



**PENGEMBANGAN MARKER AUGMENTED REALITY  
MENGUNAKAN QR CODE PADA MEDIA EDUKASI  
MENGENAL PLANET**

Dibuat dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memenuhi Ujian Akhir  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains Dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi  
Medan

**SKRIPSI**

**OLEH**

**NAMA : DWI KURNIAWAN  
N.P.M : 1514370141  
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
MEDAN  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGEMBANGAN MARKER AUGMENTED REALITY  
MENGUNAKAN QR CODE PADA MEDIA EDUKASI  
MENGENAL PLANET**

**Disusun Oleh :**

**Nama : DWI KURNIAWAN  
NPM : 1514370141  
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**Skripsi telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
Pada Tanggal : 30 Oktober 2019**

**Dosen Pembimbing I**



**Hermausyah, S.Kom., M.Kom.**

**Dosen Pembimbing II -**



**Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom.**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Sains & Teknologi**



**Sri Shanti Indira, S.T., M.Sc.**

**Ketua Program Studi Sistem Komputer**



**Eko Hariyanto, S.Kom., M.Kom.**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Kurniawan  
NPM : 1514370141  
Prodi : Sistem Komputer  
Konsentrasi : Keamanan Jaringan Komputer (KJK)  
Judul Skripsi : Pengembangan Marker Augmented Reality Menggunakan QR Code pada Media Edukasi Mengenal Planet

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir/Skripsi saya bukan hasil Plagiat.
2. Saya tidak akan menuntut perbaikan nilai indeks Prestasi Kumulatif (IPK) setelah ujian Sidang Meja Hijau.
3. Skripsi saya dapat dipublikasikan oleh pihak lembaga, dan saya tidak akan menuntut akibat publikasi tersebut.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya, terima kasih



Dwi Kurniawan  
1514370141

Telah Diperiksa oleh LPMU  
dengan Plagiarisme 21 %

10 OKTOBER 2019

FM-BPAA-2012-041

Atas : Permohonan Meja Hijau



Medan, 17 Oktober 2019  
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
UNPAB Medan  
Di -

Tempat

Telah di terima  
berkas persyaratan  
dapat di proses  
Medan, 18/10/2019  
Ka. BPAA

an.

*[Handwritten signature]*

TIGUH WAHYONO, ST, MM.

Yang terhormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DWI KURNIAWAN  
Tempat/Tgl. Lahir : Medan / 25 Mei 1997  
Nama Orang Tua : MULIONO  
No. P. M : 1314370141  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Program Studi : Sistem Komputer  
No. HP : 082364507957  
Alamat : Jln. Karya dame no. 72

Yang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Pengembangan marker augmented reality menggunakan qr code pada media edukasi mengenal planet. Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan Indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercapai keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah di jilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan rincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	100.000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1.500.000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100.000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5.000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>1.705.000</b>
		<b>3.100.000</b>
		<b>4.805.000</b>

5. Uang Kuliah

18/10/19  
Dik

Ukuran Toga : M



Hormat saya  
*[Signature]*  
DWI KURNIAWAN  
1314370141

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :
  - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (astu) - Mhs. ybs.





# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

## FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

### PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : DWI KURNIAWAN  
 Tempat/Tgl. Lahir : Medan / 25 Mei 1997  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1514370141  
 Program Studi : Sistem Komputer  
 Konsentrasi : Keamanan Jaringan Komputer  
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 141 SKS, IPK 3.59  
 Nomor Hp : 082364507957  
 Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

#### Judul

Pengembangan marker augmented reality menggunakan qr code pada media edukasi mengenal planet

Isi : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu

  
 ( Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D. )  
 Rektor I

Medan, 27 Juli 2019

Pemohon,

( Dwi Kurniawan )

Tanggal : .....

Disahkan oleh :  
Dekan

( Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc. )

Tanggal : .....

Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing I :

( Hermansyah, S.Kom, M.Kom )

Tanggal : 27/7/19

Disetujui oleh :  
Ka. Prodi Sistem Komputer

( Dr. Muhammad Iqbal, S.Kom, M.Kom. )

Tanggal : .....

Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing II :

( RANTI EKA PUTRI, S.KOM., M.KOM )

# Plagiarism Detector v. 1092 - Originality Report:

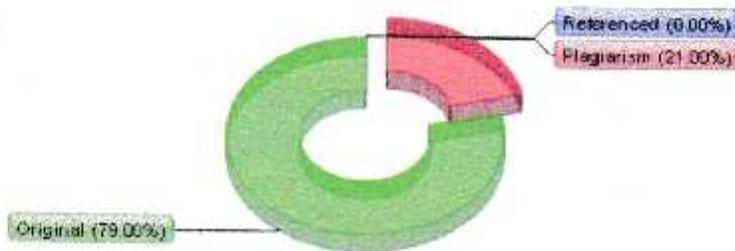
Analyzed document: 18/10/2019 08:55:47

## "DWI KURNIAWAN\_1514370141\_SISTEM KOMPUNTER.docx"

Licensed to: Universitas Pembangunan Panca Budi\_License4



Relation chart:



Distribution graph:

Comparison Preset: Rewrite. Detected language: Indonesian

### Top sources of plagiarism:

Percentage	Words	Source URL
% 6	wrds: 464	<a href="https://text-id.123dok.com/document/oz110ez9-Implementasi-augmented-reality-pada-perancang...">https://text-id.123dok.com/document/oz110ez9-Implementasi-augmented-reality-pada-perancang...</a>
% 4	wrds: 341	<a href="https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/download/3230/2601">https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/download/3230/2601</a>
% 4	wrds: 297	<a href="https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman...">https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman...</a>

Show other Sources:]

### Processed resources details:

123 - Ok / 26 - Failed

Show other Sources ]

### Important notes:

Wikipedia:	Google Books:	Ghostwriting services:	Anti-cheating:
Wiki Detected!	[not detected]	[not detected]	[not detected]



**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
**FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Telp (061) 8455571  
 website : www.pancabudi.ac.id email: unpub@pancabudi.ac.id  
 Medan - Indonesia

Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Dosen Pembimbing I : Hermansyah, S.kom, M.kom  
 Dosen Pembimbing II : Rahmeka Putri S.kom, M.kom  
 Nama Mahasiswa : DWI KURNIAWAN  
 Jurusan/Program Studi : Sistem Komputer  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1514370141  
 Bidang Pendidikan : SI  
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pengembangan marker augmented reality menggunakan qr code pada media edukasi mengenai planet

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
7-19	o Ace Sempro	[Signature]	
7-19	o + pendahuluan & + referensi hlp	[Signature]	
7-19	o Bab II > 2018	[Signature]	
7-19	o Ujnt Bab III	[Signature]	
7-19	o Demo program / perbaikan program + audio & text	[Signature]	
7-19	o Perbaikan Bab III, Ujnt Bab IV	[Signature]	
8-19	o Ujnt kepi Jawa	[Signature]	
8-19	- Aa Seminar	[Signature]	
10-19	- Ace Sidang	[Signature]	
11-19	- Aa Sidang	[Signature]	

Medan, 06 Maret 2019  
 Diketahui/Disetujui oleh :  
 Dekan,



Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc.



Universitas : Universitas Pembangunan Panca Budi  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Dosen Pembimbing I : Hermansyah, S.kom, M.kom  
 Dosen Pembimbing II : Ranti Eka Putri, S.kom, M.kom  
 Nama Mahasiswa : DWI KURNIAWAN  
 Jurusan/Program Studi : Sistem Komputer  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1514370141  
 Bidang Pendidikan : SI  
 Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pengembangan Marker augmented reality menggunakan qr code pada media edukasi mengenai planet

TANGGAL	PEMBAHASAN MATERI	PARAF	KETERANGAN
Maret 2019	ACC Sempro		
Juli 2019	Tambahkan sumber di Bab II, perbaiki penulisan bahasa asing di Bab II & Bab III. buat draft Daftar pustaka		
Juli 2019	Bab I dan Bab II ACC, bab III, buat draft bab IV dan bab V + daftar pustaka		
Juli 2019	Revisi bab IV, saran <del>penyajian</del> tampilkan gambar pd pengujian.		
Agus 2019	ACC Seminar hasil		
Okt 2019	Tambahkan /cantumkan perhitungan untuk pengujian pre test dan post test		
Oktober 2019	ACC Sidang		
November 19	ACC Jilid		

Medan 08 Maret 2019  
 Diketahui/Ditetujui oleh :  
 Dekan,

Bri Shindi Indira, S.T.,M.Sc.



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
**LABORATORIUM KOMPUTER**  
 Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambang Telp. 061-8455571  
 Medan - 20122

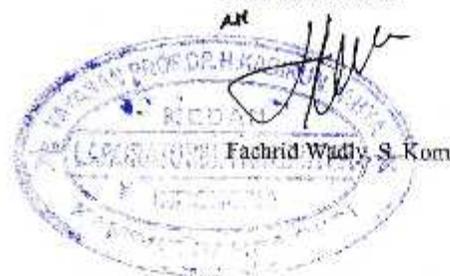
**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Komputer dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : DWI KURNIAWAN  
 N.P.M. : 1514370141  
 Tingkat/Semester : Akhir  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Jurusan/Prodi : Sistem Komputer

Menar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 17 Oktober 2019  
 Ka. Laboratorium



## ABSTRAK

DWI KURNIAWAN

### **Pengembangan Marker Augmented Reality Menggunakan QR Code pada Media Edukasi Mengenal Planet 2019**

Semakin bertambahnya berbagai pembelajaran pada media edukasi setiap materi yang dikembangkan tidak semua orang mengerti, jadi perlu untuk meningkatkan pemahaman pada media edukasi tersebut. Pada media edukasi mengenal planet peneliti menerapkan teknologi *augmented reality* pada media edukasi. Dengan menggabungkan teknologi multimedia dan *augmented reality* kedalam aplikasi *mobile* tentu akan menciptakan suatu inovasi terhadap media edukasi agar lebih menarik dan tingkat pemahaman terhadap materi lebih tinggi. Sehingga keinginan belajar mengenal planet semakin bertambah dengan memproyeksikan objek 3 Dimensi dan 2 dimensi dalam penyajian aplikasi. Tetapi peneliti menemukan ada kekurangan dalam teknologi *augmented reality* yaitu *marker* atau *markerless*. Dimana jika salah satu *marker* tersebut kekurangan tingkat kedetailannya pada pendeteksian, jadi peneliti meneliti perbandingan antara 2 perbandingan yaitu dengan menambahkan objek visual berupa QR Code pada *marker* dan tidak menggunakan QR Code pada *marker*. Hal ini berguna untuk menambahkan tingkat kedetailan citra gambar pada *marker* jika nantinya *marker* kekurangan tingkat kedetailannya sehingga AR Camera kesulitan untuk mendeteksi *marker* tersebut. Untuk meningkatkan kualitas *marker* peneliti melakukan pengujian terhadap *marker* tersebut dengan pengujian terhadap *marker* dengan jarak 20 cm dan 40 cm serta pengujian terhadap intensitas cahaya terang dan redup. Peneliti berharap semoga dari penelitian ini dapat mengatasi jika suatu waktu *marker* kehilangan tingkat dan kualitas pada citra gambar.

*Keyword* : Media Edukasi, Augmented Reality, Marker, QR Code,

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABLE</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Media Edukasi .....	6
2.2 <i>Augmented Rality (AR)</i> .....	6
2.3 <i>QR Code</i> .....	7
2.4 Citra Digital .....	8
2.5 <i>Markerless Augmented Reality</i> .....	11
2.6 <i>Marker Augmented Reality</i> .....	12
2.7 Vuforia .....	12
2.8 C# (C Sharp) .....	14
2.9 Arsitektur Vuforia .....	14
2.10 Sistem <i>Overview</i> .....	16
2.11 <i>Software Unity</i> .....	18
2.12 Sistem Tata Surya .....	19
2.13 Adobe <i>Animate</i> .....	20
2.14 Visual Studio .....	20
2.15 UML ( <i>Unified Modelling Language</i> ) .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tahapan Penelitian .....	23
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	24
3.3 Analisis Sistem Yang Sedang Berjalan .....	25
3.3.1 Proses Pemasukan Data .....	26
3.3.2 Proses Transaksi Data .....	27
3.3.3 Proses Pelaporan .....	27
3.3.4 Analisis Kebutuhan Sistem .....	27
3.4 Rancangan Penelitian .....	29
3.4.1 Perancangan Marker Menggunakan <i>QR Code</i> Dan Tanpa <i>QR Code</i> .....	29

3.4.2	Perancangan Objek Virtual 3D .....	36
3.4.3	<i>Database Marker</i> .....	38
3.4.4	<i>Flowchart</i> Aplikasi Yang Berjalan .....	41
3.4.5	Perancangan <i>Unified Modelling Language (UML)</i> .....	42
3.4.6	Rancangan Tampilan Aplikasi .....	47
<b>BA IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Kebutuhan Spesifikasi Minimum <i>Hardware Dan Software</i> .....	49
4.2	Hasil Implementasi Pada Aplikasi .....	49
4.3	Pengujian Aplikasi Dan Pembahasan .....	53
4.3.1	Pengujian <i>marker</i> berdasarkan <i>rating keypoint</i> pada vuforia .....	53
4.3.2	Pengujian Pendeteksian Marker Dalam Jarak Tertentu Dengan Pencahayaan Yang Ditentukan .....	56
4.3.3	Pengujian pendeteksian marker terhadap jarak kamera dan cahaya. ....	57
4.3.4	Pengujian terhadap kelayakan media edukasi <i>Augmented Reality</i> .....	62
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>BIOGRAFI PENULIS</b>		
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>		

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Media edukasi merupakan suatu yang digunakan untuk menyampaikan atau mentransmisikan ilmu pengetahuan agar informasi yang diterima dapat dimengerti oleh semua orang untuk merangsang daya pikiran, perhatian, dan daya imajinasi. Dengan berkembangnya teknologi muncul inovasi dalam mengembangkan media edukasi yang unik dengan menyatukan teknologi *Augmented Reality* terhadap media edukasi. Salah satunya adalah media edukasi mengenal planet, dengan menyatukan teknologi grafis, multimedia, dan aplikasi *mobile*, media edukasi tersebut dapat meningkatkan daya pikiran agar mudah dimengerti. Tetapi pada teknologi *Augmented Reality* penulis menemukan masalah terhadap *marker* (penanda) yaitu terdapat beberapa masalah dalam mendeteksi permukaan objek yang ditandai maka dari itu penulis meneliti pengembangan *marker* tersebut. Alasan kenapa peneliti meneliti tentang edukasi mengenal planet karena objek planet sedikit memiliki sudut tepi dimana vuforia sebagai platform yang diteliti hanya membaca atau mendeteksi sudut tepi permukaan marker. Selain itu untuk meningkatkan pemahaman bagaimana bentuk sebuah planet dengan proyeksi 3D.

*Augmented Reality* adalah salah satu peningkatan dalam media edukasi ini agar mempunyai fitur yang menarik, yang dapat memadukan antara objek 2D dan 3D agar terlihat menarik dan nyata dengan menampilkan objek virtual secara *real time*. Dalam hal ini *Augmented Reality* cukup mendeteksi bagian permukaan bidang yang ditandai sebagai *marker* dan *markerless*. Namun ada kelemahan dalam proses

pendeteksiannya pada *markerless* seperti permukaan bidang yang tidak jelas, tidak detail, jarak terlalu jauh dan lainnya sehingga dibutuhkan *marker* untuk membantu proses pendeteksiannya. Namun diketahui pada penelitian sebelumnya bahwa penggunaan aplikasi menggunakan *Marker Book* di mana aplikasi tersebut hanya bisa mendeteksi marker yang harus dibuat terlebih dahulu agar bisa dideteksi aplikasi (Eka, Mahendra, dan Agus, 2016). Maka dalam hal ini dibutuhkan pengembangan terhadap marker pada *Augmented Reality* agar pendeteksiannya berjalan secara optimal. Sebab pada penelitian sebelumnya hanya berfokus terhadap marker saja. Jadi penulis menerapkan *QR Code* pada pengembangan marker tersebut untuk mengatasi masalah dalam pembacaan marker dan sekaligus agar nilai estetika pada objek marker tidak terganggu, karena *QR Code* mudah dideteksi dan disisipi jauh dari objek utama. *QR Code* digunakan untuk pengembangan *marker Augmented Reality*, Karena memiliki tingkat pendeteksiannya yang tinggi dalam segi visual, sehingga dapat dideteksi meskipun *QR Code* dalam keadaan samar atau rusak. *QR Code* dibuat dan didesain sedemikian rupa untuk memindai dengan berbagai sudut sampai 360°. Jadi ketika dalam proses pembacaan marker, marker tersebut dapat terdeteksi dengan optimal dengan bantuan *QR Code* dan nilai *keypoint marker* pada *vuforia* bertambah.

