

Implementasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran untuk Pengenalan Komponen *Total Station*

Adelya Putri Restika¹⁾, Hafisah Nirwana.²⁾, Asriyadi³⁾

¹ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
adelyaputrirestika@gmail.com

² Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
hanir@poliupg.ac.id

³ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
asriyadi@poliupg.ac.id

Abstrak

Banyak metode pembelajaran menarik yang bisa didapatkan dari perkembangan teknologi komputer. Penggunaan media pembelajaran dengan komputer dimungkinkan terselenggaranya proses belajar mengajar yang lebih efektif dengan penggunaan media pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan minat belajar seperti pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran. *Augmented Reality* adalah teknologi yang dapat menggabungkan suatu objek 3D ke dalam lingkungan nyata menggunakan media *webcam* atau kamera ponsel android. *Total Station* merupakan teodolit elektronik yang digabung atau dikombinasikan dengan alat Pengukuran Jarak Elektronik (PJE) dan pencatat data kolektor elektronik menjadi Alat *Takheometer* Elektronik (ATE). Harga dari alat *Total Station* ini cukup mahal yaitu berkisar dari 30 juta hingga 80 juta, harga yang bervariasi dikarenakan jenis-jenis dari *Total Station* tersebut. Harga yang cukup mahal ini yang menjadi kendala bagi mahasiswa untuk mempelajari *Total Station* tersebut, karena harganya yang cukup mahal maka tidak semua mahasiswa dapat memiliki alat itu dan alat tersebut hanya disediakan di Kampus. *Augmented Reality* mampu memberikan pengalaman dan pemahaman mendalam dengan lebih interaktif dan menarik dalam pembelajaran komponen alat *Total Station*. Aplikasi *Augmented Reality* ini hanya membutuhkan *Smartphone* dalam implementasinya sehingga pengguna dapat mengaksesnya di mana saja dan kapan saja.

Keywords: *Media Pembelajaran, Augmented Reality, Pembelajaran Total Station*

I. PENDAHULUAN

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terciptanya suasana yang menyenangkan pada kegiatan pembelajaran, salah satunya ialah pemilihan media pembelajaran yang digunakan haruslah dapat menarik bagi mahasiswa untuk belajar, interaktif saat digunakan, namun tidak mengurangi esensi materi yang disampaikan.

Pemilihan media pembelajaran sangat penting, terutama pada masa pandemi Covid-19, yang di mana pembelajaran dilaksanakan secara *online* atau daring. Mahasiswa maupun dosen menemukan kesulitan dalam pembelajaran daring karena media pembelajaran yang digunakan yaitu media pembelajaran yang digunakan hanya melalui video *conference*, yang bergantung pada jaringan internet dan tidak efektif dalam memberikan pemahaman pembelajaran pada mahasiswa.

Perkembangan teknologi semakin meningkat. Salah satunya ialah teknologi komputer yang mengalami perkembangan yang pesat dalam berbagai hal untuk mempermudah pekerjaan manusia [11]. Perkembangan teknologi komputer membawa banyak pengaruh positif khususnya bagi dunia pendidikan [9]. Salah satu perkembangan teknologi komputer adalah dalam hal metode-metode pembelajaran. Banyak metode pembelajaran menarik yang bisa didapatkan dari perkembangan teknologi komputer. Penggunaan media pembelajaran dengan komputer dimungkinkan

terselenggaranya proses belajar mengajar yang lebih efektif dengan penggunaan media pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan minat belajar seperti pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran [7]. *Augmented Reality* adalah teknologi yang dapat menggabungkan suatu objek 3D ke dalam lingkungan nyata menggunakan media *webcam* atau kamera ponsel android. Kelebihan metode *Augmented Reality* ini adalah tampilan visual yang menarik, karena dapat menampilkan objek 3D yang seakan-akan ada pada lingkungan nyata. Metode *Augmented Reality* juga memiliki kelebihan dari sisi interaktif karena menggunakan *marker* untuk menampilkan objek 3D tertentu yang diarahkan ke *webcam* atau kamera ponsel android [1].

