

PENGEMBANGAN APLIKASI MULTIMEDIA UNTUK PEMBELAJARAN SATELIT ASTRONOMI NASA DENGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID

Dilan Arya Sujati^{*}), R. Rizal Isnanto, Kurniawan Teguh Martono
Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstract - *With the advancement of technology in various aspects of life of today's technology allows developers to create applications that aims to facilitate the public in obtaining information based on mobile. Seeing the importance of the role of astronomy satellites it needs to make a multimedia application with Augmented Reality technology that can provide an overview and brief specifications on astronomy satellite without having to go to the planetarium or observatory. This research is using MDLC (Multimedia Development Life Cycle) framework. The process of assembly (pemasangan) was performed using Unity and Vuforia library. The result is a book containing related image about NASA's astronomy satellites which functioned as a marker and an Augmented Reality application based on Android that is capable of displaying NASA's astronomical satellites on the top of marker that can display brief information about the shape and its parts when touched on the screen. The application that has been made function properly and in accordance with the concept and design. The ideal condition of using the application in places exposed to light with the intensity of $108,3 \pm 2,5$ lux upwards. In addition the camera is directed to the distance between 10-75 cm of the marker and the angle between $40 \pm 0,5^\circ - 140 \pm 0,5^\circ$. The greater the intensity of the light does not affect the sensitivity of the camera to detect the marker increases. In other words, the marker will not be detected if the distance marker on the camera more than 75 cm and the angle of the camera marker less than $40 \pm 0,5^\circ$ or more than $140 \pm 0,5^\circ$ though the light intensity is greater.*

Keywords : *Android, Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Unity, Vuforia*

A. PENDAHULUAN

Penelitian dan penyelidikan atas langit dan antariksa merupakan ilmu astronomi, lebih jelasnya merupakan ilmu yang melibatkan pengamatan benda-benda langit serta fenomena alam yang terjadi di antariksa. Dengan astronomi kita dapat mendapat banyak pengetahuan dan hasil pengamatan benda-benda langit. Penelitian dan penyelidikan akan langit dan antariksa tidak hanya melalui observasi jarak jauh dari permukaan bumi saja, dengan kemajuan teknologi, manusia dapat mengirimkan benda-benda seperti satelit dan teleskop angkasa untuk melakukan penelitian yang lebih jauh lagi ^[1].

Dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang menjadikan para pengembang teknologi untuk membuat aplikasi baru yang bertujuan untuk lebih memudahkan

masyarakat dalam mendapatkan informasi yang berbasis mobile. *Augmented Reality* (AR) atau dapat disebut juga sebagai Realitas Tertambah merupakan integrasi elemen digital yang ditambahkan ke dalam dunia nyata secara waktu nyata dan mengikuti keadaan lingkungan yang ada di dunia nyata serta dapat diterapkan pada perangkat bergerak. *Augmented Reality* (AR) banyak digunakan dalam berbagai bidang, contohnya pada bidang hiburan, bidang periklanan hingga ke bidang edukasi ^[2].

Melihat pentingnya peranan satelit astronomi dalam memperluas pengetahuan manusia tentang langit, antariksa, planet, bintang, dan galaksi maka perlu dibuat sebuah aplikasi multimedia dengan teknologi *Augmented Reality* yang dapat memberikan gambaran umum serta spesifikasi singkat tentang satelit astronomi kepada masyarakat. Aplikasi ini akan memberikan bentuk, fungsi satelit, dan keterangan ukuran asli kepada pengguna. Aplikasi ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran karena masyarakat umum sulit untuk melihat secara langsung satelit astronomi karena ditempatkan di luar angkasa. Adapun kelebihan aplikasi ini daripada harus ke Planetarium atau Observatorium karena kita dapat menggunakan aplikasi ini dimana saja dengan telepon pintar berbasis sistem operasi Android.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang terdapat di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut: "Bagaimana membuat aplikasi untuk pembelajaran satelit astronomi khususnya yang dimiliki NASA agar masyarakat dapat mengetahui bentuk, fungsi, dan keterangan ukuran aslinya?"

C. BATASAN MASALAH

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi pembahasan dalam hal berikut.

1. Aplikasi ini dikembangkan pada perangkat bergerak dengan sistem operasi Android.
2. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan *perangkat lunak* Corel Draw, Unity dan Vuforia SDK.
3. Hanya menyertakan 7 satelit astronomi NASA yang paling terkenal yaitu Cassini – Huygens, Dawn, Juno, Kepler, NEAR – Shoemaker, LRO, dan NPP.

D. TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sebuah aplikasi multimedia dalam bidang edukasi dengan teknologi augmented reality yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja.
2. Menghasilkan sebuah aplikasi multimedia dalam bidang edukasi dengan teknologi augmented reality yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja.
3. Mencari sebab kegagalan deteksi marker yang menyebabkan ketidakhadiran objek 3D pada layar telepon pintar.

