

Implementasi *Mobile Augmented Reality* Pada Aplikasi Pemilihan Sarana Dan Prasarana Laboratorium Sekolah Menengah Atas

Dimas Setyo Utomo¹, Issa Arwani², Wibisono Sukmo Wardhono³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹d230195@gmail.com, ²issa.arwani@ub.ac.id, ³wibiwardhono@ub.ac.id

Abstrak

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang mempunyai banyak potensi di berbagai bidang, contohnya di bidang hiburan, desain, ataupun peralatan militer. Karenanya, penggunaan AR dapat membawa banyak manfaat untuk masyarakat. Teknologi ini memungkinkan juga dalam bidang desain interior dengan menampilkan peralatan furintur virtual di *real-world environment* secara real-time di layar sebuah *device*. Di penelitian ini teknologi AR akan dimanfaatkan untuk desain interior atau pemilihan alat dalam institusi pendidikan berupa sekolah khususnya pada laboratorium sekolah. Selain itu, penelitian ini juga akan menambahkan penggunaan *Head Mounted Display* (HMD) berupa Google Cardboard sebagai perangkat tambahan agar pengguna dapat mendapatkan persepsi yang mendetil terhadap objek-objek atau furnitur virtual 3D yang ditampilkan. Objek 3D dirancang berdasarkan standar sarana dan prasarana laboratorium Sekolah Menengah Atas (SMA) dan material objeknya dapat diubah dengan menggunakan mekanisme pandangan dari Google Cardboard.

Kata Kunci : *Augmented Reality* (AR), 3D, standar, laboratorium, *Google Cardboard*

Abstract

Augmented Reality (AR) is a technology with a lot of potentials. AR could bring a lot of advantages in many different fields such as entertainment, design or military. This technology also possibly used as a new design approach for interior design as virtual objects such as furniture displayed in a real-world environment on the screen. This study took up in an institution like public school specifically for school laboratory. This study will also add the use of *Head Mounted Display* (HMD) such as Google Cardboard for better user experience. The objects were designed and shown in 3D with a certain standard for public high school laboratory. Plus, the object's material can be changed through Google Cardboard's view.

Keywords : *Augmented Reality* (AR), 3D, standard, laboratory, *Google Cardboard*

1. PENDAHULUAN

Laboratorium sudah mempunyai peranan yang penting dan khusus dalam dunia pendidikan, dan para pengajar juga setuju bahwa kegiatan laboratorium dapat menjadi tambahan yang baik dalam kurikulum pendidikan (Hofstein dan Lunetta, 2003). Selain itu, laboratorium juga didukung dengan peralatan-peralatan khusus untuk laboratorium yang memenuhi standarisasi tertentu agar laboratorium layak dipakai oleh peserta didik. Namun setiap sekolah tidak sama dan memiliki lingkungan yang berbeda-beda sehingga laboratorium tidak mudah untuk diseragamkan. Selain itu tatanan ruang di sekolah tidak tetap dan dapat berubah-ubah serta perabotan dalam

ruang harus mudah dipindah-pindahkan. Karena itu dibutuhkan *tools* atau aplikasi yang dapat mempermudah merencanakan penataan pada ruangan laboratorium di sekolah. Penelitian ini akan melingkupi ruangan di sekolah yang dispesifikasikan untuk laboratorium. Aplikasi ini melingkupi hal tersebut dikarenakan sekolah merupakan bangunan vital yang memiliki standar khusus tertentu untuk interiornya dan laboratorium memiliki perabot dan alat yang lebih banyak dibandingkan ruangan lainnya. Dan objek virtual 3D akan di rancang sesuai dengan standarisasi laboratorium sekolah.

Aplikasi untuk penataan ruangan yang ada saat ini memiliki banyak macam. Ada yang memakai teknologi 2D atau 3D. Namun untuk

permasalahan ini disarankan memakai teknologi 3D yang dapat mengeksploitasi persepsi manusia untuk menangkap data dalam jumlah besar dengan visualisasi (Robertson, 1991). Penggunaan 3D dapat diimplementasikan dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang merupakan penggabungan antara dunia *real* dan dunia virtual. Penggunaan AR dapat menghasilkan persepsi yang tepat dengan mengkombinasikan ruangan di dunia nyata dan objek virtual sehingga pengalaman pengguna terasa lebih nyata. Penggunaan AR dapat diperluas lagi dengan menggunakan *device* tambahan berupa *Head Mounted Display* (HMD). HMD merupakan perangkat tambahan yang dapat memberi kedalaman gambar dalam tampilannya dan memberikan pengalaman yang lebih imersif (Howstuffworks, 2014) [Accessed 31 Jan 2017]. Namun karena harganya yang mahal dan pengaplikasiannya tidak mudah untuk dilakukan karena ukurannya yang besar, maka akan lebih baik menggunakan perangkat HMD berupa Google Cardboard. Google Cardboard merupakan media tambahan terbuat dari karton untuk *mobile device* seperti *smartphone* untuk merasakan sensasi *Virtual Reality* (VR) atau AR.

Dengan melihat permasalahan dan argumen yang ada, dengan memanfaatkan teknologi AR dan HMD, maka penulis mengangkat judul skripsi dengan judul “Implementasi Aplikasi Augmented Reality Sebagai Alat Pemilihan Sarana dan Prasarana Laboratorium Pada Sekolah Menengah Atas”.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

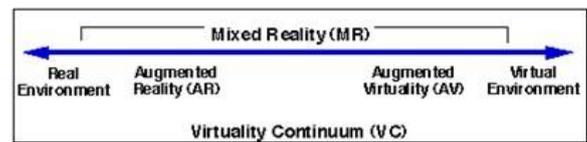
2.1. Standar Sarana dan Prasarana

Menurut lampiran peraturan menteri pendidikan nasional nomor 24 tahun 2007 tanggal 28 Juni 2007 pada bab 4 mengenai standar sarana dan prasarana Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA) sub-bab D tentang kelengkapan prasarana dan sarana terdapat daftar ruangan yang memiliki ketentuan tertentu. Semua objek yang dirancang dalam penelitian ini akan mengacu pada standarisasi tersebut.