Jadi berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas penulis memilih judul **“Pengembangan *Marker Augmented Reality* Menggunakan *QR Code* Pada Media Edukasi Mengenal Planet”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas pada latar belakang, dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat pendeteksian *marker* dalam jarak tertentu dengan pencahayaan yang minim dan cahaya yang tinggi?
2. Bagaimana respon terhadap *marker* yang menggunakan *QR Code* dan tanpa *QR Code* pada *vuforia developer* terhadap jumlah *keypoint* pada *marker*?
3. Bagaimana media edukasi mengenal planet dengan menggunakan *Marker Augmented Reality* dapat memberikan pemahaman terhadap materi?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan judul yang telah ditentukan, batasan masalah mencakup beberapa hal sebagai berikut :

1. *Marker* media edukasi mengenal planet dengan *QR Code* dan tanpa *QR Code* sebanyak 8 lembar dan 1 lembar berdasarkan urutan planet.
2. Aplikasi dirancang untuk perangkat ponsel pintar berbasis *system* operasi android.
3. Tingkat pencahayaan hanya sebatas terang dan redup.
4. Pengujian jarak 20 cm dan 40 cm.
5. Hasil pengujian pada *marker* dapat berubah-ubah dikarenakan faktor pencahayaan dan kualitas kamera.
6. Hasil pengujian kelayakan media edukasi mengenal planet diuji sebanyak 10 responden.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian tersebut berdasarkan rumusan masalah mencakup beberapa hal sebagai berikut :

1. Menganalisis tingkat kemampuan pendeteksian *marker* jika media edukasi tersebut menggunakan *QR code* dan tanpa *QR code*.
2. Menganalisis tingkat kemampuan pendeteksian *marker* berupa jarak dan intensitas cahaya redup dan terang.
3. Menganalisis tingkat pemahaman materi terhadap media edukasi mengenal planet.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dalam upaya meningkatkan perkembangan teknologi, adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti
  - a. Sebagai tugas akhir dalam pengembangan *Marker Augmented Reality*.
  - b. Penelitian ini berguna untuk mengatasi permasalahan kelemahan tingkat pendeteksian/pembacaan *markerless* dengan menggunakan *marker* pada media edukasi mengenal planet menggunakan teknologi *Augmented Reality*.
  - c. Penelitian ini juga membantu dalam pengenalan macam-macam planet secara interaktif.

2. Bagi Instansi

- a. Sebagai media edukasi yang ingin belajar mengenai planet berbasis *augmented reality*.
- b. Sebagai syarat kelulusan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Media Edukasi**

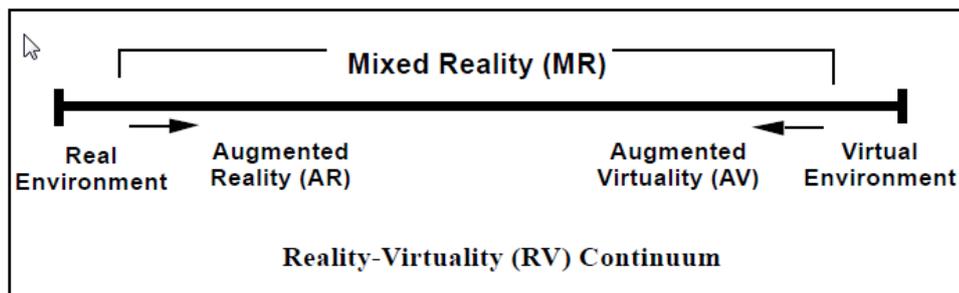
Media edukasi merupakan suatu yang digunakan untuk menyampaikan atau mentransmisikan ilmu pengetahuan agar informasi yang diterima dapat dimengerti oleh semua orang untuk merangsang daya pikiran, perhatian, dan daya imajinasi . (Innovations, 2019)

#### **2.2 *Augmented Reality (AR)***

Sebagai pandangan *real time* secara langsung maupun tak langsung lingkungan fisik dunia nyata yang telah diperluas atau ditambahi dengan informasi virtual yang digenerasikan oleh komputer kepadanya. Terminologi lain menyebutkan bahwa *Augmented Reality* adalah Realitas Tertambah. Dengan demikian AR bisa diartikan bahwa obyek nyata secara *real time* ditambah dengan obyek virtual yang muncul saat menggunakan alat atau perangkat pada obyek nyata tersebut (Yerry, sulthoni, dan Saida, 2017). Menurut Ronald Azuma (1997) untuk menghindari pembatasan AR pada teknologi tertentu, survei ini menentukan AR sebagai sistem yang memiliki tiga karakteristik sebagai berikut :

1. Mengabungkan lingkungan nyata dan virtual.
2. Berjalan secara interaktif dalam waktu nyata.
3. Intergrasi dalam tiga dimensi.

Paul Milgram (1994) dalam penelitiannya menyatakan bahwa *augmented reality* hanyalah bagian dari *Mixed Reality* (MR) yang menghubungkan dunia nyata dan dunia virtual dalam bentuk dinamakan *Reality-Virtuality* (RV) Continuum.

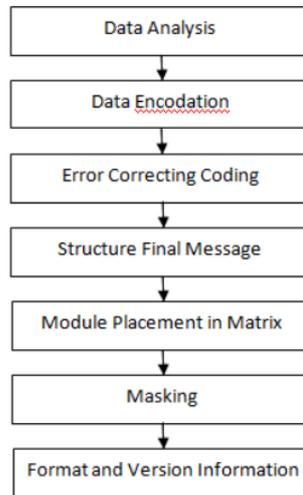


**Gambar 2.1** Milgram's *reality-virtuality* continuum.

Sumber : (Paul *et.al.*, 1994)

### 2.3 QR Code

QR *code* adalah *image* berupa matriks dua dimensi yang memiliki kemampuan untuk menyimpan data di dalamnya. QR *Code* merupakan evolusi dari kode batang (barcode). QR *Code* merupakan singkatan dari *Quick Response Code*, atau dapat diterjemahkan menjadi kode respon cepat. QR *Code* dikembangkan oleh Denso Corporation, sebuah perusahaan Jepang yang banyak bergerak di bidang otomotif. QR *Code* ini dipublikasikan pada tahun 1994 dengan tujuan untuk pelacakan kendaraan di bagian manufaktur dengan cepat dan mendapatkan respon dengan cepat pula (Pasca dan rinaldi, 2011). Prosedur pembangkitan QR *Code* dari sebuah teks dapat dijelaskan sebagai berikut :

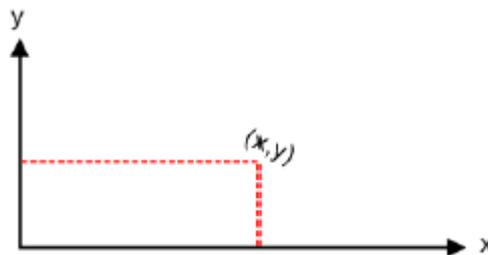


**Gambar 2.2** Diagram alir proses pembangkitan QR Code.

Sumber : (Pasca dan rinaldi, 2011)

## 2.4 Citra Digital

Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  adalah elemen citra yang disebut dengan *pixel* dan amplitudo  $f$  pada setiap pasang  $(x,y)$  disebut intensitas (gray level). Jika  $x$  dan  $y$  berhingga (finite) dan diskrit (tidak kontinu) maka disebut citra digital. (Pasca dan rinaldi, 2011)



**Gambar 2.3** Kordinat  $(x,y)$  pada citra digital

Sumber : (Amal, Ahyar dan Syharir, 2018)

Citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini

adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari *webcam*). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer. Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari  $M$  kolom dan  $N$  baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra. Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matrix (Kusumanto dan Alan, 2011) :

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

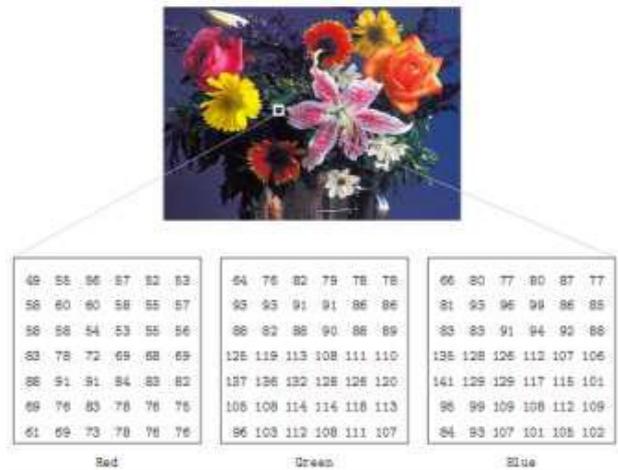
**Gambar 2.4** Citra digital dalam bentuk matrix

Sumber : (Kusumanto dan Alan, 2011)

Pada aplikasi pengolahan citra digital pada umumnya, citra digital dapat dibagi menjadi 3 (Kusumanto dan Alan, 2011) yaitu :

1. *Color Image* atau RGB (*Red, Green, Blue*).

Pada *color image* ini masing-masing piksel memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna.

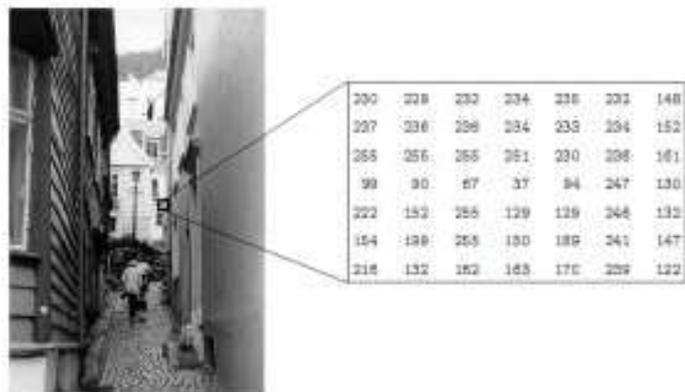


**Gambar 2.5** Color image

Sumber : (Kusumanto dan Alan, 2011)

2. *Black and white*

Citra digital *black and white* (*grayscale*) setiap *pixel*nya mempunyai warna gradasi mulai dari putih sampai hitam. Rentang tersebut berarti bahwa setiap *pixel* dapat diwakili oleh 8 bit, atau 1 *byte*.



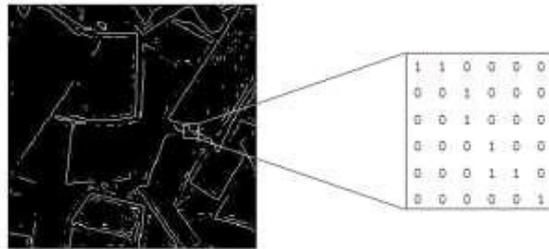
**Gambar 2.6** Black and white

Sumber : (Kusumanto dan Alan, 2011)

3. *Binari image*

Setiap *pixel* hanya terdiri dari warna hitam atau putih, karena hanya ada dua warna untuk setiap *pixel*, maka hanya perlu 1 bit per *pixel* (0 dan 1) atau

apabila dalam 8 bit ( 0 dan 255), sehingga sangat efisien dalam hal penyimpanan



**Gambar 2.7** Binari image

Sumber : (Kusumanto dan Alan, 2011)

## 2.5 *Markerless Augmented Reality*

*Markerless* adalah metode pelacakan di mana AR menggunakan objek nyata sebagai penanda. AR dengan metode *markerless* menggunakan teknik pelacakan dengan fitur alami. Teknik ini menggunakan deteksi tepi, sudut dan tekstur dari gambar atau objek. Adapun beberapa teknik *markerless tracking* yang digunakan (Mila dan Mirfan, 2018) yaitu :

### 1. *Face Tracking*

Dengan menggunakan algoritma yang mereka dikembangkan, komputer dapat mengenali wajah manusia umumnya dengan mengenali mata, hidung, mulut, Posisi manusia kemudian akan mengabaikan benda-benda lain di sekitarnya seperti rumah, pohon, dan benda lain.

### 2. *3D Object Tracking*

Pelacakan objek 3D dapat mengenali semua objek bentuk di sekitarnya, seperti mobil, meja, televisi, dll

### 3. *Motion Tracking*

Di komputer ini, teknik bisa menangkap gerakan. Pelacakan gerak telah digunakan secara luas untuk memproduksi film yang merangsang gerakan.

## 2.6 **Marker Augmented Reality**

*Marker* atau penanda adalah sebuah metode pelacakan yang banyak digunakan dalam pengaplikasian AR, karena *marker* dinilai memiliki mekanisme pengenalan yang sederhana. Keakuratan *marker* juga sangat berpengaruh dalam *Augmented reality*. Walaupun *marker* terlihat berantakan pada gambarnya, informasi yang terkandung di dalamnya tetap harus terbaca. Informasi di dalam *marker* juga tidak boleh terlalu besar dengan tujuan meningkatkan jarak yang dapat di cover oleh *marker*. (Dimas, Issa, dan Wibisono 2017)

## 2.7 **Vuforia**

Vuforia adalah *platform Augmented Reality Software Development Kit* (SDK) yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak *augmented reality* untuk perangkat *mobile*, tablet, dan *eyewear* yang memungkinkan pembuatan aplikasi *augmented reality*. Dulunya vuforia dikenal sebagai QCAR (*Qualcomm Company Augmented Reality*). Pengembangan dapat menggunakan teknologi *computer vision* untuk mengenali dan melacak gambar planar (target gambar) dan objek 3D sederhana, seperti kotak, secara *real-time*. Kemampuan registrasi citra ini memungkinkan pengembang untuk mengatur posisi dan orientasi obyek, seperti model 3D dan media lainnya, dalam kaitannya dengan gambar obyek maya kemudian melacak posisi dan orientasi dari gambar secara *real-time* sehingga

perspektif pada objek sesuai dengan perspektif pada target gambar, sehingga tampak bahwa objek virtual adalah bagian dari adegan dunia nyata. SDK (*Software Development Kit*) pada vuforia mendukung berbagai 2D dan 3D termasuk *image target* ‘*markerless*’, konfigurasi 3D *Multi-Target*, dan *Fiducial Marker*, dikenal sebagai *vumark* (penanda pada vuforia). Fitur tambahan dari SDK (*Software Development Kit*) termasuk lokal *Occlusion detection* menggunakan ‘*Virtual Buttons*’, pemilihan target gambar *runtime*, dan kemampuan untuk membuat dan mengkonfigurasi ulang sasaran set pemrograman saat *runtime*. Vuforia menyediakan *Application Programming Interfaces* (API) dalam C ++, Java, *Objective C++* (bahasa yang menggunakan kombinasi sintaksis C ++ dan *Objective-C*), dan bahasa .NET. SDK mendukung pengembangan untuk iOS dan *Android* menggunakan vuforia, karena itu kompatibel dengan berbagai perangkat mobile termasuk *iPhone* ( 4/4S ), *iPad*, dan ponsel *Android* dan tablet yang menjalankan OS *Android* versi 2.2 atau yang lebih besar dan ARMv6 atau 7 prosesor dengan FPU (*Floating Point Unit*). (Dedy, alkausar, dan amir, 2018)

*Qualcomm Augmented Reality* memberikan beberapa keuntungan seperti :

1. Teknologi *computer vision* untuk meyelaraskan gambar yang tercetak dan objek 3D.
2. Mendukung beberapa alat *development Eclipse, Android, Xcode*. Selain itu, QCAR juga menawarkan *development* dan distribusi secara gratis.

## 2.8 C# (C Sharp)

C# adalah bahasa pemrograman baru yang diciptakan oleh Microsoft (dikembangkan di bawah kepemimpinan Anders Hejlsberg yang notabene juga

telah menciptakan berbagai macam bahasa pemrograman termasuk Borland Turbo C++ dan Borland Delphi). Bahasa C# juga telah distandarisasi secara internasional oleh ECMA. (arif, dini, dan marwanto, 2017)

## 2.9 Arsitektur Vuforia

Vuforia SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. Komponen - komponen tersebut antara lain:

### 1. *Camera*

Kamera dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap *frame* ditangkap dan diteruskan secara efisien ke *tracker*. Para *developer* hanya tinggal memberi tahu kamera kapan mereka mulai menangkap dan berhenti.

### 2. *Image Converter* Mengkonversi format kamera (misalnya YUV12) kedalam format yang dapat dideteksi oleh OpenGL (misalnya RGB565) dan untuk tracking (misalnya luminance).

### 3. *Tracker*

Mengandung algoritma *computer vision* yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi *trackable* baru, dan mengevaluasi *virtual button*. Hasilnya akan disimpan dalam *state object* yang akan digunakan oleh *video background renderer* dan dapat diakses dari *application code*.