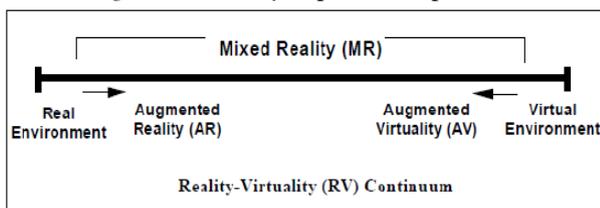
E. LANDASAN TEORI

1. Multimedia

Multimedia ditinjau dari bahasanya terdiri dari 2 kata, yaitu multi dan media. Multi memiliki arti banyak atau lebih dari satu. Sedangkan media merupakan bentuk jamak dari medium, juga diartikan sebagai sarana, wadah, atau alat. Multimedia adalah kombinasi dari paling sedikit dua media input atau output dari data, di mana media tersebut dapat berupa audio, animasi, video, teks, grafik, dan gambar. Multimedia dapat diartikan sebagai penggunaan beberapa media yang berbeda untuk menggabungkan dan menyampaikan informasi^[3].

2. Augmented Reality

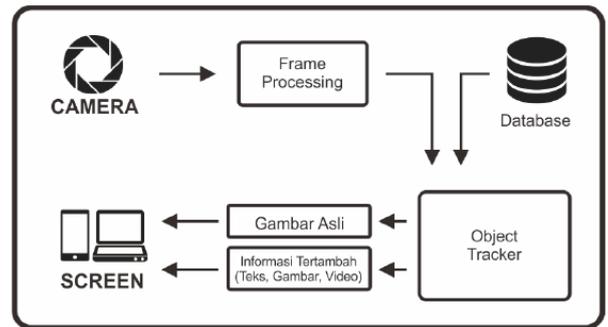
Augmented Reality merupakan upaya penggabungan dunia nyata ke dunia virtual melalui komputer sehingga batas antara keduanya sangat tipis. *Augmented Reality* (AR) adalah variasi dari *Virtual Environment* (VE) atau yang lebih dikenal dengan *Virtual Reality* (VR). Sedangkan *Virtual Reality* memiliki arti sebuah situasi dimana pengguna secara keseluruhan berada di dalam lingkungan maya. Ketika berada di lingkungan itu pengguna sendiri tidak dapat melihat dunia nyata disekitarnya^[4]. Diagram ilustrasi *Augmented Reality* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi *Augmented Reality* ^[4]

Alur kerja aplikasi AR secara umum dimulai dari pengambilan gambar *marker* dengan kamera atau webcam. *Marker* tersebut dikenali berdasarkan *feature* yang dimiliki, kemudian masuk ke dalam *object tracker* yang disediakan oleh Software Development Kit (SDK). Di sisi lain, *marker* tersebut telah didaftarkan dan disimpan ke dalam *database*. *Object tracker* selanjutnya akan melacak dan mencocokkan *marker* tersebut agar dapat menampilkan informasi yang sesuai. Hasil keluaran pelacakan *marker* segera ditampilkan ke dalam layar komputer dan layar ponsel cerdas. Informasi

yang ditampilkan melekat pada *marker* bersangkutan secara *real time* ^[5].



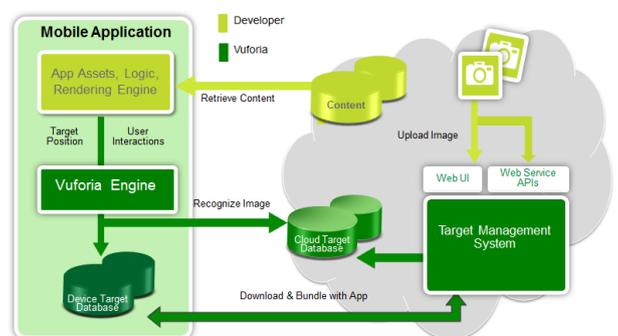
Gambar 2. Alur Kerja *Augmented Reality* ^[5]

3. Vuforia

Vuforia merupakan perangkat lunak untuk *Augmented Reality* yang dikembangkan oleh Qualcomm, yang menggunakan sumber yang konsisten mengenai computer vision yang fokus pada pengenalan citra. Vuforia mempunyai banyak fitur-fitur dan kemampuan, yang dapat membantu pengembang untuk mewujudkan pemikiran mereka tanpa adanya batasan secara teknis.

Dengan support untuk iOS, Android, dan Unity3D, platform Vuforia mendukung para pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan di hampir seluruh jenis *smartphone* dan *tablet* ^[7].

Gambar 3 dibawah ini akan menunjukkan proses pembuatan aplikasi dengan platform Vuforia. Platform ini mengandung *Vuforia Engine* (di dalam SDK), *Target Management System*, dan *Cloud Target Database* ^[8].



Gambar 1. Proses Pembuatan Aplikasi dengan Platform Vuforia ^[8]

4. Unity 3D

Unity adalah sebuah *tool* yang terintegrasi untuk membuat game, arsitektur bangunan dan simulasi. Namun unity tidak dirancang untuk proses desain atau *modelling*, dikarenakan unity bukan *tool* untuk mendesain. Jika ingin mendesain, pergunakan 3D editor lain seperti 3dsmax atau Blender. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan unity, terdapat fitur **audio reverb zone**, **particle effect**, dan **Sky Box** untuk menambahkan langit. Fitur scripting yang disediakan, mendukung 3 bahasa pemrograman, JavaScript, C#, dan Boo. *Flexible and Easy Moving, rotating, dan scaling objects* yang hanya memerlukan beberapa baris kode. Begitu juga dengan *duplicating, removing, dan changing properties* ^[9].

5. Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk membuat aplikasi mereka. Awalnya, Google, Inc. membeli Android Inc. yang merupakan pendatang baru yang membuat perangkat lunak untuk ponsel/ *smartphone*. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia [10].

