

RANCANG BANGUN *AUGMENTED REALITY* DENGAN MENGGUNAKAN *MULTIPLE MARKER* UNTUK PERAGAAN PERGERAKAN MODEL KERANGKA TUBUH MANUSIA

Mast Imam Usman AE¹, Ernawati², Funny Farady Coastera³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jl. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA

(tel: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹masttimam@gmail.com

²w_ier_na@yahoo.com

³ffcoastera@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kemajuan teknologi di bidang multimedia yaitu *Augmented Reality* dan menggabungkannya dengan ilmu kesehatan, untuk menghasilkan aplikasi yang dapat memberikan informasi kerangka tubuh manusia dengan tampilan yang lebih nyata. Tujuan dari penulisan ini adalah menganalisis dan membuat sebuah Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* dengan Menggunakan *Multiple Marker* untuk Peragaan Pergerakan Model Kerangka Tubuh Manusia. Aplikasi *augmented reality* ini dikembangkan berdasarkan metode *Sekuensial Linier* dan analisis berorientasi objek *Unified Modeling Language* (UML). Untuk membangun aplikasi ini digunakan *Vuforia* dan *Unity3D.Output* dari aplikasi ini berupa objek 3D tulang rangka manusia.

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa: (1) Penelitian ini telah berhasil membangun aplikasi *augmented reality* dengan menggunakan *multiple marker* untuk peragaan pergerakan kerangka tubuh manusia dengan pemodelan aplikasi menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) dan bahasa pemrograman *JavaScript*, (2) Pada tahap pengujian sistem untuk jarak antara *smartphone* dan marker dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek dengan jarak 10-40 cm, (3) Pada tahap pengujian sistem dengan *smartphone* yang berbeda jenis, dapat disimpulkan bahwa objek dapat berjalan dengan baik, namun terdapat rentang waktu deteksi *marker* untuk menampilkan objek 3D, (4) Pada tahap pengujian dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda dapat disimpulkan bahwa sistem membutuhkan cahaya yang cukup untuk dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek 3D, (5) Pada tahap pengujian dengan memperhatikan pada sudut deteksi antara *smartphone* dan *marker*, dapat disimpulkan bahwa pada sudut 45, 90, dan -45 derajat, *marker* masih dapat dideteksi dan menampilkan objek 3D, (6) Pada tahap pengujian dengan menutupi area *marker* hingga setengah atau 50 % dari area *marker*, sistem masih dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek 3D.

Kata kunci: *Augmented Reality*, *Multiple Marker*, Kerangka Manusia

Abstract: This study was inspired by technology advances in multimedia field that

is *Augmented Reality* and combine it with health science, to generate an application

that can provide information about human skeleton with more realistic view. The purpose of this paper is to analyze and to build Design of Augmented Reality Applications Using Multiple Marker for Movement Demonstration of Model Human Skeleton. This augmented reality application developed by Linear Sequential method and object-oriented analysis Unified Modeling Language (UML). This application is build using Vuforia and Unity3D. The output of this application is the 3D form object of human skeleton.

Analysis results showed that: (1) This research has managed to build an augmented reality applications using multiple markers to show the movement of the human skeleton with modeling application using UML (Unified Modeling Language) and JavaScript programming language, (2) On system testing stage for distance between smartphone and the marker can be concluded that the system can detect a marker and display objects within the distance of 10-40 cm, (3) In the testing phase of the system with a different smartphone types, it can be concluded that the object can running well, but there timespan for marker detection to display 3D objects, (4) For vary lighting conditions testing can be concluded that the system requires enough light to be able to detect the marker and displays 3D objects, (5) For detection angle testing between a smartphone and a marker, it can be concluded that at an angle of 45, 90, and -45 degrees, the marker can still be detected and display 3D objects, (6) At the stage of testing the marker area covering up to half

or 50% of the area markers, the system can still be detecting marker and display 3D objects.

