

PERANCANGAN APLIKASI PENGENALAN TATA SURYA DENGAN *AUGMENTED REALITY MARKER BASED*

Jenisa Felisa¹, Kezia Stefani², Andre Yonathan³, Ferdinand Lanvino⁴,
Laurent Glorian⁵

STMIK LIKMI Bandung
Jl. Ir. H. Juanda no 96 Bandung 40132

E-mail : jenisafelisa@gmail.com

ABSTRAK

Proses belajar mengajar dapat dimaksimalkan dengan menyediakan media pembelajaran yang memadai. Berkembangnya teknologi pada zaman sekarang ini dapat membantu menyediakan media pembelajaran. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. *Augmented Reality* adalah teknologi yang dapat memberikan kesan virtual di dunia nyata yang dapat divisualisasikan dalam bentuk objek 3D, contohnya seperti tata surya.

Perancangan aplikasi *Augmented Reality* ini menggunakan metode *marker based*. *Marker based* merupakan salah satu metode dari *Augmented Reality* yang membutuhkan penanda (*marker*) untuk dapat menampilkan objek 3D. Algoritma yang digunakan adalah FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner Detection* (FCD) dimana cara kerjanya adalah dengan mendeteksi ujung sudut gambar dari *marker* untuk mengenali gambar tersebut kemudian objek 3D akan ditampilkan sesuai dengan yang telah di *input* dalam aplikasi. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metodologi berorientasi objek dengan membuat beberapa diagram UML (*Unified Modelling Language*) untuk menguraikan cara kerja dalam aplikasi ini, yaitu dengan menggunakan *Use Case Diagram*, *Class Diagram*, dan *Activity Diagram*. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi tersebut dapat digunakan pada perangkat Android, dan jarak *scan marker* bergantung pada spesifikasi kamera perangkat yang digunakan.

Kata kunci: Augmented Reality (AR), Marker Based, Tata Surya, Android, FAST (Features from Accelerated Segment Test) Corner Detection (FCD).

1. PENDAHULUAN

Sistem pendidikan di Negara Indonesia bahkan di seluruh dunia mengalami banyak perubahan sejak adanya pandemi. Sarana dan prasarana belajar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pendidikan (Suryana, 2020). Sarana yang kurang memadai akan mempengaruhi minimnya minat belajar pada anak-anak. Memasuki era teknologi dewasa ini, sudah banyak sarana pembelajaran dengan menggunakan teknologi berupa aplikasi pendidikan. Salah satunya adalah aplikasi pendidikan yang memanfaatkan *Augmented Reality (AR)*.

Augmented Reality terbagi menjadi dua jenis, yaitu berbasis penanda (*marker based*), dan tidak berbasis penanda (*markerless*). *Augmented Reality marker based* membutuhkan penanda (*marker*) yang harus di-scan agar objek 3D dapat ditampilkan. Sedangkan *markerless* tidak membutuhkan penanda (*marker*), hanya membutuhkan bidang datar

sebagai tempat objek 3D muncul. Jadi objek 3D dapat lebih menyatu dengan lingkungan di sekitarnya.

Algoritma yang digunakan adalah algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner Detection* (FCD). Algoritma FAST *Corner Detection* (FCD) akan membantu mengenali titik-titik yang ada pada gambar 2D (Trajković and Hedley, 1998) dari marker yang berbentuk kartu yang nantinya akan di-scan oleh anak-anak. Ketika marker berhasil di-scan, gambar 3D akan ditampilkan pada gadget pengguna.

Tata surya merupakan hal yang dekat dengan kehidupan manusia, tetapi masih banyak hal yang tidak diketahui tentang tata surya. Pembelajaran tata surya mungkin akan lebih sulit diserap anak-anak, karena harus menghafal susunan planet, jarak antar planet, ukuran, dan ciri-ciri dari suatu planet. Ditambah lagi dengan keterbatasan media pembelajaran mengenai tata surya. Hal ini yang mendasari adanya penelitian yang berjudul “**Perancangan dan Implementasi Aplikasi Pendidikan Pengenalan Tata Surya Dengan Augmented Reality Marker Based**” yang diharapkan dapat membantu anak-anak mempelajari tentang tata surya.

2. STUDI LITERATUR

2.1. Tata Surya

Tata surya merupakan susunan benda-benda langit yang terdiri dari planet dan satelitnya, meteor, dan benda-benda lainnya yang mengitari Matahari sebagai pusatnya. Tata surya terdiri dari Matahari sebagai pusat peredaran, Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Bulan sebagai satelit yang mengitari Bumi. Perputaran benda langit terhadap matahari disebut revolusi. Semakin jauh jarak planet dengan matahari, maka waktu revolusinya semakin lama. Selain berevolusi, planet juga berputar pada porosnya, yang disebut rotasi.

Mengutip dari buku “Modul Belajar Literasi dan Numerasi Jenjang SD, Modul Belajar Siswa Kelas 1 Tema 7 Bumi dan Benda di Langit Subtema 1 Matahari dan Bumi” dan “Modul Belajar Literasi dan Numerasi Jenjang SD: Modul Belajar Siswa Kelas 4 Tema 9 Sistem Tata Surya Subtema 1 Anggota Tata Surya” (Pusmenjar, 2020) berikut adalah pengertian dan ciri-ciri planet-planet yang ada di tata surya:

a. Matahari

Matahari adalah bintang yang sangat besar. Matahari berbentuk bola raksasa dan berisi gas sangat panas. Suhunya sekitar 6.000 derajat Celcius. Tanpa Matahari, Bumi menjadi dingin dan gelap. Matahari terbit di timur pada pagi hari dan terbenam di barat pada sore hari. Setiap hari nya, Bumi dan planet-planet lainnya bergerak mengelilingi Matahari. Itu karena Matahari adalah pusat tata surya kita.

