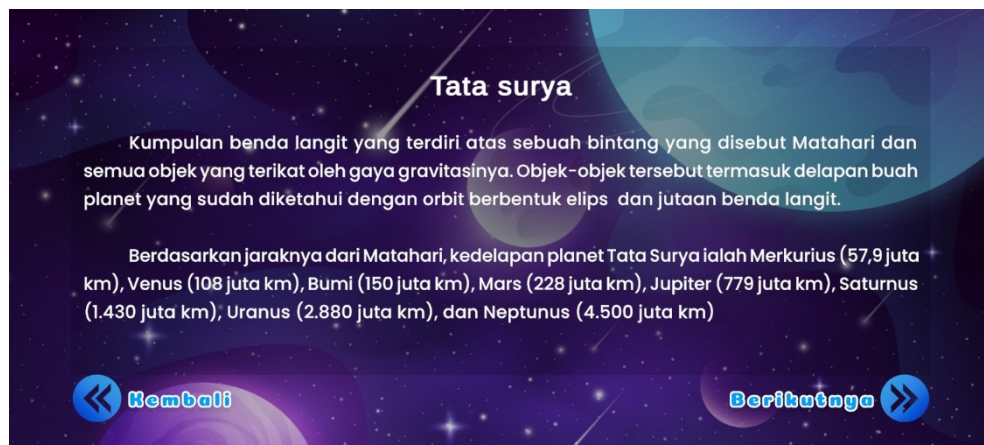
Gambar 4.7 Tampilan Petunjuk Kedua

5. Tampilan Informasi

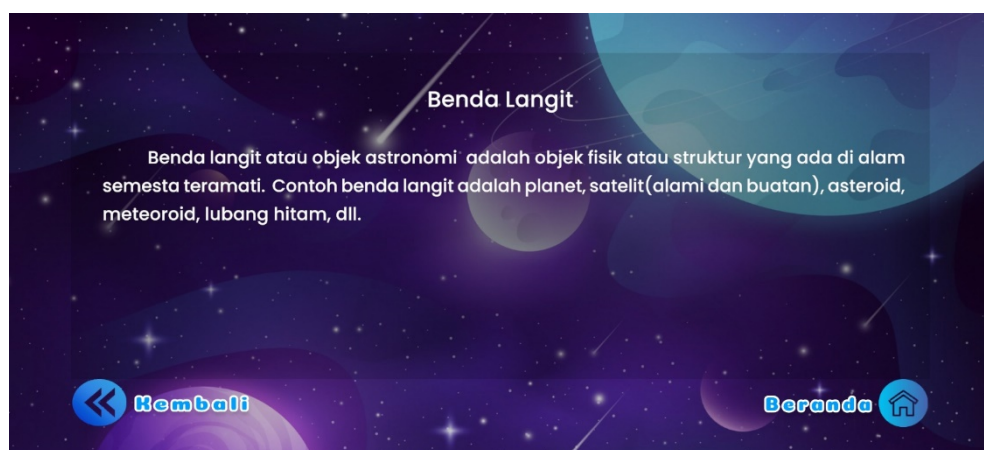
Menampilkan informasi pembuat aplikasi, desain aplikasi dan referensi asset dan ikon. Memiliki dua tombol yaitu tombol beranda untuk kembali ke menu utama dan tombol berikutnya untuk ke tampilan selanjutnya, seperti pada gambar 4.8, 4.9 dan 4.10.



Gambar 4.8 Tampilan Informasi Pertama



Gambar 4.9 Tampilan Informasi Kedua



Gambar 4.10 Tampilan Informasi Ketiga

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian Black Box akan digunakan untuk memeriksa sistem media pembelajaran berbasis Augmented Reality. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengurangi jumlah kesalahan atau kesalahan yang mungkin terjadi saat aplikasi media pembelajaran berfungsi.

4.2.1 *Black Box Testing*

Hasil pengujian yang akan ditunjukkan pada beberapa tabel sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Instalasi Aplikasi Pengujian *Marker*

No	Nama Uji	Konsep Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Instalasi aplikasi pada <i>smartphone</i> android	Menginstal aplikasi “Media Belajar AR” pada <i>smartphone</i> android	Menampilkan ikon aplikasi “Media Belajar AR” pada <i>smartphone</i>	Berhasil
2	Pengujian aplikasi yang sudah terinstal	Menekan ikon aplikasi” Media Belajar AR”	Menampilkan <i>Splash Screen</i> lalu berlanjut pada menu utama aplikasi	Berhasil