Keywords: Augmented Reality, Multiple Markers, Human Skeleton

I. PENDAHULUAN

Teknologi di bidang multimedia yang sedang berkembang saat ini adalah *Augmented Reality (AR)* atau yang lebih dikenal dengan realitas bertambah dalam bahasa Indonesia. *Augmented Reality* adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi kedalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Bisa diartikan juga bahwa *Augmented Reality* yang disingkat dengan AR adalah perwujudan dari benda di dunia maya kedalam dunia nyata baik dalam dua dimensi atau tiga dimensi. AR digunakan untuk meningkatkan persepsi pengguna dalam kenyataan serta membantu user untuk melakukan tugas tertentu. AR pada saat ini mengalami perkembangan yang pesat dan telah menyentuh berbagai kehidupan salah satunya dalam dunia kesehatan.

Banyak yang bisa dibangun menggunakan teknologi AR, dengan perangkat keras kamera atau webcam yang digunakan untuk menangkap objek gambar yang telah didesain kemudian gambar akan diterjemahkan oleh aplikasi yang dikenalkan dengan sebuah penanda atau dikenal dengan nama marker yang kemudian akan kembali menampilkan gambar beserta obyek yang telah dipasang dengan marker sebelumnya. Sehingga obyek

nyata akan menyatu dengan obyek maya dalam tampilan akhir aplikasi.

Didalam dunia kesehatan, terdapat bermacam-macam jenisbidang ilmu.Salah satunya adalah ilmu yang mempelajari tentang kerangka tubuh manusia atau yang disebut dengan anatomi.Untuk mempelajari tentang anatomi tubuh manusia, biasanya menggunakan model kerangka tubuh manusia yang berupa *mankind*.Namun permasalahanny adisini adalah dengan menggunakan model kerangka tersebut akan kurang efektif karena akan sulit untuk dibawa kemana-mana karena memiliki ukuran yang relative besar. Maka dengan penambahan teknologi AR yang ada akan mempermudah pengenalan kerangka tubuh manusia karena dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja tanpa harus membawa model kerangka tubuh manusia tersebut. Dengan menggunakan teknologi AR *user* akan lebih terasa jelas karena AR mempresentasikan kerangka tubuh manusia tersebut secara virtual tiga dimensi dan *real time*.

Dari uraian diatas, guna mendukung dalam penulisan skripsi serta memberikan gambaran bahwa penggabungan 3D atau animasi dengan dunia nyata memiliki peran dalam menyampaikan informasi maka judul skripsi ini adalah **“Rancang Bangun *Augmented Reality* Dengan Menggunakan *Multiple Marker* Untuk Peragaan Pergerakan Model Kerangka Tubuh Manusia”**.

II. LANDASAN TEORI

A. Kerangka

Kerangka adalah rangkaian tulang yang mendukung dan melindungi beberapa organ lunak, terutama tengkorak dan panggul.

Kerangka berfungsi untuk menggambarkan bentuk tubuh, penentuan tinggi seseorang, perlindungan organ tubuh yang lunak (otak, hati dan jantung), sebagai tempat melekatnya beberapa otot-otot, menggantikan sel-sel yang rusak, memberikan sistem sambungan gerakpengendali (kontrol), dan untuk menyerap reaksi dari gaya atau *force* serta beban kejut.

B. *Augmented Reality*

Ronald T. Azuma (1997) mendefinisikan *augmented reality* atau realitas bertambah sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata. Hasilnya ditampilkan secara interaktif dan dalam waktu nyata (*realtime*).

Ada beberapa metode yang digunakan pada *Augmented Reality* yaitu *marker based tracking* dan *markerless* (Prihantono, 2013).Berikut ini merupakan beberapa teknik dalam metode *markerless object tracking*:

1. *Marker Based Tracking*
2. *Markerless*
3. *Face Tracking*
4. *3D Object Tracking*
5. *Motion Tracking*
6. *GPS Based Tracking*

C. Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* yang berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi.Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka.

Android merupakan generasi baru *platform mobile* dan merupakan *platform* yang memberikan pengembang untuk melakukan sesuai dengan yang diharapkannya.Pengembang aplikasi Android diperbolehkan untuk

mendistribusikan aplikasi mereka dibawah skema lisensi apapun yang mereka inginkan. Pengembang memiliki beberapa pilihan ketika membuat aplikasi berbasis Android.

