

## APLIKASI RUANG GANTI PAKAIAN VIRTUAL MENGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY DENGAN METODE MARKER

Syahied Hidayatullah<sup>1</sup>, Suhadi Parman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Cirebon

<sup>2</sup>Program Studi Desain Komunikasi Visual, Universitas Catur Insan Cendekia

<sup>1</sup>Jl. Tuparev No. 70, Kab. Cirebon, <sup>2</sup>Jl. Kesambi No. 202, Kota Cirebon

e-mail : syahiedhidayatullah@outlook.com, suhadi.parman@cic.ac.id

### ABSTRAK

Dengan melihat perkembangan teknologi saat ini terutama dalam teknologi Augmented Reality, penulis tertarik untuk membuat sebuah aplikasi ruang ganti virtual menggunakan teknologi ini. Dengan adanya aplikasi ini penulis diharapkan dapat mempermudah aktivitas sehari-hari terutama dibidang fashion. Hasil dari aplikasi ini adalah mempermudah media promosi penjual dan mempermudah pembeli dalam mencoba pakaian yang dipromosikan dengan menampilkan objek 3D pakaian pada layar smartphome android. Objek 3D pakaian ini dapat digeser maupun diubah ukurannya. Pada aplikasi ini, penulis menggunakan metode Marker Based Tracking, yaitu menggunakan media tambahan berupa gambar yang disebut marker. Marker tersebut akan dideteksi oleh kamera kemudian akan menampilkan objek 3D. Penulis menggunakan aplikasi Unity 3D dan SDK Vuforia dengan bahasa pemrograman yang dipakai adalah C#. Aplikasi ini masih bisa dikembangkan menjadi aplikasi yang lebih bagus lagi seperti penambahan motion detection agar objek 3D pakaian dapat mengikuti gerakan tubuh penggunanya, penambahan objek 3D pakaian lainnya, seperti pakaian one-piece, celana, bahkan topi. Penulis berharap aplikasi ini dapat berkembang lebih dari apa yang telah dibuat oleh penulis.

**Kata Kunci:** Augmented Reality, Fitting Room, Android, Fashion, Marker, C#

### ABSTRACT

*By looking at current technological developments, especially in Augmented Reality technology, authors are interested in creating a virtual fitting room application using this technology. With this application the author is expected to facilitate daily activities, especially in the field of fashion. The result of this application is to facilitate the seller's promotional media and make it easier for buyers to try the clothes that are promoted by displaying 3D clothing objects on the screen of an android smartphone. 3D objects of this clothing can be shifted or resized. In this application, author uses the Marker Based Tracking method, which uses additional media in the form of images called markers. The marker will be detected by the camera and will then display the 3D object of the cloth. The author uses the Unity 3D application and SDK Vuforia with the programming language used is C #. This application can still be developed into a better application such as the addition of motion detection so that 3D objects can follow the user's body movements, the addition of other clothing 3D objects, such as one-piece clothing, pants, and even hats. Author hopes this application can develop more than what has been made by the author*

**Keywords:** Augmented Reality, Fitting Room, Android, Fashion, Marker, C#.

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi masa kini hampir membantu setiap lini kehidupan kita. Salah satunya adalah Augmented Reality (AR). AR adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu

memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, realitas tertambah sekadar menambahkan atau melengkapi kenyataan.

Benda-benda maya menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh pengguna dengan inderanya sendiri. Hal ini membuat realitas tertambah sesuai sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

Seiring dengan perkembangan teknologi, media promosi produk yang sedang dikembangkan untuk mengenalkan produk kepada konsumen adalah kaca maya (Virtual Mirror) berbasis AR yang membuat gambar produk pada poster/brosur tampak secara visual (3 dimensi) pada wajah, badan, bahkan kaki konsumen. AR adalah sebuah istilah untuk lingkungan yang menggabungkan dunia nyata dan dunia virtual yang dibuat melalui komputer sehingga batas antara keduanya menjadi tipis.

