

PEMBANGUNAN APLIKASI *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK REHABILITASI TERKILIR PADA PERGELANGAN KAKI

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Muhammad Indra Harjunada

NIM: 115060807111088



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PENGESAHAN

PEMBANGUNAN APLIKASI *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK REHABILITASI
TERKILIR PADA PERGELANGAN KAKI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Muhammad Indra Harjunada

NIM: 115060807111088

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
20 April 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Issa Arwani, S.Kom, M.Sc

NIP. 19830922 201212 1 003

Drs.Marji, M.T

NIP. 19670801 199203 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph. D

NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

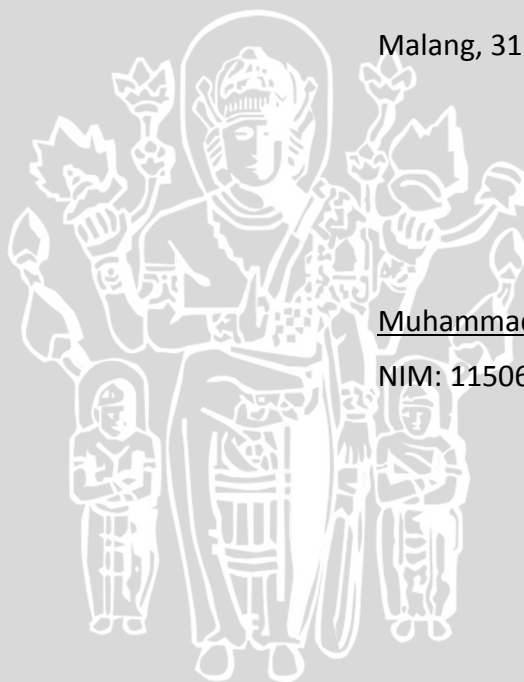
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 31 Maret 2017

Muhammad Indra Harjunada

NIM: 115060807111088



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pembangunan Aplikasi *Mobile Augmented Reality* Untuk Rehabilitasi Terkilir Pada Pergelangan Kaki”

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Issa Arwani, S.Kom, M.Sc dan Drs.Marji, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Informatika.
3. Agus Hariyono dan Lilik Yuani, kedua orang tua dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Aswin Suharsono, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing akademik yang memberikan pengarahan selama menempuh pendidikan di Universitas Brawijaya.
5. Keluarga besar Lembaga Tinggi Pesantren Luhur Malang yang telah banyak membantu, memberikan semangat dan doa selama penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman kelas J Informatika 2011 dan seluruh teman angkatan 2011 Program Studi Informatika yang sudah banyak memberikan dukungan dan saran selama menempuh pendidikan di Universitas Brawijaya.
7. Seluruh civitas academica Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini, namun tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 31 Maret 2017