D. UML (*Unified Modeling Language*)

UML (*Unified Modeling Language*) adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan *requirement*, membuat analisis & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek. UML muncul karena adanya kebutuhan pemodelan visual untuk menspesifikasikan, menggambarkan, membangun dan dokumentasi dari sistem perangkat lunak. UML hanya berfungsi untuk melakukan pemodelan. Jadi penggunaan UML tidak terbatas pada metodologi tertentu, meskipun pada kenyataannya UML paling banyak digunakan pada metodologi berorientasi objek (Salahudin, 2011:120).

Dari hasil analisa, dibuat rancangan sistem berdasarkan metode berorientasi objek dengan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). Diagram UML yang digunakan dalam perancangan aplikasi ada empat diagram, yaitu :

1. *Use Case Diagram*
2. *Class Diagram*
3. *Activity Diagram*
4. *Sequence Diagram*

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian terapan. Penelitian terapan ini

bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi *augmented reality* untuk peragaan pergerakan model kerangka tubuh manusia.

B. Sarana Pendukung

Dalam penelitian ini sarana pendukung berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang berperan penting dalam hal desain sistem dan *generate code* pada sistem.

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan antara lain:
 - a. Laptop ASUS dengan spesifikasi Intel Core i3, RAM 4GB, HDD 500GB.
 - b. *Smartphone* Android Sony Xperia L
2. Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan antara lain :
 - a. Sistem operasi *Windows 7*
 - b. Android *Jellybean* .
 - c. *Unity*.
 - d. *Vuforia*.
 - e. *3Dmax*.
 - f. *Photoshop CS 3*
 - g. *Astah Community*

C. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer
Data Primer yang dibutuhkan berupa data gambar citra kerangka manusia.
2. Data Sekunder
Data sekunder berupa informasi tentang tulang rangka manusia yang akan dijadikan model 3D. Data sekunder diperoleh dari buku Sobotta.

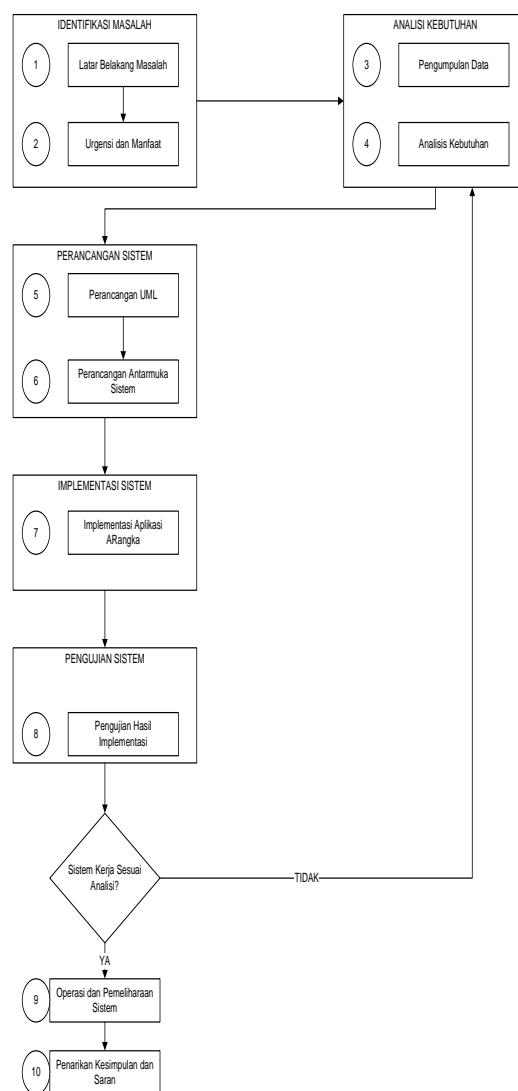
D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan
Studi lapangan bertujuan mengumpulkan citra model kerangka manusia. Data yang dibutuhkan berupa nama-nama dan bentuk tulang.
2. Studi Pustaka
Studi Pustaka dilakukan dengan cara mempelajari teori-teori literatur dan buku-buku yang berhubungan dengan aplikasi yang akan dibangun dalam tugas akhir ini
3. Angket
Angket disebarakan untuk melihat kelayakan sistem. Kelayakan sistem diambil dari penilaian yang diberikan oleh responden. Responden diambil secara acak, yang terdiri dari masyarakat dan mahasiswa dengan total jumlah responden sebanyak 50 orang.