b. Merkurius

Merkurius merupakan planet pertama di tata surya. Merkurius adalah planet terkecil dalam tata surya. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Merkurius hanya sebesar biji kopi. Warna Merkurius adalah abu-abu karena Merkurius mengandung banyak besi. Merkurius tidak memiliki satelit dan cincin. Lama revolusi Merkurius adalah 88 hari sedangkan lama rotasinya adalah 59 hari.

c. Venus

Venus merupakan planet ke-2 di tata surya. Venus dijuluki sebagai bintang kejora karena Venus adalah planet tercerah setelah matahari. Warna Venus adalah putih kekuningan. Venus memiliki rata-rata suhu tertinggi dalam tata surya. Berbeda dengan Bumi, di Venus Matahari terbit di barat dan tenggelam di timur. Venus tidak memiliki satelit sama seperti Merkurius. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Venus sebesar tomat. Periode revolusi Venus lebih lama dibandingkan periode rotasinya. Lama revolusi Venus adalah 225 hari sedangkan lama rotasinya adalah 243 hari.

- d. Bumi
Bumi merupakan planet ke-3 di tata surya. Bumi adalah tempat kita tinggal. Bumi berputar pada porosnya. Karena perputaran ini lah maka terjadi siang dan malam. Siang terjadi saat bagian Bumi terkena cahaya Matahari. Sedangkan malam terjadi saat bagian Bumi tidak terkena cahaya Matahari. Lama Bumi berotasi adalah 24 jam, dengan pembagian waktu siangnya adalah 12 jam dan waktu malamnya adalah 12 jam. Selain berputar pada sumbu, Bumi juga berputar mengelilingi matahari. Perputaran ini disebut revolusi. Lama revolusi Bumi adalah 365 hari atau 1 tahun. Bumi memiliki satu satelit yaitu Bulan. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Bumi sebesar tomat sama seperti Venus.
- e. Mars
Mars merupakan planet ke-4 di tata surya. Ukuran Mars hanya setengah ukuran Bumi. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Mars sebesar buah bluberi. Mars disebut dengan planet merah karena permukaannya yang berwarna merah. Mars adalah planet yang memiliki karakteristik paling mirip dengan Bumi, tetapi Mars tetap tidak bisa dihuni. Mars memiliki dua satelit yang mengitarinya, yaitu Phobos dan Deimos. Waktu yang dibutuhkan Mars untuk mengelilingi Matahari adalah 687 hari. Sedangkan lama rotasinya hampir sama dengan Bumi, yaitu 24 jam 37 menit.
- f. Jupiter
Jupiter merupakan planet ke-5 di tata surya. Jupiter adalah planet terbesar dalam tata surya. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Jupiter sebesar buah semangka. Jupiter berwarna jingga, coklat, dan putih. Pada permukaan Jupiter terdapat bintik merah besar yang berasal dari badai. Saat ini Jupiter memiliki 92 satelit, dan satelit terbesarnya adalah Ganymede. Waktu yang dibutuhkan Jupiter untuk mengelilingi Matahari adalah 12 tahun. Sedangkan lama rotasinya adalah 9 jam 56 menit. Jupiter merupakan planet yang berotasi dengan sangat cepat.
- g. Saturnus
Saturnus merupakan planet ke-6 di tata surya. Saturnus berwarna kuning pucat. Saturnus memiliki cincin es besar yang mengelilinginya. Karena itulah Saturnus dijuluki planet cincin. Jika diletakkan dalam air Saturnus akan mengapung karena Saturnus lebih ringan daripada air. Saturnus memiliki 82 satelit, dan satelit terbesarnya adalah Titan. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Saturnus sebesar jeruk limau. Waktu yang dibutuhkan Saturnus untuk mengelilingi Matahari adalah 29 tahun. Sedangkan lama rotasinya adalah 10 jam 34 menit.
- h. Uranus
Uranus merupakan planet ke-7 di tata surya. Warna Uranus adalah biru muda. Uranus juga memiliki cincin seperti Saturnus. Uranus disebut sebagai planet misterius karena pergerakannya yang tidak teratur. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Uranus sebesar buah apel. Uranus memiliki 27 satelit alami atau disebut juga bulan. Ada 5 bulan utama Uranus, yaitu Oberon, Titania, Ariel, Umbriel dan Miranda. Waktu yang dibutuhkan Uranus untuk mengelilingi Matahari adalah 84 tahun. Sedangkan lama rotasinya adalah 17 jam 14 menit.
- i. Neptunus
Neptunus merupakan planet ke-8 dan terakhir di tata surya. Neptunus berwarna biru. Julukan untuk planet Neptunus adalah pembuat masalah, karena Neptunus sering keluar dari jalurnya dan mengganggu Uranus. Jika dibandingkan dengan buah-buahan, ukuran Neptunus sebesar buah lemon. Neptunus memiliki 14 satelit. Waktu yang dibutuhkan Neptunus untuk mengelilingi Matahari adalah 165 tahun. Sedangkan lama rotasinya adalah 16 jam 6 menit. Neptunus adalah planet dengan revolusi terlama.

- j. Bulan
Bulan adalah sebuah bola batu raksasa yang hanya mengelilingi Bumi. Bulan adalah benda ke-2 paling terang di langit setelah Matahari. Tetapi Bulan tidak menghasilkan cahayanya sendiri. Bulan hanya memantulkan cahaya dari Matahari.