Total Station merupakan teodolit elektronik yang digabung atau dikombinasikan dengan alat Pengukuran Jarak Elektronik (PJE) dan pencatat data kolektor elektronik menjadi Alat *Takheometer* Elektronik (ATE) [2]. Harga dari alat *Total Station* ini cukup mahal yaitu berkisar dari 30 juta hingga 80 juta, harga yang bervariasi dikarenakan jenis-jenis dari *Total Station* tersebut. Harga yang cukup mahal ini yang menjadi kendala bagi mahasiswa untuk mempelajari *Total Station* tersebut, karena harganya yang cukup mahal maka tidak semua mahasiswa dapat memiliki alat itu dan alat tersebut hanya disediakan di Kampus.

Augmented Reality mampu memberikan pengalaman dan pemahaman mendalam dengan lebih interaktif dan

menarik dalam pembelajaran komponen alat Total Station. Aplikasi *Augmented Reality* dan ini hanya membutuhkan Smartphone dalam implementasi nya sehingga pengguna dapat mengakses nya dimana saja dan kapan saja [10] [8].

II. KAJIAN LITERATUR

A. Total Station

Total Station merupakan alat pengukur jarak dan sudut (sudut horizontal dan sudut vertikal) secara otomatis. Total Station dilengkapi dengan *chip* memori, sehingga data pengukuran sudut dan jarak dapat disimpan untuk kemudian didownload dan diolah secara *computerize* [3].

Komponen alat Total Station Topcon ES:

1. **Handle** berfungsi sebagai pegangan pada saat mengangkat atau memindahkan alat
2. **Tempat Flashdisk** berfungsi untuk menghubungkan *flashdisk* pada alat untuk melakukan transfer data
3. **Tempat Baterai** berfungsi untuk menyimpan baterai alat
4. **Nivo** berfungsi untuk mengetahui posisi Total Station sudah datar
5. **Adjustment Screw** berfungsi untuk mengatur nivo
6. **Telescope Focusing Knob** berfungsi untuk mengatur fokus benang silang
7. **Telescope Eyepiece** merupakan lensa yang dapat berfungsi untuk mengatur *centering* yang menghadap ke mata
8. **Pengunci Vertikal** berfungsi untuk mengunci gerak alat secara vertikal
9. **Penggerak Halus Vertikal** berfungsi untuk mengatur gerak halus vertikal
10. **Visir** berfungsi untuk membidik objek atau target
11. **Keypad** merupakan tombol yang berada pada *display* unit, *keypad* memiliki 9 tombol dasar
12. **Penggerak Halus Horizontal** berfungsi untuk mengatur gerak halus horizontal
13. **Pengunci Horizontal** berfungsi untuk mengunci gerak alat secara horizontal
14. **LCD/Display** berfungsi untuk menampilkan data dari alat Total Station
15. **Pengunci Trirbrach** berfungsi untuk memasang atau melepas *trirbrach*
16. **Base plate** merupakan suatu piringan dasar yang berfungsi sebagai dudukan dari alat *Total Station*
17. **Optical Plummet** berfungsi untuk mengatur fokus pada *centering* objek
18. **Objective Lens** berfungsi untuk melihat atau mengamati benda yang akan diukur oleh Total Station



Gambar 1. Alat Total Station

B. Objek 3D

Penambahan Benda 3 dimensi (3D) adalah sebuah objek atau ruang yang memiliki panjang, lebar dan tinggi yang memiliki bentuk. 3D tidak hanya digunakan dalam matematika dan fisika saja melainkan dibidang grafis, seni, animasi, komputer dan lain - lain. Konsep tiga dimensi atau 3D menunjukkan sebuah objek atau ruang memiliki tiga dimensi geometris yang terdiri dari: kedalaman, lebar dan tinggi [4]. Contoh tiga dimensi suatu objek / benda adalah bola, piramida atau benda spasial seperti kotak sepatu. Istilah "3D" juga digunakan untuk menunjukkan representasi dalam grafis komputer (digital), dengan cara menghilangkan gambar stereoscopic atau gambar lain dalam pemberian bantuan, dan bahkan efek stereo sederhana, yang secara konstruksi membuat efek 2D (dalam perhitungan proyeksi perspektif, shading).