E. Metode Pengembangan Sistem

Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat digambarkan pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan dari diagram alir penelitian diatas adalah sebagai berikut:

1. Pada tahap pertama dilakukan identifikasi masalah yang dimulai dengan mencari latar belakang permasalahan serta mencari solusinya.
2. Tahap kedua yaitu menentukan tujuan, manfaat dan ruang lingkup penelitian. Target pencapaian dalam tahap ini adalah diketahuinya tujuan dan manfaat dari aplikasi yang akan dibangun. Aplikasi yang akandibangun adalah aplikasi *augmented*

reality untuk model peragaan pergerakan kerangka tubuh manusia. Sedangkan batasan masalah digunakan untuk membatasi pembahasan dan ruang lingkup penelitian agar tidak terlalu luas.

3. Pada tahap ketiga dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam membangun aplikasi *augmented reality* untuk peragaan pergerakan kerangka tubuh manusia. Pengumpulan data tersebut akan diperoleh dari studi lapangan dan studi pustaka.
4. Tahap keempat adalah proses analisis kebutuhan, yang terdiri dari kebutuhan proses, analisis kebutuhan input, analisis kebutuhan output, dan analisis kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras.
5. Tahap kelima yaitu perancangan *Unified Modelling Language* (UML). Pada tahapan ini akan diketahui semua entitas luar, input, dan output yang terlibat dalam sistem serta diagram *use-case*, diagram *class*, diagram *activity*, dan diagram *sequence* yang digunakan dalam analisis sistem.
6. Tahap keenam yaitu perancangan *flowchart* dan antarmuka (*human interface*). Tahap perancangan *flowchart* digunakan untuk menggambarkan sistem baru yang akan dikembangkan secara logis tanpa mempertimbangkan terlebih dahulu lingkungan sistem. Tahap perancangan antarmuka akan dibuat dalam beberapa rancangan tata letak sistem sesuai dengan analisis kebutuhan dari sistem.
7. Tahapan ketujuh yaitu implementasi sistem secara keseluruhan. Implementasi berdasarkan hasil dari tahapan keempat hingga keenam, yaitu dari tahapan analisis

kebutuhan, UML, *flowchart*, dan antarmuka.

8. Tahapan kedelapan yaitu tahapan pengujian hasil implementasi sistem secara umum. Pengujian meliputi pengujian *white box*, pengujian *black box*, pengujian kelayakan sistem melalui angket, pengujian jarak deteksi, pengujian pencahayaan, dan pengujian dengan *smartphone* berbeda.
9. Tahapan kesepuluh adalah operasi dan pemeliharaan sistem. Tahapan ini dilakukan setelah proses pengujian sistem telah berhasil dilakukan.
10. Tahapan terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran. Tahap tersebut dilakukan untuk mengetahui hasil yang telah diperoleh selama melakukan penelitian.

F. Metode Uji Kelayakan Sistem

Uji kelayakan dilakukan untuk mendapatkan penilaian langsung terhadap sistem yang dihasilkan. Target dari pengujian kelayakan sistem ini adalah responden (calon pemakai sistem). Adapun tahapan dari uji kelayakan ini adalah:

1. Kuesioner

Kuisisioner atau angket merupakan daftar pertanyaan yang diajukan pada seorang responden untuk mencari jawaban dari permasalahan yang diteliti.