#### 4. *Video Background Renderer*

Me-render gambar dari kamera yang tersimpan di dalam *state object*.

Performa dari *video background renderer* sangat bergantung pada *device* yang digunakan.

#### 5. *Application Code*

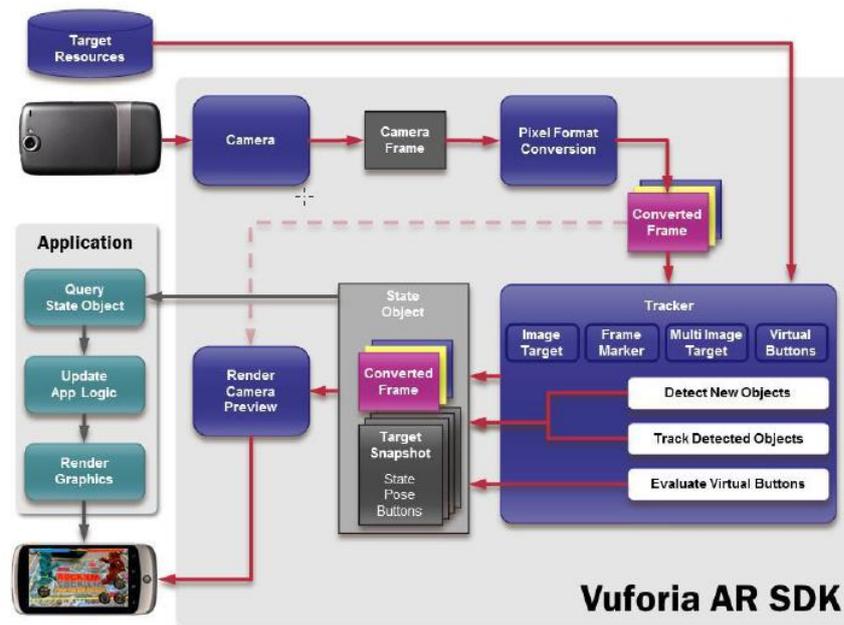
Mennginisialisasi semua komponen di atas dan melakukan tiga tahapan penting dalam *application code* seperti:

- a. *Query state object* pada target baru yang terdeteksi atau *marker*.
- b. *Update* logika aplikasi setiap *input* baru dimasukkan.
- c. Render grafis yang ditambahkan (*augmented*).

#### 6. *Target Resources*

Dibuat menggunakan *on-line Target Management System*. *Assets* yang diunduh berisi sebuah konfigurasi xml - *config.xml* - yang memungkinkan *developer* untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam *trackable* dan *binary file* yang berisi *database trackable*.

Arsitektur Vuforia terus menerus mengalami perkembangan mulai dari metode *tracking* sampai metode *mapping*. Setiap tahunnya vuforia selalu banyak melakukan *upgrade plattformnya* terutama pada metode *trackingnya* seiring perkembangan *gadget* yang semakin memiliki maju. Berikut adalah gambar arsitektur Vuforia SDK :

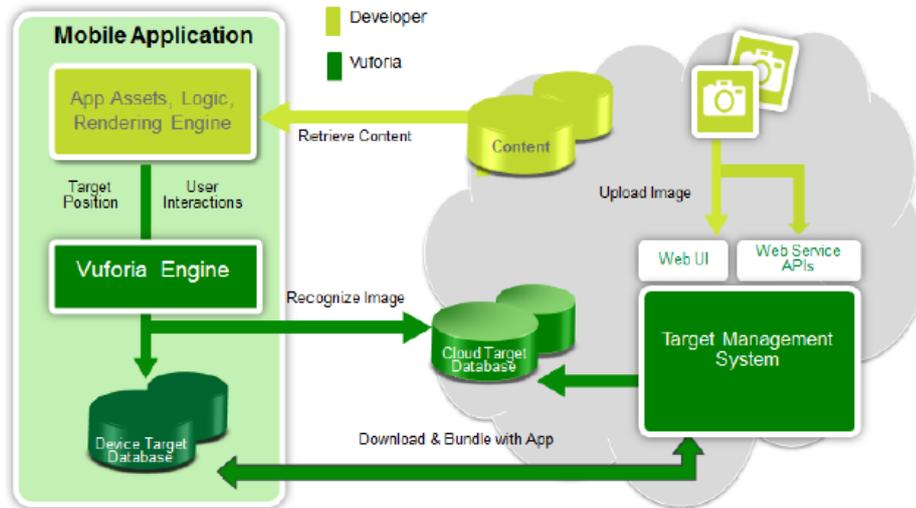


**Gambar 2.8** Diagram alir data vuforia

Sumber : (Rudi, 2014)

## 2.10 Sistem Overview

Sebuah aplikasi Vuforia SDK berbasis AR menggunakan layar perangkat *mobile* sebagai "lensa ajaib" atau cermin ke dunia augmented dimana dunia nyata dan maya tampaknya hidup berdampingan. Aplikasi ini membuat kamera menampilkan gambar langsung pada layar untuk mewakili pandangan dari dunia fisik. Objek Virtual 3D kemudian ditampilkan pada kamera dan mereka terlihat menyatu di dunia nyata. Gambar 2.8 memberikan gambaran umum pembangunan aplikasi dengan Qualcomm AR Platform. Platform ini terdiri dari SDK Vuforia dan *Target System Management* yang dikembangkan pada portal QdevNet. Seorang pengembang meng-*upload* gambar masukan untuk target yang ingin dilacak dan kemudian men-*download* sumber daya target, yang dibundel dengan App. (Rudi, 2014)



**Gambar 2.9** Proses online target management System

Sumber : (Rudi, 2014)

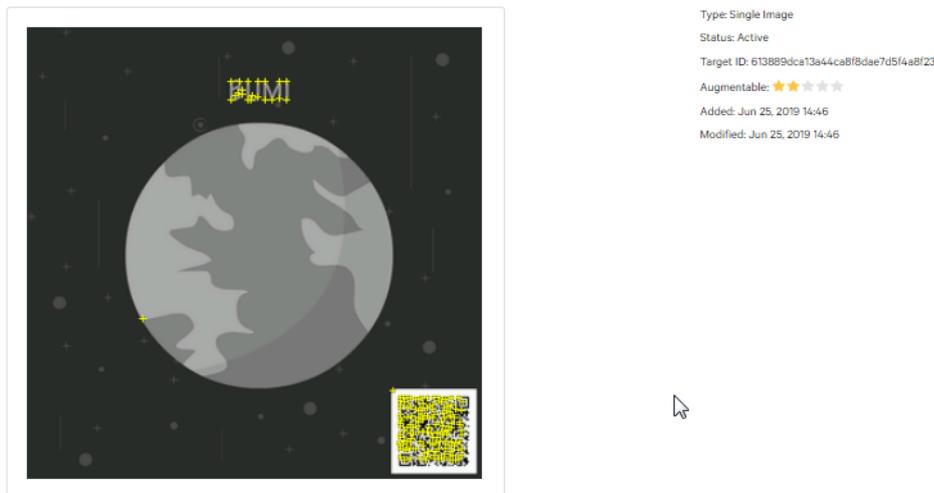
SDK Vuforia menyediakan sebuah objek yang terbagi - libQCAR.so - yang harus dikaitkan dengan app sebagai berikut (Rudi, 2014) :

a. *Trackables*

"*Trackables*" adalah kelas dasar yang mewakili semua benda dunia nyata bahwa SDK Vuforia dapat melacak six degrees-of-freedom. Setiap *trackable*, ketika dideteksi dan dilacak, memiliki nama, ID, status, dan pose informasi. Target Gambar, Gambar *Multi Target* dan *Marker*, semua *trackables* yang mewarisi sifat dari kelas dasar. *Trackables* yang diperbarui setiap *frame* diproses, dan hasilnya diteruskan ke aplikasi pada state objek.

b. *Marker*

Dalam pembuatan *marker* dalam hal ini *markerless* diperlukan sebuah file gambar.JPG yang nantinya akan di-*upload* ke vuforia, *marker* yang telah di-*upload* akan dinilai kualitasnya oleh sistem, berikut adalah contohnya:



**Gambar 2.10** Contoh *marker*

Sumber : <https://developer.vuforia.com>

## 2.11 *Software unity*

*Unity* adalah *game developing* software, dengan *built-in* IDE yang dikembangkan oleh *Unity Technologies*. Hal ini digunakan untuk mengembangkan video *game* untuk plugin *web*, *platform desktop*, konsol dan perangkat *mobile*, dan digunakan oleh lebih dari satu juta pengembang. *Unity* tumbuh dari OS X didukung permainan alat pengembangan pada tahun 2005 untuk *game developing software game multi platform*.

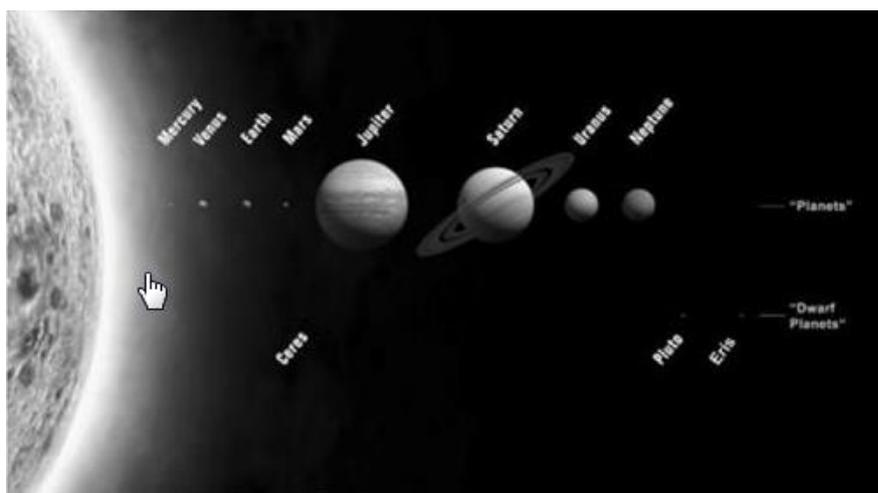
Mesin grafis menggunakan *Direct3D* (Windows , Xbox 360) , *OpenGL* (*Mac, Windows, Linux, PS3*) , *OpenGL ES* (*Android , iOS*) , dan kepemilikan API (*Wii*) . Ada dukungan untuk pemetaan *mesh* , pemetaan refleksi , pemetaan paralaks, bayangan dinamis menggunakan peta bayangan , merender ke tekstur dan efek *post-processing* layar penuh. *Unity* mendukung penyebaran ke berbagai *platform* . Dalam sebuah proyek , pengembang memiliki kontrol atas pengiriman ke perangkat

*mobile, web browser, desktop*, dan konsol. *Unity* juga memungkinkan . Spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi untuk setiap platform game mendukung.

*Platform* yang saat ini didukung termasuk *BlackBerry 10, Windows 8 , Windows Phone 8, Windows, Mac, Linux, Android, iOS ,Unity Web Player, Adobe Flash, PlayStation 3, Xbox 360, Wii U dan Wii.* (Rudi, 2014)

## 2.12 Sistem tata surya

Tata Surya merupakan sebuah sistem yang terdiri dari Matahari, delapan planet, planet-kerdil, komet, asteroid dan benda-benda angkasa kecil lainnya. Matahari merupakan pusat dari Tata Surya di mana anggota Tata Surya yang lain beredar mengelilingi Matahari. Benda-benda langit tersebut beredar mengelilingi Matahari secara konsentris pada lintasannya masing-masing Anggota-anggota dalam sistem Tata Surya ditunjukkan dari yang terdekat pada matahari yaitu merkurius, venus, bumi, mars, yupiter, saturnus, uranus, neptunus. Sistem tata surya dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



**Gambar 2.11** Matahari, planet, dan planet kerdil (dwarf planet) yang menjadi anggota Tata Surya

Sumber : Kartunnen, 2007: 132

### **2.13 Adobe animate**

*Adobe Animate* merupakan pengembangan dari *adobe flash professional macromedia flash*, dan *FutureSplash* animator adalah program multimedia *authoring* dan animasi komputer yang dikembangkan oleh *adobe System*. Program grafis dan animasi yang keberadaannya ditujukan bagi pecinta desain dan animasi untuk berkreasi membuat animasi web interaktif film animasi kartun pembuatan *company profile* presentasi bisnis atau kegiatan dan *game flash* yang menarik. (Alfian, 2018)

### **2.14 Visual studio**

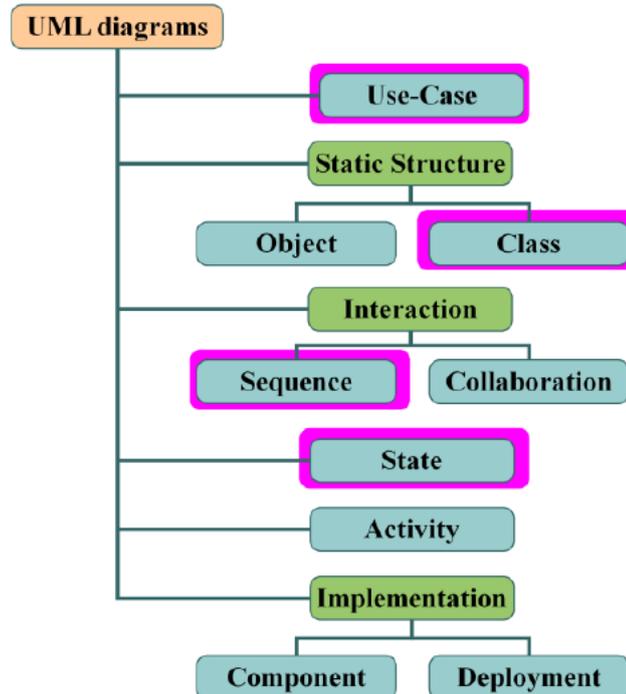
*Microsoft Visual Studio* merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi *Windows*, ataupun aplikasi *Web*. *Visual Studio* mencakup kompiler, SDK, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN Library). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket *Visual Studio* antara lain *Visual C++*, *Visual C#*, *Visual Basic*, *Visual Basic .NET*, *Visual InterDev*, *Visual J++*, *Visual J#*, *Visual FoxPro*, dan *Visual SourceSafe*. (Mardiyono dan Bambang, 2013)

### **2.15 UML (Unified Modelling Language)**

*Unified Modelling Language (UML)* adalah suatu alat untuk memvisualisasikan dan mendokumentasikan hasil analisa dan desain yang berisi sintak dalam memodelkan sistem secara visual. Juga merupakan satu kumpulan

konvensi pemodelan yang digunakan untuk menentukan atau menggambarkan sebuah sistem *software* yang terkait dengan objek . Sejarah UML sendiri terbagi dalam dua fase; sebelum dan sesudah munculnya UML. Dalam fase sebelum, UML sebenarnya sudah mulai diperkenalkan sejak tahun 1990an namun notasi yang dikembangkan oleh para ahli analisis dan desain berbeda-beda, sehingga dapat dikatakan belum memiliki standarisasi

Secara filosofi UML diberikan oleh konsep yang telah ada yaitu konsep permodelan *Object Oriented* karena konsep ini menganalogikan sistem seperti kehidupan nyata yang didominasi oleh obyek dan digambarkan atau dinotasikan dalam simbol-simbol yang cukup spesifik. (havluddin, 2011) Berikut gambar dari diagram UML



**Gambar 2.12** Diagram UML

Sumber: <http://www.uml.org/>

UML sendiri memiliki beberapa diagram yang sering digunakan, diantaranya sebagai berikut (havluddin, 2011) :

1. *Use Case Diagram*

Diagram yang menggambarkan actor, use case dan relasinya sebagai suatu urutan tindakan yang memberikan nilai terukur untuk aktor. Diagram *Use Case* dekat kaitannya dengan kejadian-kejadian apa yang terjadi ketika seseorang berinteraksi dengan sistem.

2. *Diagram Class*

Notasi utama dan yang paling mendasar pada diagram UML adalah notasi untuk mempresentasikan suatu class beserta dengan atribut dan operasinya. Class adalah pembentuk utama dari sistem berorientasi objek.

3. *Diagram Sequence*

Sequence diagram menjelaskan interaksi objek yang disusun berdasarkan urutan waktu. Secara mudahnya sequence diagram adalah gambaran tahap demi tahap, termasuk kronologi (urutan) perubahan secara logis yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan sesuatu sesuai dengan use case diagram..