Penulis

Muhammad_indra02@yahoo.co.id

ABSTRAK

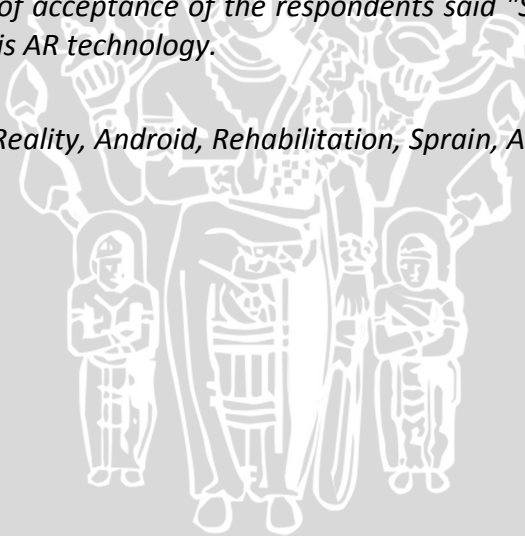
Latihan fisik merupakan cara efektif untuk meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup. Dalam masyarakat modern latihan fisik merupakan suatu keharusan, tidak hanya untuk menjaga kesehatan tetapi juga sebagai sarana untuk merehabilitasi dari cedera. Namun tidak dipungkiri bahwa ada beberapa risiko yang terjadi saat melakukan latihan fisik yang dapat menyebabkan luka seperti memar, terkilir atau bahkan patah tulang. Lebih penting lagi, ditemukan bahwa lutut dan pergelangan kaki adalah yang secara umum terkena cedera, di mana terkilir dan strain terbukti dengan 949 kasus untuk pria dan 194 untuk wanita. Terlepas dari kenyataan dengan rehabilitasi fisik dapat membantu pulih dari cedera, tetapi juga sangat membosankan. Hal ini terutama disebabkan oleh latihan yang tidak menarik bagi kebanyakan pasien, dan ketidaknyamanan harus dipantau melalui kunjungan ke spesialis secara rutin. Salah satu cara yang efektif adalah dengan penggunaan teknologi yang menyediakan umpan balik visual yang tepat untuk pasien melakukan latihan secara memadai, yaitu dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*. Pada penelitian ini akan dibangun aplikasi berbasis *augmented reality* yang didesain untuk mendukung terapi yang bertujuan untuk membantu pasien rehabilitasi terkilir pergelangan kaki. Teknologi ini dapat berjalan pada perangkat *mobile* android, sehingga mempermudah pasien untuk melakukan rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat 80,9% nilai rata-rata interpretasi dari penilaian 20 responden, yang menunjukkan bahwa tingkat penerimaan responden menyatakan "Sangat Setuju" terhadap teknologi AR Rehabilitasi ini.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Android, Rehabilitasi, Terkilir, Pergelangan Kaki.

ABSTRACT

Physical exercise is an effective way to improve the welfare and quality of life. In modern society physical exercise is a must, not only to maintain health, but also as a means to rehabilitate from injuries. But it is inevitable that there is some risk that occurs during physical exercise can cause injuries such as bruises, sprains or even broken bones. More importantly, it was found that the knee and ankle are generally exposed to injuries, sprains and strains which proved with 949 cases for men and 194 for women. Despite the fact the physical rehabilitation can help recover from injury, but also very boring. This is mainly due to the exercise of no interest to most patients, and discomfort should be monitored through regular visits to a specialist. One effective way is to use a technology that provides visual feedback to the patient's proper exercise adequately, using Augmented Reality technology. This research will be built based augmented reality application designed to support therapy aims to help patients sprained ankle rehabilitation. This technology can run on android mobile devices, making it easier for patients to perform rehabilitation of a sprained ankle. From the results of tests performed acquired 81.6% average value of respondents' interpretation of 20 votes, which showed that the level of acceptance of the respondents said "Strongly Agree" to the rehabilitation of this AR technology.

Keyword: Augmented Reality, Android, Rehabilitation, Sprain, Ankle.



DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR KODE.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah	2
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Rehabilitasi Medik.....	4
2.2.1 Teknik Dalam Rehabilitasi Medik	4
2.2.2 Rehabilitasi Terkilir Pada Pergelangan Kaki	5
2.3 Perangkat Mobile.....	6
2.3.1 Android.....	6
2.4 Augmented Reality	6
2.5 Pustaka Yang Digunakan.....	7
2.5.1 Unity	7
2.5.2 Vuforia.....	7
2.6 Marker	8
2.7 Mono Camera	8
2.8 Unified Modeling Language (UML).....	8