Karakteristik 3D, mengacu pada tiga dimensi spasial, bahwa 3D menunjukkan suatu titik koordinat Cartesian X, Y dan Z. Penggunaan istilah 3D ini dapat digunakan di berbagai bidang dan sering dikaitkan dengan hal-hal lain seperti spesifikasi kualitatif tambahan (misalnya: grafis tiga dimensi, 3D video, film 3D, kacamata 3D, suara 3D). Istilah ini biasanya digunakan untuk menunjukkan relevansi jangka waktu tiga dimensi suatu objek, dengan gerakan perspektif untuk menjelaskan sebuah "kedalaman" dari gambar, suara, atau pengalaman menyentuh objek. Ketidakjelasan istilah ini menentukan penggunaannya dalam beberapa kasus yang tidak jelas juga yaitu penggunaannya tidak hanya pada contoh-contoh di atas melainkan (sering dalam iklan dan media).

C. Augmented Reality

1. Pengertian Augmented Reality

Augmented Reality adalah istilah yang digunakan untuk lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis [7].

Augmented Reality adalah teknologi yang menggabungkan objek benda maya 2 dimensi dan ataupun 3 dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata 3 dimensi kemudian memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (real time). Karakteristik Augmented Reality :

- Menggabungkan lingkungan nyata dan virtual.
- Berjalan secara interaktif dalam waktu nyata
- Integrasi dalam tiga dimensi (3D) [5].

2. Fungsi dan Tujuan Augmented Reality

Augmented Reality bertujuan untuk menggunakan dunia nyata sebagai dasar dengan kombinasi beberapa teknologi virtual dan menambahkan data kontekstual agar pemahaman manusia sebagai pengguna nya menjadi semakin jelas. Data kontekstual ini berupa komentar audio, data lokasi, konteks sejarah, atau dalam bentuk lainnya.

Augmented Reality (AR) berfungsi untuk meningkatkan persepsi pengguna dari dunia yang ada disekitarnya dan menjadikan sebagian dunia virtual dan nyata sebagai antarmuka yang baru yang

mampu menampilkan informasi yang relevan yang bisa dimanfaatkan dalam bidang pendidikan, pelatihan, manufaktur, militer, permainan dan berbagai macam hiburan.

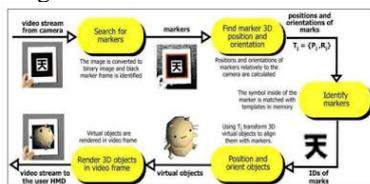
3. Komponen Pembuatan dan Pengembangan *Augmented Reality* (AR)

Komponen yang diperlukan dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi AR yaitu:

- 1) **Komputer** berfungsi sebagai perangkat yang digunakan untuk mengendalikan semua proses yang akan terjadi dalam aplikasi. Penggunaan komputer disesuaikan dengan kondisi dari aplikasi yang akan digunakan. Kemudian output aplikasi dapat ditampilkan melalui monitor.
- 2) **Marker** digunakan sebagai gambar (image) dengan warna hitam dan putih dengan bentuk persegi. Dengan menggunakan *marker* maka proses tracking pada saat aplikasi dijalankan, komputer akan mengenali posisi dan orientasi dari *marker* dan akan menciptakan objek virtual yang berupa obyek 3D.
- 3) **Kamera** merupakan perangkat yang berfungsi sebagai recording sensor. Kamera tersebut terhubung ke komputer yang akan memproses pada saat gambar ditangkap oleh kamera. Apabila kamera berhasil menangkap gambar yang berisi informasi *marker*, maka aplikasi yang ada di komputer tersebut mampu mengenali *marker* tersebut. Selanjutnya, komputer akan mengkalkulasi posisi dan jarak *marker* tersebut. Lalu, komputer akan menampilkan objek 3D di atas *marker* tersebut.

4. Prinsip Kerja *Augmented Reality*

Pada gambar 2 menunjukkan prinsip kerja *Augmented Reality* (AR). Adapun proses kerjanya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Pinsip Kerja *Augmented Reality* (<https://images.app.goo.gl/V6awh6uexizqL1G29>)

- 1) Kamera menangkap data dari *marker* dalam dunia nyata dan mengirimkan informasinya ke komputer.
- 2) Software pada komputer akan melacak bentuk kotak dari *marker* dan mendeteksi berapa video framenya.
- 3) Bila kotak telah ditemukan, maka software menggunakan perhitungan matematis untuk menghitung posisi dari kamera relative terhadap kotak hitam pada *marker*.
- 4) Setelah dikalkulasi maka model grafis akan dimunculkan pada posisi yang sama dan berada di dalam lingkup kotak hitam, lalu ditampilkan

ke layar untuk melihat grafis dalam dunia nyata.