4. *Diagram Activity*

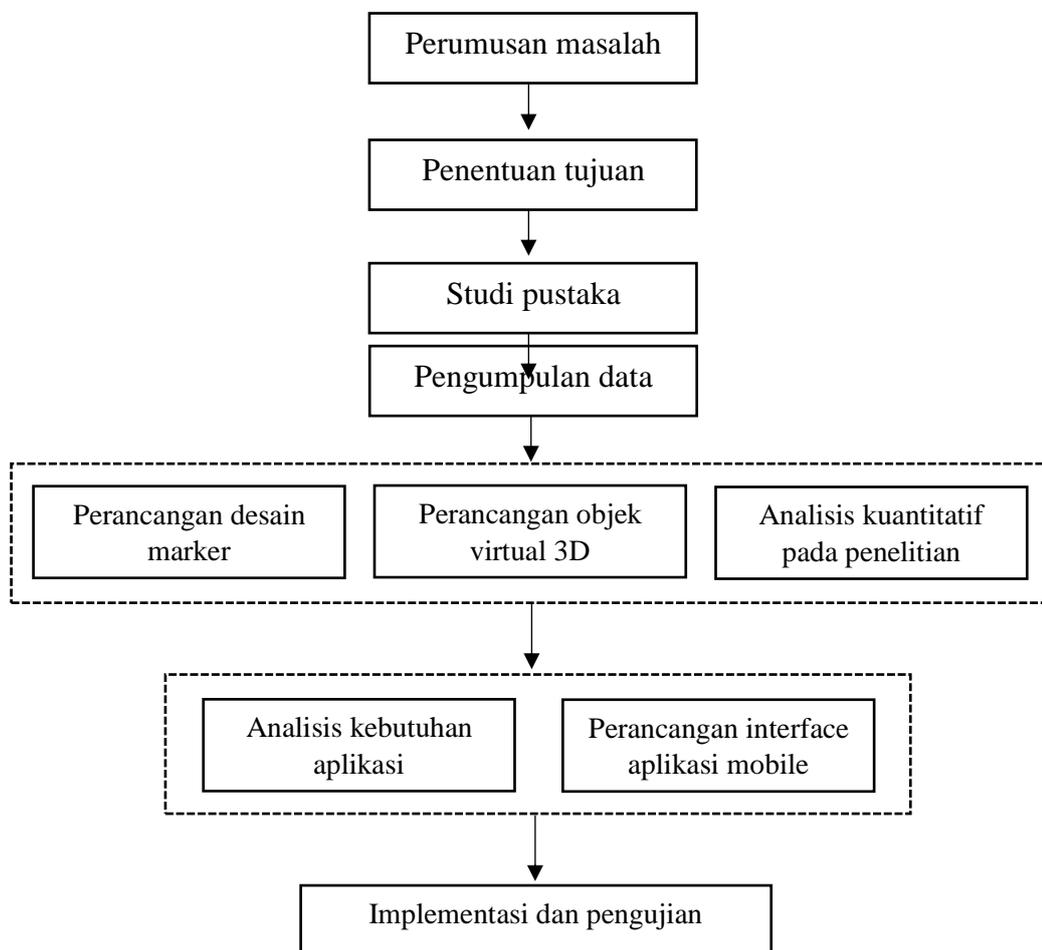
Menggambarkan aktifitas-aktifitas, objek, state, transisi state dan event. Dengan kata lain kegiatan diagram alur kerja menggambarkan perilaku sistem untuk aktivitas. Diagram ini berhubungan dengan diagram *Statechart*. Diagram *Statechart* berfokus pada obyek yang dalam suatu proses (atau proses menjadi suatu obyek),

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Untuk memudahkan penelitian penulis membuat tahapan penelitian pada judul “Pengembangan *Marker Augmented Reality* Menggunakan *QR Code* Pada Media Edukasi Mengenal Planet” adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Tahapan Penelitian

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan sebagai salah satu cara yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan. Sebagai bahan masukan bagi peneliti dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Penelitian Kepustakaan

Dalam hal ini peneliti mengumpulkan data berdasarkan referensi pada penelitian sebelumnya dan mengembangkannya dengan metode eksperimen dan uji coba terhadap 2 faktor dengan membandingkan objek yang diteliti, Disebut penelitian kepustakaan karena bahan atau data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian tersebut berasal dari perpustakaan baik berupa buku, ensklopedi, kamus, jurnal, dokumen, majalah dan karya ilmiah lainnya. Dalam penelitian “Pengembangan *Marker Augmented Reality* Menggunakan *QR Code* Pada Media Edukasi Mengenal Planet” Peneliti membutuhkan data yang akan diproses sebagai berikut :

##### a. Data *Marker*

Marker dibuat dalam 8 bagian dalam berbagai bentuk agar menerapkan permasalahan terhadap objek yang ditandai sebagai marker. Jika objek tersebut kurang ideal maka dapat membandingkan antara 2 faktor yaitu Dari tanpa menggunakan *QR Code* dan menggunakan *QR Code*.

##### b. Data edukasi tentang planet

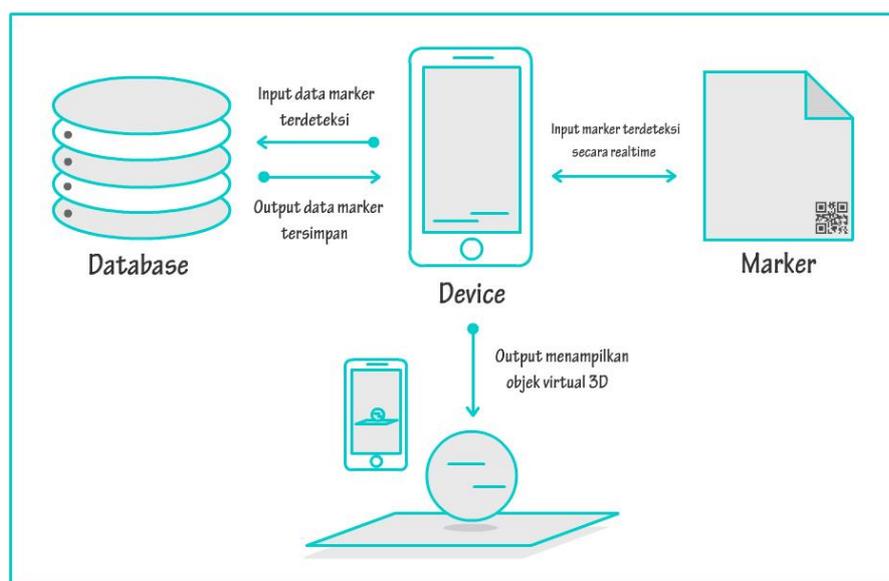
Peneliti mengumpulkan informasi yang relevan dan akurat terhadap informasi yang diberikan untuk media pembelajaran yang disampaikan.

## 2. Penelitian Laboratorium

Tujuan dari penelitian laboratorium untuk peneliti adalah untuk mengumpulkan data, mengadakan analisa, mengadakan test serta memberikan interpretasi terhadap sejumlah data, sehingga bisa mendapatkan hasil dari Objek penelitiannya. baik berupa masalah-masalah yang teoritis maupun yang praktis, yang diteliti oleh peneliti.

### 3.3 Analisis Sistem Yang Sedang Berjalan

Untuk membuat aplikasi media edukasi mengenal planet agar dapat terintegrasi pada marker terhadap aplikasi yang berjalan pada *smartphone* tentunya harus ada komponen pembentukan seperti ponsel, aplikasi edukasi mengenal planet dan lembaran *marker* yang udah dimasukan ke dalam database. Setelah itu aplikasi edukasi mengenal planet pada *smartphone* mendeteksi lembaran tersebut dan memproyeksikannya ke dalam bentuk 3D pada ponsel seperti pada gambar berikut :



**Gambar 3.2** Sistem yang berjalan secara umum

Berdasarkan pada gambar 3.2, *Device* atau ponsel sebagai *input* dan *output* yang memproses dua komponen yaitu *database* dan *marker*. *Device* adalah sebagai aplikasi yang menampilkan pada layar ponsel seperti kamera yang merekam objek yang dikenali sebagai *marker*. Setelah itu diproses oleh *database* apakah data tersebut ada atau tidak, dan dikirim ke perangkat *device* setelah mengenali objek yang terdeteksi di dalam *database* tersebut. Lalu menampilkan berupa objek virtual 3D pada layar *device*. *Marker* merupakan lembaran yang telah disisipkan *QR Code*, marker terdiri dari 8 lembar. *Database* merupakan tempat penyimpanan data *keypoint marker augmented reality*.

### 3.3.1 Proses Pemasukan Data

Proses pemasukan data pada aplikasi edukasi mengenal planet menggunakan proses akuisisi. Proses akuisisi merupakan proses perekaman data marker dan pemasukan *database* yang kemudian diproses kedalam *smartphone*. Langkah awal ini dilakukan dengan digitasi menggunakan perangkat keras *smartphone*. Dengan cara menggunakan aplikasi edukasi mengenal planet yang dapat diunduh di layanan *platform google playstore*. Setelah membuka aplikasi pengguna akan ditampilkan pada halaman awal aplikasi dan proses pembelajaran pada halaman selanjutnya. Pada halaman *AR Camera*, pengguna dianjurkan untuk merekam kamera kedalam lembaran yang sudah disediakan sebanyak 8 lembar yang sudah disisipi *QR Code*. *AR Camera* akan merekam data lembaran *marker* tersebut.

### 3.3.2 Proses Transaksi Data

Proses transaksi data pada aplikasi edukasi mengenal planet baik menggunakan *QR Code* maupun tanpa *QR Code*. Pada halaman *AR Camera*, kamera pada *smartphone* akan mengeksekusi data *keypoint marker* yang telah dideteksi dan di validasi dengan cara mengalihkan data tersebut ke *database* secara *offline*. *Database* akan mengecek data tersebut, data yang tersimpan di dalam *database* berupa data *keypoint marker augmented reality*. Jika data tersebut benar ada maka *database* akan menginput data *keypoint* ke *device smartphone* dan jika tidak maka sebaliknya, lalu data *keypoint* diproses oleh *device* agar ditampilkan objek virtual 3D pada layar *smartphone* sesuai dengan *keypoint* yang dikirim dari *database*.

### 3.3.3 Proses Pelaporan

Proses pelaporan data sesuai dengan data yang dimasukkan *database* cloud secara *online* pada situs <https://developer.vuforia.com> dan dikembangkan secara *offline*. Jika *keypoint* perekaman kamera pada lembaran *marker* tidak sesuai di *database* maka data *keypoint* yang berada pada *database* tidak akan muncul dan tidak memberikan laporan eksekusi objek virtual pada perangkat *device*.

### 3.3.4 Analisis kebutuhan sistem

Pada penelitian ini peneliti menganalisis kebutuhan sistem agar judul yang dibuat mencapai output yang telah ditentukan berupa kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak :

## 1. **Kebutuhan perangkat keras**

Kebutuhan perangkat keras dalam membangun aplikasi edukasi mengenal planet sangat dibutuhkan untuk perancangan aplikasi dan juga menjalankannya, berikut ini adalah perangkat keras yang dibutuhkan :

- a. *Smartphone*
- b. Perangkat Komputer
- c. Lembaran *Marker* yang sudah di desain
- d. Webcam Eksternal

## 2. **Kebutuhan perangkat lunak**

Dalam proses pembuatan aplikasi edukasi mengenal planet dibutuhkan perangkat lunak dalam membangun aplikasi tersebut berikut perangkat yang dibutuhkan :

- a. Adobe Animate Cc
- b. Adobe Photoshop
- c. Unity 2018
- d. Visual Studio 2017
- e. Vuforia
- f. Sistem Operasi Windows 7 Pro
- g. Sistem Operasi Android
- h. Java SE Development Kit
- i. Unity Remote Desktop

### 3.4 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian dibuat untuk mencapai arah penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian secara keseluruhan agar berjalan dengan baik. Sesuai apa yang telah direncanakan sehingga proses dan tujuan dari penelitian tersebut dalam memecahkan suatu masalah bisa berjalan dengan baik pula serta jelas dan terstruktur. Dalam perancangan penelitian ini dibutuhkan 2 komponen penting yang akan dirancang yaitu merancang aplikasi *Augmented Reality* dan merancang *marker* yang telah disisipi *QR Code* dan tanpa disisipi *QR Code*.

#### 3.4.1 Perancangan *marker* menggunakan *QR Code* dan tanpa *QR Code*

Dalam perancangan *marker* didesain menjadi 8 lembar dengan desain 2D dalam berbagai bentuk planet masing-masing desain planet memiliki pembacaan sudut yang rendah. Hal ini bertujuan agar adanya perbandingan terhadap penelitian kuantitatif jika desain planet ditemukan tidak ideal untuk dijadikan sebuah *marker* dalam aplikasi. Untuk meneliti hal tersebut maka dibuat 2 jenis *marker* yaitu menggunakan *QR Code* dan Tanpa *QR Code*.

Berikut ini adalah perbedaan *marker* yang menggunakan *QR Code* dan tanpa *QR Code* sebagai berikut :

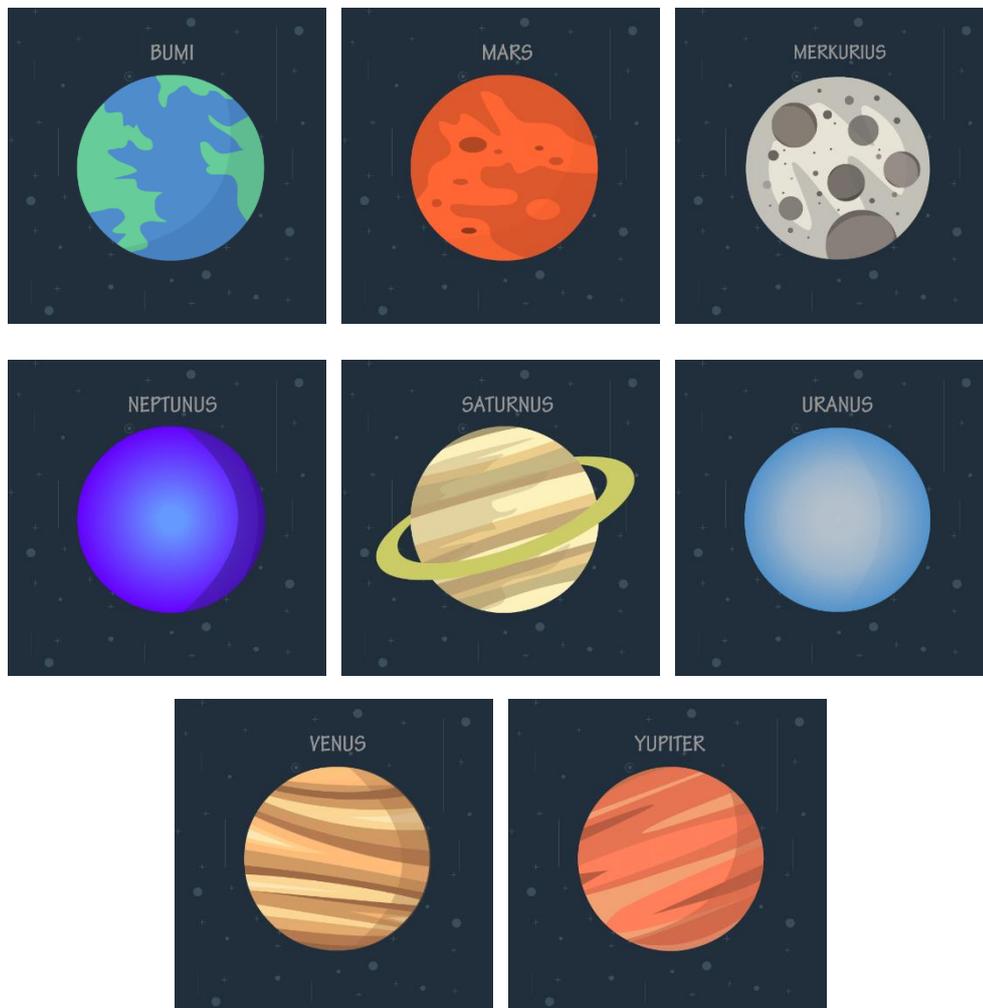
**Tabel 3.1** Perbedaan *marker* menggunakan *QR Code* dan tanpa *QR Code*

No	Menggunakan <i>QR Code</i>	Tanpa <i>QR Code</i>
1	Mampu terdeteksi lebih cepat karena memiliki daya visual yang tinggi dan mampu menyimpan data yang lebih besar.	Tingkat kemampuan pembacaan <i>marker</i> bergantung pada nilai kedetailan gambar dan sudut tepi pada <i>marker</i> . Jika gambar <i>marker</i>
2	Dapat terdeteksi walaupun <i>marker</i> dalam keadaan samar atau rusak	