2.2. Augmented reality

Menurut Paul Milgram dan Fumio Kishino (1994), *Augmented reality* atau disebut juga

sebagai *Mixed Reality* (MR) adalah sebuah cabang dari teknologi yang menyangkut *Virtual Reality* (VR) dan melibatkan penggabungan antara dunia *real* dan dunia virtual. Mereka berdua adalah orang-orang yang memperkenalkan konsep “*virtuality continuum*” yang menunjukkan objek yang dipresentasikan di letak display yang berbeda

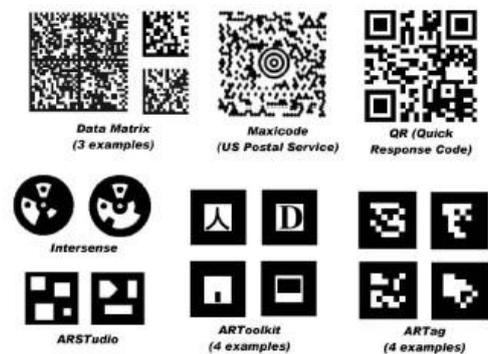


Gambar 2.1 Diagram Paul-Milgram

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pada bagian kiri kontinum adalah *environment* yang berada di dunia *real*, atau *real environment* sedangkan bagian kanan menunjukkan *environment* yang bersifat virtual.

2.3. Marker

Marker atau penanda adalah sebuah metode pelacakan yang banyak digunakan dalam pengaplikasian AR, karena *marker* dinilai memiliki mekanisme pengenalan yang sederhana. Keakuratan *marker* juga sangat berpengaruh dalam *Augmented reality*. Walaupun *marker* terlihat berantakan pada gambarnya, informasi yang terkandung di dalamnya tetap harus terbaca. Informasi di dalam *marker* juga tidak boleh terlalu besar dengan tujuan meningkatkan jarak yang dapat di *cover* oleh *marker* (Martin, 2008).



Gambar 2.2 Beberapa contoh marker

Proses pengenalan *marker* adalah dengan mengenali posisi dan orientasi dari marker menggunakan sumbu x, y, dan z dan berpusat pada sumbu (0,0,0).

2.4. Unity

Unity adalah sebuah *game engine* yang digunakan untuk merancang, mengimplementasikan, dan membuat *video game*. Unity dapat digunakan untuk mengembangkan *game multiplatform* yang desainnya sangat mudah untuk digunakan. Unity memiliki beberapa fitur pendukung yang dapat digunakan untuk merancang *game* atau aplikasi yang diantaranya yaitu:

Project

Project adalah kumpulan dari komponen-komponen dari aplikasi yang akan dirancang. Pada suatu *project* biasanya terdiri dari *asset*, *package*, *scene*, dan lain-lain yang saling mendukung untuk platform tertentu.

Asset

Asset merupakan objek yang menyimpan *GameObject*, desain, dan lain-lain yang dapat diimport dari berbagai sumber seperti *project* lama atau dari aplikasi lain.

Package

Package merupakan kumpulan dari *asset-asset* yang dijadikan satu. *Package* dapat membantu pengguna untuk mengorganisasikan *assetnya* agar mudah dicari.

Scene

Scene dapat dikatakan sebagai layar representasi dari aplikasi yang sedang diancang. *Scene* juga dapat diibaratkan sebagai level dari permainan. *Scene* juga dapat berupa menu dari suatu aplikasi atau *option* lainnya yang ada.

Vuforia SDK

Vuforia akan digunakan sebagai alat untuk melacak dan mengenali *marker* secara *real-time* dengan menggunakan teknologi *computer vision*.

Cardboard SDK

Cardboard SDK merupakan *package* yang akan diimport ke dalam unity sebagai *view* pada program yang sedang dikembangkan.

2.5. Vuforia

Vuforia merupakan sebuah *library* pendukung *development Augmented reality* pada Android. Menggunakan *marker*, vuforia dapat menganalisa gambar dan menghasilkan informasi 3D dari *marker* yang telah terdeteksi via API. Vuforia juga memungkinkan membangun objek 3D virtual pada kamera.

2.6. Head Mounted Display (HMD)

Head Mounted Display (HMD) tengah dikembangkan dan dipasarkan dalam berbagai implementasi. Implementasi untuk HMD lebih banyak digunakan sebagai media hiburan seperti *game*. HMD dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu *monocular HMD*, *binocular HMD* dan *Optical Head-Mounted Display* (OHMD).

Google Cardboard adalah sebuah perangkat yang terbuat dari kardus keluaran Google untuk mensupport aplikasi *Virtual Reality* yang memungkinkan pengguna untuk merasakan dunia virtual dalam 360°. Google Cardboard dapat dipasang dan dirakit sendiri oleh pengguna, biasanya digunakan untuk memainkan *game*, menonton film, *virtual tour* dan lain-lain.

2.7. Pemodelan Objek 3D

Pemodelan adalah mendesain dan memproses suatu benda hingga terlihat hidup. Pemodelan 3D membutuhkan beberapa tahapan hingga proses pembentukan sempurna yang diantaranya adalah :

Motion Capture

Adalah langkah untuk menentukan bentuk obyek 3D yang akan dibuat dengan menggunakan objek 2D sebagai bahan acuannya.