2.2. Augmented Reality (AR) berbasis Marker

Augmented Reality merupakan sebuah teknologi penggabungan dunia nyata dengan dunia *virtual* yang dapat berupa multimedia, model 3D, dan masih banyak lagi. Sedangkan *Virtual Reality* merupakan lingkungan yang disimulasikan oleh komputer dan melibatkan indra dan persepsi

Tabel 1. Perbedaan *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR)

<i>Virtual Reality</i> (VR)	<i>Augmented Reality</i> (AR)
VR merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi dan memanipulasi lingkungan sensorik multimedia 2D atau 3D yang dihasilkan komputer secara <i>real time</i> .	<i>Non-immersive</i> VR dan berdasarkan pada gagasan mengambil yang nyata dan menambahkan, sehingga pengguna memperoleh lebih banyak informasi dari lingkungan nyatanya.
Menciptakan dunia <i>virtual</i> secara keseluruhan; sulit untuk membedakan yang nyata dan tidak. Penggunaan umumnya menggunakan kacamata atau sarung tangan bantuan.	Penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya; dapat berinteraksi dengan kedua dunia dan dapat membedakan keduanya dengan mudah. Penggunaan umumnya dengan memegang <i>smartphone</i> .
Gambar yang dihasilkan komputer dari lingkungan nyata atau buatan yang dapat berinteraksi langsung dengan lingkungan eksternal, memungkinkan pengalaman belajar yang baru.	Informasi sensorik pada dunia nyata digantikan dengan rangsangan buatan seperti citra visual 3D, suara dan gaya spasial atau <i>tactile feedback</i> .

(El Miedany, 2019)

Pada proses *Augmented Reality*, Pertama-tama gambar *marker* akan diambil dengan kamera. Setelah itu, gambar *marker* sebelumnya akan masuk ke dalam proses pencarian dan orientasi *marker*, perhitungan posisi dan orientasi *marker* terhadap objek dan *render* objek. Pada proses *render* gambar asli dan komponen *virtual* akan digabungkan menggunakan perhitungan pose dan orientasi *marker*. *Output* dari pelacakan *marker* ini nantinya akan ditampilkan pada layar komputer atau *smartphone* (Wahyudi *et al.*, 2019).

Dalam *Augmented Reality* terdapat dua cara untuk mendeteksi objek dari dunia nyata, yaitu dengan *marker based* atau *markerless*. Pada *marker based* harus dilakukan pendaftaran objek terlebih dahulu sebelum gambar 3D muncul saat di-*scan*, sedangkan pada *markerless* tidak perlu melakukan pendaftaran objek untuk memunculkan gambar 3D (Oufqir *et al.*, 2020). *Marker* bisa berbentuk gambar 2D, QR *code*, atau objek 3D (Boonbrahm *et al.*, 2020).

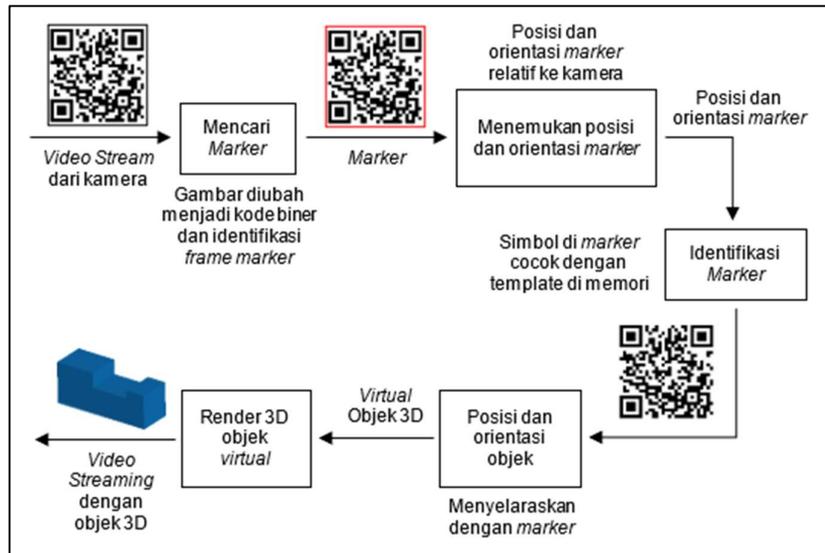
Menurut Salin Boonbrahma, Poonpong Boonbrahma, dan Charlee Kaewrat (Boonbrahm *et al.*, 2020) langkah dalam melacak *marker* dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. *Detection of marker candidates*
Pada tahap ini, informasi dari kamera akan dianalisis untuk diperiksa apakah ada *marker* persegi atau tidak yang kemudian disaring informasi lainnya kecuali *marker* persegi menggunakan *contour filtering*.
- b. *Marker analysis*
Pada langkah ini, akan dipisahkan *bit* hitam dan putih, setelah itu *marker* akan diidentifikasi apakah terdapat di *database* atau tidak.

c. *Pose estimation technique*

Teknik yang digunakan untuk memperkirakan posisi *marker* dengan menggabungkan koordinat pembuat di dunia nyata dan dunia *virtual*. Proses ini akan memberikan posisi dan rotasi *marker*.

Alur proses *Augmented Reality* dengan *Marker Based* digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses *Augmented Reality* (AR)
(Wahyudi et al., 2019)

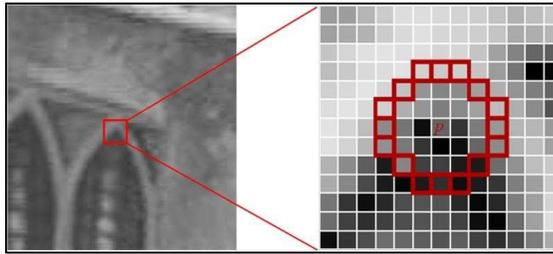
2.3. Algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner Detection* (FCD)

Algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner Detection* (FCD) adalah cara menentukan *corner point* untuk mendeteksi sudut-sudut dari suatu objek (Wahyudi et al., 2019). *Corner point* bisa berada di suatu permukaan atau bidang, bisa juga tidak. Tetapi dengan adanya permukaan dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk pendeteksian, dan posisi 3D akan muncul diatas permukaan (Rosten and Drummond, 2005).