2. Tabulasi Data

Proses perhitungan data angket menggunakan skala *likert* (Hasibuan, 2007). Sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan skala *likert*, maka terlebih dahulu dicari interval kelas dengan Persamaan (3.1):

$$i = \frac{m-n}{k} \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

i = interval kelas

m = angka tertinggi skor

k = banyak kelas

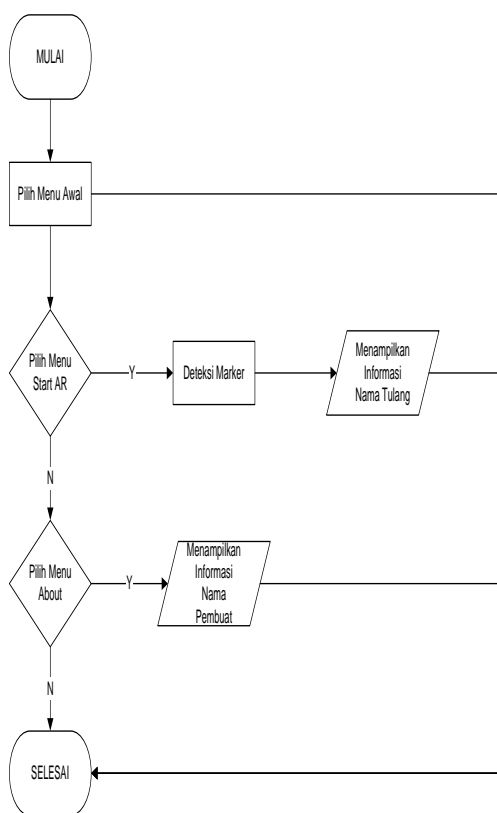
n = angka terendah skor

Skala *likert* adalah perhitungan skor pada tiap-tiap interval dari pernyataan yang diberikan ke responden. Hasil dari proses perhitungan disajikan dalam bentuk tabel. Sehingga didapatkan nilai uji kelayakan terhadap sistem.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Sistem

1) Alur Kerja Sistem



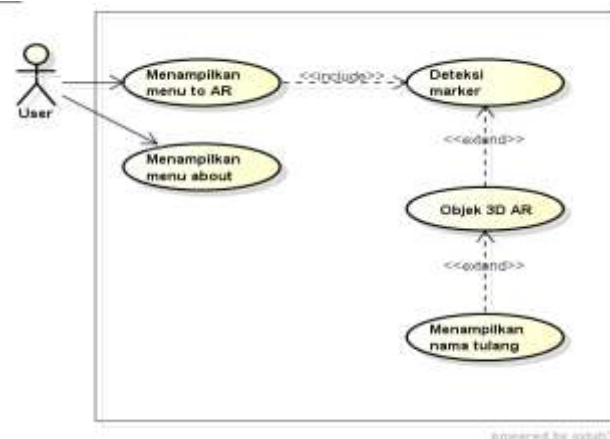
Gambar 2. Alur Kerja Sistem

B. Perancangan UML (*Unified Modelling Language*)

1. Use Case Diagram

Diagram yang bekerja mendeskripsikan tipikal interaksi antara pengguna dengan sebuah

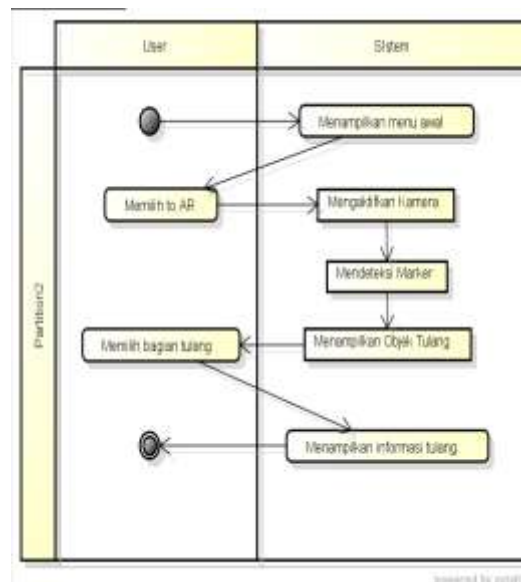
sistem melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem dipakai. *Use Case diagram* terdiri dari sebuah aktor dan interaksi yang dilakukannya. *Use case diagram* dari ARangka dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram

2. Activity Diagram

Pada pemodelan UML, *activity diagram* dapat digunakan untuk menjelaskan bisnis dan alur kerja operasional secara *step-by-step* dari komponen suatu sistem. *Activity diagram* dari ARangka dapat dilihat pada gambar 4.