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Menu Utama Aplikasi

No	Konsep Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Pengujian tombol Mulai	Menuju tampilan halaman kamera AR	Berhasil
2	Pengujian tombol Petunjuk	Menuju tampilan halaman petunjuk	Berhasil
3	Pengujian tombol Informasi	Dapat menampilkan halaman informasi	Berhasil
4	Pengujian tombol Keluar	Dapat keluar dari aplikasi	Berhasil

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sub Menu Petunjuk

No	Konsep Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Pengujian tombol Petunjuk pada menu utama	Menuju tampilan halaman Petunjuk	Berhasil

2	Pengujian tombol <i>Download</i>	Menuju tampilan <i>Download marker</i> pada Google Drive dan bisa men- <i>Download marker</i>	Berhasil
3	Pengujian tombol Beranda	Dapat kembali pada menu utama	Berhasil
4	Pengujian tombol Berikutnya	Dapat menampilkan halaman petunjuk yang kedua	Berhasil

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sub Menu Informasi

No	Konsep Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Pengujian tombol Informasi pada menu utama	Menuju tampilan halaman Informasi	Berhasil
2	Pengujian tombol <i>Download</i>	Menuju tampilan <i>Download marker</i> pada Google Drive dan bisa men- <i>Download marker</i>	Berhasil
3	Pengujian tombol Beranda	Dapat kembali pada menu utama	Berhasil
4	Pengujian tombol Berikutnya	Dapat menampilkan halaman petunjuk yang kedua	Berhasil

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kamera AR

No	Konsep Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
1	Pengujian tombol mulai pada menu utama	Menampilkan kamera yang sudah terintegrasi AR	Berhasil
2	Melacak Objek 3D dengan <i>marker</i>	Mendeteksi <i>marker</i> yang sudah sesuai dengan <i>database</i> dan menampilkan nama dan	Berhasil

		deskripsi objek berdasarkan <i>marker</i> yang dideteksi.	
3	Pengujian tombol beranda	Dapat kembali pada tampilan menu utama	Berhasil

4.3 Pengujian *Marker*

Tujuan dari pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *marker* dapat terdeteksi. Dengan melibatkan beberapa pengujian, yaitu pengujian deteksi *marker* pengujian jarak, pengujian intensitas cahaya, dan pengujian oklusi dengan menggunakan berbagai spesifikasi *smartphone*.

4.3.1 Pengujian Waktu Deteksi *Marker*

Dalam pengujian ini, tiga perangkat android dengan spesifikasi yang berbeda, seperti RAM dan kamera, akan diuji dengan jarak yang sama yaitu 15 cm untuk mendeteksi *marker* dan waktu setelah *marker* berhasil terdeteksi, dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Terhadap Waktu Deteksi *Marker*

No	Smartphone Android	Jarak	Spesifikasi	Hasil Uji	Waktu
1	Oppo A31 2020 (OS Pie)	15 cm	Ram 4GB, kamera belakang 12MP	Berhasil	0,5 detik
2	Oppo Reno4 F (OS Q)	15 cm	Ram 8GB, kamera belakang 48MP	Berhasil	0,4 detik
3	Redmi Note 11 Pro 5G (OS Tiramisu)	15 cm	Ram 8GB, kamera belakang 108MP	Berhasil	0,4 detik

4.3.2 Pengujian Intesitas Cahaya

Pada pengujian ini dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi dalam ruangan dan kondisi luar ruangan. Dapat disimpulkan dari pengujian tersebut bahwa kondisi di dalam ruangan dengan intensitas cahaya 50 *lux* dan luar ruangan dengan intensitas cahaya 270 *lux marker* dapat mendeteksi lebih cepat dan objek 3D ditampilkan dengan baik.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Terhadap Pencahayaan

No	Smartphone Android	Kondisi	Satuan	Hasil Pengujian
1	Oppo A31 2020	Dalam Ruangan	10 <i>lux</i>	Kurang
			30 <i>lux</i>	Kurang
			50 <i>lux</i>	Baik
		Luar Ruangan	270 <i>lux</i>	Baik
2	Oppo Reno4 F	Dalam Ruangan	10 <i>lux</i>	Kurang
			30 <i>lux</i>	Baik
			50 <i>lux</i>	Baik
		Luar Ruangan	270 <i>lux</i>	Baik
3	Redmi Note 11 Pro 5G	Dalam Ruangan	10 <i>lux</i>	Kurang
			30 <i>lux</i>	Baik
			50 <i>lux</i>	Baik
		Luar Ruangan	270 <i>lux</i>	Baik