6. Satelit

Satelit disebut juga pengiring planet atau bulan karena beredar mengelilingi dan selalu mengiringi planet. Satelit juga berotasi pada sumbunya. Satelit dibedakan menjadi dua jenis, yaitu satelit alam dan satelit buatan [12].

a. Satelit Alami

Satelit alami tidak memiliki atmosfer kecuali Ganymede dan Titan. Planet yang memiliki satelit adalah sebagai berikut. Planet Bumi memiliki 1 buah satelit dinamakan Bulan. Planet Mars memiliki 2 buah satelit yaitu Phobos dan Deimos. Planet Jupiter memiliki banyak sekali satelit, yang terbesar adalah Ganymede. Uranus memiliki satelit berukuran besar sebanyak 5 buah yaitu Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon. Planet Neptunus memiliki satelit banyak juga, yang paling besar sebanyak dua buah yaitu Triton dan Nereid [13].

b. Satelit Buatan

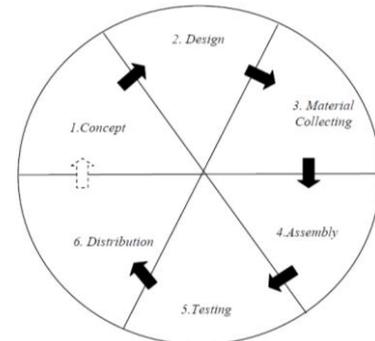
Satelit buatan adalah suatu objek atau stasiun ruang angkasa yang ditempatkan di angkasa pada ketinggian tertentu yaitu pada ketinggian geostationer. Kedudukan geostationer adalah posisi atau ketinggian atau radius dimana gaya gravitasi bumi sudah tidak terasa lagi atau gaya tarik bumi mencapai nol.

Pada dasarnya, Satelit memiliki fungsi yang beragam berdasarkan misi dibuatnya satelit tersebut. Antara lain, satelit astronomi untuk mengamati benda-benda luar angkasa, satelit komunikasi untuk membantu arus komunikasi dan informasi di Bumi, satelit pengamat bumi untuk mengamati kondisi bumi dan orbitnya, satelit navigasi untuk menentukan lokasi sebuah titik dipermukaan bumi, satelit mata-mata untuk keperluan perang, dan satelit cuaca untuk mengamati cuaca dan iklim bumi [12].

F. PERANCANGAN SISTEM

1. Tahap Pengembangan Multimedia

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengembangan MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) yang terdiri dari 6 tahap yaitu konsep (*concept*), desain (*design*), pengumpulan materi (*material collecting*), pembuatan (*assembly*), pengujian (*testing*), sampai distribusi (*distribution*) [15].



Gambar 4. Tahapan Pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) [15]

a. Konsep (Concept)

Aplikasi ARSAN adalah kependekan dari *Augmented Reality Satelit Astronomi NASA* yang merupakan sebuah aplikasi yang mengandung materi pembelajaran untuk segala usia. Materi yang disajikan dalam aplikasi ini berupa miniatur satelit astronomi NASA dalam bentuk 3 dimensi yang ditampilkan pada layar *telepon pintar* berbasis Android.

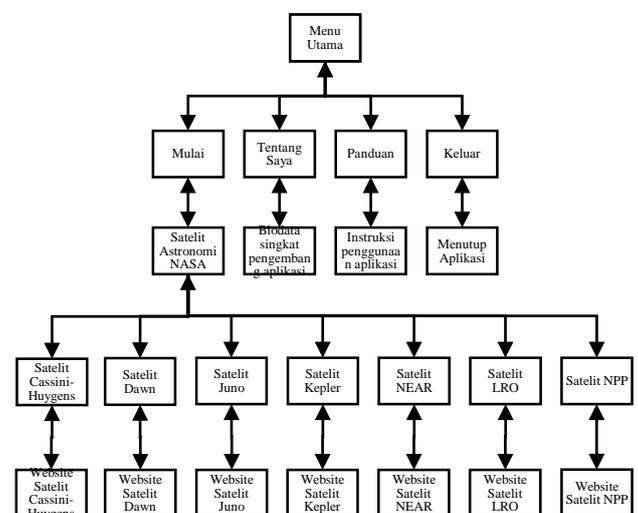
Aplikasi ini merupakan aplikasi interaktif dengan tujuan sebagai media pendukung dan alternatif pembelajaran satelit astronomi NASA. ARSAN bernuansa sederhana namun tetap mewakili multimedia sebagai sebuah aplikasi pembelajaran, yaitu perpaduan teks, gambar, dan animasi dalam penyampaian materinya.

b. Desain (Design)

Pada tahap perancangan terdapat tiga tahap lagi yaitu, struktur navigasi, rancangan diagram alir, dan rancangan *storyboard*. Tiga tahap tersebut akan saya jabarkan seperti berikut.