**Tabel 3.1** Perbedaan marker menggunakan *QR Code* dan tanpa *QR Code* (lanjutan)

No	Menggunakan <i>QR Code</i>	Tanpa <i>QR Code</i>
3	Dapat memindai objek dalam berbagai sudut sampai 360°	memiliki nilai kedetailan yang rendah dan minimnya sudut tepi pada gambar akan mempengaruhi pembacaan marker tersebut.
4	Meningkatkan nilai <i>keypoint</i> dalam segi <i>augmented reality</i> .	
5	Memiliki warna yang kontras dan tingkat augmentable yang tinggi	

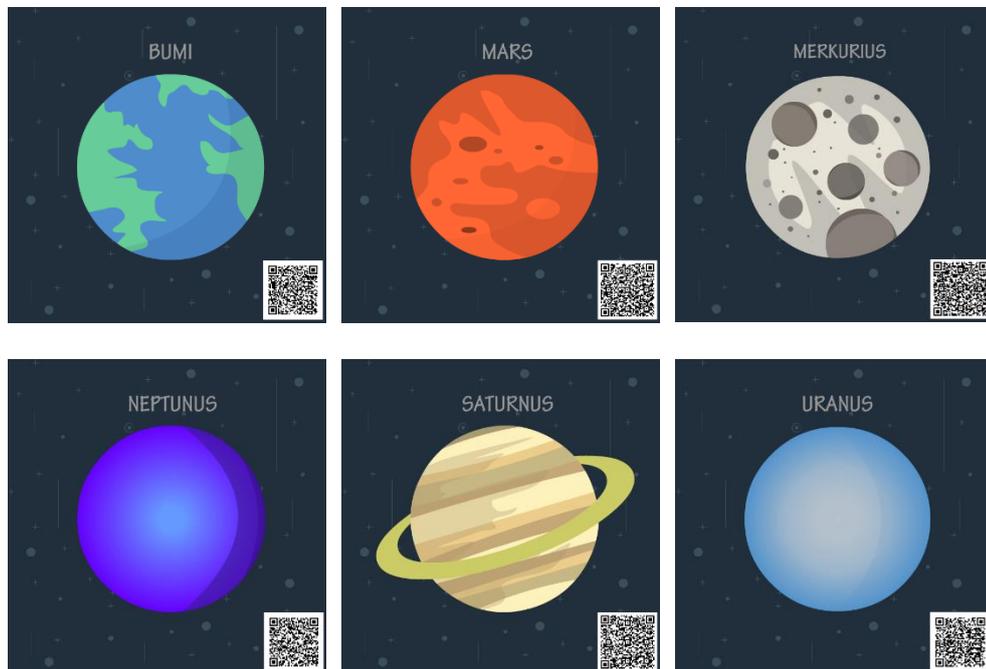
Berikut ini adalah contoh desain *marker* yang tanpa menggunakan *QR Code* sebanyak 8 lembar :



**Gambar 3.3** Marker tanpa *QR Code*

Pada Gambar 3.3 kenapa dilakukannya pengembangan terhadap *marker* dengan menggunakan *QR Code*, karena nilai sudut permukaan pada citra gambar tanpa *QR Code* tersebut sangat sedikit. Hal ini kenapa diberikan banyak objek *circle* dan sedikitnya citra gambar yang menggunakan sudut tepi, agar memberikan suatu permasalahan, hal ini dikarenakan *Augmented Reality* hanya mendeteksi sudut tepi permukaan tekstur pada *marker*. Diberikannya atau disisipkan *QR Code* agar nilai sudut tepi permukaan tekstur pada *marker* dapat mudah di deteksi dan memiliki sudut tepi yang lebih bervariasi. Selain itu *QR Code* dapat mengkonversikan angka, huruf, dan simbol dalam bentuk *visual code* yang akan menampilkan teks dan informasi lainnya jika melakukan pemindaian terhadap *QR Code* tersebut.

Berikut adalah 8 desain *marker* yang menggunakan *QR Code* :



**Gambar 3.4** *Marker* menggunakan *QR Code*



**Gambar 3.4** *Marker menggunakan QR Code (lanjutan)*

Pada *marker* yang diberikan *QR Code* diletakkan pada sudut kanan bawah ini berguna agar nilai estetika pada gambar tidak terganggu dan juga berguna agar tingkat kedetailan dan rating pada *vuforia* bertambah. Pada *QR Code* diberikan penjelasan berupa info singkat tentang masing-masing planet dalam bentuk teks. Alasan kenapa peneliti menambahkan atau mensisipkan *QR Code* pada *marker* adalah

1. Meningkatkan kedetailan pada *marker*
2. Menambah nilai *keypoint* pada *marker*
3. Menambah sudut tepi pada *marker*
4. Menambahkan informasi singkat yang terdapat pada *marker*
5. Meningkatkan visualitas *marker* saat pendeteksian pada *AR Camera*
6. Mempertajam pembacaan *marker* pada kamera

Berikut adalah isi dari informasi masing-masing *QR Code* yang telah disisipi tersebut .

**Tabel 3.2** Tabel *QR Code* pada *marker*

No	Teks	QR Code
1	Bumi adalah planet ketiga dari Matahari yang merupakan planet terpadat dan terbesar kelima dari delapan planet dalam Tata Surya.	
2	Mars adalah planet terdekat keempat dari Matahari. Planet ini sering dijuluki sebagai "planet merah" karena tampak dari jauh berwarna kemerah-kemerahan	
3	Merkurius adalah planet terkecil di dalam tata surya dan juga yang terdekat dengan Matahari dengan kala revolusi 88 hari dan kala rotasi 59 hari.	

**Tabel 3.2** Tabel *QR Code* pada *marker* (lanjutan)

No	Teks	QR Code
4	Neptunus merupakan planet terjauh (kedelapan) jika ditinjau dari Matahari. Planet ini dinamai dari dewa lautan Romawi.	
5	Saturnus adalah sebuah planet di tata surya yang dikenal juga sebagai planet bercincin, dan merupakan planet terbesar kedua di tata surya setelah Jupiter.	
6	Uranus adalah planet ketujuh dari Matahari, uranus memiliki jari-jari terbesar ketiga sekaligus massa terbesar keempat di Tata Surya.	

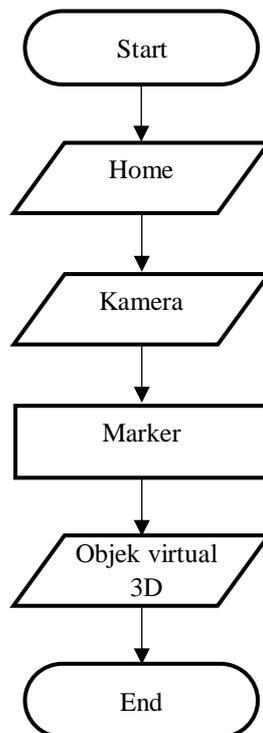
**Tabel 3.2** Tabel *QR Code* pada *marker* (lanjutan)

No	Teks	QR Code
7	Venus adalah planet terdekat kedua dari Matahari setelah Merkurius. Planet ini mengorbit Matahari selama 224,7 hari Bumi. Venus tidak memiliki satelit alami dan dinamai dari dewi cinta dan kecantikan dalam mitologi Romawi	
8	Yupiter adalah planet terdekat kelima dari Matahari setelah Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars. Planet ini juga merupakan planet terbesar di Tata Surya.	

Table 3.2 Merupakan isi dari *QR Code* yang disisipkan pada *marker* berupa informasi yang bertujuan untuk menciptakan nilai *keypoint* dan sudut permukaan pada gambar. Hal ini kenapa pada informasi di lampirkan penjelasan singkat yang panjang agar menciptakan pola visual code yang bervariasi secara acak agar nilai visual pada marker bertambah dan dapat dengan mudah dideteksi.

### 3.4.2 Perancangan Objek Virtual 3D

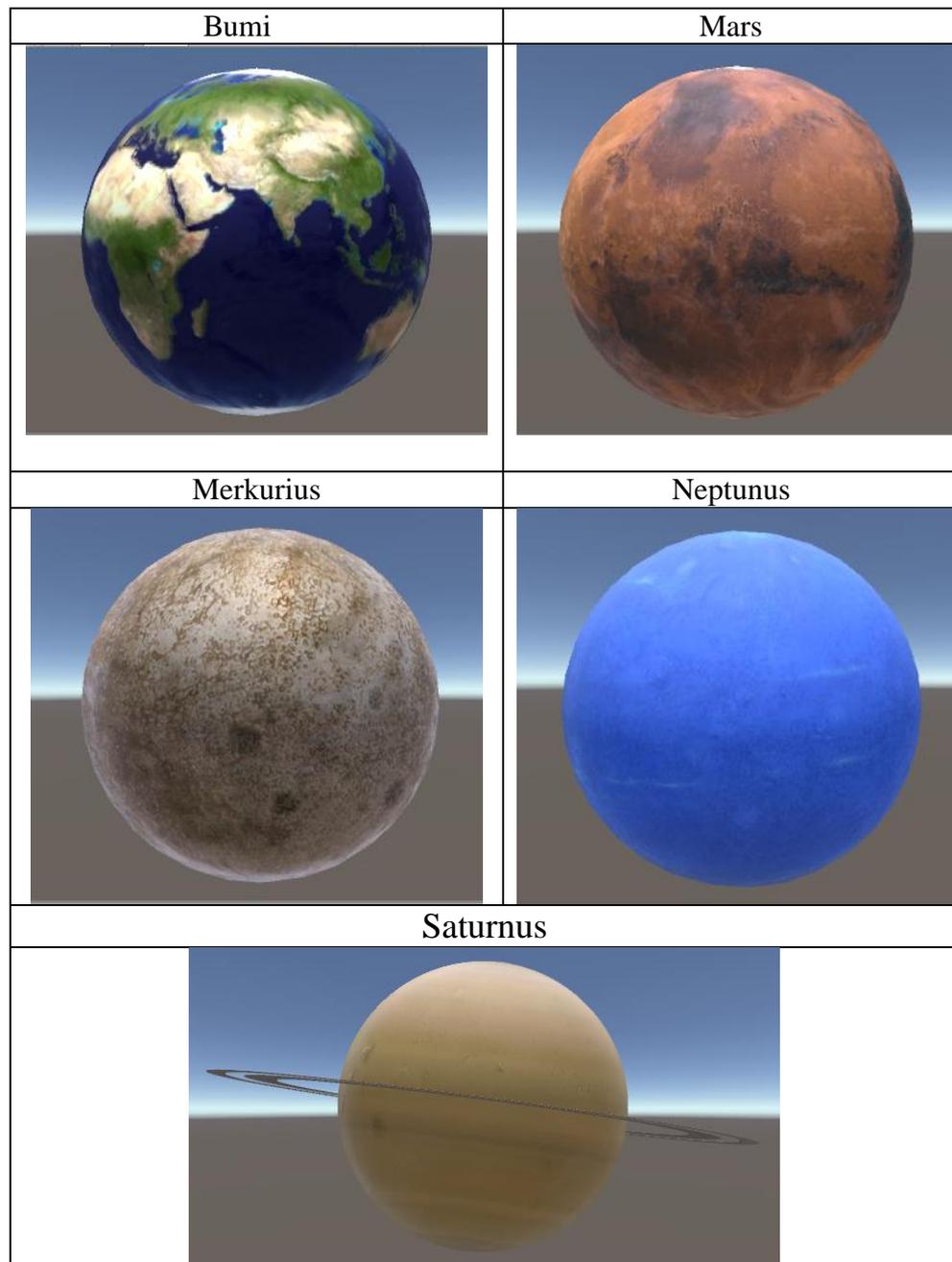
Dalam perancangan ini apabila *marker* terdeteksi maka akan tampil sebuah objek virtual 3 dimensi yang akan memproyeksikan diatas lembaran *marker*. Objek 3 dimensi ini dibuat di *unity* dengan menggabungkan material *texture* macam-macam planet kedalam objek *sphere*. Berikut ini adalah *flowchart* cara kerja munculnya objek virtual 3D pada aplikasi E-Planet yang sudah diintegrasikan kedalam teknologi *Augmented Reality*.



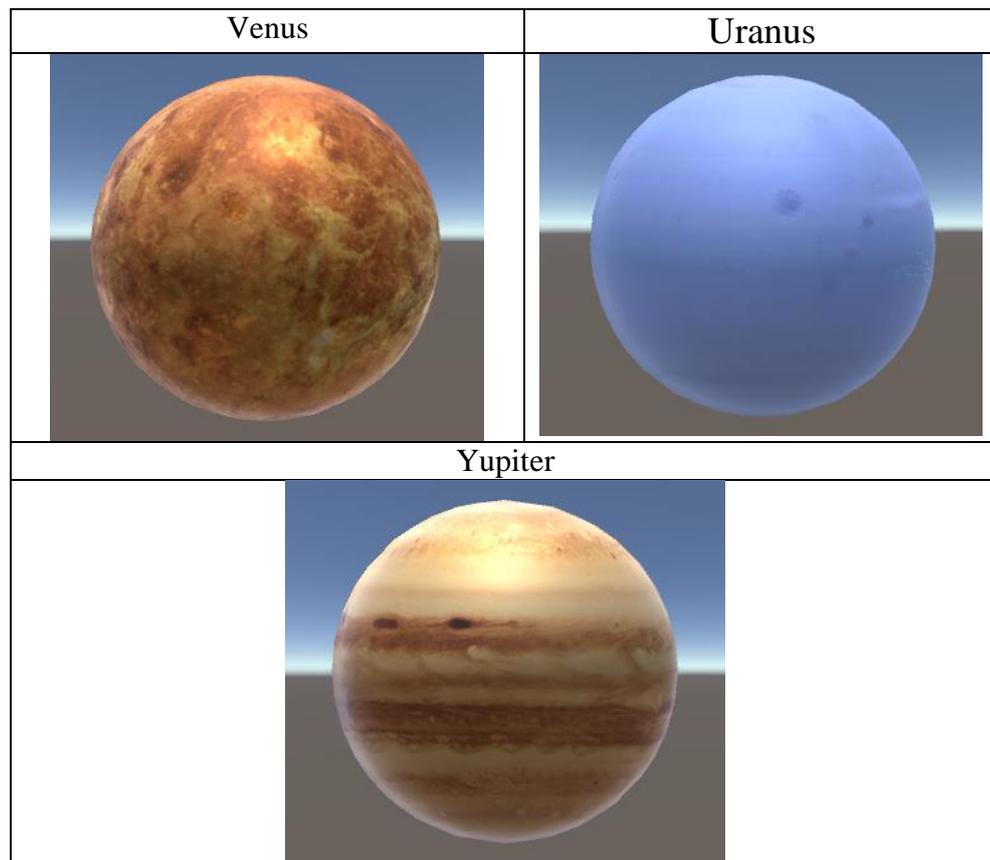
**Gambar 3.5** *Flowchart* Menampilkan Objek virtual 3D pada Aplikasi E-Planet

Aplikasi E-Planet yang sudah dipasang pada perangkat yang mendukung *smartphone android* akan terhubung pada kamera. Kamera yang sudah menjadi perangkat *input marker* akan mendeteksi *marker* tersebut, dan di proses oleh *smartphone* dengan menampilkan hasil *output* objek planet virtual 3D pada layar.

Setiap *marker* sudah didesain sebanyak 8 macam planet. Berikut ini adalah objek 3D yang akan muncul pada *marker*.



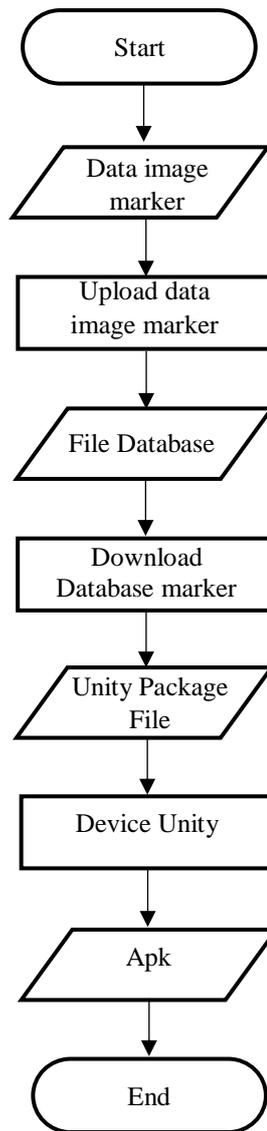
**Gambar 3.6** Objek virtual 3D



**Gambar 3.5** Objek virtual 3D (lanjutan)

### 3.4.3 Database marker

Setiap *marker* yang digunakan pada *augmented reality* sudah tersimpan di *database* pada aplikasi E-Planet. Untuk memasukkan *marker* ke dalam *database* aplikasi E-Planet diperlukan *database cloud* yang diunggah secara *online* pada situs vuforia <https://developer.vuforia.com>. Setelah *marker* berhasil diunggah *database* dapat di *download* dalam bentuk *unity package file* untuk dikembangkan secara *offline*. Berikut adalah *flowchart* proses pembentukan *marker* pada *database*.