4.3.3 Pengujian Akurasi

Pada pengujian ini dilakukan dengan pemindaian objek dari jarak tertentu pada 3 *device* android, jarak antar *marker* dengan kamera yaitu 10 cm, 15 cm, 25 cm, 40 cm. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa jarak terbaik antara kamera dan *marker* yaitu antara jarak 10 cm, 15 cm dan 25 cm. Akan tetapi pada jarak 40 cm, *marker* tidak dapat diidentifikasi sama sekali.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Akurasi *Marker*

No	Jarak <i>Marker</i>	Hasil
1	Scan <i>marker</i> pada jarak 15 cm	<i>Marker</i> Berhasil Terdeteksi
2	Scan <i>marker</i> pada jarak 30 cm	<i>Marker</i> Berhasil Terdeteksi
3	Scan <i>marker</i> pada jarak 45 cm	<i>Marker</i> Berhasil Terdeteksi
4	Scan <i>marker</i> pada jarak 75 cm	<i>Marker</i> Tidak Terdeteksi
5	Scan <i>marker</i> pada jarak 100 cm	<i>Marker</i> Tidak Terdeteksi

4.3.4 Pengujian Oklusi

Pada konteks teknologi layar, "oklusi" biasanya merujuk pada keadaan di mana komponen lain menghalangi atau menutup sebagian tampilan layar. Seperti dalam aplikasi *Augmented Reality*, oklusi terjadi pada saat objek virtual ditampilkan di belakang objek nyata, sehingga sebagian dari objek virtual tersebut tidak dapat terlihat. Pengujian ini dilakukan juga pada 3 *device* android berbeda.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Oklusi *Marker*

No	Oklusi <i>Marker</i>	Hasil
1	<i>Marker</i> tertutup 25%	<i>Marker</i> Berhasil Terdeteksi
2	<i>Marker</i> tertutup 50%	<i>Marker</i> Berhasil Terdeteksi
3	<i>Marker</i> tertutup 75%	<i>Marker</i> Tidak Terdeteksi
4	<i>Marker</i> tertutup 100%	<i>Marker</i> Tidak Terdeteksi

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan algoritma FAST dalam aplikasi media pembelajaran berbasis AR berhasil meningkatkan kecepatan dan akurasi pendeteksian fitur. Hal ini memungkinkan visualisasi objek 3D sistem tata surya yang lebih real-time dan akurat. Dengan demikian, siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak dalam astronomi melalui interaksi langsung dengan model 3D yang ditampilkan. Algoritma FAST efektif dalam mendukung pembelajaran visual yang interaktif dan menarik.
2. Pengembangan aplikasi media pembelajaran berbasis Android dengan fitur *augmented reality* (AR) telah berhasil memperkenalkan objek-objek dalam bentuk 3D secara interaktif. Fitur *augmented reality* memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan, karena siswa dapat melihat dan berinteraksi dengan objek 3D seolah-olah objek tersebut ada di dunia nyata. Hal ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran, terutama dalam konteks visualisasi objek-objek yang sulit dibayangkan.
3. Pada aplikasi pembelajaran berbasis Android yang menggabungkan *Augmented Reality* (AR) dan algoritma FAST telah memberikan dukungan yang signifikan terhadap pembelajaran IPA, khususnya dalam visualisasi objek Tata surya dan benda langit secara dinamis. Algoritma FAST berperan penting dalam meningkatkan kecepatan dan akurasi pelacakan objek langit dalam tampilan *Augmented Reality*, sehingga siswa dapat mengamati objek planet, bintang, dan benda langit lainnya secara real-time. Dengan mengimplementasikan algoritma *FAST* corner yang memanfaatkan sudut dan memilih nilai P sebagai titik pusat. Hasil pengujian *marker* pada tiga perangkat android yaitu 9.0 (Pie), 10.0 (Q) dan 13.0 (Tiramisu) menunjukkan bahwa jarak