Dasar Metode Modelling 3D

Dasar dari pemodelan 3D adalah dengan memodifikasi bentuk dasar seperti segitiga, polygon atau segiempat menjadi bentuk yang diinginkan dengan berbagai macam cara.

Proses Rendering

Proses *rendering* adalah proses menerjemahkan proses pemodelan, animasi, tekstur, pencahayaan dengan parameter tertentu untuk dijadikan ke dalam suatu output.

Texturing

Proses *texturing* adalah proses untuk menambahkan karakteristik suatu objek. Proses *texturing* bias digunakan untuk hal seperti *reflectivity*, *transparency*, dan *refraction*.

Image dan Display

Merupakan hasil akhir dari proses pemodelan objek setelah keseluruhan proses dilaksanakan.

2.8. Software Development Life Cycle

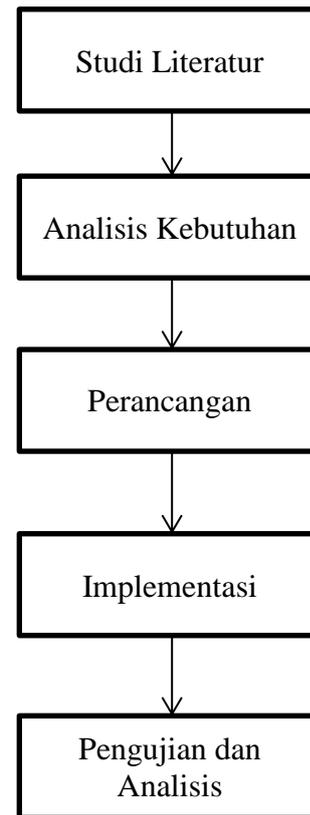
Software Development Life Cycle atau biasa disebut SDLC adalah proses pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan model atau metodologi yang telah digunakan orang untuk mengembangkan perangkat lunak sebelumnya. SDLC memiliki beberapa model dalam penerapan tahapan-tahapan pengembangan perangkat lunak, salah satunya adalah metode *waterfall* yang digunakan dalam penelitian ini. (Sommerville, I. dan Stevens, P., 2012)

2.9. Unified Modelling Language (UML)

Unified Modelling Language atau UML adalah gabungan dari beberapa metodologi seperti metode Booch, *Object Modelling Technique* (OMT) dan *Object Oriented Software Engineering* (OOSE). UML merupakan metode yang banyak digunakan untuk analisis dan perancangan sistem dengan metodologi berorientasi objek. (Nugroho, Adi, 2010)

3. METODOLOGI

Tahapan penelitian dilakukan berdasarkan gambar. Diagram alir metodologi penelitian



Gambar 3.1 Diagram Pengerjaan

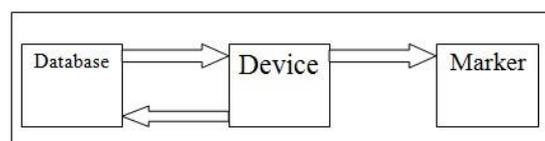
3.1. Perancangan Sistem

Perancangan akan dimulai ketika seluruh kebutuhan awal yang sistem butuhkan telah terpenuhi melalui tahap analisis kebutuhan. Teori-teori pada landasan kepustakaan dengan ilmu yang diimplementasikan digabungkan untuk merancang aplikasi. Perancangan sistem berdasarkan *Object Oriented Analysis* dan *Object Oriented Design* (OOAD) yaitu menggunakan pemodelan UML(*Unified Modelling Language*).

4. ANALISIS DAN PERANCANGAN

4.1. Analisis Kebutuhan Sistem

4.1.1. Gambaran Umum Sistem



Gambar 4.1 Gambaran umum kerja sistem

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa informasi yang akan dilihat pengguna akan

didapatkan bila pengguna melakukan *scan* pada *marker* dan *device* akan memprosesnya, setelah itu informasi akan didapatkan dari *database* dan diberikan kepada pengguna.

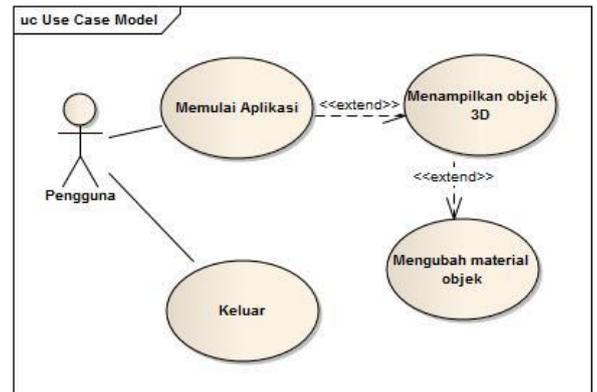
4.1.2. Kebutuhan Fungsional

Tabel 4.1 Tabel Kebutuhan Fungsional

ID	Nama Use case	Requirement
P-01	Memulai aplikasi	Perangkat lunak harus menyediakan antar muka untuk memulai proses aplikasi
P-02	Menampilkan objek 3D	Perangkat lunak harus memiliki antarmuka yang memungkinkan proses menampilkan objek 3D
P-03	Mengubah material objek	Perangkat lunak harus memiliki antarmuka yang memungkinkan proses mengubah material objek
P-04	Keluar	Perangkat lunak harus memiliki akses yang memungkinkan pengguna keluar dari aplikasi

4.1.3. Use Case

Diagram *use case* untuk aplikasi yang dikembangkan akan digunakan untuk menjabarkan fungsionalitas dan relasi komponen dari aplikasi. Pada aplikasi ini hanya ada satu *actor* yaitu pengguna itu sendiri.