Proses deteksi *marker* dengan menggunakan metode FAST *Corner Detection* (FCD) memiliki tingkat komputasi yang tinggi dibandingkan metode Harris *Corner Detection* dan Edge Based *Corner Detection* (Wahyudi et al., 2019). Pada prosesnya, algoritma FAST *Corner Detection* (FCD) akan mengubah marker menjadi gambar hitam putih. Setelah itu, akan ditentukan sebuah titik awal P dan 16 titik pixel disekitarnya.

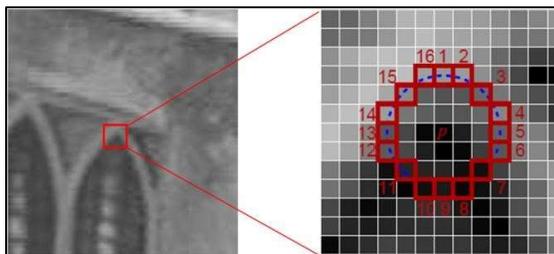
Nanang Wahyudi, Reddy Alexandro Harianto, dan Endang Setyati (Wahyudi et al., 2019) menjelaskan tahapan proses algoritma FAST *Corner Detection* (FCD) sebagai berikut:

- a. Menentukan titik P pada citra dengan posisi awal (x,y) dan nilai threshold.



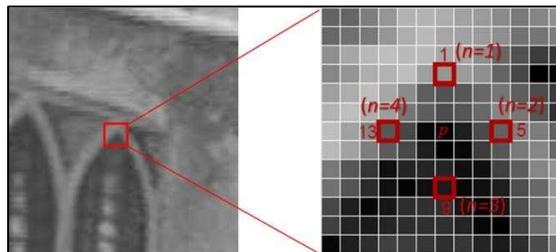
Gambar 2. Menentukan Titik Awal (titik P)
(Wahyudi et al., 2019)

- b. Menentukan 16 titik pixel yang memiliki jarak 3 pixel dari titik P.



Gambar 3. Menentukan 16 Titik Pixel Disekitar Titik P
(Wahyudi et al., 2019)

- c. Menentukan 4 lokasi titik pembanding dari 16 pixel sebelumnya. Titik pertama (n=1) dengan koordinat $(x_P, y_{(P+3)})$, titik kedua (n=2) dengan koordinat $(x_{(P+3)}, y_P)$, titik ketiga (n=3) dengan koordinat $(x_P, y_{(P-3)})$, dan titik keempat (n=4) dengan koordinat $(x_{(P-3)}, y_P)$.



Gambar 4. Menentukan 4 Titik Pembanding
(Wahyudi et al., 2019)

- d. Setelah mendapatkan 4 titik pembanding sebelumnya, bandingkan intensitasnya dengan titik pusat P. Bandingkan hingga terdapat minimal 3 titik yang memenuhi kategori yang diterapkan dalam algoritma FAST Corner Detection (FCD), yaitu:

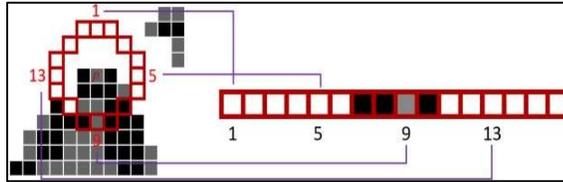
$$S_{P \rightarrow x} = \begin{cases} d, & I_{P \rightarrow x} < I_P - t & (\text{Gelap}) \\ s, & I_P - t < I_{P \rightarrow x} < I_P + t & (\text{Normal}) \\ b, & I_P + t \leq I_{P \rightarrow x} & (\text{Cerah}) \end{cases}$$

Keterangan:

$S_{(P \rightarrow x)}$: Intensitas titik pusat (titik P)

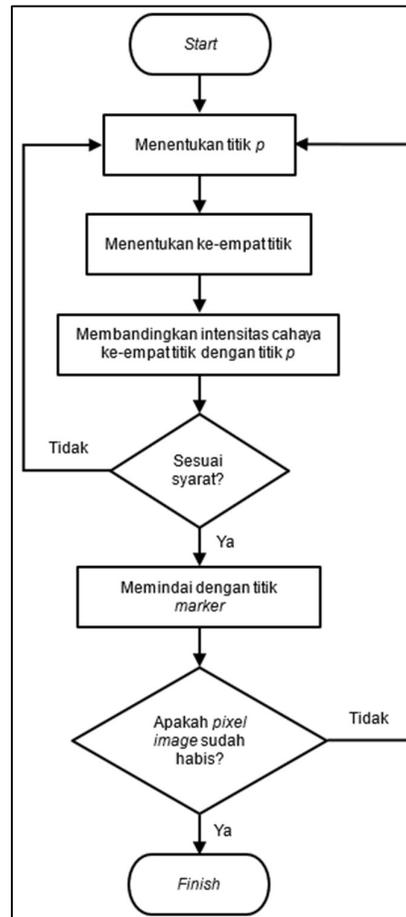
$I_{(P \rightarrow x)}$: Intensitas pixel x (titik intensitas tetangga ke-n)

T : Threshold



Gambar 5. Membandingkan Intensitas Titik P
(Wahyudi et al., 2019)

- e. Ulangi proses sampai seluruh titik pada gambar marker sudah dibandingkan intensitasnya.