deteksi maksimum *marker* rata-rata ± 45 cm. *Marker* tidak dapat terdeteksi ketika persentase penutupan *marker* sebesar 100%. Pada kondisi intensitas cahaya minimal 30 lux dan waktu deteksi *marker* tercatat rata-rata 0,4 detik, menunjukkan respon sistem yang cukup dalam mengenali *marker* pada kondisi pencahayaan tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa saran pengembangan lebih lanjut terhadap aplikasi "Media Belajar Augmented Reality Tata Surya" untuk mata pelajaran IPA Kelas 6 MINU Kalisari. Adapun beberapa yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Pada proses *tracking marker* dapat memanfaatkan algoritma fitur lainnya seperti algoritma *Speeded Up Robust Features* (SURF), *Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT), atau *Oriented FAST and Rotated BRIEF* (ORB).
2. Perlu adanya penambahan fitur *zoom in* dan *zoom out* untuk meningkatkan akurasi deteksi karena pada aplikasi terdapat keterbatasan sistem dalam mendeteksi *marker* pada jarak yang relatif jauh. Selain itu, integrasi fitur *audio backsound* dapat memberikan nilai tambah pada interaksi pengguna.
3. Diharapkan adanya pengembangan fitur *game* edukasi yang menyajikan latihan soal interaktif seputar sistem tata surya. Seperti mengidentifikasi nama-nama atau deskripsi planet dan benda langit lainnya.
4. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk pengembangan aplikasi ini agar dapat diimplementasikan pada berbagai sistem operasi tidak hanya pada *Android*. *Platform* yang dapat dikembangkan seperti *Windows Phone*, *web*, dan *iOS* (*iPhone*).
5. Selain itu diharapkan ada pengembang yang menambahkan objek planet atau benda langit lainnya seperti komet, galaksi, pulsar, meteorit, meteor, nebula dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainni, L. N., & Prasetyo, A. B. (2020). Pembuatan Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Mengenai Tata Surya Berbasis Android Untuk Sekolah Dasar. *JURNAL MULTI MEDIA DAN IT*, 04.
- Aji Pangestu, D., Fauziah, & Hayati, N. (2020). *Augmented Reality* Sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan Algoritma *FAST* Corner. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 5(2), 67–78.
- Anendya, A. (2022, August 24). Apa Itu Figma? Penjelasan, Fitur, Keunggulan dan Manfaatnya. Dewaweb.Com. <https://www.dewaweb.com/blog/apa-itu-figma/>
- Ansori, M., & Iswati, S. (2009). Metodologi Penelitian Kuantitatif (1st ed.). Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR (AUP).
- Fauziah, Rayhan Akbar, M., & Gunaryati, A. (2021). Algoritma Blob Dan *FAST* Corner Detection Pada Aplikasi Bangun Ruang Matematika Berbasis *Mixed Reality*. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 06(02), 187–195.
- Latif, M., & Fadriati. (2023). Media Pembelajaran Dalam Perspektif Al-Qur'an Dan Al-Hadits. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 6(4).
- Lilisari, S. S., and M. Hana. *Student Creative Thinking Enhacement Using Interactive Multimedia Of Redox Reaction Creative Enhacement*. *Jurnal Pengajaran MIPA* 21.1 (2016): 30-34.
- Maulana, S., & Suryana, T. (2023). Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Simulasi Produk Ubin Kepada Konsumen Toko Bahan Bangunan Berbasis Android. 3(1), 20–27.
- Muhamad Nurkhafid, & Mustagfirin. (2019). Penerapan *Augmented Reality* Pada Aplikasi “Pandukawan” (Pengenalan Wayang Pandawa Dan Punakawan). *INFORMATIKA DAN REKAYASA PERANGKAT LUNAK*, 1, 24–30.

- Nurlina, Kunda, A., Idham, Muh., & Juliarto, D. (2019). Media Pembelajaran Interaktif Sistem Tata Surya Teknologi *Augmented Reality*. SEMINAR NASIONAL SISTEM INFORMASI Dan TEKNIK INFORMATIKA.
- Pramono, A. (2013). Media Pendukung Pembelajaran Rumah Adat Indonesia Menggunakan *Augmented Reality*. Jurnal ELTEK, 11.
- Priantama, R., Wahyudin, A., & Wibowo, H. (2021). Implementasi Algoritma *FAST* (Features From Accelerated Segment Test) Corner Detector Untuk Pengenalan Alat Musik Tradisional Kabupaten Kuningan Berbasis *Augmented Reality*. JURNAL NUANSA INFORMATIKA, 15(1).
- Rahmatina Rahim, F., Stevani Suherman, D., & Murtiani. (2019). Analisis Kompetensi Guru dalam Mempersiapkan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Era Revolusi Industri 4.0. Jurnal Eksakta Pendidikan, 3(2).
<https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss1/367>
- Reno Muhammad, A., Sukmo Wardhono, W., & Afirianto, T. (2019). Pengembangan Aplikasi *Mobile Augmented Reality* Sebagai Media Belajar Pengenalan Dasar Huruf Hijaiyah. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 3(1), 1062–1069.
- Rizka Chandra Puspitasari. (2023, December 17). Apa itu Figma? Ini Manfaat & Fitur Pentingnya untuk UI/UX. Sekawanstudio.Com.
<https://sekawanstudio.com/blog/apa-itu-figma-tool/>
- Robianto Riska, Andrianof Harkamsyah, & Salim Emil. (2022). Pemanfaatan Teknologi *Augmented Reality* (Ar) Pada Perancangan Ebrouchure Sebagai Media Promosi Berbasis Android. Jurnal Sains Informatika Terapan (JSIT), 1(1), 61–66.
<https://doi.org/10.62357/jsit.v1i1.38>
- Rosa, A. C., Sunardi, H., & Setiawan, H. (2019). Rekayasa *Augmented Reality* Planet dalam Tata Surya sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa SMP Negeri 57 Palembang. JURNAL ILMIAH INFORMATIKA GLOBAL, 10(1).