Gambar 4.2 Diagram use case

4.1.3. Kebutuhan Nonfungsional

Tabel 4.2 Tabel kebutuhan nonfungsional

4.2. Perancangan Aplikasi

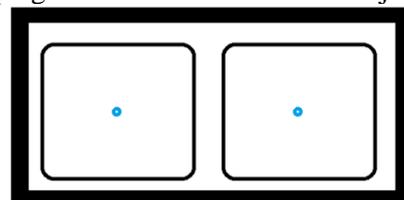
Kebutuhan Nonfungsional	
<i>Usability</i>	Sistem dan <i>interface</i> yang dibuat harus mudah dipahami oleh pengguna. Kemudahan yang diharapkan adalah pengguna dapat menjalankan fitur-fitur perangkat lunak tanpa banyak gangguan

Perancangan pada aplikasi ini terdapat beberapa tahapan yang diantaranya adalah perancangan data, perancangan arsitektural dan perancangan *interface*.

4.2.1. Perancangan Data

1. Kontrol Aplikasi

Untuk mengontrol aplikasi, pengguna mengandalkan *Cardboard Reticle* yang merupakan titik pada pandangan kamera yang dipergunakan untuk menseleksi objek.



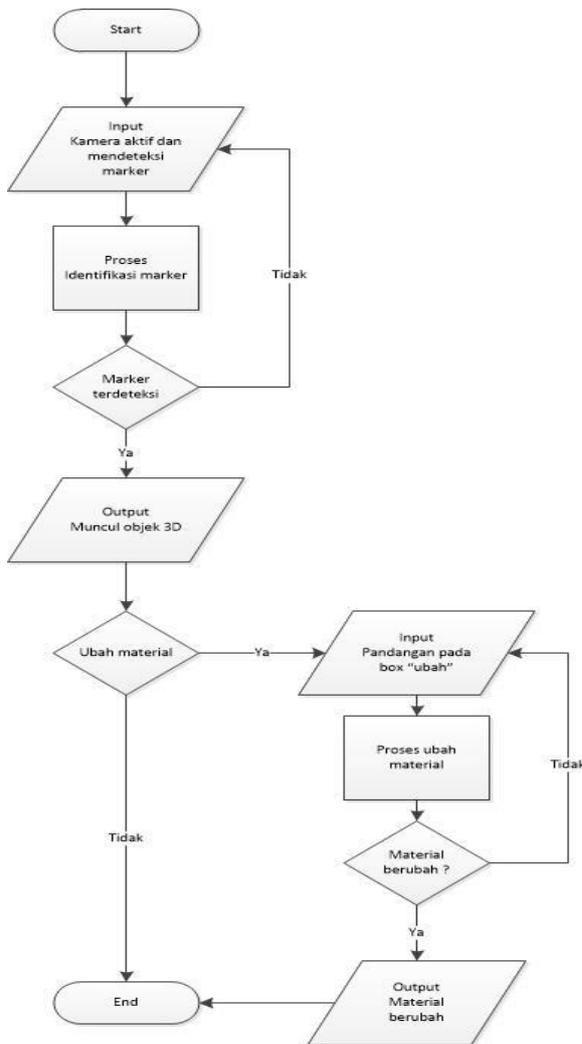
Gambar 4.3 Gambaran tampilan aplikasi

2. Kamera

Dalam aplikasi ini kamera adalah komponen yang vital. Pengguna menggunakan aplikasi dengan menggerakkan kamera ke arah yang dituju. Di dalam kamera terdapat *cardboard reticle* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3 yang digunakan sebagai

navigasi pengguna dan sebagai komponen untuk melakukan perintah seleksi. Aplikasi ini akan menyesuaikan kamera pada *smartphone* sehingga dapat kompatibel dengan tampilan AR pada pengaturan *Google Cardboard*.

3. Alur Aplikasi

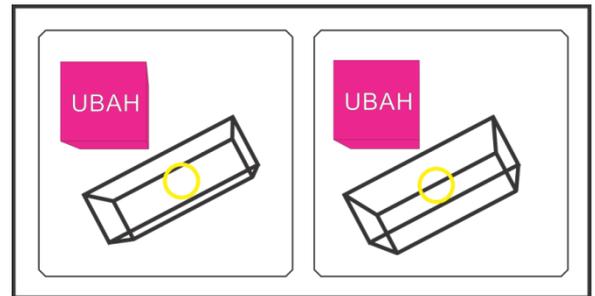


Gambar 4.4 Flowchart aplikasi

4.2.2. Perancangan Interface

1. Tampilan Utama

Tampilan utama aplikasi adalah menggunakan kamera dari *device smartphone* yang digunakan *user*. Saat aplikasi dijalankan, *splash screen* unity akan muncul dan aplikasi akan terlihat seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5 Gambaran tampilan utama aplikasi

2. Tampilan Aplikasi

Aplikasi ini menggunakan tampilan pada kamera *device smartphone* pengguna. Untuk menggunakan aplikasi ini dibutuhkan komponen berupa gambar dengan pola dan tekstur tertentu yang disebut dengan *image target*. *Image Target* tersebut akan dijadikan *marker* yang digunakan untuk menampilkan objek 3D. Objek 3D akan ditampilkan di atas marker saat terlacak oleh *device*. Objek yang ditampilkan akan berupa perabot dan alat yang seharusnya ada dalam laboratorium sekolah.