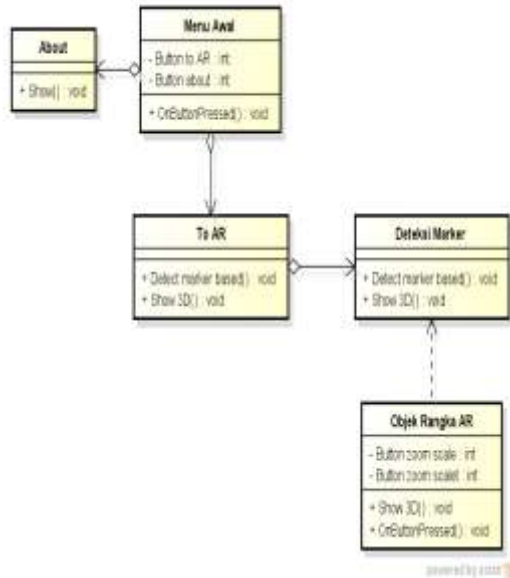


Gambar 4. Activity Diagram

3. Class Diagram

Class diagram adalah diagram yang menunjukkan kelas-kelas yang ada dari sebuah

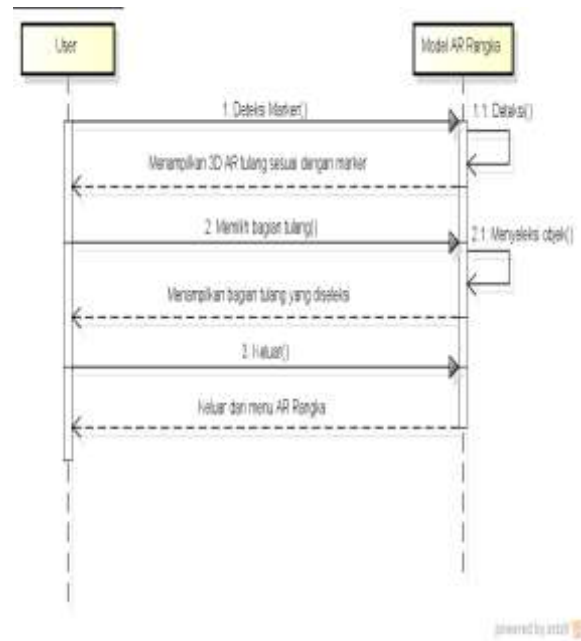
sistem dan hubungannya secara logika. Karena itu *class diagram* merupakan tulang punggung atau kekuatan dasar dari hampir setiap metode berorientasi objek termasuk UML.



Gambar 5. Class Diagram

4. Sequence Diagram

Sequence diagram biasa digunakan untuk menggambarkan skenario atau rangkaian langkah-langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah *event* untuk menghasilkan *output* tertentu. *Sequence diagram* ARangka dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Sequence Diagram

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Aplikasi ARangka

1) Pengujian Terhadap Jarak Deteksi

Pada proses identifikasi marker dilakukan untuk mengetahui pola marker tersebut dengan cara mencari pola marker hasil tangkapan kamera yang terekam dengan perbandingan acuan pada file pola marker yang tersimpan dan telah diintegrasikan dalam program. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Terhadap Jarak Deteksi

Marker	Jarak Deteksi (Cm)									
	5	1	1	2	2	3	3	4	4	5
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Kepala	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
Badan										
Tangan Kanan	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
Tangan Kiri	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
Kaki Kanan	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
Kaki Kiri	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-

2) Pengujian Terhadap Waktu Pengenalan *marker*

Pada pengujian ini akan dilakukan pengukuran terhadap lama waktu *smartphone* pada saat mendeteksi atau mengenali *marker*. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Terhadap Waktu Pengenalan *Marker*