III. METODE PENELITIAN

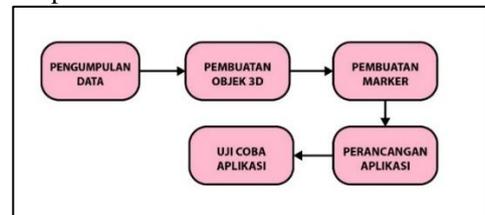
1. Survei Awal dan Studi Literatur

Survei awal yang dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi masalah yang bertujuan untuk mengetahui masalah-masalah dalam pembelajaran melalui studi kasus dan wawancara kepada mahasiswa. Kemudian dilakukan studi literatur dengan cara mengumpulkan analisis-analisis yang berhubungan dengan rancangan serta pengumpulan data spesifikasi alat Total Station, komponen alat, penggunaan alat.

2. Perancangan Sistem

A. Gambaran Umum Aplikasi

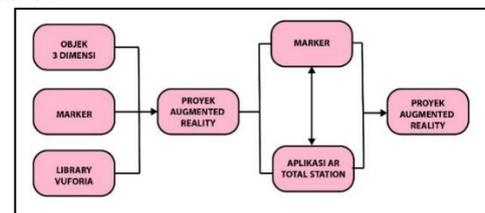
Pada gambar 3 menunjukkan alur dari pembuatan aplikasi yang dimulai dari tahap pengumpulan data (data yang dikumpulkan berupa bentuk dan spesifikasi dari alat Total Station) kemudian dilanjutkan pada tahap pembuatan objek 3D dari alat Total Station, selanjutnya pembuatan *marker*, perancangan aplikasi, sampai dengan uji coba aplikasi.



Gambar 3. Alur Pembuatan Aplikasi

B. Blok Diagram Proses Pembuatan Aplikasi

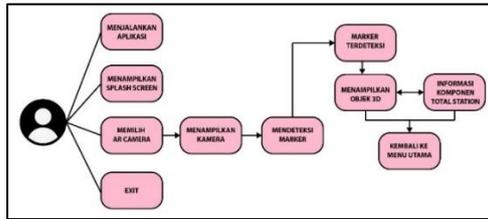
Pada gambar 4 menunjukkan blok diagram proses pembuatan aplikasi yang menjelaskan keseluruhan sistem proses kerja pembuatan aplikasi *Augmented Reality* dan Virtual Reality untuk pengenalan komponen alat Total Station.



Gambar 4. Diagram Proses Pembuatan Aplikasi *Augmented Reality* Total Station

C. Use Case Diagram

Pada Use Case Diagram menggambarkan kebutuhan fungsional dari aplikasi *Augmented Reality* Total Station dan menggambarkan bagaimana aplikasi ini berinteraksi dengan pengguna.

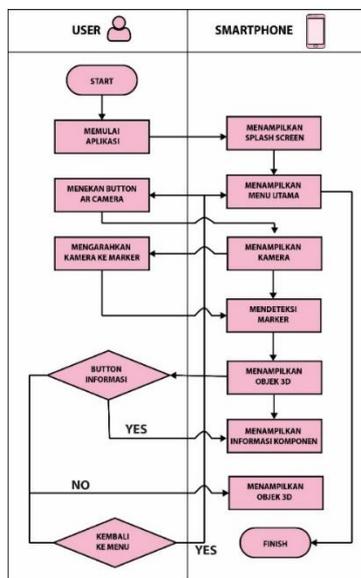


Gambar 5. Use Case Diagram Aplikasi

Pada gambar 3.3 menampilkan fitur-fitur utama pada sisi user yang terdapat pada aplikasi *Augmented Reality Total Station*. User menjalankan aplikasi dengan tampilan awal splash screen kemudian memilih AR Camera untuk melacak *marker* menggunakan kamera, setelah kamera berhasil mendeteksi *marker*, maka objek 3D Total Station akan muncul beserta informasi dan button komponen dari alat tersebut.

D. Blok Diagram Proses Pembuatan Aplikasi

Pada blok diagram ini menjelaskan penggunaan dan gambaran dari alur aktivitas yang terjadi dalam aplikasi.