Gambar 4.6 Contoh marker



Gambar 4.7 Contoh gambar yang ditampilkan

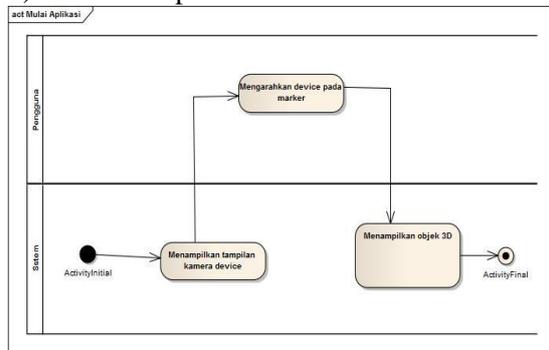
Tabel 4.3 Contoh standarisasi yang berlaku

Keterangan
Menampilkan meja peserta didik pada laboratorium (lengkap dengan kotak kontak)
Standar : Ukuran memadai untuk 7 orang

4.2.3. Perancangan Arsitektural

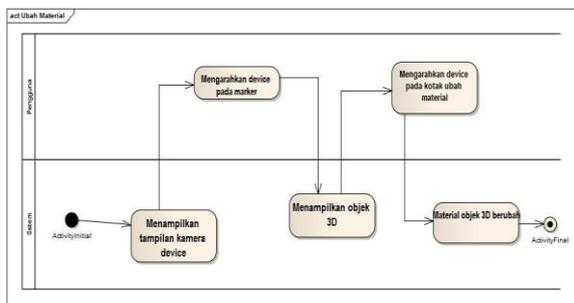
1. Activity Diagram

1) Memulai Aplikasi



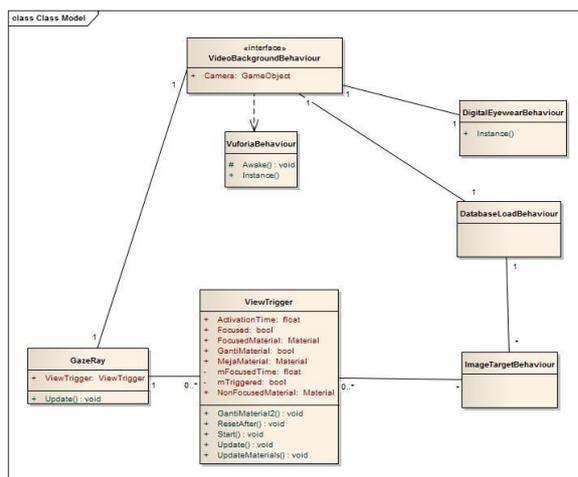
Gambar 4.8 Activity diagram memulai aplikasi

2) Mengubah Material



Gambar 4.9 Activity diagram mengubah material

2. Class Diagram



Gambar 4.10 Class diagram aplikasi

Tabel 4.4 Tabel class diagram

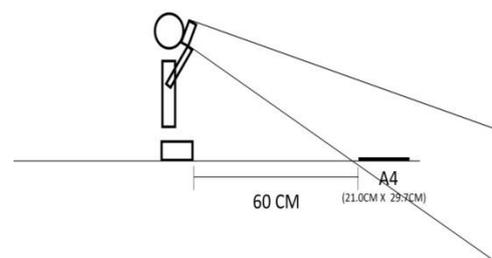
Nama Kelas	Deskripsi
VideoBackgroundBehaviour	Kelas yang berfungsi sebagai interface aplikasi

VuforiaBehaviour	Kelas yang berfungsi untuk mengaktifkan sifat vuforia pada kamera
DigitalEyewearBehaviour	Berfungsi untuk mengaktifkan sifat HMD
DatabaseLoad Behaviour	Berfungsi untuk melakukan load database
ImageTargetBehaviour	Kelas yang berfungsi untuk mengaktifkan fungsi image target
ViewTrigger	Kelas yang berfungsi untuk mengubah material objek
GazeRay	Berfungsi untuk mengidentifikasi dan menjalankan fungsi ViewTrigger pada kamera

5. IMPLEMENTASI

5.1. Implementasi Aplikasi

Agar aplikasi dapat bekerja dibutuhkan *marker* yang sesuai dengan yang sudah ditentukan untuk memunculkan objek 3D pada *device* pengguna. Adapun ukuran media *marker* berpengaruh dengan jarak pandang *scan* aplikasi.

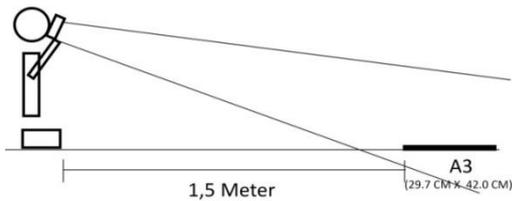


Gambar 5.1 Percobaan menggunakan marker berukuran A4

Besarnya target *marker* berpengaruh secara langsung pada jarak pandang *scan* yang

dapat dilakukan. Contohnya pada gambar 5.1 dilakukan percobaan dengan menggunakan *marker* dengan ukuran A4 (21.0 cm x 29.7 cm), jarak pandang *scan* yang didapatkan dari percobaan ini yaitu 60 cm.

Pada percobaan kedua digunakan *marker* berukuran A3 (29.7 cm x 42.0 cm). Hasilnya jarak pandang *scan* bertambah menjadi sekitar 1.5 meter seperti pada gambar 5.2.