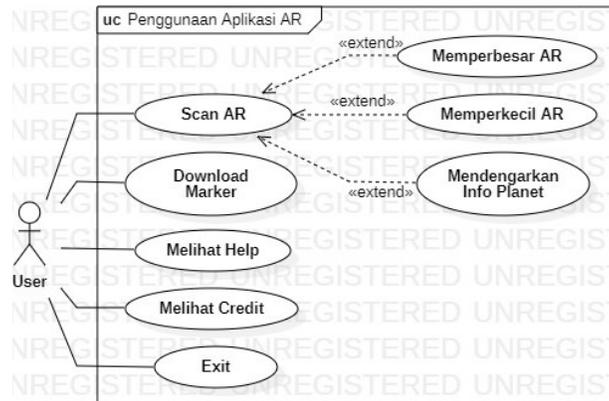


Gambar 6. Diagram Alir Algoritma FAST Corner Detection (FCD)
(Wahyudi et al., 2019)

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI

3.1. Use Case Diagram

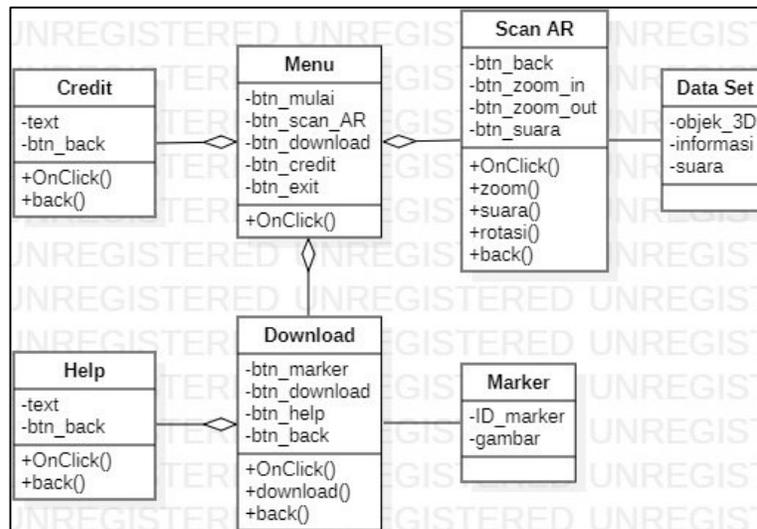
Gambar *use case diagram* pada gambar 7 menjelaskan tentang apa saja yang dapat dilakukan pengguna (*user*) terhadap aplikasi seperti *scan AR* meliputi memperbesar dan memperkecil AR, mendengarkan informasi planet, lalu *download marker*, melihat *help*, melihat *credit*, dan *exit*.



Gambar 7. Use Case Diagram

3.2. Class Diagram

Class Diagram untuk aplikasi pengenalan Tata Surya dengan AR berbasis Marker digambarkan pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Class Diagram Aplikasi

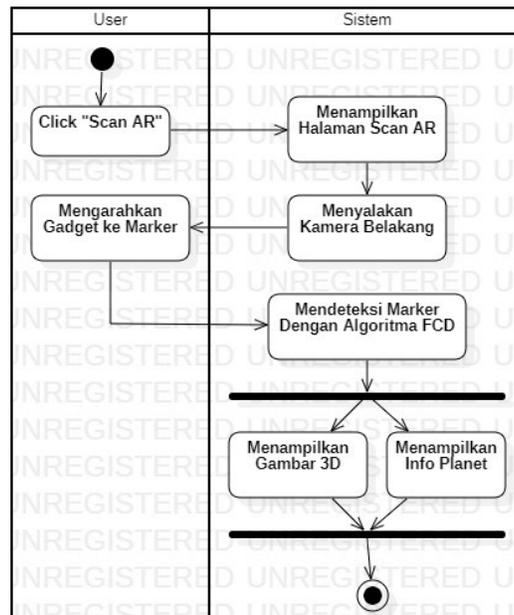
Gambar class diagram di atas menjelaskan class-class yang ada pada Aplikasi AR ini dan hubungannya. Pada class diagram ini terdapat class Menu, Scan AR, Download, Help, Credit, Marker, dan Data Set, dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. Class Menu memiliki attribute berupa tombol “Mulai”, “Scan AR”, “Download”, “Credit”, dan “Exit”. Class Menu juga memiliki hubungan agregasi terhadap class Scan AR, Download, dan Credit.

- b. Class Scan AR memiliki attribute berupa tombol “Back”, “Zoom In”, “Zoom Out”, dan “Suara”. Sedangkan pada method-nya terdapat method OnClick(), zoom(), suara(), rotasi(), dan back(). Class Scan AR juga memiliki hubungan agregasi dengan class Menu dan hubungan asosiasi dengan class Data Set.
- c. Class Data Set memiliki attribute berupa objek 3D, informasi, dan suara. Class Data Set hanya memiliki hubungan asosiasi dengan class Scan AR.
- d. Class Download memiliki attribute berupa tombol “Marker”, “Download”, “Help”, dan “Back”. Sedangkan pada method-nya terdapat method OnClick(), download(), dan back(). Class Download juga memiliki hubungan agregasi dengan class Menu dan Help, dan hubungan asosiasi dengan class Marker.
- e. Class Marker memiliki attribute berupa ID marker dan gambar. Class Marker hanya memiliki hubungan asosiasi dengan class Download.
- f. Class Help memiliki attribute berupa text dan tombol “Back”. Sedangkan pada method-nya terdapat method OnClick() dan Back(). Class Help hanya memiliki hubungan agregasi dengan class Download.
- g. Class Credit memiliki attribute berupa text dan tombol “Back”. Sedangkan pada method-nya terdapat method OnClick() dan Back(). Class Credit hanya memiliki hubungan agregasi dengan class Menu.