Gambar 6. Diagram Proses Kerja pada User dan Smartphone

Pada gambar 6 menunjukkan alur kerja aplikasi *Augmented Reality Total Station* secara umum. User menggunakan smartphone berbasis Android yang sudah ter-install aplikasi AR Total Station. Pada tampilan splash screen akan tampil setelah user menjalankan aplikasi tersebut. Kemudian pada sistem akan menampilkan menu utama dari aplikasi. Menu utama memiliki pilihan yang bisa user pilih seperti AR Camera, Panduan, dan Informasi Developer. Pada menu AR Camera, smartphone akan menampilkan kamera yang kemudian user akan mengarahkan kamera tersebut ke *marker* pada ketinggian tertentu guna mendapatkan hasil deteksi yang maksimal. Jika

marker berhasil terdeteksi maka sistem akan bekerja untuk menampilkan objek 3D dari alat Total Station. Kemudian user dapat memilih button informasi untuk mendapatkan informasi terkait komponen-komponen dari alat Total Station yang akan ditampilkan oleh sistem. User akan kembali ke menu utama dan dapat memilih button exit jika ingin keluar dari aplikasi.

3. Pembuatan Aplikasi

Pembuatan aplikasi atau software construction adalah pekerjaan detail dari pembuatan perangkat lunak yang meliputi kombinasi pengerjaan pemrograman, verifikasi program, testing unit, testing integrasi dan debugging

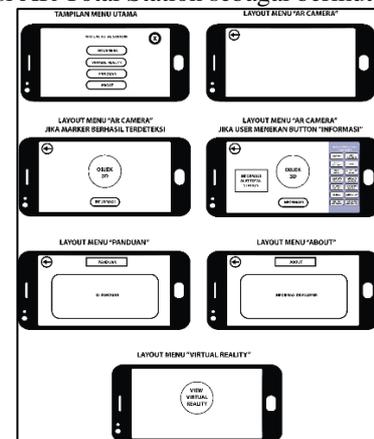
Sebelum membuat aplikasi terdapat perancangan sebagai dasar untuk membuat aplikasi tersebut. Berikut adalah tahap dalam perancangan aplikasi :

A. Instalasi Aplikasi

Adapun aplikasi yang diinstal pada pembuatan aplikasi ini adalah Blender, Unity, Vuforia SDK, dan Adobe Illustrator

B. Desain Interface

Adapun rancangan desain interface aplikasi AR Total Station sebagai berikut:



Gambar 7. Desain Interface Aplikasi

4. Implementasi

Pada tahap ini melakukan implementasi pada hasil perancangan pada tahap-tahap sebelumnya. Aplikasi ini akan di implementasikan pada smartphone dengan platform Android.

Pada desain menu utama terdapat 3 pilihan yaitu AR Camera, Panduan, dan About, yang dimana sistem *Augmented Reality* diterapkan pada menu "AR Camera". Pada AR Camera akan menampilkan kamera yang akan digunakan oleh user untuk diarahkan ke *marker*, jika *marker* berhasil terdeteksi maka objek 3D dari alat Total Station dan button informasi akan muncul, kemudian jika user menekan button informasi tersebut maka akan muncul informasi tentang komponen alat tersebut, yang dimana user dapat mengetahui letak beserta fungsi dari komponen alat

tersebut. Pada menu “Panduan” akan menjelaskan tentang penggunaan aplikasi untuk memudahkan user. Pada menu “About” akan menampilkan informasi developer.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi *Augmented Reality* dalam pembelajaran pengenalan komponen Total Station. Pada fitur *Augmented Reality* akan menampilkan objek 3D dari Total Station jika *marker* berhasil terdeteksi maka objek 3D akan tampil dan akan menampilkan informasi komponen alat melalui *text*.

1. Survei Awal dan Studi Literatur

Pada tahap ini penulis melakukan survei awal dan studi literatur dengan melakukan pengumpulan data alat Total Station di Lab Ilmu Ukur Tanah PNUP untuk mengumpulkan spesifikasi dan jenis Total Station yang digunakan, dari hasil survei awal pada lab tersebut ditemukan jenis Total Station yang digunakan yaitu Topcon ES101, kemudian penulis melakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi-informasi tentang komponen Topcon ES101.