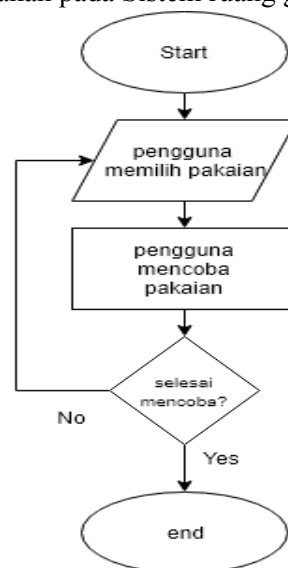
Dengan teknologi AR ini, pemilihan model produk yang awalnya nampak sulit dan tidak sesuai dengan selera menjadi suatu peluang baru untuk mempermudah konsumen dalam menyesuaikan model produk dan mempermudah penjual dalam mempromosikan suatu produk di tempat usaha miliknya. Beberapa implementasi kaca virtual ini dapat kita temui di pemasaran kacamata, baju maupun sepatu.

Adanya virtual fitting room ini pengguna dapat lebih mudah mencoba-coba pakaian tanpa harus memasuki ruang ganti secara manual. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul “Aplikasi Ruang Ganti Pakaian Virtual Menggunakan Teknologi Augmented Reality Metode Marker”.

## 2. METODE PENELITIAN

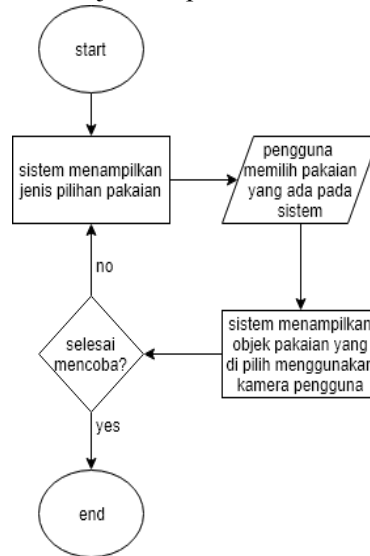
### 2.1. Analisis Sistem

Aplikasi *Virtual fitting room* ini dibangun untuk menggantikan sistem lama yang sebelumnya, jika pengguna ingin mencoba pakaian harus mengganti pakaiannya dahulu di ruang ganti pakaian yang disediakan. Dalam studi kasus belanja online pengguna tidak bisa mencoba pakaian yang hendak untuk di beli. sehingga barang yang sudah di pesan tidak sesuai dengan pesanan yang ada. Oleh karena itu penulis membuat aplikasi *virtual fitting room* ini dengan harapan mampu mempermudah pengguna dalam mencoba pakaian. Gambar 1 akan menjelaskan alur sistem yang sebelumnya digunakan pada Sistem ruang ganti pakaian yang lama.



Gambar 1. Alur Sistem yang Sudah Ada

Sedangkan alur sistem baru yang ingin dibuat yaitu aplikasi untuk menampilkan objek 3D pakaian menggunakan teknologi AR dengan cara mendeteksi *marker* yang disiapkan oleh pengguna. Dengan teknologi AR ini pengguna dapat mencoba pakaian tanpa harus mendatangi toko atau bahkan ketika stok pakaian sedang kosong sehingga membuatnya lebih efisien waktu. Alur sistem baru yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Sistem Yang Akan Dibuat

## 2.2. Gambaran sistem

Aplikasi ruang ganti pakaian *virtual* menggunakan teknologi AR dibuat menggunakan aplikasi Unity 3D dan Vuforia, untuk desain produk, penulis mengambil dari Unity *Asset* yang tersedia gratis, serta *marker* dibuat menggunakan aplikasi Corel Draw x7. Penggunaan teknologi *Augmented Reality* digunakan dengan *smartphone* berbasis Android yang memiliki kamera. Dalam pemakaian teknologi ini akan dibutuhkan gambar yang akan dijadikan *marker* di mana sebagai tanda pengenalan untuk sistem agar dapat menampilkan objek 3D.

AR adalah pengembangan teknologi yang memperbolehkan penggabungan secara *real-time* terhadap *digital content* yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. AR memperbolehkan pengguna melihat objek maya dua dimensi atau tiga dimensi yang diproyeksikan terhadap dunia nyata (Haller, 2007).

Unity 3D adalah sebuah game *engine* yang berbasis *cross-platform*. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, PS3, dan bahkan X-BOX.