No	Merk <i>smartphone</i>	Spesifikasi	Hasil deteksi AR	Lama deteksi AR	Keterangan
1	Xiaomi Redmi Note dengan os 4.2 (Jellybean)	Cpu : Quad Core 1.6 GHz Processor Kamera Belakang : 13 MP	Berhasil	00.00.86 Detik	Kualitas objek 3D ditampilkan dengan baik
2	Asus Zenfone 6 dengan os 4.4 (Kitkat)	Cpu : Dual-Core Z2580 Processor 2.0 GHz Kamera Belakang : 13MP	Berhasil	00.00.69 Detik	Kualitas objek 3D ditampilkan dengan baik
3	Sony Xperia C4 dengan os 5.0 (Lollipop)	Cpu : Quad Core 1.6 GHz Processor Kamera belakang : 13 MP	Berhasil	00.00.49 Detik	Kualitas objek 3D ditampilkan dengan baik

3) Pengujian Terhadap Pencahayaan

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pada beberapa kondisi pencahayaan. Pengujian dilakukan dengan jarak yang digunakan adalah 10cm dengan tujuan agar kamera *smartphone* dapat mendeteksi *marker*. Untuk hasil pengujian terhadap pencahayaan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Terhadap Pencahayaan

No	Sumber Cahaya	E (lx)	Keterangan
1	Siang hari yang cerah di tempat terbuka	100.000	Berhasil menampilkan objek
2	Siang hari yang cerah di dalam ruang dekat jendela dekanat Teknik	2500	Berhasil menampilkan objek
3	Selama matahari terbit	500	Berhasil menampilkan objek
4	Cahaya bulan pada malam yang cerah	0,25	Tidak berhasil menampilkan objek

4) Pengujian Terhadap Sudut Deteksi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sudut yang ideal antara *smartphone* dan *marker* untuk dapat mendeteksi *marker* tersebut dan menampilkan objek 3D. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian terhadap sudut deteksi

No	Besar Sudut	Hasil
1	0°	Tidak berhasil mendeteksi <i>marker</i>
2	45°	Berhasil mendeteksi <i>marker</i>
3	90°	Berhasil mendeteksi <i>marker</i>
4	-45°	Berhasil mendeteksi <i>marker</i>

5) Pengujian *Marker* dengan Perlakuan Bervariasi

Pada pengujian ini, *marker* akan diberikan perlakuan, berupa:

1. Dengan perbedaan ukuran *marker*
2. Dengan menutupi sebagian hingga keseluruhan area *marker*

Tujuan pengujian ini adalah mengamati respon sistem terhadap *marker* yang diberikan uji coba tersebut. Hasil pengujian terhadap perlakuan pada *marker* dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Pengujian Terhadap Ukuran Marker yang Berbeda

No	Ukuran <i>marker</i>	Keterangan
1	6 x 6	Berhasil
2	12 x 12	Berhasil
3	18 x 18	Berhasil
4	24 x 24	Berhasil

Tabel 6. Pengujian Terhadap Marker yang Ditutupi

No	Marker ditutupi (%)	Keterangan
1	25 %	Berhasil menampilkan objek 3D
2	50 %	Berhasil menampilkan Objek 3D
3	75 %	Tidak berhasil menampilkan Objek 3D
4	100 %	Tidak berhasil menampilkan Objek 3D

VI. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan perancangan sistem, serta implementasi dan pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada tahap pengujian sistem dengan jarak antara *smartphone* dan *marker* dapat disimpulkan bahwa aplikasi ARangka dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek dengan jarak 10-40 cm.
2. Pada tahap pengujian sistem dengan *smartphone* yang berbeda jenis, dapat disimpulkan bahwa objek dapat berjalan dengan baik. Namun terdapat jenjang

waktu deteksi *marker* untuk menampilkan objek 3D.