i. Struktur navigasi

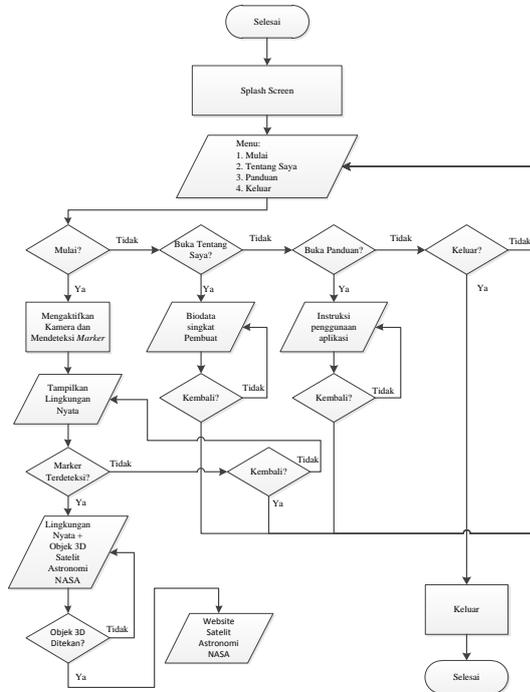
Pada aplikasi ini struktur navigasi yang digunakan adalah *hierarchial* model yang menghubungkan antara *scene* 1 sampai *scene* terakhir sesuai dengan jumlah *scene* yang terdapat pada aplikasi ini. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Navigasi Aplikasi ARSAN

ii. Rancangan diagram alir

Rancangan diagram alir menunjukkan bagaimana rangkaian kerja aplikasi saat digunakan. Aplikasi yang dibuat memiliki 4 menu utama, yaitu menu **Mulai**, menu **Tentang Saya**, menu **Panduan**, dan **Keluar**. Diagram alir aplikasi ARSAN ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Aplikasi ARSAN

iii. Storyboard

Antarmuka merupakan jembatan antara setiap halaman menu terhadap halaman lain yang saling terkait. Perancangan antarmuka lebih dikenal dengan pembuatan *storyboard* sebagai pedoman dalam pembuatan setiap halaman dari aplikasi multimedia ini. Pada Gambar 7. ditampilkan *storyboard Scene* Menu Utama.



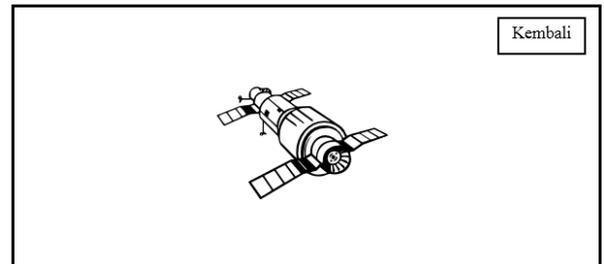
Gambar 7. Storyboard Menu Utama

Tabel 1 akan menjelaskan mengenai *storyboard* Menu utama.

Tabel 1. Tabel Scene Menu Utama

Nama Scene	Deskripsi	Action
Scene Menu Utama	Halaman ini akan menampilkan menu utama dari program.	Menu utama terdiri dari 4 tombol: 1. Mulai: Menjalankan fungsi utama program ini yaitu mengaktifkan kamera untuk mendeteksi marker 2. Tentang Saya: Menampilkan biodata singkat pengembang aplikasi beserta dosen pembimbing. 3. Panduan: Menampilkan teks panduan menjalankan aplikasi 4. Keluar: Menutup aplikasi

Selanjutnya yaitu *Storyboard Scene* Mulai yang ditampilkan pada Gambar 8.



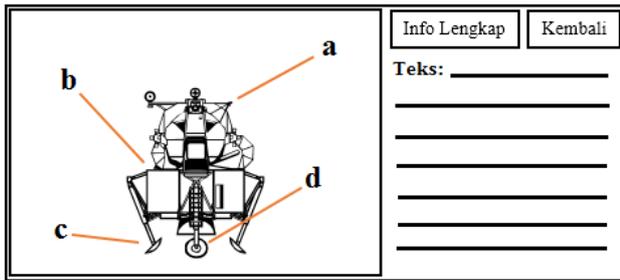
Gambar 8. Storyboard Scene Mulai

Setelah membuat tampilan *Storyboard Scene* Menu **Mulai** akan dijelaskan mengenai storyboard tersebut pada tabel 2.

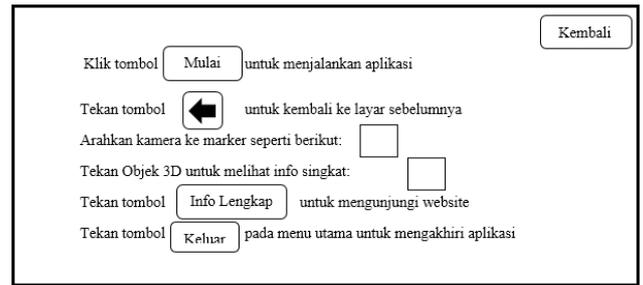
Tabel 2. Tabel Scene Mulai

Nama Scene	Deskripsi	Action
Scene Mulai	Scene ini mengaktifkan sensor kamera telepon pintar.	1. Jika tidak terdeteksi marker maka yang tampil adalah lingkungan nyata saja. Jika marker terdeteksi akan muncul objek maya 3 dimensi yang dapat di sentuh pada layar telepon pintar. 2. Jika tombol kembali disentuh maka Scene Mulai akan ditutup dan Scene Menu Utama akan ditampilkan. 3. Jika objek 3 dimensi ditekan maka Scene Mulai akan ditutup dan Scene Info Singkat akan ditampilkan pada layar telepon pintar.