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR (Mahendra, 2016). AR Vuforia memberikan cara berinteraksi yang memanfaatkan kamera perangkat *mobile* untuk digunakan sebagai perangkat masukan, sebagai mata elektronik yang mengenali penanda tertentu, sehingga di layar bisa ditampilkan perpaduan antara dunia nyata dan dunia yang digambar oleh aplikasi.

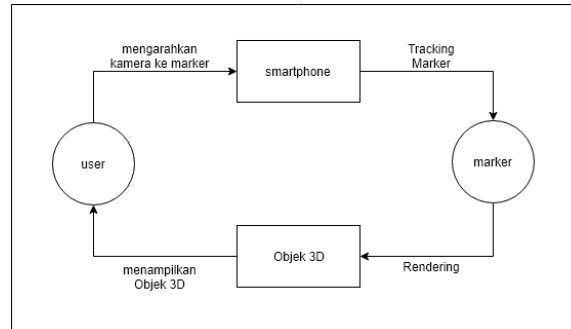
Blender 3D adalah perangkat lunak gratis dan *open source* dalam pembuatan obyek 3D. blender 3D mendukung keseluruhan 3D *pipeline-modelling*, *rigging*, animasi, simulasi, *rendering*, *compositing*, *motion tracking* bahkan pengeditan video dan pembuatan game.

*Marker* adalah AR yang menggunakan penanda (*marker*) dalam mendeteksi posisi tampil sebuah objek. *Marker* ini biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih dari persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih.

### 2.3. Arsitektur Perancangan

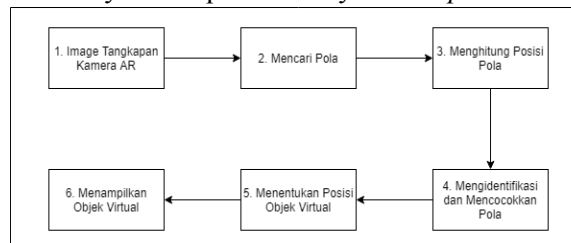
Perancangan teknologi yang dibuat ini dapat mengatasi masalah yang ada pada saat ingin mencoba pakaian, dimana *user* bisa mencoba pakaian yang ada tanpa harus mengganti baju secara manual.

Gambar 3 merupakan gambaran umum arsitektur perancangan, dimana *user* menggunakan aplikasi melalui *smartphone* dan *marker* yang telah di sediakan. Ketika *user* menekan tombol “start” pada aplikasi, maka sistem akan membuka kamera kemudian sistem akan mendeteksi *marker*. Sistem akan memeriksa apakah *marker* yang di pindai adalah *marker* yang dikenali dalam *database*. Ketika *marker* telah dikenali, maka sistem akan melakukan render objek dan kemudian di tampilkan ke *user*.



Gambar 3. Arsitektur Perancangan Umum

Gambar 3 menjelaskan jalannya sistem secara umum. pada arsitektur aplikasi yang akan dibangun terdiri dari beberapa komponen, yaitu *user* yang menggunakan aplikasi, *user* mengarahkan kamera *smartphone* ke *marker*, yang kemudian sistem akan *tracking marker* untuk mengidentifikasi *marker* yang digunakan oleh *user*, kemudian sistem melakukan *render* objek 3D yang kemudian hasilnya ditampilkan di layar *smartphone*.



Gambar 4. Arsitektur Perancangan Sistem

- 1) Perangkat kamera *input* menangkap video dan mengirimkan ke prosesor.
- 2) Perangkat lunak dalam prosesor mencari suatu pola.
- 3) Perangkat lunak menghitung posisi pola untuk mengetahui jumlah pola yang dikenali.
- 4) Perangkat lunak mengidentifikasi pola dan mencocokkan dengan informasi yang dimiliki perangkat lunak.
- 5) Objek *virtual* akan ditambahkan sesuai dengan hasil pencocokan informasi dan diletakkan pada posisi yang telah ditentukan.
- 6) Objek *virtual* akan ditampilkan melalui perangkat tampilan.