3. Pada tahap pengujian dengan kondisi pencahayaan yang berbeda-beda dapat disimpulkan bahwa aplikasi ARangka membutuhkan cahaya untuk dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek 3D.
4. Pada tahap pengujian dengan memperhatikan pada sudut deteksi antara *smartphone* dan *marker*, dapat disimpulkan bahwa pada sudut 45, 90, dan -45 derajat, *marker* masih dapat dideteksi dan menampilkan objek 3D.
5. Pada tahap pengujian dengan menggunakan ukuran *marker* dengan skala yang berbeda-beda, *marker* masih bisa dideteksi dan menampilkan objek.
6. Pada tahap pengujian dengan memberikan penghalang pada *marker* hingga menutupi setengah atau 50% dari area *marker*, aplikasi ARangka masih dapat mendeteksi *marker* dan menampilkan objek 3D.

REFERENSI

- [1] Afissunani, Akhmad., Akuwan, Saleh., Assidiqi, Hasbi. 2011. *Multi Marker Augmented Reality Untuk Magic Book*. Tersedia : (http://repo.eepis-its.edu/1092/1/paper_afis.doc.pdf) [dikutip : 09 Januari 2015]
- [2] Azuma, Ronald T. 1997. *A Survey of Augmented Reality*, In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4, 355-385.
- [3] Fernando, Mario. 2013. *Membuat Aplikasi Android Augmented Reality Menggunakan Vuforia SDK dan Unity*. AR Online. Surakarta.
- [4] Hasibuan, Z. A. 2007. *Metodologi Penelitian pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. Jakarta.
- [5] Janutriyuda, Kadi, Pratama, M. A. Simulasi Metamorfosis Kupu-Kupu 3D Berbasis *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Biologi. Tersedia: http://eprints.mdp.ac.id/785/1/JURNAL%202009250011%20KADL_JANUTRIYUDA%20DAN%202009250061%20M_APRI_PRATAMA.pdf [dikutip: 09 Januari 2015]

- [6] Mario. 2013. *Membuat Aplikasi Augment Reality Menggunakan Vuforia SDK dan Unity*. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika: Universitas Klabat Manado.
- [7] Mulyatiningsih, Endang. 2012. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Alfabeta. Bandung.
- [8] Nugroho, A. 2005. *Analisis Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*. Informatika. Bandung.
- [9] Nurhayati, Oki. 2009. *Konsep Interaksi Manusia dan Komputer*. Tersedia: http://eprints.undip.ac.id/22738/1/Pert4_KonsepIMK.pdf [Diakses : 9 Januari 2015]
- [10] Nurmianto, Eko. 2003. *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Guna Widya. Yogyakarta.
- [11] Pressman, Roger S. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi)*. Andi. Yogyakarta.
- [12] Prihantono, D. 2013. *Aplikasi 3D Interaktif Tata Surya Berbasis Augmented Reality*. Buku AR Online. Solo.
- [13] Rahmawati, Isnawati. 2013. *Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Edukasi Kesehatan Bagi Anak - Anak*. Tersedia : (http://repository.amikom.ac.id/files/Publikasi_12.21.0650.pdf) [dikutip : 09 Januari 2015]
- [14] Rifai, Muhammad., Listyorini, Tri., Latubessy, Anastasya., (2014), "Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Katalog Rumah Berbasis Android", Prosiding SNATIF ISBN:978-602-1180-04-04. [dikutip : 19 Agustus 2015]
- [15] Safaat, Nazarudin. 2011. *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*. Informatika. Bandung.
- [16] Salahudin. 2011. *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Modula. Bandung.
- [17] Singaribuan, Effendi. 1999. *Metodologi Penelitian Survei*. LP3ES. Yogyakarta.
- [18] Suyanto, M. 2003. *Multimedia Alat Untuk Meningkatkan Kemampuan Bersaing*. Yogyakarta.
- [19] Yudhastara, Brian. 2012. *Teknologi Augmented Reality Untuk Buku Pembelajaran Pengenalan Hewan Pada Anak Usia Dini Secara Virtual*. Tersedia: http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH_publicasi_11.22.1369.pdf. [Diakses : 9 Januari 2015].