**Gambar 3.7** *Flowchart* proses pembentukan *database marker*

Gambar diatas adalah proses pembentukan *target marker* pada *database* yang akan dikenali di aplikasi E-Planet. Untuk mempermudah memahai *flowchart* tersebut berikut penjelasannya :

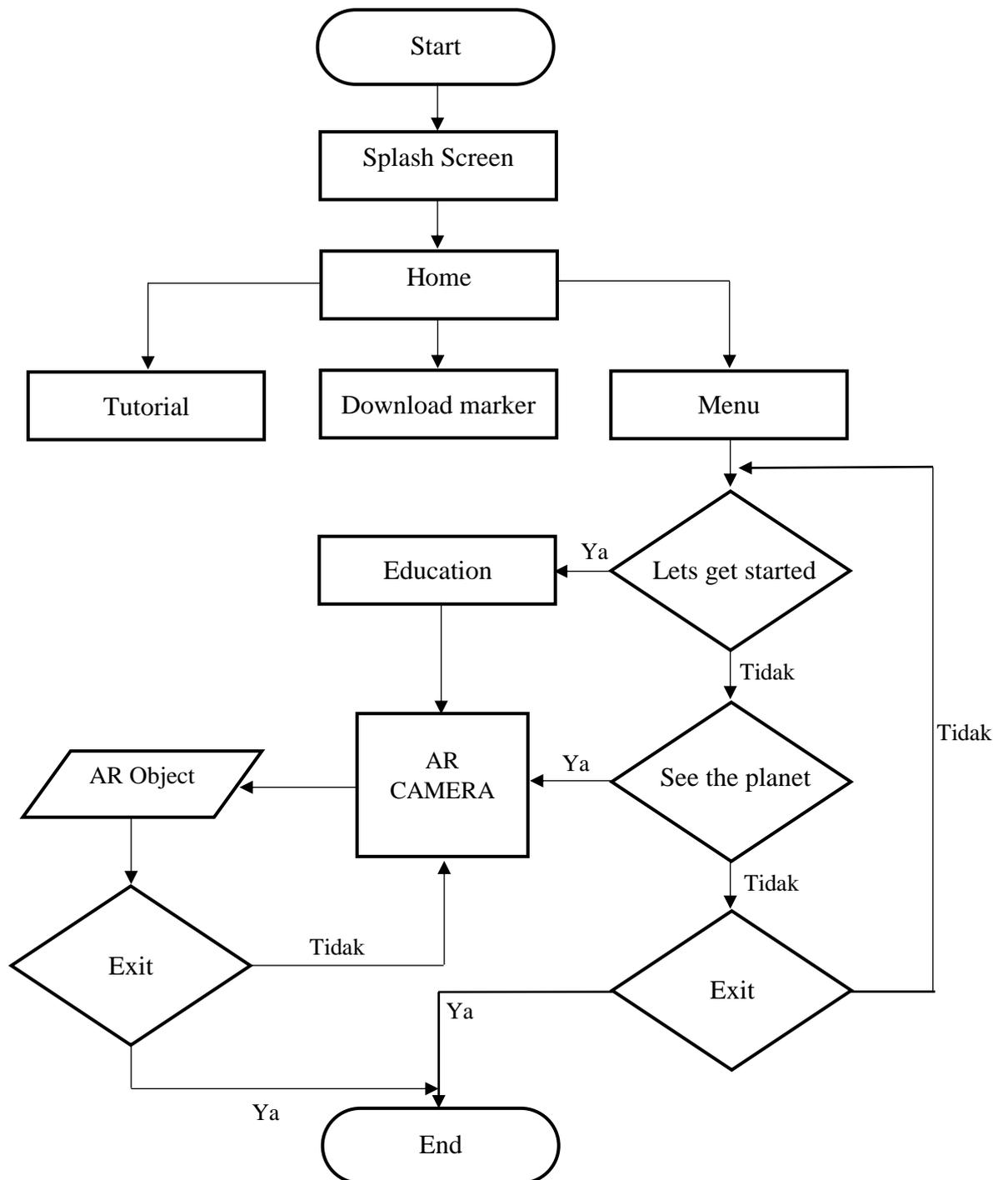
1. Data image merupakan desain gambar *marker* yang sudah disisipi *QR Code* atau tanpa *QR Code*, data *marker* berupa gambar dengan format

ekstensi .jpg pada setiap *marker* memiliki dimensi *640 pixels x 640 pixels image size* gambar tidak boleh lebih dari 2 MB.

2. Data *image marker* di *upload* pada situs <https://developer.vuforia.com> dan diuji kelayakannya berupa nilai tepi permukaan gambar *marker* tersebut.
3. Setelah data *marker* diupload *target management system* pada vuforia akan menilai *rating* gambar *marker* tersebut mulai dari 0 – 5 bintang. Penilaian gambar berdasarkan jumlah banyaknya titik tepi permukaan pada citra gambar.
4. Gambar *marker* yang sudah dinilai titik tepi permukaannya akan tersimpan pada *database cloud* <https://developer.vuforia.com>.
5. *Marker* yang sudah tersimpan pada *database cloud* akan di *download* ulang untuk proses pengembangan di unity secara *offline* dengan ekstensi .unitypackage. Sebutan *marker* pada unity yaitu *image target*. *Image target* berisi *database marker* yang akan jadi acuan titik pembacaan dan munculnya objek 3D *augmented reality*.
6. *Device Unity* merupakan suatu proses pengolahan data *marker* dan mengimplementasikannya kedalam perangkat *input* dan *output device* di *unity*.
7. Setelah data *marker* yang sudah didownload menjadi *unity package file* dan diproses oleh *device unity* lalu mengimplemantasikan kedalam bentuk aplikasi *android* atau .apk.

### 3.4.4 Flowchart Aplikasi Yang Berjalan

Adapun *flowchart* pada aplikasi yang berjalan pada sistem aplikasi media edukasi mengenal planet yaitu sebagai berikut :



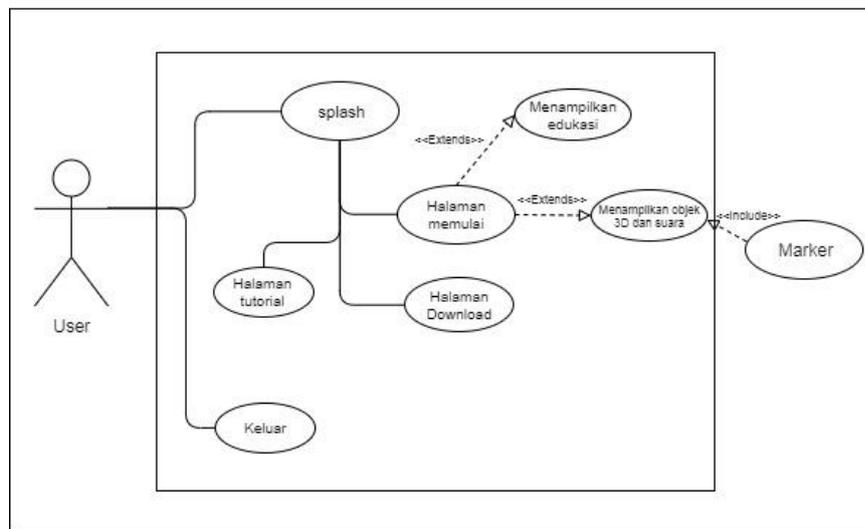
**Gambar 3.8** Flowchart Aplikasi Yang Berjalan

### 3.4.5 Perancangan *Unified Modelling Language* (UML)

Adapun perancangan diagram uml yang terdapat pada aplikasi E-Planet yang terdiri dari Diagram *Use Case*, Diagram *Sequence*, dan Diagram *Activity*. Berikut adalah diagramnya :

#### 1. Diagram *Use Case*

Diagram *use case* berguna untuk menjelaskan hal apa saja yang dialami pengguna saat menjalankan aplikasi E-Planet.



**Gambar 3.9** Diagram *Use Case*

Berdasarkan skenario *use case* pada gambar 3.8 berikut penjelasan *use casenya*:

#### a. *Use Case Splash*

User : Pengguna aplikasi

Tampilan awal : Menampilkan *splash screen*

Skenario : Pengguna menjalankan aplikasi pada *smartphone* dan menampilkan tampilan awal *splash screen* berupa gambar logo dan

*design background* aplikasi. Setelah itu *use case splash* menampilkan *use case* lainnya .

**b. Use Case Halaman tutorial**

User : Pengguna aplikasi

Kondisi awal : Menampilkan halaman tutorial

Skenario : Aplikasi menampilkan halaman tutorial setelah melewati *use case splash*, berupa animasi *flash* yang berisi tutorial cara menggunakan *marker*.

**c. Use Case Halaman Download**

User : Pengguna aplikasi

Kondisi awal : Menampilkan halaman *download marker*

Skenario : Aplikasi menampilkan halaman *download* pada slide ke 2 setelah halaman tutorial (*Slide 1*), pengguna melakukan proses *download marker* secara gratis jika tidak mempunyai *marker*.

**d. Use Case Halaman Memulai**

User : Pengguna aplikasi

Kondisi awal : Menampilkan halaman memulai berupa 3 pilihan

Skenario : Aplikasi menampilkan halaman menu lalu si pengguna atau actor ditampilkan berupa menu pilihan yaitu *lets get started*, *See the planet*, dan *exit*.

**e. Use Case Menampilkan Edukasi**

User : Pengguna aplikasi

Kondisi awal : Menampilkan halaman media pembelajaran

Skenario : Aplikasi menampilkan halaman edukasi mengenal planet setelah mengklik menu *lets get started* pada *use case* halaman memulai dan menampilkan berupa edukasi mengenal planet.

**f. Use Case Menampilkan Objek 3D dan Suara**

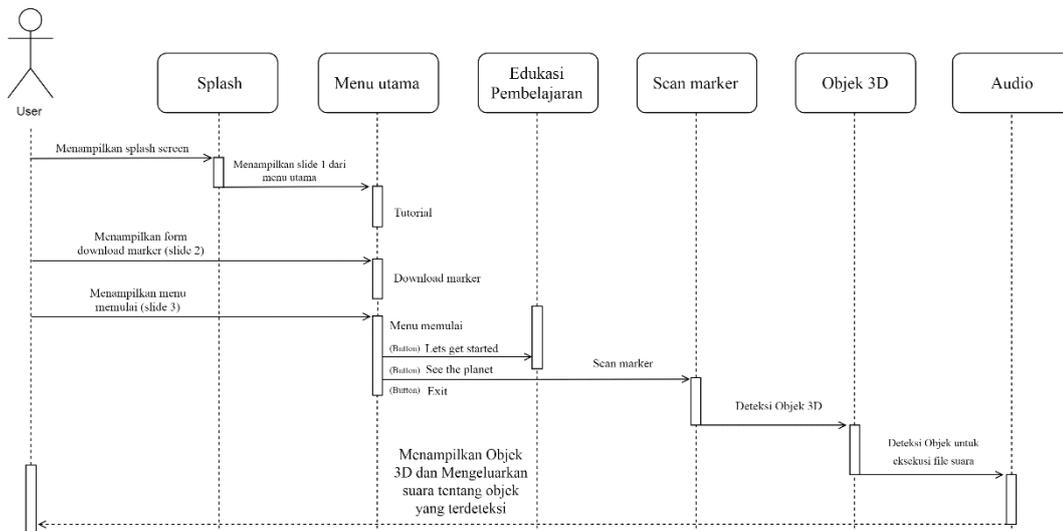
User : Pengguna aplikasi

Kondisi awal : *Smartphone* melakukan pendeteksian *marker*

Skenario : *Smartphone* menjalankan aplikasi dan menampilkan kamera yang mendeteksi *marker* yang ada diluar aplikasi dan muncul objek 3D dan mengeluarkan suara pada layar *smartphone*.

**2. Diagram Sequence**

Adapun bentuk sistem yang berjalan pada aplikasi yang dirancang, di presentasikan dalam bentuk diagram *sequence* yang menggambarkan interaksi pada pengguna dalam bentuk waktu yang terdiri dari *actor*, *activation box*, *lifeline*, dan *object*. Dibentuk sesuai dengan alur kerja mulai dari actor (user) yang berinteraksi langsung dengan *system*, *activation box* yang dilambangkan dengan lama waktu yang diperlukan, *lifeline* yang menggambarkan aktifitas suatu *object*, dan yang terakhir objek yang berbentuk kotak atau class yang mewakili semua objek pada diagram *sequence*.

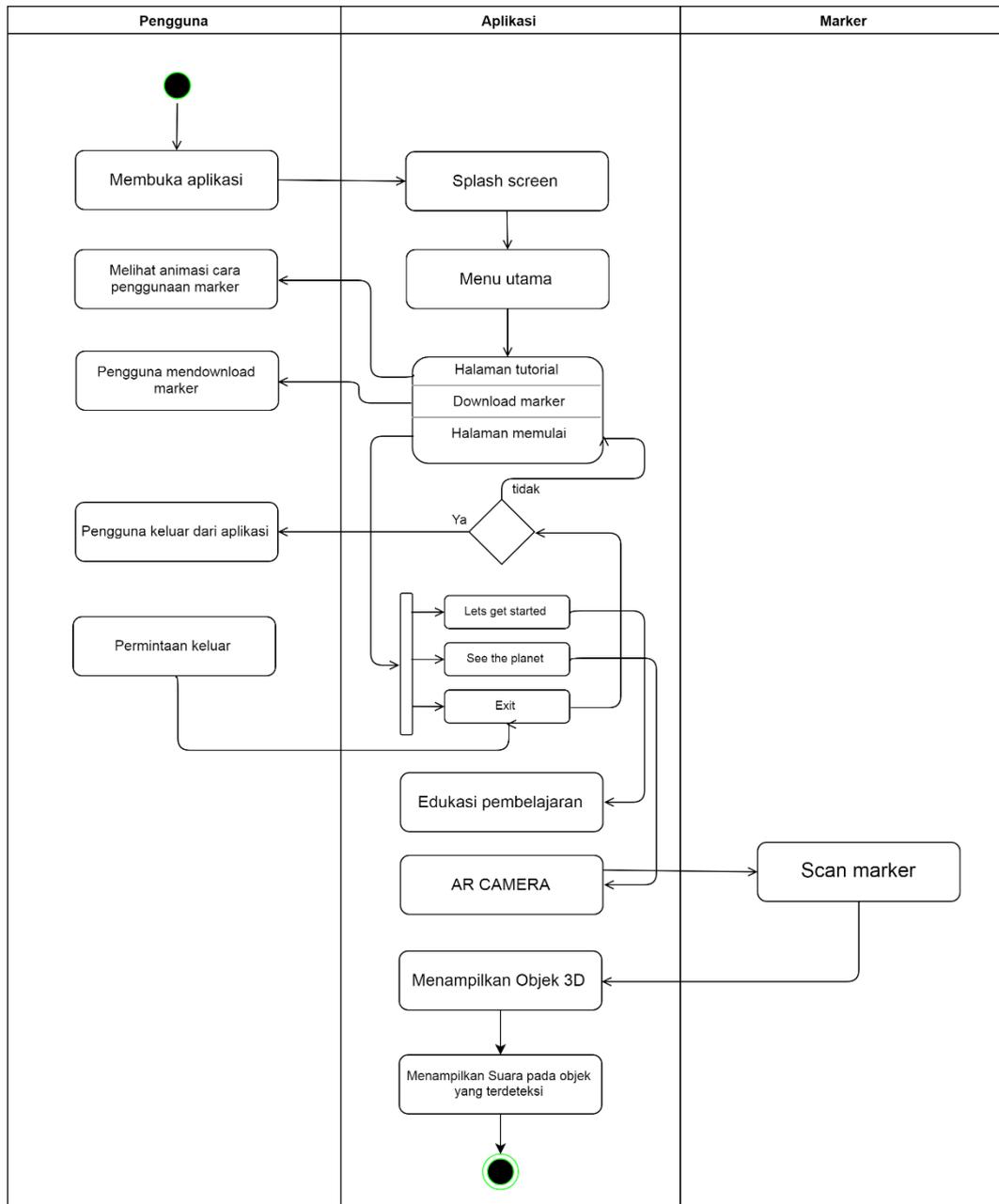


**Gambar 3.10** Diagram *Sequence*

Pada gambar 3.9, dijelaskan pada kondisi awal pada saat pengguna membuka aplikasi menampilkan *splash screen*, lalu masuk ke menu utama dimana pada tahap ini pengguna berinteraksi dengan aplikasi dengan cara menggeser *slide* pada aplikasi. Di *menu* utama pengguna dianjurkan memilih *see the planet* untuk memulai *augmented reality* kamera dan arahkan kamera ke *marker* yang sudah di sediakan. Maka pada layar *smartphone* pengguna akan muncul objek 3D dan menampilkan suara sesuai objek yang terdeteksi.