Selanjutnya yaitu *Storyboard Scene* Informasi Lanjut yang ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Storyboard Scene Informasi Singkat



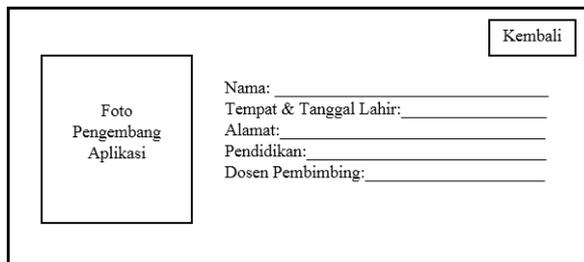
Gambar 11. Storyboard Scene Panduan

Setelah membuat tampilan *Storyboard Scene* Informasi Singkat akan dijelaskan mengenai *storyboard* tersebut pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel *Scene* Informasi Singkat

Nama Scene	Deskripsi	Action
Scene Informasi Singkat	Scene ini menampilkan beberapa gambar satelit yang sebelumnya disentuh beserta teks informasi singkat tentang satelit tersebut.	1. Jika tombol kembali disentuh maka Scene Info Singkat akan ditutup dan Scene Mulai akan ditampilkan. 2. Jika tombol Info Lengkap disentuh maka Scene Informasi Singkat akan ditutup dan layar akan membuka link URL.

Selanjutnya yaitu *Storyboard Scene* Tentang Saya yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Storyboard Scene Tentang Saya

Setelah membuat tampilan *Storyboard Scene* Tentang Saya akan dijelaskan mengenai *storyboard* tersebut pada Tabel 4.

Tabel 3. Tabel *Scene* Tentang Saya

Nama Scene	Deskripsi	Action
Scene Tentang Saya	Scene ini menampilkan foto pengembang beserta biodata dan dosen pembimbing.	Jika tombol kembali ditekan maka Scene Tentang Saya akan ditutup dan Scene Menu Utama akan ditampilkan.

Selanjutnya yaitu *Storyboard Scene* Panduan yang ditampilkan pada Gambar 11.

Setelah membuat tampilan *Storyboard Scene* Panduan akan dijelaskan mengenai *storyboard* tersebut pada Tabel 5.

Tabel 4 Tabel *Scene* Panduan

Nama Scene	Deskripsi	Action
Scene Panduan	Scene ini menampilkan teks mengenai cara menggunakan aplikasi untuk membantu pengguna yang baru menggunakan aplikasi ini.	Jika tombol Kembali ditekan maka Scene panduan akan ditutup dan Scene Menu Utama akan ditampilkan.

c. Pengumpulan Bahan (Material Collecting)

Pada tahap ini dijelaskan mengenai pengumpulan bahan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi ini. Materi yang diperlukan diantaranya yaitu gambar, objek 3 dimensi satelit astronomi NASA, dan perangkat lunak.

Perangkat lunak yang saya pakai untuk membuat aplikasi *Augmented Reality* disini adalah unity versi 5 dan Vuforia SDK. Untuk mendapatkan aplikasi untiy saya mengunduhnya pada situs *web* <https://unity3d.com/> dan <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk> dengan menekan tombol **GET UNITY 5** dan **Download for Unity**.

NASA memberikan kebebasan untuk mengunduh dan memakai sumberdaya mereka. Pengumpulan bahan berupa objek 3 dimensi saya ambil dari salahsatu situs *web* sumberdaya NASA yaitu <http://nasa3d.arc.nasa.gov>

d. Pembuatan (Assembly)

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan aplikasi multimedia pembelajaran ini adalah sebagai berikut.

i. Perangkat Keras

- PC (*Personal Computer*) atau Laptop
- Smartphone ASUS Padfone S (PF500KL)

ii. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi multimedia pembelajaran interaktif adalah :

- Microsoft Windows 7
- Unity 5
- Vuforia SDK
- Corel Draw X7
- Android KitKat 4.4.2

e. Pengujian (Testing)

Pada tahap ini dilakukan pengujian aplikasi, apakah aplikasi yang dibuat sudah sesuai dengan perancangan dan kebutuhan atau belum. Pengujian pada pembuatan aplikasi ini menggunakan pengujian kotak hitam. Selain pengujian dengan kotak hitam, ada juga beberapa faktor penyebab kegagalan munculnya objek 3D pada layar telepon pintar. Faktor – faktor tersebut diantaranya adalah jarak kamera dengan marker, sudut, intensitas cahaya, dan keutuhan marker. Setelah pengujian selesai dilakukan maka dilanjutkan dengan distribusi.

f. Distribusi (Distribution)

Dalam tahap distribusi ini aplikasi di unggah ke Google Playstore. Link untuk mengunduh marker juga disediakan pada deskripsi aplikasi pada Google Playstore.

G. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

1. IMPLEMENTASI SISTEM

Sub bab ini membahas tentang proses *Assembly* yang telah disebutkan pada bab sebelumnya. Proses *Assembly* adalah proses pembuatan aplikasi mulai dari membuat tombol untuk antarmuka aplikasi sampai pengkodean sesuai konsep dan tujuan dibuatnya aplikasi ini. Beberapa tahap proses *Assembly* diantaranya sebagai berikut:

- a. Membuat Tombol dan Gambar Latar Belakang dengan CorelDRAW
- b. Mendaftarkan Akun Vuforia, Membuat Basis Data *Marker*, Mengunggah Gambar *Marker*, dan Mengunduh *Marker*
- c. Membuat Project Baru pada Unity
- d. Memasukkan Asset ke Unity
- e. Membuat Scene dan Antarmuka Aplikasi
- f. Membuat Augmented Reality
- g. Pengkodean

2. PENGUJIAN

a. Skema Pengujian

Aplikasi ARSAN diuji dengan beberapa macam pengujian. Pengujian tersebut diantaranya adalah Pengujian Kotak Hitam (Black Box Testing) dan pengujian untuk mencari sebab kegagalan kamera mendeteksi *marker* yang mengakibatkan gagalnya kemunculan objek 3D pada layar telepon pintar. Pengujian untuk mencari penyebab kegagalan kamera mendeteksi *marker* melibatkan beberapa faktor lingkungan diantaranya cahaya, sudut *marker* terhadap kamera, serta jarak *marker* terhadap kamera.

Untuk menguji peran cahaya dalam mempengaruhi keberhasilan kamera dalam mendeteksi *marker* maka pengujian dilakukan pada beberapa tempat dengan kondisi penerangan yang berbeda. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan dan tanpa lampu untuk mendapatkan intensitas cahaya serendah mungkin. Selain itu pengujian juga dilakukan di luar ruangan dengan waktu pengujian yang berbeda – beda. Pada pengujian luar ruangan dilakukan pada siang hari pukul 12.00 saat langit tanpa awan untuk mendapatkan intensitas cahaya tertinggi.

Pengujian juga dilakukan saat langit berawan dan mendung untuk mendapatkan intensitas cahaya yang lebih sedikit. Selain itu pengujian juga dilakukan saat matahari mulai akan tenggelam sampai matahari benar-benar tenggelam sepenuhnya untuk mendapatkan intensitas cahaya yang sedikit. Untuk mengukur intensitas cahaya digunakan aplikasi android yang bernama “Lux Meter” yang didapatkan melalui Google Play Store.

Untuk menguji peran jarak dan sudut dalam mempengaruhi keberhasilan kamera dalam mendeteksi *marker* maka pengujian dilakukan dengan mengkombinasikan jarak dengan kelipatan 5 cm dan sudut dengan kelipatan 10⁰.

i. Pengujian Kotak Hitam (Black Box Testing)

Pengujian aplikasi ARSAN dilakukan dengan menggunakan metode *black-box*. Pengujian aplikasi bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi telah memiliki fungsi seperti yang diharapkan. Fungsi yang diuji dan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Black Box*

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian instalasi aplikasi pada telepon pintar android	Memasukkan dan menginstall ARSAN.apk ke telepon pintar android	Muncul icon ARSAN pada menu aplikasi	Berhasil
Pengujian aplikasi yang sudah terinstall	Menyentuh ikon ARSAN	Muncul SplashScreen dan dilanjutkan ke Main Menu aplikasi	Berhasil
Pengujian tombol Panduan	Menyentuh tombol Panduan pada Main Menu aplikasi	Muncul <i>Scene</i> yang menampilkan cara menggunakan aplikasi	Berhasil
Pengujian tombol Tentang Saya	Menyentuh tombol Tentang Saya pada Main Menu aplikasi	Muncul <i>Scene</i> yang menampilkan biodata singkat beserta nama dosen pembimbing	Berhasil
Pengujian tombol Mulai	Menyentuh tombol Mulai pada Main Menu	Muncul tampilan kamera pendeteksi <i>marker</i>	Berhasil

Tabel 6. Hasil Pengujian *Black Box* (Lanjutan)

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit Cassini	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit Cassini	Muncul objek 3D satelit Cassini	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit Dawn	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit Dawn	Muncul objek 3D satelit Dawn	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit Juno	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit Juno	Muncul objek 3D satelit Juno	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit Kepler	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit Kepler	Muncul objek 3D satelit Kepler	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit LRO	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit LRO	Muncul objek 3D satelit LRO	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit NEAR	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit NEAR	Muncul objek 3D satelit NEAR	Berhasil
Pengujian deteksi <i>marker</i> satelit NPP	Mengarahkan kamera ke <i>marker</i> satelit NPP	Muncul objek 3D satelit NPP	Berhasil
Pengujian info singkat satelit Cassini	Menyentuh objek 3D satelit Cassini pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit Cassini	Berhasil
Pengujian info singkat satelit Dawn	Menyentuh objek 3D satelit Dawn pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit Dawn	Berhasil
Pengujian info singkat satelit Juno	Menyentuh objek 3D satelit Juno pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit Juno	Berhasil

Pengujian info singkat satelit Kepler	Menyentuh objek 3D satelit Kepler pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit Kepler	Berhasil
Pengujian info singkat satelit LRO	Menyentuh objek 3D satelit LRO pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit LRO	Berhasil
Pengujian info singkat satelit NEAR	Menyentuh objek 3D satelit NEAR pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit NEAR	Berhasil
Pengujian info singkat satelit NPP	Menyentuh objek 3D satelit NPP pada layar telepon pintar android	Muncul <i>Scene</i> informasi singkat satelit NPP	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit Cassini	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit Cassini	Membuka halaman <i>web</i> satelit Cassini	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit Dawn	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit Dawn	Membuka halaman <i>web</i> satelit Dawn	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit Juno	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit Juno	Membuka halaman <i>web</i> satelit Juno	Berhasil

Tabel 6. Hasil Pengujian *Black Box* (Lanjutan)

Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Pengujian tombol Info Lengkap satelit Kepler	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit Kepler	Membuka halaman <i>web</i> satelit Kepler	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit LRO	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit LRO	Membuka halaman <i>web</i> satelit LRO	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit NEAR	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit NEAR	Membuka halaman <i>web</i> satelit NEAR	Berhasil
Pengujian tombol Info Lengkap satelit NPP	Menyentuh tombol Info Lengkap pada <i>Scene</i> info singkat satelit NPP	Membuka halaman <i>web</i> satelit NPP	Berhasil
Pengujian tombol kembali (back)	Menyentuh setiap tombol kembali yang muncul pada layar telepon pintar	Memunculkan <i>Scene</i> sebelumnya	Berhasil
Pengujian tombol keluar	Menyentuh tombol keluar pada Main Menu aplikasi	Keluar dan menutup aplikasi	Berhasil

ii. Pengujian Intensitas Cahaya, Jarak, dan Sudut Marker Terhadap Kamera

Pengujian ini dilakukan untuk mencari sebab gagalnya kamera mendeteksi *marker* serta munculnya objek 3D pada layar telepon pintar. Pada pengujian ini dilakukan banyak kombinasi antara intensitas cahaya, jarak *marker* dengan kamera, serta sudut *marker* dengan kamera. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya, Jarak *Marker* Terhadap Kamera, dan Sudut *Marker* Terhadap Kamera

Intensitas Cahaya (Satuan lux)	Jarak (Satuan Cm)	Sudut (Satuan °)	Hasil
108,3 ± 2,5	5 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
		150 ± 0,5	Gagal
	10 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	25 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	35 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	75 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
150 ± 0,5		Gagal	
80 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal	
	40 ± 0,5	Berhasil	
	90 ± 0,5	Berhasil	
	140 ± 0,5	Berhasil	
	150 ± 0,5	Gagal	
1757,6 ± 138	5 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
		150 ± 0,5	Gagal
	10 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	25 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	35 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	75 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
150 ± 0,5		Berhasil	

Tabel 7. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya, Jarak *Marker* Terhadap Kamera, dan Sudut *Marker* Terhadap Kamera (Lanjutan)

Intensitas Cahaya (Satuan lux)	Jarak (Satuan Cm)	Sudut (Satuan °)	Hasil
1757,6 ± 138	75 ± 0,05	150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
	80 ± 0,05	40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
4324,5 ± 572,5	5 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
		150 ± 0,5	Gagal
	10 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
	25 ± 0,05	150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
	35 ± 0,05	140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
	75 ± 0,05	90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
	80 ± 0,05	40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
150 ± 0,5		Gagal	
30 ± 0,5		Gagal	
10793,1 ± 572,5	5 ± 0,05	40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
		150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
	10 ± 0,05	40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	25 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
	35 ± 0,05	150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal

		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
	75 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
		140 ± 0,5	Berhasil
	80 ± 0,05	150 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
		150 ± 0,5	Gagal
22000	5 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Gagal
		90 ± 0,5	Gagal
		140 ± 0,5	Gagal
	10 ± 0,05	150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
		90 ± 0,5	Berhasil
	25 ± 0,05	140 ± 0,5	Berhasil
		150 ± 0,5	Gagal
		30 ± 0,5	Gagal
		40 ± 0,5	Berhasil
35 ± 0,05	90 ± 0,5	Berhasil	
	140 ± 0,5	Berhasil	
	150 ± 0,5	Gagal	
	30 ± 0,5	Gagal	
75 ± 0,05	40 ± 0,5	Berhasil	
	90 ± 0,5	Berhasil	
	140 ± 0,5	Berhasil	
	150 ± 0,5	Gagal	
80 ± 0,05	30 ± 0,5	Gagal	
	40 ± 0,5	Gagal	
	90 ± 0,5	Gagal	
	140 ± 0,5	Gagal	

Dari hasil pengujian diatas dapat diambil beberapa informasi diantaranya sebagai berikut:

1. Kamera gagal mendeteksi *marker* apabila jarak kamera terlalu dekat yaitu kurang dari 10 ± 0,05 cm terhadap *marker*.
2. Kamera gagal mendeteksi *marker* apabila jarak kamera terlalu jauh yaitu lebih dari 45 ± 0,05 cm terhadap *marker*.
3. Kamera gagal mendeteksi *marker* apabila sudut kamera dengan *marker* di bawah 40 ± 0,05°.
4. Kamera dapat mendeteksi *marker* walaupun kamera dalam keadaan terbalik yaitu pada 140 ± 0,05°, namun

gagal mendeteksi *marker* saat kamera diarahkan lebih dari $140 \pm 0,05^\circ$.

5. *Marker* dapat terdeteksi dengan intensitas cahaya $108,3 \pm 2,5$ Lux ke atas.
6. Semakin besar intensitas cahaya tidak membuat sensitivitas kamera untuk mendeteksi *marker* bertambah. Dengan kata lain, *marker* tidak akan terdeteksi jika jarak *marker* terhadap kamera kurang dari $10 \pm 0,05$ cm atau lebih dari $75 \pm 0,05$ cm dan sudut *marker* terhadap kamera kurang dari $40 \pm 0,05^\circ$ atau lebih dari $140 \pm 0,05^\circ$ meskipun intensitas cahaya lebih besar.

H. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian pada aplikasi ARSAN (*Augmented Reality* Satelit Astronomi NASA) ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pengujian aplikasi, semua *scene* dapat ditampilkan, semua antarmuka berfungsi dengan baik, semua *website* dapat diakses, dan deteksi *marker* serta objek 3D dapat ditampilkan.
- b. *Marker* gagal terdeteksi jika jarak kamera telepon pintar dengan *marker* kurang dari $10 \pm 0,05$ cm atau lebih dari $75 \pm 0,05$ cm dan sudut antara kamera telepon pintar dengan *marker* dibawah $40 \pm 0,5^\circ$ atau lebih dari $140 \pm 0,5^\circ$.
- c. Penggunaan aplikasi yang ideal yaitu pada tempat yang terpapar cahaya dengan intensitas sebesar $108,3 \pm 2,5$ Lux ke atas. Selain itu kamera diarahkan ke *marker* dengan jarak antara $10 \pm 0,05$ cm – $75 \pm 0,05$ cm dan sudut antara $40 \pm 0,5^\circ$ – $140 \pm 0,5^\circ$.

2. Saran

Dalam pengembangan aplikasi ARSAN ini masih banyak terdapat kekurangan, maka dari itu perlu banyak pembenahan yang harus dilakukan pada pengembangan selanjutnya. Beberapa hal yang disarankan yaitu :

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menyatukan penunjuk bagian-bagian satelit dengan objek 3D dan membuat tombol sebagai *toggle* untuk memunculkan dan menghilangkannya.
- b. Perlu penambahan fungsi untuk *zoom-in* dan *zoom-out* agar memudahkan pengguna dalam mengamati objek 3D yang muncul pada layar perangkat yang digunakan tanpa harus mendekat atau menjauhkan kamera perangkat terhadap *marker*. Tombol rotasi juga perlu ditambahkan agar memudahkan pengguna untuk memutar objek tanpa harus memutar *marker*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Biondy, "Museum Antariksa Indonesia," *J. Tingkat Sarj. Bid. Seni-rupa dan Desain*, vol. 1, p. 1, 2012.
- [2] A. Hidayat, "Implementation of Augmented Reality in the Form of Location Based Services (LBS) at the Museum Joang'45 Jakarta Using the Layar Platform on the Android and Iphone," *Repos. UG*, no. 50407074, p. 2, 2012.
- [3] J. S. Darma, *Buku Pintar Multimedia*, 1st ed. Jakarta: MediaKita, 2009.
- [4] R. E. Saputro, D. Intan, and S. Saputra, "Pengembangan Media Pembelajaran Mengenal Organ Pencernaan Manusia Menggunakan Teknologi Augmented Reality," *J. Buana Inform.*, vol. 6, pp. 153–162, 2014.
- [5] A. R. Yudiantika, "Implementasi Augmented Reality di Museum: Studi Awal Perancangan Aplikasi Edukasi," *Konf. Nas. Teknol. Inf. dan Komun. 2013, Univ.*, vol. 1, p. 4, 2013.
- [6] M. A. Sadikin, "Aplikasi Brosur Promosi Penjualan Apartemen Centerpoint Bekasi Berbasis Augmented Reality," *Repos. UG*, vol. 1, pp. 1–15, 2012.
- [7] U. Lestari, D. Andayati, and T. Informatika, "Augmented Reality untuk Pengenalan Satwa pada Kebun Binatang Gembira Loka Yogyakarta," *J. Scr.*, vol. 1, no. 2, pp. 98–109, 2014.
- [8] PTC Inc., "Vuforia Developer Guide," 2011. [Online]. Available: <https://ui-dev2.vuforia.com/resources/dev-guide/getting-started>.
- [9] Y. Putra, "Retargeting Karakter ANimasi Menggunakan Mecanim Berbasis Unity 3D," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, pp. 1–6, 2014.
- [10] S. Sunaryo, A. Handoyo, and J. Andjarwirawan, "Pembuatan Aplikasi Wisata Sejarah Pertempuran Surabaya 1945 Berbasis Android," *J. Infra*, vol. 1, pp. 1–2, 2013.
- [11] B. R. Rompas, a a E. Sinsuw, S. R. U. a Sompie, and a S. M. Lumenta, "Aplikasi Location-Based Service Pencarian Tempat Di Kota Manado Berbasis Android," *e-journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2012.
- [12] R. Arrosyid, "Pengendalian Gerak Satelit Dengan Menggunakan Metode Linear Quadratic Regulator (LQR)," *e-journal UNY*, vol. 3, pp. 1–2, 2014.
- [13] L. F. Sulistyowati, *Ayo Belajar Ilmu Pengetahuan Alam IPA*, 1st ed. Yogyakarta: Kanisius, 2014.
- [14] R. Kerrod, *Astronomi*, 1st ed. Jakarta: Erlangga, 2005.
- [15] NASA. "Spacecraft" 17 September 2015. [Http://www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
- [16] A. M. Pr Sambodo and T. Informatika, "Pembuatan Brosur Perumahan Berbasis Augmented Reality dengan Permodelan 3D," *J. Telemat.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2008.
- [16] S. Aip, *Praktis Belajar Fisika*. Jakarta: Visindo, 2012.
- [17] H. Arnel, "Mengukur Besaran Panjang". 19 Maret 2016. [Http://www.bimbelfisikapakarnel.com/tag/](http://www.bimbelfisikapakarnel.com/tag/)