2.8.1 Use case Diagram	9
2.8.2 Sequence Diagram	9
2.8.3 Activity diagram	10
2.8.4 Class diagram	11
2.9 Pengujian Perangkat Lunak.....	11
2.9.1 Pengujian Fungsionalitas.....	12
2.9.2 Pengujian Non-Fungsional	12
2.9.3 Pengujian Usability.....	12
BAB 3 METODOLOGI	14
3.1 Studi Literatur	14
3.2 Analisa Kebutuhan	14
3.3 Perancangan	15
3.4 Implementasi	15
3.5 Pengujian Perangkat Lunak.....	15
3.6 Kesimpulan.....	15
BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN	16
4.1 Analisis Kebutuhan Sistem.....	17
4.1.1 Gambaran Umum Aplikasi	17
4.1.2 Identifikasi Aktor	17
4.1.3 Analisis Kebutuhan Fungsional	18
4.1.4 Analisis Kebutuhan Non Fungsional.....	21
4.2 Perancangan Sistem.....	22
4.2.1 Perancangan Work Flow	22
4.2.2 Pembuatan Konten	23
4.2.3 Perancangan Marker.....	23
4.2.4 Perancangan Activity diagram dan Sequence diagram	24
4.2.5 Perancangan Class Diagram	29
4.2.6 Perancangan Antar Muka Aplikasi	30
BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	33
5.1 Implementasi	34
5.1.1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan Sistem.....	34
5.1.2 Batasan Implementasi.....	35