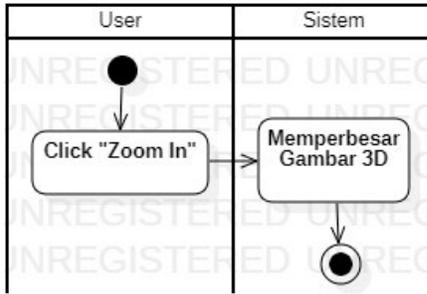
3.3 Activity Diagram

Activity Diagram untuk aplikasi pengenalan Tata Surya dengan AR berbasis Marker digambarkan pada gambar-gambar berikut.



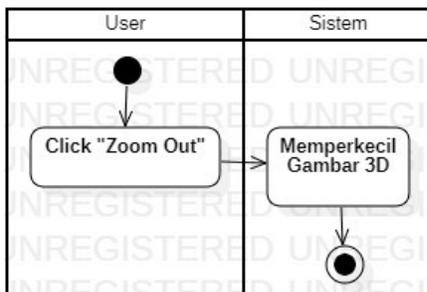
Gambar 9. Activity Diagram Scan AR

Gambar 9 menjelaskan activity diagram dari skenario “Scan AR”. Pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Scan AR” yang berada pada tampilan menu. Kemudian sistem akan menampilkan halaman Scan AR dan menyalakan kamera belakang. Setelah itu, user mengarahkan gadget-nya ke marker. Selanjutnya, sistem akan mendeteksi marker dengan algoritma FAST Corner Detection (FCD) sebelum sistem menampilkan gambar 3D dan informasi dari planet tersebut.



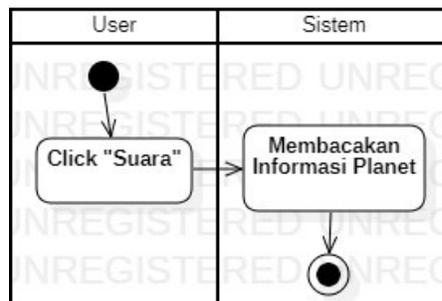
Gambar 10. Activity Diagram Memperbesar AR

Gambar 10 menjelaskan activity diagram dari skenario “Memperbesar AR”. Memperbesar AR hanya dapat dilakukan ketika gambar 3D sudah muncul. Jadi pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Zoom In”. Kemudian sistem akan memperbesar gambar 3D.



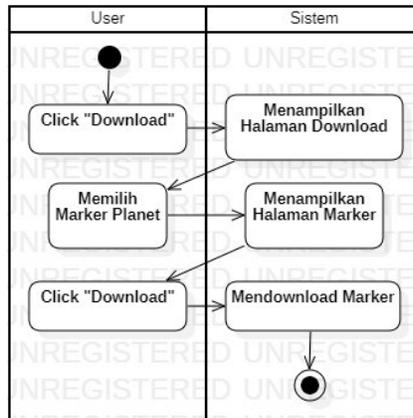
Gambar 11. Activity Diagram Memperkecil AR

Gambar 11 menjelaskan activity diagram dari skenario “Memperkecil AR”. Memperkecil AR hanya dapat dilakukan ketika gambar 3D sudah muncul. Jadi pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Zoom Out”. Kemudian sistem akan memperkecil gambar 3D.



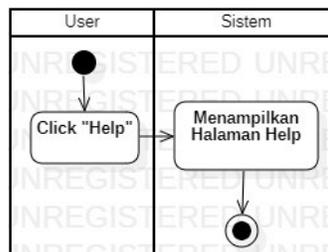
Gambar 12
Activity Diagram Mendengarkan Info Planet

Gambar 12 menjelaskan activity diagram dari skenario “Mendengarkan Info Planet“. Mendengarkan informasi planet hanya dapat dilakukan ketika gambar 3D sudah muncul. Jadi pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Suara”. Kemudian sistem akan membacakan informasi planet.



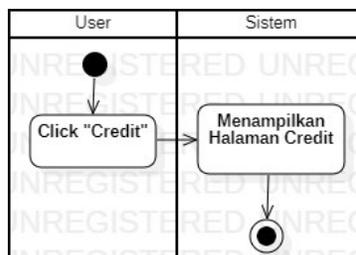
Gambar 13
Activity Diagram Download Marker

Gambar 13 menjelaskan activity diagram dari skenario “Download Marker“. Pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Download”. Kemudian sistem akan menampilkan halaman Download. Setelah itu, user harus memilih marker planet mana yang akan diunduh, lalu sistem akan menampilkan halaman Marker. Selanjutnya user akan menekan tombol “Download”, dan marker akan langsung terunduh ke gadget pengguna.



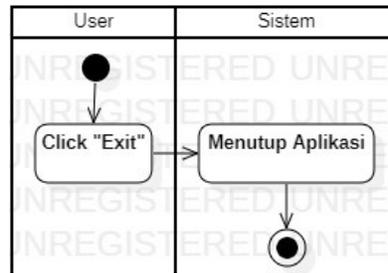
Gambar 14. Activity Diagram Melihat Help

Gambar 14 menjelaskan activity diagram dari skenario “Melihat Help“. Melihat help hanya dapat dilakukan ketika sudah berada di halaman download. Jadi pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Help”. Kemudian sistem akan menampilkan halaman Help.



Gambar 15. Activity Diagram Melihat Credit

Gambar 15 menjelaskan activity diagram dari skenario “Melihat Credit“. Pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Credit”. Kemudian sistem akan menampilkan halaman Credit.



Gambar 16. Activity Diagram Exit

Gambar 16 di atas menjelaskan activity diagram dari skenario “Exit“. Pertama-tama dimulai dari user, user harus menekan tombol “Exit“. Kemudian sistem akan menutup aplikasi.