2. Pembuatan Objek 3D (3 Dimensi)

Pembuatan objek 3D dilakukan untuk menciptakan objek dalam bentuk tiga dimensi agar objek tersebut dapat terlihat lebih nyata. Tahapan dari pembuatan objek 3D ini ialah modelling, texturing, animasi. Pada tahap modelling yaitu dengan membuat bentuk dari Total Station dalam bentuk 3D. Pada tahap texturing yaitu pemberian karakteristik permukaan pada objek seperti pewarnaan, kilauan, dan lainnya yang bertujuan membuat objek lebih realistis, texturing yang digunakan ialah texture PBR (Physically Based Rendering). Hasil dari pembuatan objek 3D dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Modelling Total Station 3D

3. Pembuatan Aplikasi

Pada tahap ini terdapat 5 Scene, terdiri dari Scene Splash Screen, Menu Utama, AR Camera, Panduan, dan About.

A. Tampilan Scene Splash Screen

Pada splash screen aplikasi menampilkan logo Politeknik Negeri Ujung Pandang dan logo dari aplikasi Virtual Total Station yang disusun secara horizontal seperti pada gambar 9.

B. Tampilan Scene Menu Utama

Pada tampilan menu utama terdapat 5 tombol yaitu AR Camera, Virtual Reality, Panduan, dan About seperti pada gambar 10 Pada tombol “AR

Camera” akan menampilkan kamera dari pengguna yang akan digunakan untuk mendeteksi *marker*. Pada tombol “Panduan” akan menampilkan informasi cara penggunaan dari aplikasi. Pada tombol “About” akan menampilkan informasi dari developer.



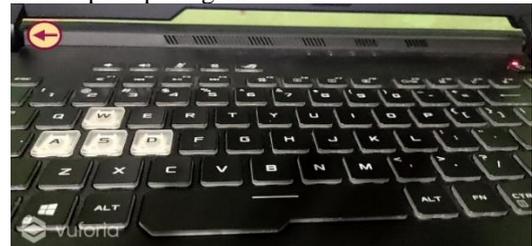
Gambar 9. Tampilan Splash Screen



Gambar 10. Tampilan Menu Utama

C. Tampilan Scene AR Camera

Pada interface Scene ini akan menampilkan kamera pengguna yang akan digunakan untuk mendeteksi *marker* dan terdapat tombol kembali ke menu utama seperti pada gambar 11, *marker* yang digunakan dalam penelitian ini ialah ikon Total Station seperti pada gambar 12



Gambar 11. Tampilan fitur AR Camera



Gambar 12. Marker Aplikasi Total Station

Jika pengguna mengarahkan kamera ke *marker* maka objek 3 dimensi dan tombol informasi komponen akan tampil seperti pada gambar. 13. Objek 3 dimensi dari alat Total Station dapat diperbesar ataupun diperkecil dan diputar 360 derajat sesuai dengan keinginan user seperti pada gambar 14. Pada tombol informasi akan menampilkan informasi fungsi dan letak komponen dari alat seperti pada gambar 15.

D. Tampilan Scene Panduan

Pada interface Scene ini akan menampilkan panduan untuk membantu user dalam menggunakan

aplikasi yang terdiri dari 7 poin panduan seperti pada gambar 16.



Gambar 13. Tampilan AR Camera saat marker berhasil terdeteksi



Gambar 14. Tampilan pada saat objek 3D di scale, rotate dan move



Gambar 15. Tampilan pada saat user klik tombol komponen



Gambar 16. Tampilan Scene Panduan

E. Tampilan Scene Panduan

Pada Scene ini akan menampilkan informasi developer dan pembimbing seperti pada gambar 17. Jika pengguna ingin kembali ke Scene menu utama maka user dapat menekan tombol kembali ke menu utama.