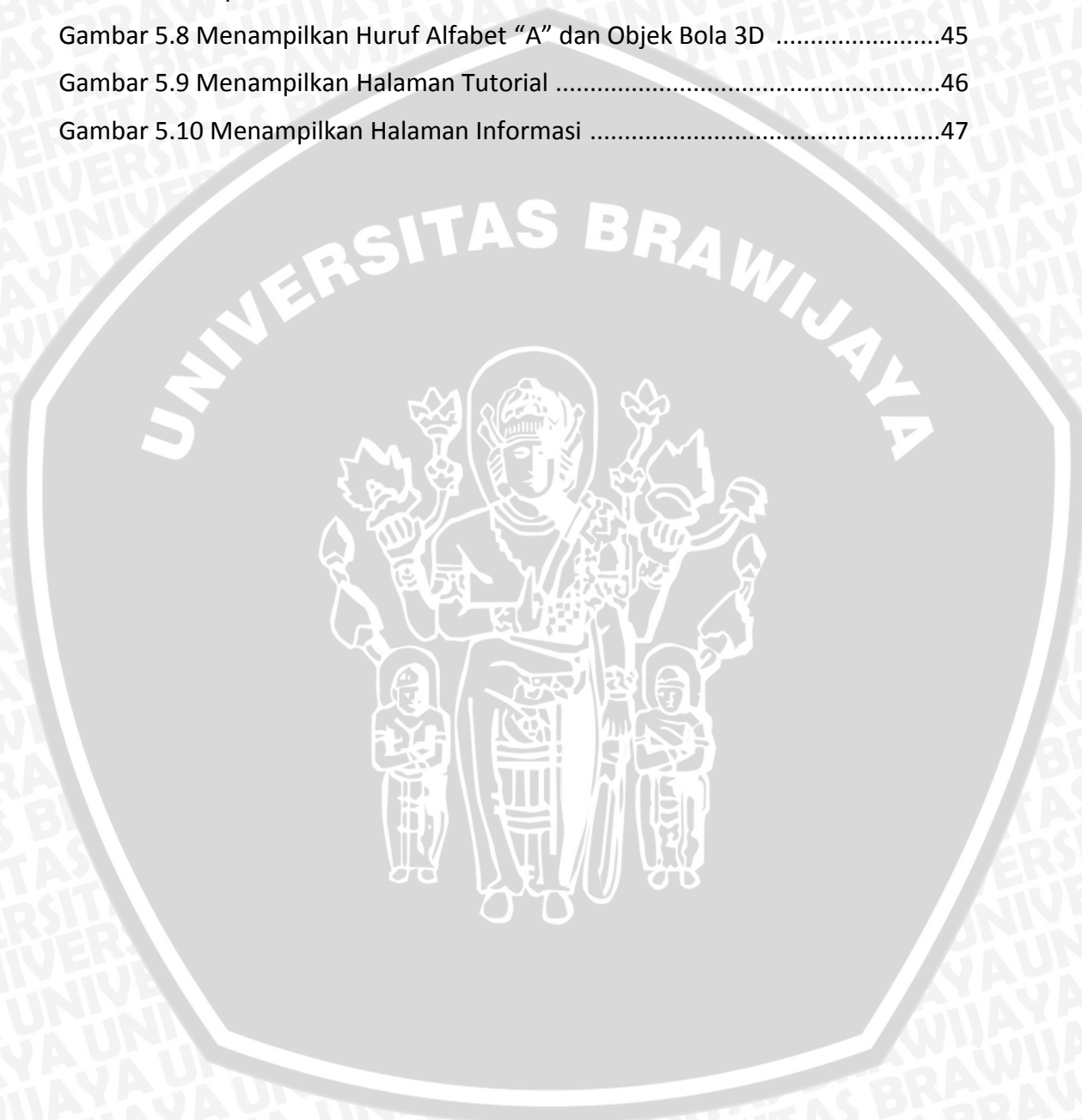
5.1.3 Implementasi Konten	36
5.1.4 Implementasi Marker	36
5.1.5 Implementasi Antarmuka Aplikasi	37
5.1.6 Implementasi Kode Program	39
5.2 Pengujian	44
5.2.1 Pengujian Fungsional	45
5.2.2 Pengujian Non Fungsional	48
5.2.3 Pengujian Usability	49
5.3 Analisis Hasil Pengujian	52
5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Fungsional	52
5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Non Fungsional	52
5.3.3 Analisis Hasil Pengujian Usability	52
BAB 6 PENUTUP	53
6.1 Kesimpulan	53
6.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Unity	7
Gambar 2.2 Logo Vuforia	7
Gambar 2.3 Contoh Pendeteksi Marker	8
Gambar 2.4 Contoh <i>Use Case Diagram</i>	9
Gambar 2.5 Contoh <i>Sequence Diagram</i>	10
Gambar 2.6 Contoh <i>Activity Diagram</i>	10
Gambar 2.7 Contoh <i>Class Diagram</i>	11
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	14
Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem	16
Gambar 4.2 Gambaran Umum Aplikasi	17
Gambar 4.3 Diagram <i>Use Case</i> Kebutuhan Aplikasi	18
Gambar 4.4 <i>Work Flow</i> Aplikasi	22
Gambar 4.5 Contoh Konten Huruf Alfabet dan Objek Bola 3D	23
Gambar 4.6 Contoh Marker Untuk Objek Bola 3D	23
Gambar 4.7 <i>Activity Diagram</i> Mulai	24
Gambar 4.8 <i>Squence Diagram</i> Mulai	25
Gambar 4.9 <i>Activity Diagram</i> Tutorial	25
Gambar 4.10 <i>Squence Diagram</i> Tutorial	26
Gambar 4.11 <i>Activity Diagram</i> Informasi	26
Gambar 4.12 <i>Squence Diagram</i> Informasi	27
Gambar 4.13 <i>Activity Diagram</i> Keluar	28
Gambar 4.14 <i>Squence Diagram</i> Keluar	28
Gambar 4.15 <i>Class Diagram</i> Aplikasi	29
Gambar 4.16 Bagan <i>Sitemap</i> Aplikasi	30
Gambar 4.17 Tampilan <i>Splash Screen</i> Aplikasi	30
Gambar 4.18 Tampilan Menu Utama Aplikasi	31
Gambar 4.19 Tampilan Halaman Utama Aplikasi	32
Gambar 5.1 Tahapan Implementasi dan Pengujian Sistem	33
Gambar 5.2 Implementasi Konten	36
Gambar 5.3 Implementasi Marker	36