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN APLIKASI

4.1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah:

- RAM 8 GB
- NVIDIA GeForce MX130 dengan 2 GB VRAM
- Prosesor Intel (R) Core (TM) i5-8250U
- Ruang penyimpanan SSD 256 GB

Sedangkan spesifikasi minimum *gadget* yang digunakan untuk menguji hasil aplikasi agar dapat berjalan dengan baik adalah *Smartphone* dengan minimal spesifikasi :

- Sistem operasi Android versi 9.0
- RAM 3 GB

4.2 Pengujian Fungsi

Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian blackbox untuk semua fungsi menu yang terdapat pada aplikasi. Hasil untuk pengujian fungsi semua tombol menu pada aplikasi ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Fungsi Menu

No.	Halaman Antar Muka	Aksi	Hasil yang diharapkan	Output	Keterangan
1.	Menu Utama	Klik tombol Mulai	Sistem akan masuk ke halaman Menu	Sistem masuk ke halaman Menu	Berhasil
2.	Menu Utama	Klik tombol <i>Scan AR</i>	Sistem akan masuk ke halaman <i>Scan AR</i>	Sistem masuk ke halaman <i>Scan AR</i>	Berhasil
3.	Menu Utama	Klik tombol <i>Download</i>	Sistem akan masuk ke halaman <i>Download</i>	Sistem masuk ke halaman <i>Download</i>	Berhasil
4.	Menu Utama	Klik tombol <i>Credit</i>	Sistem akan masuk ke halaman <i>Credit</i>	Sistem masuk ke halaman <i>Credit</i>	Berhasil
5.	Menu Utama	Klik tombol <i>Exit</i>	Sistem akan keluar dari aplikasi	Sistem keluar dari aplikasi	Berhasil
6.	Menu Scan AR	Klik tombol <i>Zoom In</i>	Sistem akan memperbesar gambar 3D planet	Sistem memperbesar gambar 3D planet	Berhasil

7.	Menu Scan AR	Klik tombol <i>Zoom Out</i>	Sistem akan memperkecil gambar 3D planet	Sistem memperkecil gambar 3D planet	Berhasil
8.	Menu Scan AR	Klik tombol <i>Suara</i>	Sistem akan membacakan informasi planet	Sistem membacakan informasi planet	Berhasil
9.	Menu Scan AR	Klik tombol <i>Back</i>	Sistem akan kembali ke halaman Menu	Sistem kembali ke halaman Menu	Berhasil
10.	Menu Download Marker	Klik <i>marker</i> planet	Sistem akan menampilkan halaman <i>Download Marker</i>	Sistem menampilkan halaman <i>Download Marker</i>	Berhasil
11.	Menu Download Marker	Klik tombol <i>Download</i>	Sistem akan masuk ke halaman Google Drive	Sistem masuk ke halaman Google Drive	Berhasil
12.	Menu Download Marker	Klik tombol <i>Back</i>	Sistem akan kembali ke halaman Menu	Sistem kembali ke halaman Menu	Berhasil
13.	Menu Help	Klik tombol <i>Back</i>	Sistem akan kembali ke halaman Download	Sistem kembali ke halaman Download	Berhasil
14.	Menu Credit	Klik tombol <i>Back</i>	Sistem akan kembali ke halaman Menu	Sistem kembali ke halaman Menu	Berhasil

Dari hasil pengujian fungsional yang dilakukan, disimpulkan bahwa semua menu berhasil melakukan fungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4.3 Pengujian Tampilan AR

Pengujian yang selanjutnya dilakukan adalah pengujian tampilan AR. Pengujian tampilan AR dilakukan berdasarkan 3 hal yaitu berdasarkan jarak kamera terhadap marker, berdasarkan kemiringan posisi marker terhadap kamera, serta berdasarkan spesifikasi *Smartphones* yang digunakan untuk menguji tampilan AR. Hasil pengujian tampilan AR disajikan dalam tabel-tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berdasarkan Jarak Kamera Terhadap Marker

No.	Jarak	Tipe	Hasil	Keterangan
1.	10 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil

No.	Jarak	Tipe	Hasil	Keterangan
		Samsung Galaxy J5 Pro		Berhasil
2.	30 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil
		Samsung Galaxy J5 Pro		Berhasil
3.	60 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil

No.	Jarak	Tipe	Hasil	Keterangan
		Samsung Galaxy J5 Pro		Berhasil
4.	100 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil
		Samsung Galaxy J5 Pro		Berhasil
5.	120 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil

No.	Jarak	Tipe	Hasil	Keterangan
		Samsung Galaxy J5 Pro		Berhasil
6.	125 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil
		Samsung Galaxy J5 Pro		Gagal
7.	130 cm	Samsung Galaxy A33		Berhasil
		Samsung Galaxy J5 Pro		Gagal

No.	Jarak	Tipe	Hasil	Keterangan
8.	135 cm	Samsung Galaxy A33		Gagal
		Samsung Galaxy J5 Pro		Gagal

Pada proses pengujian berdasarkan jarak kamera terhadap marker terjadi perbedaan hasil dari kedua tipe *smartphone* berbeda. Hal ini dikarenakan kedua *smartphone* memiliki spesifikasi kamera yang berbeda. Samsung Galaxy A33 memiliki kamera 48 *mega pixel*, sedangkan Samsung Galaxy J5 Pro memiliki kamera 13 *mega pixel*.