### 3. Diagram *Activity*

Dibuatnya diagram *activity* bertujuan untuk memrepresentasikan aktivitas alur kerja yang mendukung berupa tindakan dan keputusan yang dilakukan si pengguna.



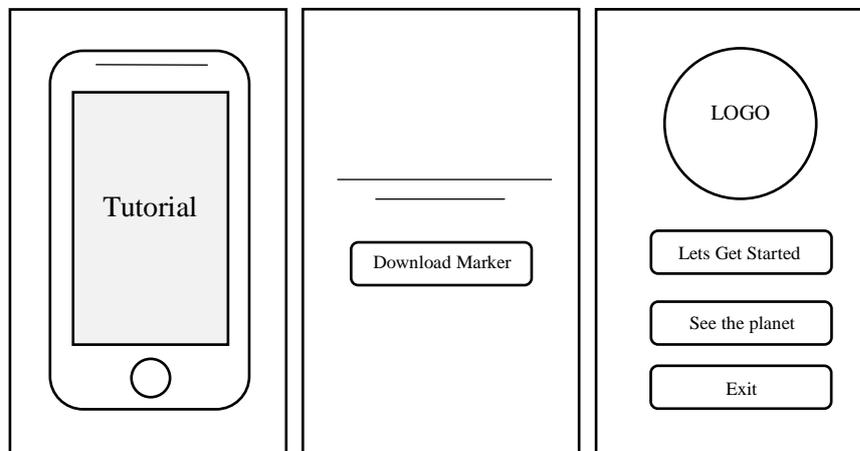
**Gambar 3.11** Diagram Activity

Pada gambar 3.10 sudah dijelaskan bagaimana alur kerja si pengguna dengan aplikasi yang dijalankan. Mulai dari membuka aplikasi sampai menampilkan objek virtual 3D.

### 3.4.6 Rancangan Tampilan Aplikasi

Pada perancangan aplikasi ini agar berjalan dengan baik dibuat dengan sebisa mungkin menggunakan *software unity* dan kombinasi *software multimedia* lainnya dengan responsivitas terhadap *device android*. Berikut adalah tampilan halaman pada aplikasi E-Planet :

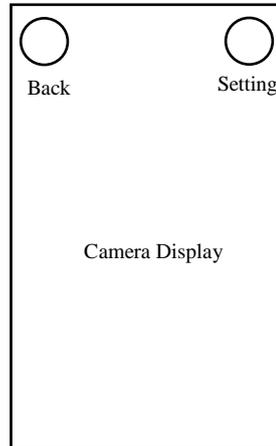
#### 1. Rancangan Halaman Utama



**Gambar 3.12** Tampilan Halaman Utama Aplikasi E-Planet

Pada gambar 3.11 terdapat 3 *slide*, *slide* pertama yaitu halaman tutorial yang menjelaskan cara penggunaan *marker* dengan panduan yang didukung dengan animasi 2D, *slide* kedua yaitu halaman untuk mendownload *marker* jika pengguna tidak mempunyai *marker* yang didukung oleh aplikasi, dan *slide* ketiga yaitu halaman memulai dengan 3 menu *button* yang merupakan *button lets get started*, *See the planet*, dan *exit* pada aplikasi E-Planet.

## 2. Rancangan Halaman *Augmented Reality Camera*



**Gambar 3.13** Tampilan *Augmented Reality Camera* Aplikasi E-Planet

Pada gambar 3.12 yaitu tampilan AR *Camera* pada aplikasi E-Planet dengan 2 fitur yaitu Tombol tombol pengaturan, dan tombol kembali

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kebutuhan Spesifikasi Minimum Hardware Dan Software

Agar aplikasi E-Planet dapat dijalankan dengan lancar pada perangkat dibutuhkan spesifikasi yang memadai untuk memenuhi standar penggunaan aplikasi. Kebutuhan spesifikasi yang ditentukan pada pengujian tidak menghambat terhadap pengguna dalam menggunakan aplikasi E-Planet hanya saja sebagai acuan agar aplikasi berjalan dengan baik.

##### 1. Spesifikasi *Smartphone* yang digunakan

*Smartphone* yang digunakan pada pengujian dan implementasi aplikasi E-Planet adalah menggunakan SAMSUNG J3 2016 dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Spesifikasi *Smartphone* yang digunakan

Layar	5.0" SuperAMOLED, 540 x 960 Pixel
Sistem Operasi	Android 5.0 Lollipop
Chipset	CPU Snapdragon 410 + GPU Adreno 306
Memori	RAM : 1,5 GB, Internal : 8 GB.
Kamera Belakang	8 MP, LED Flash, Auto Focus
Kamera Depan	5 MP

#### 4.2 Hasil Implementasi Pada Aplikasi

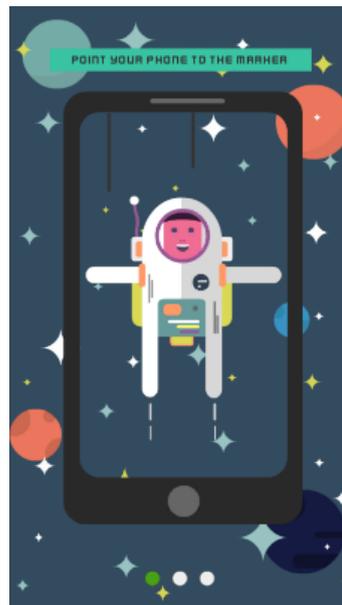
Adapun pemahaman dasar hasil dari implementasi pada aplikasi E-Planet, E-planet sendiri adalah aplikasi media edukasi yang mengimplementasikan *augmented reality* kedalam aplikasi *mobile* yang dibangun menggunakan *Unity Game Engine*. Merupakan hasil implementasi dari peneliti dengan menyatukan

teknologi grafis multimedia, aplikasi *mobile*, dan *augmented reality*. Agar informasi yang disampaikan dapat dipahami secara langsung dengan bantuan aplikasi ini. Adapun tampilan *interface* dari aplikasi tersebut dan pemahaman tentang fiturnya :



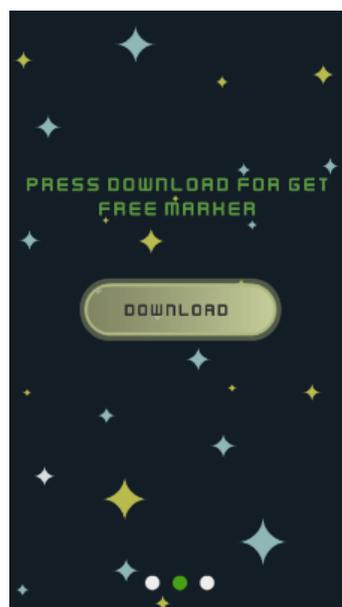
**Gambar 4.1** *Splash Screen Dan Credit Logo Aplikasi*

Pada gambar 4.1 merupakan tampilan awal sebelum halaman utama muncul untuk menunjukkan *credit* logo dan nama aplikasi. Tampilan ini merupakan juga halaman yang pertama muncul ketika aplikasi dijalankan pada perangkat *smartphone* dan juga sebagai proses *load* beban data yang akan ditampilkan pada *scene* berikutnya. Pada halaman ini terdapat nama creator dan juga grafis dasar pada aplikasi ini.



**Gambar 4.2** Halaman tutorial cara menggunakan *AR Camera* (Slide 1)

Pada gambar 4.2 merupakan tampilan *interface* tutorial cara menggunakan *AR Camera* dengan menggunakan animasi *flash* untuk penyampaian pemahaman tutorial tersebut.



**Gambar 4.3** Halaman untuk mendownload *marker* (Slide 2)

Pada gambar 4.3 merupakan halaman untuk *download* gambar *marker* untuk digunakan pada *AR Camera*.



**Gambar 4.4** Halaman untuk memulai aplikasi E-Planet (*Slide 3*)

Pada gambar 4.4 merupakan tampilan memulai pada menu utama untuk menjalankan aplikasi *Augmented Reality* dengan 3 *button* yaitu *lets get started*, *see the planet*, dan *exit*.



**Gambar 4.5** Tampilan Objek 3D pada marker saat terdeteksi

Pada gambar 4.5 merupakan tampilan *augmented reality* media edukasi mengenal planet pada saat objek 3D pada marker terdeteksi oleh kamera.

### 4.3 Pengujian Aplikasi Dan Pembahasan

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini dibuat pengujian terhadap *marker* dan pembahasan terhadap objek yang diteliti sebagai berikut :

#### 4.3.1 Pengujian *marker* berdasarkan *rating* keypoint pada vuforia

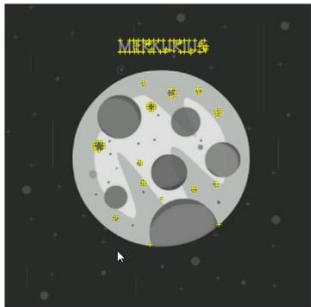
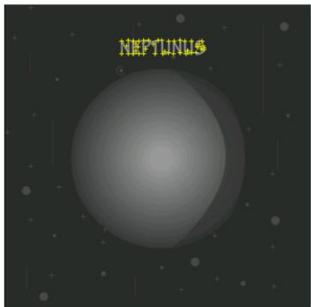
Untuk mempermudah peneliti dalam pengujian aplikasi, dibuat suatu pengujian *marker* terlebih dahulu berdasarkan nilai *rating* dari *keypoint marker* yang menggunakan *QR Code* dan tidak menggunakan *QR Code* pada vuforia.

Berikut adalah pengujian *marker* tersebut :

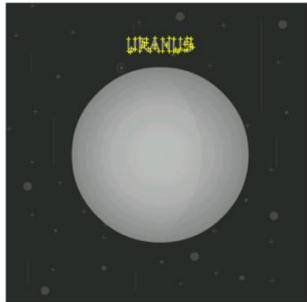
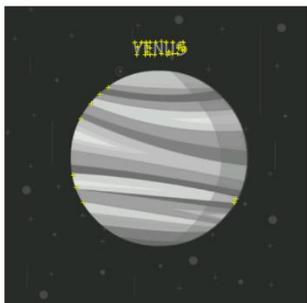
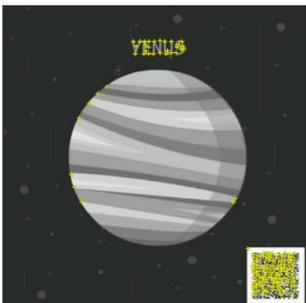
**Tabel 4.2** Pengujian *Marker* Berdasarkan *Rating* pada vuforia

No	Nama Planet	Tidak pakai QR Code	Pakai QR Code
1	Bumi	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>	 <p>Augmentable: ★★☆☆☆</p>

**Tabel 4.2** Pengujian *Marker* Berdasarkan *Rating* (lanjutan)

No	Nama Planet	Tidak pakai QR Code	Pakai QR Code
2	Mars	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>
3	Merkurius	 <p>Augmentable: ★★☆☆☆</p>	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>
4	Neptunus	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>

**Tabel 4.2** Pengujian *Marker* Berdasarkan *Rating* (lanjutan)

No	Nama Planet	Tidak pakai QR Code	Pakai QR Code
5	Saturnus	 <p>Augmentable: ★★☆☆☆</p>	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>
6	Uranus	 <p>Augmentable: ★☆☆☆☆</p>	 <p>Augmentable: ★★★☆☆</p>
7	Venus	 <p>Augmentable: ★☆☆☆☆</p>	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>

**Tabel 4.2** Pengujian *Marker* Berdasarkan *Rating* (lanjutan)

No	Nama Planet	Tidak pakai QR Code	Pakai QR Code
8	Yupiter	 <p>Augmentable: ★★★★★</p>	 <p>Augmentable: ★★☆☆☆</p>

Berdasarkan pada tabel 4.2 terlihat salah satu *marker* yang tidak pakai QR Code tidak memiliki *rating* setelah pakai QR Code *rating* bertambah sesuai banyaknya sudut tepi yang terdapat pada gambar *marker*. Dalam pengujian *marker*, *rating* cenderung rendah karena tidak menggunakan QR Code, tetapi setelah menggunakan QR Code *rating* pada *marker* bertambah mulai dari 2 sampai 4 bintang. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kemampuan *marker* yang tidak menggunakan QR Code cenderung rendah, maka dari itu peneliti menambahkan QR Code sebagai untuk memperkuat pendeteksian *marker* tersebut.

#### 4.3.2 Pengujian Pendeteksian Marker Dalam Jarak Tertentu Dengan Pencahayaan Yang Ditentukan

Disini peneliti melakukan pengujian terhadap 8 *marker* yang sudah disediakan dari yang tidak menggunakan QR Code sampai menggunakan QR Code yaitu bumi, mars, merkurius, neptunus, saturnus, uranus, venus dan yupiter. Sesuai dengan rumusan masalah peneliti melakukan pengujian terhadap marker dalam

jarak 20 cm dan 40 cm, pengujian cahaya sebatas terang dan redup. Untuk pengujian cahaya peneliti melakukannya di *indoor* dan *outdoor*, untuk pencahayaan *indoor* dilakukan dengan cahaya yang minim sedangkan *outdoor* dengan bantuan cahaya matahari.

#### 4.3.3 Pengujian pendeteksian marker terhadap jarak kamera dan cahaya

Pada pengujian terhadap *marker* dilakukan dengan jarak 20 cm dan 40 cm dengan ukuran *marker* 10 cm x 10 cm, hasil pengujian nantinya ditampilkan sebagai berhasil (50%-100%) atau tidak berhasil (0%) dengan persentase berdasarkan keberhasilan salah satu percobaan. Pengujian jarak pada kamera dilakukan dengan cara manual menggunakan pengukur sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan dan pengujian cahaya dilakukan dengan sebatas terang (*Outdoor*) dan redup (*Indoor*) saja. Berikut pengujiannya :

**Tabel 4.3** Pengujian Pendeteksian *Marker* Terhadap Jarak Kamera Dan Cahaya Terang Tanpa QR Code

No	Marker (cm)	Jarak		Cahaya	Tingkat keberhasilan (%)
		20 cm	40 cm	Terang	
1	Bumi (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
2	Mars (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
3	Merkurius (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
4	Neptunus (10x10)	✓	X	✓	Tidak berhasil (0%)
5	Saturnus (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
6	Uranus (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
7	Venus (10x10)	✓	X	✓	Tidak berhasil (0%)
8	Yupiter (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)

Pada tabel 4.3 pengujian terhadap *marker* dengan jarak kamera 20 cm sampai 40 cm dan cahaya dengan intensitas terang, berdasarkan dari pengujian terlihat *marker* yang tidak disisipi *QR Code* tidak dapat dibaca dengan baik oleh *augmented reality camera* pada aplikasi. Tetapi sebagian *marker* dapat dibaca dengan baik yaitu planet merkurius dan saturnus dengan persentase 100%.



**Gambar 4.6** Pengujian *Marker* Pada Jarak Kamera Dan Cahaya Terang Tanpa *QR Code*

**Tabel 4.4** Pengujian Pendeteksian *Marker* Terhadap Jarak Kamera Dan Cahaya Redup Tanpa *QR Code*

No	Marker (cm)	Jarak		Cahaya Redup	Tingkat keberhasilan (%)
		20 cm	40 cm		
1	Bumi (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
2	Mars (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
3	Merkurius (10x10)	✓	X	✓	Berhasil (50%)
4	Neptunus (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
5	Saturnus (10x10)	✓	X	✓	Berhasil (100%)
6	Uranus (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)
7	Venus (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)

**Tabel 4.4** Pengujian Pendeteksian *Marker* Terhadap Jarak Kamera Dan Cahaya Redup Tanpa QR Code (lanjutan)

No	Marker (cm)	Jarak		Cahaya	Tingkat keberhasilan (%)
		20 cm	40 cm	Redup	
8	Yupiter (10x10)	X	X	✓	Tidak berhasil (0%)

Pada tabel 4.4 Hanya 2 *marker* saja yang terdeteksi pada jarak 20 cm dari 8 *marker*, namun hasilnya hanya dapat 2 *marker* dengan persentase 50% yaitu planet merkurius dan saturnus, berdasarkan pengujiannya bukan hanya faktor *rating* tetapi juga faktor cahaya yang mempengaruhi *marker* untuk dideteksi oleh kamera. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil dari tabel 4.3 dan tabel 4.4 dimana perbandingan dengan tabel 4.3 hanya 3 *marker* terdeteksi di jarak 20 cm dan 2 *marker* pada jarak 40 cm, sedangkan pada tabel 4.4 hanya mendapatkan 2 *marker* pada jarak 20 cm dan *marker* lainnya tidak dapat terdeteksi. Jadi pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa *marker* yang tidak disisipi QR Code dengan cahaya redup tidak dapat dibaca dengan baik oleh AR Camera hal ini karena kurangnya nilai *keypoint* pada objek *marker* dan tingkat kedetailannya yang rendah akibat dampak dari intensitas cahaya redup.