- Rozi, F., Ridlo Kurniawan, R., & Sukmana, F. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Pengenalan Bangun Ruang Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran Matematika. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 6(2), 436–447.
- Sartika, Y., Diansyah Tambunan, T., & Telnoni, P. A. (2016). Aplikasi Pembelajaran Tata Surya Untuk Ipa Kelas 6 Sekolah Dasar Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android. *E-Proceeding of Applied Science*, 2(3), 895.
- Satria, Eri, Ayu Latifah, and Rifaldi Prasusetyo. "Perancangan Pengenalan Hewan Laut Berdasarkan Zona Kedalaman Menggunakan Teknologi Augmented Reality." *Jurnal Algoritma* 19.1 (2022): 291-296.
- Sugiharto, A. (2019). Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Katalog Barang Elektronik Berbasis Android Menggunakan Unity 3d. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, 6(1).
- Tafakkur, B. O., Kharisma, L. P. I., Rizal, A. A., & Abdurahim. (2023). Implementasi *Augmented Reality* Sebagai Media Promosi Pada Lesehan Kalisari Dengan Metode Based *Marker Tracker*. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 5(1), 10–22. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i1.331>
- Taufiq, Ichsan, M., Armiady, D., & Rafli abdillah, T. (2020). Implementasi *Augmented Reality* (Ar) Pada Brosur Promosi Fikom Universitas Almuslim Menggunakan Unity. *Jurnal Teknologi Terapan and Sains* 4.0, 1.
- Xiong, W., Tian, W., Yang, Z., Niu, X., & Nie, X. (2019). Improved *FAST* corner-detection method. *The Journal of Engineering*, 2019(19), 5493–5497. <https://doi.org/10.1049/joe.2019.0400>
- Yusup, Imam, Adhi Rizal, & Nono Heryana. "Implementasi Algoritma FAST Pada Media Pembelajaran Interaktif Dalam Pengenalan Candi Jiwa Berbasis Augmented Reality (Studi Kasus: SMAN 1 Telagasari)." *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science* 4.2 (2021): 178-191.

LAMPIRAN 1

Dokumentasi pada sekolah





LAMPIRAN 2

Kode pada menu informasi

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class Informasi : MonoBehaviour
{
    public void KembaliBeranda(){
        SceneManager.LoadScene("Mainmenu");
    }
    public void Berikutnya(){
        SceneManager.LoadScene("Informasi2");
    }
}
```

LAMPIRAN 3

Kode pada menu utama

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class Mainmenu : MonoBehaviour
{
    public void PlayAR()
    {
        SceneManager.LoadScene("AR");
    }
    public void Petunjuk()
    {
        SceneManager.LoadScene("Petunjuk1");
    }
    public void Informasi()
    {
        SceneManager.LoadScene("Informasi");
    }
    public void Keluar()
    {
        Application.Quit();
        Debug.Log("Anda Sudah Keluar");
    }
}
```

LAMPIRAN 4

Kode pada menu petunjuk

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class Petunjuk1 : MonoBehaviour
{
    public void KembaliBeranda(){
        SceneManager.LoadScene("Mainmenu");
    }
    public void Berikutnya(){
        SceneManager.LoadScene("Petunjuk2");
    }
    public void Download(){
        Application.OpenURL("https://drive.google.com/drive/folders/
1Ex5Co0bFJvoNF4YybSMN0NR-nKxbVkLa?usp=sharing");
        Debug.Log("Anda Sudah Download");
    }
}
```


LAMPIRAN 5

Kode pada menu Rotasi objek 3D

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ObjekVector3One : MonoBehaviour
{
    // variabel data float untuk mengontrol kecepatan
    // dari rotasi planet
    public float speed = 1f;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        Rotation();
    }
    // fungsi untuk memutar objek
    private void Rotation()
    {
        transform.Rotate(Vector3.up * speed);
    }
}
```