Tabel 4
 Hasil Pengujian Berdasarkan Posisi Marker Terhadap Kamera

No.	Posisi Marker	Hasil	Keterangan
1.	Miring		Berhasil

No.	Posisi Marker	Hasil	Keterangan
2.	Berhadapan		Berhasil
3.	Bawah		Berhasil

Pada proses pengujian dengan berbagai arah, *smartphone* yang digunakan adalah Samsung Galaxy A33 dan selama proses pengujian ini tidak diperhitungkan jarak antara *marker* dan *smartphone*. Hasil menunjukkan bahwa berdasarkan posisi marker terhadap kamera, hasil tampilan AR muncul dengan kondisi yang baik, dan ukuran tampilan AR akan mengikuti ukuran Marker yang tertangkap kamera.

Tabel 5
Hasil Pengujian berdasarkan Tipe *Smartphone*

No.	Tipe	Hasil	Keterangan
1.	<p>Samsung Galaxy A33</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem Operasi : Android 13 • RAM : 8 GB • Memori Internal : 128 GB • Kamera : 48 MP • CPU : Octa-Core 2.4GHz 		Berhasil

No.	Tipe	Hasil	Keterangan
2.	<p>Samsung Galaxy A12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem Operasi : Android 13 • RAM : 6 GB • Memori Internal : 128 GB • Kamera : 48 MP • CPU : Octa-Core 2.3GHz 		Berhasil
3.	<p>Samsung Galaxy J5 Pro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem Operasi : Android 9 • RAM : 3 GB • Memori Internal : 32 GB • Kamera : 13 MP • CPU : Octa-Core 1.6 GHz 		Berhasil

Hasil pengujian berdasarkan tipe Smartphone khususnya spesifikasi kamera yang digunakan, menunjukkan bahwa pada 3 tipe smartphone yang diuji, semuanya berhasil melakukan scan Marker sehingga dapat menampilkan tampilan AR.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan melihat dari hasil pengujian terhadap aplikasi ini, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Pada aplikasi ini terdapat informasi berbentuk teks mengenai planet-planet di dalam tata surya. Selain ditampilkan dalam bentuk teks, informasi planet juga akan dapat dibaca. Jadi, akan lebih memudahkan pengguna dalam mengakses informasi planetnya. Aplikasi ini dapat digunakan pada gadget dengan sistem operasi Android.
- Augmented Reality (AR) dapat membantu proses pembelajaran tata surya pada anak-anak dengan cara memvisualisasikannya dengan lebih nyata melalui objek 3D. Selain menampilkan bentuk 3D dari planet, pada aplikasi juga menggunakan tipe desain vector dengan paduan warna yang dapat menarik minat anak-anak. Pada aplikasi ini juga digambarkan seberapa cepat planet-planet berputar pada porosnya (rotasi).
- Berdasarkan pengujian yang dilakukan, jarak kamera yang disarankan untuk melakukan scan terhadap marker adalah kurang lebih 10-120 cm dengan mempertimbangkan spesifikasi kamera yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arifitama, B., 2015, *Pengembangan Alat Peraga Pengenalan Tata Surya Bima Sakti Menggunakan Augmented Reality di PAUD*, *Jurnal Sistem Informatika*, 5(4), pp. 446-453.

[2] Boonbrahm, S, et.al., 2020, *The Use of Marker-Based Augmented Reality in Space Measurement*, *Procedia Manufacturing*, 42, pp. 337-343

- 190 Jenisa Felisa, Kezia Stefani, Andre Yonathan, Ferdinand Lanvino, Laurent Glorian
Perancangan Aplikasi Pengenalan Tata Surya dengan Augmented Reality Marker Based
- [3] El Miedany, Y, 2019, *Rheumatology Teaching*, Springer International Publishing, Cham
- [4] Pusmenjar, 2020, *Modul Belajar Literasi dan Numerasi Jenjang SD: Modul Belajar Siswa Kelas 1 Tema 7 Bumi dan Benda di Langit Subtema 1 Matahari dan Bumi*, Modul, Kemendikbud, Jakarta.
- [5] Pusmenjar, 2020, *Modul Belajar Literasi dan Numerasi Jenjang SD: Modul Belajar Siswa Kelas 4 Tema 9 Sistem Tata Surya Subtema 1 Anggota Tata Surya*, Modul, Kemendikbud, Jakarta.
- [6] Rais, M., 2019, *Penerapan Konsep Object Oriented Programming Untuk Aplikasi Pembuat Surat*, *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(2), pp.96-101.
- [7] Suryana, S., 2020, *Permasalahan Mutu Pendidikan Dalam Perspepektif Pembangunan Pendidikan*, *Edukasi*, 14(1).
- [8] Trajković, M. & Hendley, M., 1998, *Fast Corner Detection*, *Image and Vision Computing*, 16(2), pp. 75-87.
- [9] Wahyudi, N, et.al., 2019, *Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection*, *Journal of Intelligent System and Computation*, 1(1), pp. 9-18.
- [10] Planetary Science Communications team, 2023, *Sun*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 08.17, <<https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/sun/overview/>>.
- [11] Planetary Science Communications team, 2023, *Mercury*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 08.35, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/overview/>>.
- [12] Planetary Science Communications team, 2023, *Venus*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 08.39, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/overview/>>.
- [13] Planetary Science Communications team, 2023, *Earth*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 08.42, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/overview/>>.
- [14] Planetary Science Communications team, 2023, *Mars*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 08.46, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/>>.
- [15] Planetary Science Communications team, 2023, *Jupiter*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 13.02, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/overview/>>.
- [16] Planetary Science Communications team, 2023, *Saturn*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 13.05, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/overview/>>.
- [17] Planetary Science Communications team, 2023, *Uranus*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 13.08, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/uranus/overview/>>.
- [18] Planetary Science Communications team, 2023, *Neptune*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 13.09, <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/neptune/overview/>>.
- [19] Planetary Science Communications team, 2023, *Moon*, NASA Solar System Exploration, dilihat 1 Mei 2023 jam 13.10, <<https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/>>.