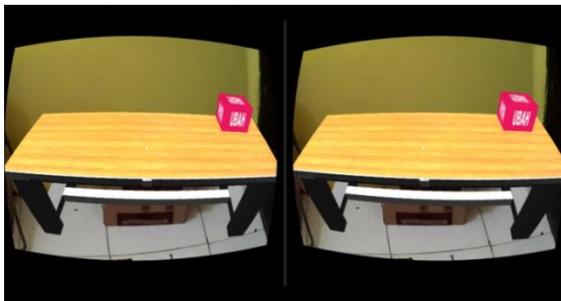


Gambar 5.2 Percobaan menggunakan *marker* A3

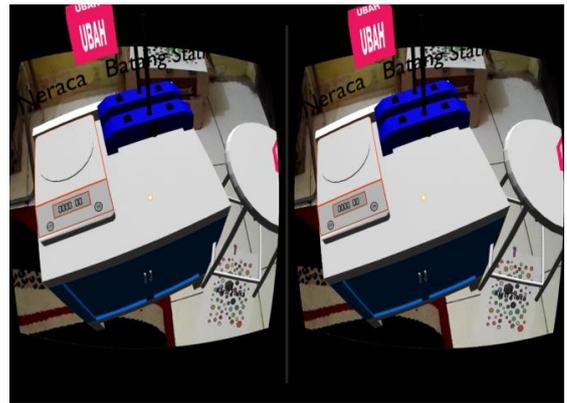
5.2. Implementasi Tampilan

Implementasi tampilan aplikasi utama adalah apa yang akan dilihat oleh pengguna di layar *device*. Berikut ini adalah beberapa penerapan perancangan aplikasi pada tampilan utama.

Menampilkan Objek

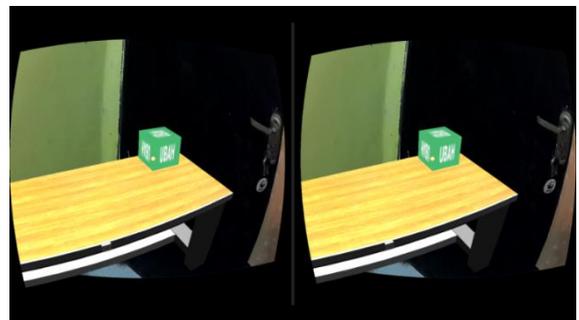


Gambar 5.2 Implementasi aplikasi menampilkan objek terdapat 2 layar kamera yang bersebelahan. Hal ini adalah pengaturan dari *google cardboard*, jika *device* diletakkan pada *google cardboard* yang mempunyai lensa khusus, maka dalam pengelihatn pengguna *interface* layar akan terlihat dalam satu kesatuan layar.

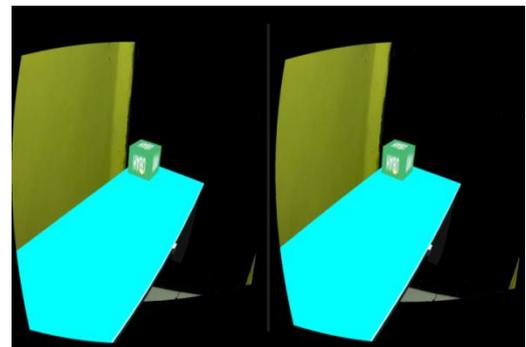


Gambar 5.5 Tampilan 2 objek secara bersamaan

Mengubah Material Objek



Gambar 5.6 Mengarahkan *reticle* pada VRBOX hingga VRBOX berubah warna



Gambar 5.7 Material pada objek berubah setelah 1 detik

Proses perubahan material pada objek 3D dapat dilihat pada gambar 5.6 dan 5.7. Pertama-tama pengguna mengarahkan *cardboard reticle* pada VRBOX hingga warna VRBOX berubah warna. Setelah 1 detik, material objek akan berubah.

6. PENGUJIAN

Bab ini berisi mengenai pengujian berdasarkan implementasi yang sudah

dilakukan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *usability*, dan pengujian performa dengan metode *benchmark*.

6.1. Pengukuran Usability

Pengukuran *usability* akan dilakukan dengan menggunakan kuisisioner. Menurut Jakob Nielsen pada *Usability 101: Introduction to Usability* (2012), *usability* adalah beberapa atribut yang merepresentasikan kualitas antar muka (*interface*) dalam penggunaannya untuk meningkatkan kemudahan pemakaian. *Usability* dapat diukur dengan lima kriteria yang diantaranya adalah: *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors*, dan *satisfaction*.

Learnability adalah komponen yang mengukur seberapa mudah pengguna menggunakan fitur aplikasi saat pertama kali mencoba. *Efficiency* menjelaskan bagaimana pengguna menyelesaikan tugas-tugas yang ada saat pengguna mempelajari sistem tersebut. *Memorability* menjelaskan bagaimana pengguna menggunakan aplikasi setelah beberapa lama tidak menggunakan aplikasinya. *Errors* menjelaskan seberapa banyak pengguna melakukan kesalahan dan bagaimana pengguna mengatasinya. *Satisfaction* menjelaskan seberapa puas pengguna menggunakan aplikasi.

Tiap pertanyaan dalam kuisisioner yang dijawab oleh pengguna akan menunjukkan nilai *usability* dalam skala 1-5.

Tabel 6.1 Tabel nilai pada kuisisioner

Kuisisioner	KMS	KM	CM	M	MS
Nilai	1	2	3	4	5

Keterangan :

- KMS : Kurang Mudah Sekali
- KM : Kurang Mudah
- CM : Cukup Mudah
- M : Mudah
- MS : Mudah Sekali

6.2. Pengujian Usability

Langkah awal dalam pengujian ini adalah dengan memberikan beberapa *task* kepada pengguna saat berinteraksi dengan aplikasi. *Task* akan diberikan kepada seorang laboran pada laboratorium sekolah yang sudah

familiar dengan lingkungan kerjanya.

Tabel 6.2 *Task* pengujian *usability*

No	Task / Tugas
1	Melakukan <i>scan</i> kepada <i>marker</i> dan memunculkan objek 3D
2	Mengubah material objek 3D

Masing-masing *task* di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

Task 1 : Melakukan *scan* kepada *marker* dan memunculkan objek 3D

Pengguna diminta untuk melakukan *scan* dengan *device* sampai objek 3D muncul di layar *device* pengguna.