4. Pengujian Black Box

Pada tahap ini akan menguji fungsionalitas dari fitur-fitur yang disediakan aplikasi. Pada tabel 1 adalah menampilkan hasil pengujian fungsionalitas aplikasi dan dapat disimpulkan bahwa pengujian fungsionalitas sudah berjalan sesuai harapan yaitu pada hasil pengujian menunjukkan berhasil pada semua komponen pengujian



Gambar 17. Tampilan Scene About

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box

| No | Komponen Pengujian | Hasil Yang Diharapkan | Hasil Pengujian |
|-----|---|---|-----------------|
| 1. | Instal APK (Master) | Proses instalasi dan terpasang pada <i>smartphone</i> android dengan baik | BERHASIL |
| 2. | Menjalankan aplikasi yang terpasang | Berjalan dan aplikasi dapat terbuka dengan baik | BERHASIL |
| 3. | Tombol "AR Camera" | Menampilkan kamera <i>user</i> | BERHASIL |
| 4. | Pendeteksian <i>marker</i> pada fitur AR Camera | Menampilkan objek 3D dari alat <i>Total Station</i> | BERHASIL |
| 5. | Tombol "Informasi" pada fitur AR Camera | Menampilkan informasi fungsi <i>Total Station</i> dan tombol komponen alat | BERHASIL |
| 6. | Tombol Komponen Alat | Menampilkan fungsi dan letak dari komponen alat | BERHASIL |
| 7. | Tombol "Kembali Ke Menu" | Kembali ke halaman awal | BERHASIL |
| 8. | Tombol "Panduan" | Menampilkan <i>Scene</i> panduan penggunaan aplikasi | BERHASIL |
| 9. | Tombol "About" | Menampilkan <i>Scene</i> about yang berisi informasi developer dan pembimbing | BERHASIL |
| 10. | Tombol EXIT | Keluar dari aplikasi | BERHASIL |

V. KESIMPULAN

Pembangunan aplikasi *Augmented Reality* Total Station dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* berhasil dibuat menggunakan software Unity 3D dan sesuai dengan perancangan aplikasi, serta dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang baru dalam pembelajaran komponen alat Total Station. Aplikasi *Augmented Reality* ini hanya memerlukan *smartphone* dalam penggunaannya sehingga aplikasi ini dapat digunakan dimana saja dan kapan saja.

Berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing, menunjukkan bahwa aplikasi Virtual Total Station dapat berjalan dengan baik, seluruh proses penggunaan pada semua menu berjalan sesuai dengan input yang diberikan.

REFERENSI

- [1] Kusniyati, H. "Pemanfaatan *Augmented Reality* Untuk Pengenalan Hardware Komputer Pada Sekolah Dasar Berbasis Android", Jurnal PETIR Vol, 10(1), 2017.
- [2] Putri, A. D. S., and Kustini, I, "Penerapan Media Pembelajaran Video Tutorial Total Station Pada Mata Kuliah Pengukuran Sipat Datar Dan Praktikum Pada Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Universitas

- Negeri Surabaya”, Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan, 2018.
- [3] Nugroho, R. A., “Pengembangan Media Pembelajaran Mata Kuliah Ilmu Ukur Tanah Dan Praktek Kajian Mengoperasikan Total Station Topcon Gts 235n Series”, Disertasi. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2016.
- [4] Artra, Wahyudi. “Augmented Reality Objek 3 Dimensi dengan Perangkat Artoolkit dan Blender”. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume, 2012, 17.2: 107-117.
- [5] Azuma, Ronald T, “A Survey of *Augmented Reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments” 6, 1997.
- [6] Andrade, A, Robotic Arm Control With Blender. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 2013, 4(4) 382-386.
- [7] Jazilah, N, “Aplikasi Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* Pada Buku Panduan Wudhu Untuk Anak” Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2016.
- [8] Sabri, Muhammad, Nurhayati Nurhayati, and Syahrir Syahrir. "Rancang Bagun Aplikasi Pembelajaran Aksara Lontara Bugis Makassar Berbasis Mobile." Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI). 2020.
- [9] Syarif, Muhammad Ilyas, Syahrir Syahrir, and Muh Naufal. "RANCANG BANGUN VIRTUAL ZOO UNTUK MEDIA EDUKASI ANAK BERBASIS VIRTUAL REALITY." Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M). 2020.
- [10] Syahrir, Syahrir, Kurniati Naim, and Reski Kamil. "Implementasi Augmented Reality pada Museum La Galigo." INTEK: Jurnal Penelitian 5.2, 2018, 80-87.
- [11] Pratiwi, Nurul Marhamah, Muh Ilyas Syarif, and Syahrir Syahrir. "Rancang Bangun Virtual Reality Untuk Media Pemasaran Perumahan (Studi Kasus: Perumahan PT. Butta Gowa Propertindo)." Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI). 2020.