*Augmented Reality* sangat bergantung pada *hardware* yang digunakan untuk menangkap pola serta untuk menampilkan informasi hasil *output*. Secara garis besar *hardware* pada *Augmented Reality* dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- 1) Perangkat yang digunakan untuk menangkap masukan video dari lingkungan nyata untuk diolah oleh prosesor. Contoh perangkatnya seperti kamera perekam atau *webcam*.
- 2) Prosesor merupakan perangkat yang mengolah hasil tangkapan pola dari perangkat *input* dengan bantuan dari perangkat lunak AR. Prosesor akan melacak dan mengidentifikasi pola

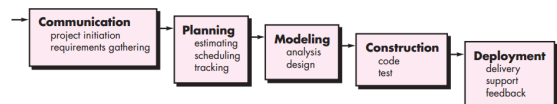
dari satu atribut fisik yang ditangkap, lalu prosesor akan menambahkan objek *virtual* sesuai dengan pola yang dikenali dan kemudian meletakkan di atas titik koordinat *virtual* dari atribut fisik yang ditangkap.

- 3) Perangkat *display* merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan keluaran objek *virtual* hasil dari pengolahan prosesor. Contohnya adalah monitor *komputer*, LCD, TV, proyektor, layar *smartphone*.

#### 2.4. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah model *Waterfall*. model *waterfall* adalah model pengembangan sistem klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun *software*. Nama model ini sebenarnya adalah “*Linear Sequential Model*” ataupun sering disebut juga dengan “*Classic Life Cycle*” (Pressman, 2015).

Model ini termasuk ke dalam model *generic* pada rekayasa perangkat lunak dan pertama kali diperkenalkan oleh Winston Royce sekitar tahun 1970 sehingga sering dianggap kuno, tetapi merupakan model yang paling banyak dipakai dalam *Software Engineering*. Model ini melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Disebut dengan *waterfall* karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan.



Gambar 5. Metode *Waterfall* menurut  
Sumber : Pressman, 2015

- 1) *Communication (Project Initiation and Requirements Gathering)*, Sebelum memulai pekerjaan yang bersifat teknis, sangat diperlukan adanya komunikasi dengan customer demi memahami dan mencapai tujuan yang ingin dicapai. Hasil dari komunikasi tersebut adalah inialisasi proyek, seperti menganalisis permasalahan yang dihadapi dan mengumpulkan data-data yang diperlukan, serta membantu mendefinisikan fitur dan fungsi software. Pengumpulan data – data tambahan bisa juga diambil dari jurnal, artikel, dan internet.
- 2) *Planning (Estimating, Scheduling, Tracking)*, Tahap berikutnya adalah tahapan perencanaan yang menjelaskan tentang estimasi tugas – tugas teknis yang akan dilakukan, resiko – resiko yang dapat terjadi, sumber daya yang diperlukan dalam membuat sistem, produk kerja yang ingin dihasilkan, penjadwalan kerja yang akan dilaksanakan, dan tracking proses pengerjaan sistem.
- 3) *Modeling (Analysis and Design)*, Tahapan ini adalah tahap perancangan dan pemodelan arsitektur sistem yang berfokus pada perancangan struktur data, arsitektur software, tampilan interface, dan algoritma program. Tujuannya untuk lebih memahami gambaran besar dari apa yang akan dikerjakan.
- 4) *Construction (Code and Test)*, Tahapan *Construction* ini merupakan proses penerjemahan bentuk desain menjadi kode atau bentuk/bahasa yang dapat dibaca oleh mesin. Setelah pengkodean selesai, dilakukan pengujian terhadap sistem dan juga kode yang sudah dibuat. Tujuannya untuk menemukan kesalahan yang mungkin terjadi untuk nantinya diperbaiki.
- 5) *Deployment (Delivery, Support, Feedback)*, Tahapan *Deployment* merupakan tahapan implementasi software ke customer, pemeliharaan software secara berkala, perbaikan software, evaluasi software, dan pengembangan software berdasarkan umpan balik yang diberikan agar sistem dapat tetap berjalan dan berkembang sesuai dengan fungsinya.

## 2.5. Implementasi

### 1) Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam proses pembuatan aplikasi ruang ganti pakaian *virtual* menggunakan teknologi *Augmented Reality* adalah laptop Asus tipe X450CC dengan *processor* Intel Core™ i3-3217U dan *smartphone* Xiaomi tipe Redmi 4 Prime.