Task 2 : Mengubah material objek 3D

Pengguna dapat mengubah material objek 3D yang ada dengan mengarahkan pandangan ke tombol ubah sampai dirasa tepat.

Setelah pengguna menyelesaikan *task-task* yang diberikan, berikutnya akan dibagikan kuisisioner kepada laboran laboratorium yang berisi pertanyaan yang mewakili kelima aspek *usability*. Pengguna menjawab pertanyaan berdasarkan pengalaman yang dilihat dan dirasakannya.

Pengujian dilakukan di SMAN 1 Bekasi bersama dengan laboran yang hadir.

Tabel 6.3 Hasil nilai pengujian *Usability*

No	Pertanyaan	Nilai
1	Apakah tampilan aplikasi mudah dikenali ?	4
2	Apakah aplikasi mudah dioperasikan ?	3
3	Apakah pengalaman <i>augmented reality</i> memberikan persepsi 3D yang baik ?	3.5
4	Apakah pengalaman menggunakan <i>google cardboard</i> memberikan persepsi dalam ruangan yang baik ?	4
5	Apakah tampilan objek 3D sudah memberikan kesan	3

	sudah sesuai dengan laboratorium yang ada ?	
6	Apakah dengan dapat mengubah material objek 3D pemilihan alat untuk laboratorium menjadi lebih baik ?	3
7	Apakah implementasi aplikasi mudah diingat ?	3.5
8	Apakah implementasi aplikasi sudah dapat memenuhi standar sarana dan prasarana untuk laboratorium sekolah ?	3

Tabel 6.3 menunjukkan nilai-nilai dari pengguna mengenai aplikasi yang dicobanya. Dapat dilihat pada atribut pertama “Kemudahan tampilan aplikasi untuk dikenali” memiliki nilai 4 dari skala 5 yang dapat dikatakan mudah.

Jika dihubungkan dengan aspek-aspek *usability* maka dapat dikatakan bahwa aplikasi sudah memenuhi kelima aspek *usability* yang diantaranya : *Learnability*, *Efficiency*, *Memorability*, *Errors*, dan *Satisfaction*. Berikut ini adalah nilai *usability* pada kelima atribut tersebut :

- Nilai atribut pertama “Kemudahan tampilan aplikasi untuk dikenali” sebesar 4 yang menunjukkan bahwa aplikasi memiliki aspek *Learnability*.
- Nilai atribut kedua “Kemudahan aplikasi untuk dioperasikan” sebesar 3 (cukup mudah) yang menunjukkan aplikasi memiliki aspek *Efficiency*.
- Nilai atribut ketujuh “Kemudahan mengingat kembali implementasi aplikasi” sebesar 3.5 (cukup mudah) yang menunjukkan aplikasi memiliki aspek *Memorability*.
- Nilai atribut pertama “Kemudahan tampilan aplikasi untuk dikenali” sebesar 4, nilai atribut kedua “Kemudahan aplikasi untuk dioperasikan”, dan nilai atribut ketujuh “Kemudahan mengingat kembali implementasi aplikasi” sebesar 3.5 menunjukkan bahwa aspek *Error* sudah dapat diminimalisir.
- Dengan nilai total rata-rata seluruh aspek di atas 3, aplikasi suda dapat dikatakan memenuhi aspek kepuasan (*Satisfaction*).

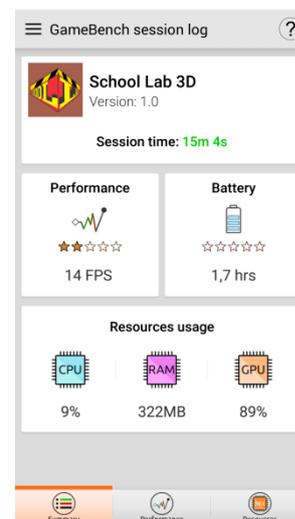
6.3. Pengujian Benchmark

Pengujian benchmark dilakukan untuk mengetahui performa aplikasi di *device* yang berbeda-beda. Aplikasi akan diuji dengan *software* GameBench yang menganalisa pemakaian FPS (*Frame Per Second*), Baterai, CPU, RAM, dan GPU. Pengujian pada setiap *device* akan dilakukan minimal selama 15 menit untuk mendapatkan hasilnya.



Gambar 6.1 Hasil pengujian benchmark pada *device* Asus Zenfone 2

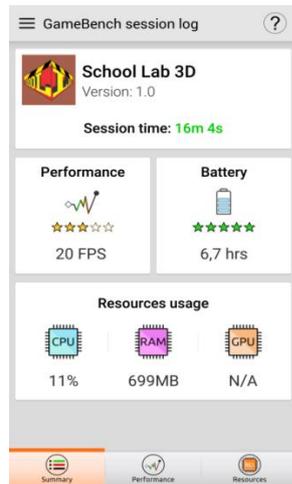
Dari gambar 6.1 dapat dilihat bahwa aplikasi yang diuji selama 16 menit 41 detik menunjukkan performa sebesar 17 FPS dan menggunakan sumber daya GPU sebesar 50 %.



Gambar 6.2 Hasil pengujian benchmark pada *device* Samsung S4

Gambar 6.2 menunjukkan bahwa aplikasi yang diuji selama 15 menit 4 detik pada *device* Samsung S4 menunjukkan performa 14 FPS

dan menggunakan sekitar 9% CPU, 322MB RAM, serta 89% GPU.