Tujuan dari pengujian ini untuk menguji analisis kuantitatif agar dapat menemukan perbedaan dari penelitian yang dibuat bertujuan agar mudah dipahami perbedaan terhadap *marker* yang tidak disisipi QR Code. Untuk mendapatkan hasil penelitian kuantitatif dari *marker* yang tidak disisipi QR Code, dilakukan pengujian selanjutnya adalah dengan menggunakan QR Code.

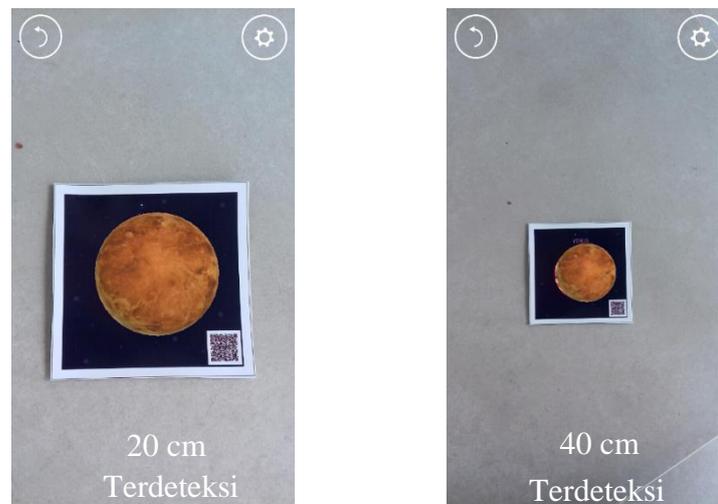


**Gambar 4.7** Pengujian *Marker* Pada Jarak Kamera Dan Cahaya Redup Tanpa QR Code

**Tabel 4.5** Pengujian Pendeteksian *Marker* Terhadap Jarak Kamera Dan Cahaya Terang Dengan QR Code

No	Marker (cm)	Jarak		Cahaya	Tingkat keberhasilan
		20 cm	40 cm	Terang	
1	Bumi (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
2	Mars (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
3	Merkurius (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
4	Neptunus (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
5	Saturnus (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
6	Uranus (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
7	Venus (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
8	Yupiter (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)

Berdasarkan tabel 4.5 pengujian terhadap *marker* yang disisipi QR Code dengan jarak dan intensitas cahaya terang, tingkat keberhasilan cenderung berhasil pada jarak pendeteksian 20 cm dan mendapatkan persentase 100% untuk planet merkurius, saturnus dan venus. Ini membuktikan bahwa penggunaan QR Code pada *marker* sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan pendeteksian. karena selain tingkat kedetailannya bertambah, nilai *keypoint* pada *marker* juga ikut bertambah.



**Gambar 4.8** Pengujian *Marker* Pada Jarak Kamera Dan Cahaya Terang Dengan QR Code

**Tabel 4.6** Pengujian Pendeteksian *Marker* Terhadap Jarak Kamera Dan Cahaya Redup Dengan QR Code

No	Marker (cm)	Jarak		Cahaya	Tingkat keberhasilan
		20 cm	40 cm	Redup	
1	Bumi (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
2	Mars (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
3	Merkurius (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
4	Neptunus (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
5	Saturnus (10x10)	✓	✓	✓	Berhasil (100%)
6	Uranus (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
7	Venus (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)
8	Yupiter (10x10)	✓	✗	✓	Berhasil (50%)

Pada tabel 4.6 hasil pengujian hampir sama dengan hasil pengujian pada tabel 4.5 tetapi hanya 2 *marker* saja yang mendapatkan persentase 100% pada tabel diatas. Kesimpulan dari pengujian diatas dapat dibuktikan dengan melakukan perbandingan terhadap hasil pengujian terhadap jarak, intensitas cahaya terang dan redup pada *marker*. Pengujian sebelumnya pada *marker* yang tidak disisipi QR

Code dan disisipi QR Code sebagian terdeteksi dan tidak terdeteksi pada jarak 40 cm di cahaya yang terang maupun redup, ini membuktikan bahwa cahaya memiliki pengaruh pada penangkapan visual pada AR Camera.



**Gambar 4.9** Pengujian *Marker* Pada Jarak Kamera Dan Cahaya Redup Dengan QR Code

#### 4.3.4 Pengujian terhadap kelayakan media edukasi Augmented Reality

Adapun pengujian terhadap kelayakan media edukasi mengenal planet agar dapat memberikan pemahaman terhadap materi yang disampaikan dan penggunaan aplikasi tersebut. Pengujian dilakukan dengan memberikan lembar pertanyaan pada 10 responden, lembar pertanyaan dapat dilakukan secara fisik dan nonfisik. Setelah itu peneliti menilai hasil dari jawaban tersebut untuk membandingkan apakah nantinya aplikasi ini berguna dan dapat membantu dalam belajar, Berikut ini adalah pengujiannya :

### 1. Pengujian *Pre Test*

Pengujian *pre test* merupakan pengujian terhadap materi tanpa menggunakan aplikasi berguna untuk menguji tingkat pemahaman mereka tentang planet. Pertanyaan dasar diberikan sebanyak 4 pertanyaan yaitu :

- a. Ada berapakah jumlah planet di alam semesta yang kamu ketahui ?
- b. Apakah anda tahu bentuk planet-planet yang ada di alam semesta tersebut ?
- c. Apakah anda tahu informasi tentang salah satu planet yang ada di alam semesta ?
- d. Seberapa pahamkah anda tentang planet ?

### 2. Pengujian *Post Test*

Pengujian *post test* merupakan pengujian terhadap respon seseorang dalam menggunakan aplikasi E-Planet, bagaimana perbedaan pemahaman setelah menggunakan aplikasi E-Planet. Pertanyaan pada aplikasi diberikan sebanyak 4 pertanyaan yaitu :

- a. Bagaimana pemahaman anda tentang cara penggunaan aplikasi E-Planet ?
- b. Menurut anda seberapa menarik tampilan aplikasi E-Planet ?
- c. Menurut anda seberapa menarik fitur *Augmented Reality* pada aplikasi E-Planet ?
- d. Bagaimana pemahaman anda tentang informasi yang disampaikan pada aplikasi E-Planet ?

Dari pengujian *pre test* dan *post test* memberikan kesimpulan dengan bentuk grafik berupa hasil penilaian dari pertanyaan yang sudah dijawab oleh responden.

Rumus perhitungan pada grafik kesimpulan kelayakan edukasi mengenal planet :

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Total nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

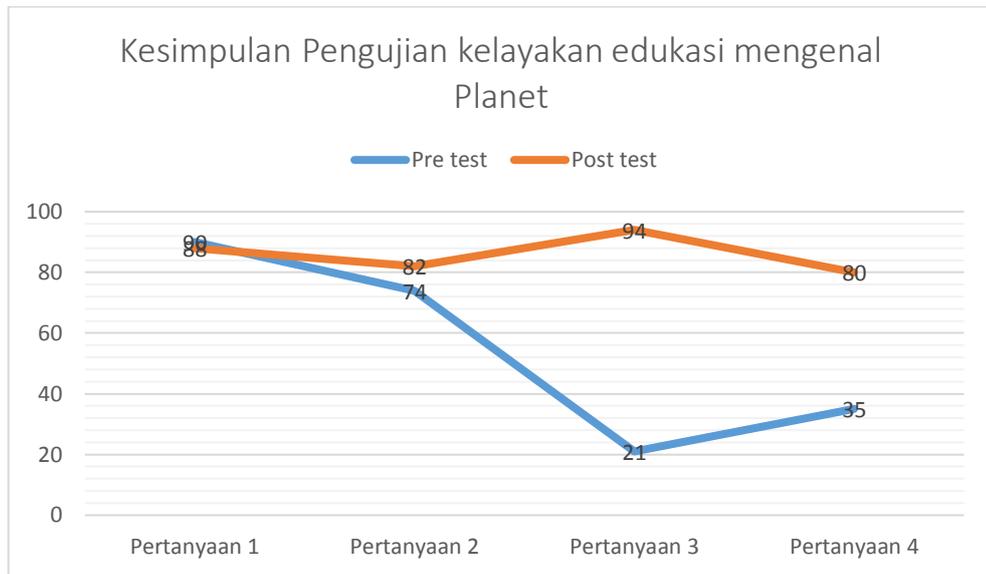
Nilai rata-rata = Total nilai setiap pertanyaan / 10

**Tabel 4.7** Hasil Perhitungan Dari Menjawab Pertanyaan *Pre Test*

No	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4
1	100	0	0	70
2	100	100	0	0
3	0	0	0	0
4	100	70	0	0
5	100	100	0	0
6	100	100	0	0
7	100	0	70	70
8	100	100	70	70
9	100	100	0	70
10	100	100	70	70
Total	900	740	210	350
Rata - rata	90	74	21	35

**Tabel 4.8** Hasil Perhitungan Dari Menjawab Pertanyaan *Post Test*

No	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4
1	70	70	100	100
2	70	70	100	100
3	100	100	70	100
4	100	100	100	70
5	100	70	100	70
6	70	70	70	70
7	100	70	100	70
8	70	70	100	100
9	100	100	100	100
10	100	100	100	100
Total	880	820	940	880
Rata - rata	88	82	94	88



**Gambar 4.10** Grafik Kesimpulan Pengujian Kelayakan Edukasi Mengenal Planet

Berdasarkan pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 dibuat kesimpulan dalam bentuk grafik, pada gambar diatas menentukan bahwa *pre test* memiliki nilai yang cenderung menurun dibandingkan dengan *post test* dengan nilai stabil diantara nilai 80-100. Dikarenakan responden lebih tertarik terhadap aplikasi E-Planet bukan hanya fitur *augmented reality* tetapi juga tampilan aplikasi yang *user friendly*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah membahas dan melakukan uji coba terhadap *marker* beserta perancangan aplikasi *mobile*, maka kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian ini adalah :

1. Terlihat pada *marker* yang telah disisipi *QR Code* dan tidak disisipi *QR Code* pada *rating* vuforia sangat berpengaruh, *rating marker* yang tidak menggunakan *QR Code* cenderung rendah dibandingkan dengan menggunakan *QR Code*.
2. Pada pengujian dengan jarak dan cahaya terhadap *marker* yang tidak menggunakan *QR Code* tidak dapat dideteksi dengan baik dan memiliki persentase 0%-50%, ini dikarenakan faktor cahaya terang, redup, tingkat kedetailan *marker* dan ukuran *marker*.
3. Aplikasi dirancang dengan sedemikian rupa dan memiliki fitur yang menarik untuk meningkatkan pemahaman terhadap si pengguna aplikasi E-Planet.
4. Pengujian kelayakan media edukasi mengenal planet diuji sebanyak 10 responden dengan menggunakan grafik untuk membandingkan ketika diuji secara teori dan diuji menggunakan aplikasi.

## 5.2 Saran

Aplikasi ini masi memiliki kekurangan, untuk meningkatkan pemahaman terhadap media edukasi *augmented reality*, ada beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu

1. Perlu pengembangan terhadap fitur dan memperbanyak opsi-opsi dan *game play* media edukasi pada aplikasi.
2. Perlu dilakukan pengembangan halaman UI dengan memperbanyak animasi *flash*.
3. Perlu dilakukam pengembangan terhadap fitur *augmented reality*.
4. Perlu dilakukan pengembangan terhadap permasalahan dalam pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfian Hhuswaidinsyah, A. (2018). Pengembangan Adobe Animate CC Sebagai Media Pembelajaran Geografi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPS 1 MAN 1 Lamongan. (UIN-Malang No 12234).
- Azmi, Fadhillah, And Winda Erika. "Analisis Keamanan Data Pada Block Cipher Algoritma Kriptografi Rsa." *Cess (Journal Of Computer Engineering, System And Science)* 2.1: 27-29.
- Dedy Abdullah., Alkausar Sani., Amir Hasan. (2018). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pengenalan Bangunan Bersejarah Rumah Kediaman Bung Karno Bengkulu Berbasis Android. *Jurnal Pseudocode*. V (1). Diakses dari <https://>
- Dimas Setyo, U., Issa Arwani., Wibisono Sukmo, W. (2017). Implementasi Mobile Augmented Reality Pada Aplikasi Pemilihan Sarana Dan Prasarana Laboratorium Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1 (3). 224-235. Diakses dari <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/76/39/>
- Erika, Winda, Heni Rachmawati, and Ibnu Surya. "Enkripsi Teks Surat Elektronik (E-Mail) Berbasis Algoritma Rivest Shamir Adleman (RSA)." *Jurnal Aksara Komputer Terapan* 1.2 (2012).
- Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122.
- Harumy, T. H. F., & Sulistianingsih, I. (2016). Sistem penunjang keputusan penentuan jabatan manager menggunakan metode mfep pada cv. Sapo durin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia* (pp. 6-7).
- HAVILUDDIN. (2013). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). *Jurnal Informatika Mulawarman*. 6 (1). 1-6. Diakses dari <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JIM/article/download/16/pdf>
- Herdianto, H. (2018). Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).

- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- M, Pasca Nugraha., Rinaldi Munir. (2011). Pengembangan Aplikasi QR Code Generator dan QR Code Reader dari Data Berbentuk Image. *Jurnal Konferensi Nasional Informatika – KNIF 2011*. Diakses dari <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Penelitian/Makalah-KNIF-2011-05.pdf>
- Mardiyono., Bambang Tri Atmojo. (2013). Model Sistem Kendali Pintu Otomatis Menggunakan Barcode Berbasis PC (Personal Computer) Pada Gerbang Laboratorium Teknik Elektro Unila. *Jurnal Microsoft Visual Studio 2010*. Diakses dari <http://digilib.unila.ac.id/1089/>
- Mila Jumarlis., Mirfan. (2018). Implementation of Markerless Augmented Reality Technology Based on Android to Introduction Lontara in Marine Society. *Journal IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 156
- Moh Arif J., Dini Hamidin., Marwanto Rahmatuloh. (2017). Komparasi Stabilitas Eksekusi Kode Bahasa Pemrograman .Net C# Versi 4.0.3019 Dengan Google Golang Versi 1.4.2 Menggunakan Algoritma Bubble Sort dan Insertion Sort. *Jurnal Teknik Informatika*. 9 (1). 13-20. Diakses dari <http://journal.poltekpos.ac.id/ojs3/index.php/informatika/article/download/34/16/>
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik Dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.
- Muttaqin, Muhammad. "Portal Academic Portal Innovation Based On Website In The Era Of Digital 4.0 Technology Now."
- Paul, M., Haruo, T., Akira, U., Fumio, K. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Journal Telem manipulator and Telepresence Technologies*. 2351 (1). 282-292. DOI : 10.1.1.83.6861.
- Perwitasari, I. D. (2018). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 8-18.

- Putri, R. E., & Siahaan, A. (2017). Examination of document similarity using Rabin-Karp algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 3(8), 196-201.
- Putu Eka S, I Gede Mahendra D, I Made Agus W. (2016). Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Book Pengenalan Gamelan Terompong Beruk Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*. 5 (1). Diakses dari <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/KP/article/view/6799/4643>
- Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018). Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- RD, Kusumanto., Alan Novi, T. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*. Diakses dari <https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/download/153/116>
- Rizal, Chairul. "Pengaruh Varietas dan Pupuk Petroganik Terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Viabilitas Benih Jagung (*Zea mays L.*)" ETD Unsyiah (2013).
- Rudi, S. (2014). Pembangunan Augmented Reality Denah Museum Geologi Bandung Menggunakan Metode Markerless Berbasis Android. Diakses dari UNIKOM, Situs Web Perpustakaan <https://elib.unikom.ac.id>.
- Yerry Soepriyanto., Sulthoni2., Saida Ulfa. (2017). Pengembangan Augmented Reality Sebagai Electronic Performance Support System Dalam Pembelajaran. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. 2 (1). 1-10. Diakses dari <http://journal2.um.ac.id/index.php/edcomtech/article/view/2071>