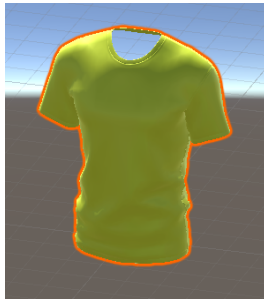
### 2) Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ruang ganti pakaian *virtual* menggunakan teknologi *Augmented Reality* ini yaitu:

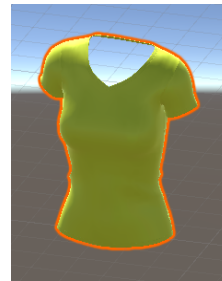
- a) Unity 3D.
- b) Database Vuforia *Developer*.
- c) Microsoft Visual Studio Community 2017 sebagai *script editor*.
- d) Corel Draw X7.
- e) Blender 3D.

## 2.6. Desain Pakaian

Dalam pembuatan aplikasi ini, penulis menggunakan 5 objek 3D baju sebagai sampel. Berikut adalah objek 3D yang digunakan oleh penulis:



Gambar 6. *T-Shirt* Pria



Gambar 7. *T-Shirt* Wanita



Gambar 8. Gaun Wanita

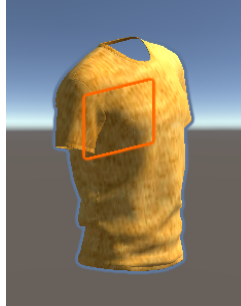


Gambar 9. Sport *Shirt* Pria



Gambar 10. Sport *Shirt* Wanita

Setelah objek 3D sudah ada, langkah selanjutnya adalah menempatkan objek 3D pada *ImageTarget* pada Unity, dengan cara menarik model kemudian menaruhnya pada *ImageTarget* pada bagian *Hierarchy* di Unity, maka objek 3D tersebut akan muncul dengan posisi dan ukuran yang sudah ditentukan ketika *marker* tertangkap kamera dan terbaca oleh sistem.



Gambar 11. *Marker* dengan Objek

Gambar 11 merupakan contoh dari objek 3D yang telah terpasang dengan *marker*. Gambar *marker* tidak terlihat karena posisi *marker* berada di dalam objek. Pada aplikasi yang penulis buat, objek 3D akan berukuran sesuai dengan ukuran asli dari baju tersebut.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Penggunaan Aplikasi

Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah aplikasi ruang ganti pakaian *virtual* yang dapat membantu *user* mencoba pakaian tanpa harus memasuki ruang ganti terlebih dahulu. Aplikasi yang dihasilkan dapat menampilkan objek 3D pakaian dalam bentuk *Augmented*, serta memiliki beberapa menu lainnya seperti menu panduan yang berfungsi untuk menampilkan informasi tata cara penggunaan aplikasi, menu tentang yang berisi tentang informasi dari aplikasi AR dan tombol keluar untuk menutup aplikasi. Penggunaan Halaman Menu Utama.

##### 1) Penggunaan Halaman Menu Utama

Tahap awal membuka aplikasi akan muncul halaman utama yaitu berupa menu-menu, halaman yang tampil adalah seperti yang ditampilkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Menu Utama

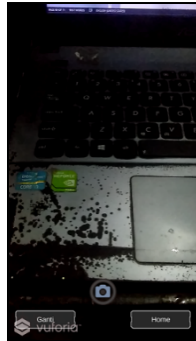
Gambar 6.1 menjelaskan beberapa pilihan *menu* yaitu *menu* Mulai, *menu* Galeri, *menu* Panduan, *menu* Tentang, dan tombol “keluar”. Pada *menu* Mulai, maka akan diarahkan ke halaman Kamera *Augmented Reality*. Pada *menu* Galeri akan di arahkan ke halaman Galeri. Pada *menu* Panduan akan di arahkan ke halaman Panduan.