Gambar 6.3 Hasil pengujian benchmark pada device Samsung A5

Pengujian dengan device Samsung A5 adalah yang terbaik dari ketiga device yang diuji. Hasil rata-rata dari ketiga pengujian FPS yang sudah dilakukan adalah 17 FPS. Jika dibandingkan dengan aplikasi seperti game, maka hasil pengujian ini bukan merupakan hasil yang baik. Namun untuk aplikasi berbasis AR, hasil ini sudah dapat dikatakan cukup baik. Sebagai perbandingan, penelitian Hirokazu Kato yang berjudul *Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-Based Augmented Reality Conferencing System* memiliki performa sekitar 10-15 fps atau penelitian milik Omar Choudary yang berjudul *MARCH: Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage* memiliki performa sekitar 14 fps.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil implementasi aplikasi *augmented reality* ini dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Hasil pengujian *usability* yang dilakukan pada aplikasi menghasilkan nilai rata-rata sekitar 3.75 yang dapat dikatakan cukup baik sehingga aplikasi dapat dikatakan memiliki performansi yang sudah diharapkan.
2. Hasil pengujian *benchmark* yang dilakukan pada aplikasi menghasilkan nilai rata-rata sebesar 17 FPS. Untuk aplikasi seperti *game* hasil ini dapat dikatakan cukup rendah, namun jika membandingkan aplikasi AR lainnya seperti hasil penelitian dari Hirokazu

Kato yang berjudul *Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-Based Augmented Reality Conferencing System* memiliki performa sekitar 10-15 fps atau penelitian milik Omar Choudary yang berjudul *MARCH: Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage* memiliki performa sekitar 14 fps, aplikasi yang dirancang dapat dikatakan mempunyai performansi yang cukup baik.

3. Rancangan objek virtual 3D didesain sesuai dengan standarisasi sehingga objek sudah sesuai dengan ketentuan standarisasi sarana dan prasarana untuk laboratorium SMA
4. Aplikasi dapat mengintegrasikan objek virtual 3D yang menggunakan teknologi AR dengan HMD.

7.2. Saran

Dikarenakan potensi dari AR dan *google cardboard* masih akan terus berkembang, maka disarankan agar memperdalam bidang tersebut dan berikan lebih banyak variasi hal yang dapat digunakan dengan kedua hal tersebut.

Daftar Pustaka

- Aripin (2010), *Pemodelan Karakter Animasi 3D*
- Augment, About Augment | augment.com [online]
Tersedia di : <http://www.augment.com/about-us/> [Accessed 1 Feb, 2017]
- Azuma, R.T., (1997), *A Survey Of Augmented reality*
- Blender, About Blender | blender.org [online]
Tersedia di : <https://www.blender.org/about/> [Accessed 26 Jan, 2016]
- Choudary, O., dkk , (2009), *MARCH Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage*
- Deta Pratama AE. (2013), *Rancang Bangun Sistem Informasi Pariwisata Berbasis Augmented reality Pada Smartphone Android*
- Drama, Klik (2016), *Contoh Penerapan Use Case, Activity, Sequence dan Class Diagram* | contohlengkap.com [online]
Tersedia di : <http://www.contohlengkap.com/2016/05/contoh-penerapan-use-case-activity-sequence-dan-class-diagram.html> [Accessed 9 April 2017]
- Hofstein, Avi dan Lunetta, Vincent N., (2003),

- The Laboratory in Science Education : Foundations of Twenty-First Century*
- Fathoni M., dkk (2012), *Alat Musik Perkusi Augmented reality* Berbasis Android
- Google (2014), *Google Cardboard* | google.com [online]
Tersedia di :
<https://www.google.com/get/cardboard/> [Accessed 26 Jan, 2016]
- Gretchen A. , Jacqueline L. (2000), *Interior Design*
- Hirokazu K. , Mark B. (1999), *Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-Based Augmented Reality Conferencing System*
- Hirzer, Martin (2008), *Marker Detection For Augmented reality Applications*
- Howstuffworks (2014), *Head Mounted Displays* | electronics.howstuffworks.com [online]
Tersedia di :
<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear1.htm> [Accessed 31 Jan, 2017]
- Nielsen, Jakob (2012), *Usability 101: Introduction to Usability* (2012)
- Kusumowidagdo, Astrid (2005), *Peran Penting Perancangan Interior Pada Store Based Retail*
- Milgram, P. , Kishino, F. (1994), *A Taxonomy Of Mixed Visual Displays*
- Nugroho, Adi (2010), *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML & Java*
- Phan, Viet Toan, dan Choo, Seung Yeun (2010), *Interior Design in Augmented Reality Environment*
- Rahadi, D.R. (2014), *Pengukuran Usability Sistem Menggunakan Use Questionnaire Pada Aplikasi Android*
- Raharja , M.T. (2013), *Analisis Penerapan Augmented Reality Dalam Perancangan Sistem Katalog Design Perumahan C.V Raft Origin*
- Robertson G. , Mackinlay J. , Card S. (1991), *Cone Trees : Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information*
- S, Rosa A. dan M. Shalahuddin (2013), *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*
- Sommerville, I. dan Stevens, P. (2012), *Introduction to Software Engineering . 1st ed*, French Forest, N.S.W . Pearson
- Ulum, A. (2010), *Daftar Simbol Enterprise Architect 7.0* | elib.unikom.ac.id [online]
Tersedia di :
http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/459/jbtunikompp-gdl-asepseaful-22933-12-unikom_a-1.pdf [Accessed 9 April 2017].
- Washington (2004), *ARToolKit* | hitl.washington.edu [online]
Tersedia di :
<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> [Accessed 26 Jan, 2016]
- Xiao, Cheng dan Lifeng, Zhang (2014), *Implementation of Mobile Augmented Reality Based on Vuforia and Rajawali*
- Yusuf, M.R., Aristiawan (2015), *Unity 3D Game Engine* | hermantolle.com [online]
Tersedia di :
<http://www.hermantolle.com/Class/docs/unity-3d-game-engine/> [Accessed 26 Jan, 2016]