##### 2) Halaman Kamera AR

Halaman kamera *Augmented Reality* adalah halaman dengan fungsi kamera aktif dan terdapat fitur tombol kontrol untuk mengubah ukuran objek, tombol home untuk kembali ke



halaman *menu* Mulai, tombol “ganti” untuk mengganti objek yang ditampilkan, tombol “*screenshot*” untuk menangkap kamera AR. *user* diharuskan untuk mengarahkan kamera ke gambar *marker* agar objek 3D dapat muncul. Tampilan halaman kamera *Augmented Reality* dapat dilihat pada Gambar 13:



Gambar 13. Halaman Kamera AR

Gambar 13 menjelaskan keadaan setelah tombol “mulai” ditekan pada halaman *menu* Utama. Pada Gambar 13 terdapat tombol “*home*” untuk menuju *menu* Utama, kemudian terdapat 1 tombol kontrol, yaitu tombol “*screenshot*”.



Gambar 14. Objek 3D *T-Shirt* Pria



Gambar 15. Objek 3D *T-Shirt* Wanita

Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan objek 3D pakaian *T-shirt* pria dan wanita yang digunakan oleh penulis. Objek akan muncul ketika pengguna mengarahkan kamera ke *marker*.



Gambar 16. Objek 3D *Sport Shirt* Pria



Gambar 17. Objek 3D *Sport Shirt* Wanita

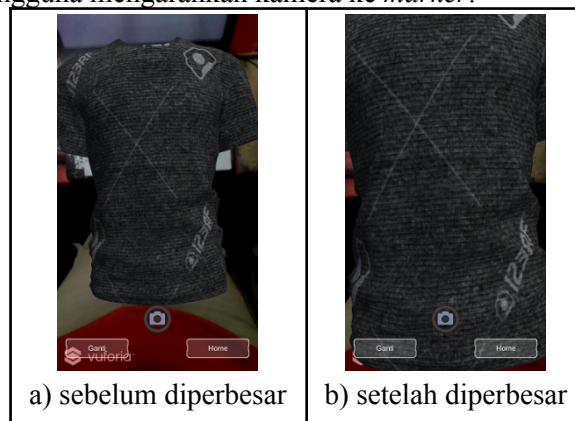
Gambar 16 dan Gambar 17 menunjukkan objek 3D *Sport shirt* pria dan wanita yang digunakan oleh penulis. Objek akan muncul ketika pengguna mengarahkan kamera ke *marker*.





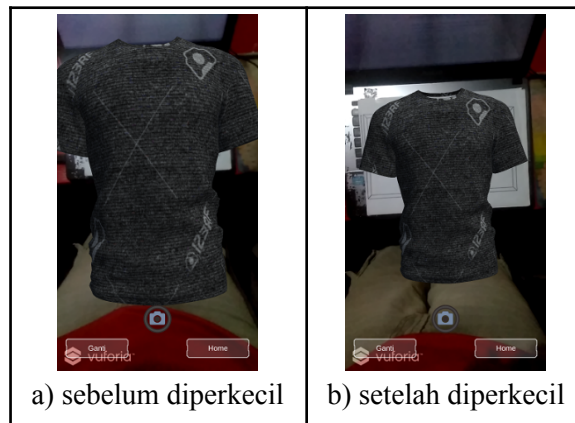
Gambar 18. Objek 3D Gaun Wanita

Gambar 18 menunjukkan objek 3D gaun wanita yang digunakan oleh penulis. Objek akan muncul ketika pengguna mengarahkan kamera ke *marker*.



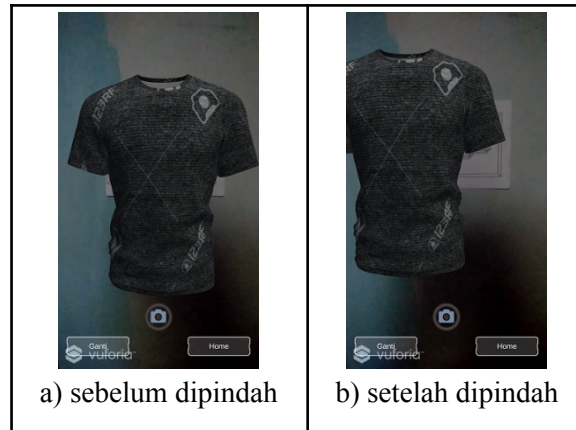
Gambar 19. Perbesar Objek 3D

Gambar 19 menunjukkan keadaan ketika objek 3D diperbesar dengan melakukan perintah *pinch gesture*.



Gambar 20. Perkecil Objek 3D

Gambar 20 menunjukkan keadaan ketika objek 3D diperkecil dengan melakukan perintah *pinch gesture*.



Gambar 21. Geser Objek 3D

Gambar 21 menunjukkan keadaan ketika objek 3D digeser dengan melakukan perintah *pan gesture*

### 3.2. Pengujian Aplikasi

Pengujian adalah proses pelaksanaan program dengan tujuan menemukan fungsi yang tidak sesuai dari tujuan pengembangan program yang dibuat, agar dapat dilakukannya perbaikan jika terdapat kesalahan dalam aplikasi Ruang ganti pakaian *virtual* menggunakan teknologi *Augmented Reality*.

#### 1) Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan metode *black box*. Rencana pengujian yang akan dilakukan dari aplikasi Teknologi *Augmented Reality* Ruang Ganti Pakaian *Virtual* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian

No	Kelas Uji	Kesimpulan
1	Menu Mulai	OK
2	Menu Galeri	OK
3	Menu Panduan	OK
4	Menu Tentang	OK
5	Tombol Keluar	OK
6	Menampilkan Objek	OK
7	Perbesar Objek	OK
8	Perkecil Objek	OK
9	Pindah Objek	OK
10	Tombol Screenshot	OK
11	Tombol Ganti	OK
12	Tombol Home	OK
13	Ganti Gambar	OK
14	Hapus Gambar	OK
15	Tombol Kembali Galeri	OK
16	Tombol Kembali Panduan	OK
17	Tombol Kembali Tentang	OK

## 2) Rangkuman Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi ini telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional dari perancangan aplikasi yang telah dibuat.

- a) Sistem dapat menampilkan dan menghilangkan objek 3D pakaian pada layar *smartphone*. Bukti pengujian terdapat pada kode butir uji 06. Dengan butir uji menampilkan objek 3D pakaian.
- b) Sistem dapat melakukan tracking marker dengan benar. Bukti Pengujian terdapat pada kode butir uji 06 dengan butir uji menampilkan objek 3D pakaian.
- c) Sistem dapat mengambil screenshot dari objek 3D dan menyimpannya di galeri. Bukti pengujian terdapat pada kode butir uji 10 dengan butir uji menangkap layar kamera dan AR.

## 4. KESIMPULAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian aplikasi ruang ganti pakaian virtual menggunakan teknologi *Augmented Reality* didapatkan kesimpulan bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

- 1) Aplikasi dapat menampilkan objek pakaian sesuai posisi *marker front* dan *back*.
- 2) Menggeser posisi objek 3D menggunakan *Pan Gesture* pada layar *smartphone*.
- 3) Memperbesar objek 3D menggunakan *Pinch Gesture* pada layar *smartphone*.
- 4) Aplikasi dapat melakukan *screenshot* ketika menampilkan objek 3D pakaian, menyimpan serta menampilkan hasilnya pada halaman menu Galeri.

### 4.2. Kesimpulan

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam melaksanakan pengembangan aplikasi ini adalah:

- 1) Perlu adanya penyempurnaan dalam penggunaan kamera ketika menampilkan objek 3D agar posisi objek 3D tetap stabil.
- 2) Menambahkan fungsi *motion detection* agar objek 3D dapat mengikuti gerakan tubuh pengguna.
- 3) Penggunaan tools 3D object scanner sehingga objek 3D dapat dibuat dengan cepat menggunakan foto dari pakaian yang ingin digunakan.
- 4) Penggunaan tools Kinect dan sensor kamera Xbox dalam pembuatan aplikasi agar objek 3D dapat terlihat digunakan seperti pakaian asli.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haller, M., Billingham, M., & Thomas, B. (2007). *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design*. British: Idea Group inc.
- Mahendra, I. B. (2016). *Implementasi Augmented Reality Menggunakan Unity 3D Dan Vuforia Sdk*. Bali : Universitas Udayana.
- Pressman, R. S. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach, Eight Edition*. New York: McGraw-Hill Education.