Gambar 5.4 Implementasi <i>Splash Screen</i> Aplikasi	37
Gambar 5.5 Implementasi Halaman Menu	37
Gambar 5.6 Implementasi Halaman <i>Tutorial</i>	38
Gambar 5.7 Implementasi Halaman Informasi	38
Gambar 5.8 Menampilkan Huruf Alfabet “A” dan Objek Bola 3D	45
Gambar 5.9 Menampilkan Halaman Tutorial	46
Gambar 5.10 Menampilkan Halaman Informasi	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi Skala <i>Likert</i>	13
Tabel 4.1 Identifikasi Aktor	18
Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional User	18
Tabel 4.3 Skenario <i>Use Case</i> Mulai	19
Tabel 4.4 Skenario <i>Use Case</i> Tutorial	20
Tabel 4.5 Skenario <i>Use Case</i> Informasi	20
Tabel 4.6 Skenario <i>Use Case</i> Keluar	21
Tabel 4.7 Kebutuhan <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> Pembuatan Aplikasi	21
Tabel 4.8 Kebutuhan <i>Compatibility</i>	22
Tabel 4.9 Penjelasan Splash Screen Aplikasi	31
Tabel 4.10 Penjelasan Menu Utama Aplikasi	31
Tabel 4.11 Penjelasan Tampilan Halaman Konten	32
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras Komputer	34
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras <i>Smartphone</i> Android	34
Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer	35
Tabel 5.4 Spesifikasi Perangkat Lunak <i>Smartphone</i> Android	35
Tabel 5.5 Kasus Uji Mulai	45
Tabel 5.6 Kasus Uji Tutorial	46
Tabel 5.7 Kasus Uji Informasi	47
Tabel 5.8 Kasus Uji Keluar	48
Tabel 5.9 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.1	48
Tabel 5.10 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.2	49
Tabel 5.11 Pertanyaan Berdasarkan QPF	49
Tabel 5.12 Data Kuesioner	50
Tabel 5.13 Jumlah Data Kuesioner	51

DAFTAR KODE

Source code 5.1 Menu Huruf Alfabet	40
Source code 5.2 Implementasi Audio	40
Source code 5.3 Implementasi Deteksi Huruf	44



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Latihan fisik merupakan cara efektif untuk meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup. Latihan fisik suatu keharusan dalam masyarakat modern, tidak hanya karena manfaat peningkatan kesehatan tetapi juga sebagai sarana untuk merehabilitasi dari cedera (Garcia, 2014). Demikian pula, latihan pasif dan aktif yang bermanfaat untuk perkembangan otot, jaringan dan struktur rangka yang kuat. Lebih penting lagi, aktivitas fisik secara teratur telah terbukti mengurangi risiko penyakit seperti diabetes, tekanan darah tinggi dan stroke (Garcia, 2014).

Namun ada beberapa risiko yang terjadi dalam berlatih dari olahraga yang dapat menyebabkan menderita luka seperti memar, terkilir atau bahkan patah tulang (Garcia, 2014). Dalam sebuah studi komprehensif oleh School of Medicine di University of Rochester, Football terbukti menjadi olahraga yang umum dari cedera dengan 1185 dari 4551 kasus yang disurvei selama periode 7 tahun (Garcia, 2014). Ini adalah 12 kali jumlah cedera yang terlihat dalam olahraga yang umum berikutnya adalah basket dengan 126 kasus. Lebih penting lagi, ditemukan bahwa lutut dan pergelangan kaki yang umum terkena cedera, di mana terkilir dan strain terbukti dengan 949 kasus untuk pria dan 194 untuk wanita. Cedera ini dapat menjadi bermasalah dan berulang jika tidak diobati dengan benar (Garcia, 2014).

Terlepas dari kenyataan dengan rehabilitasi fisik dapat membantu pulih dari cedera, tetapi juga sangat membosankan. Hal ini terutama disebabkan oleh latihan yang tidak menarik bagi kebanyakan pasien, dan ketidaknyamanan karena agar kesehatan mereka terjaga, mereka harus dipantau melalui kunjungan ke spesialis secara rutin (Garcia, 2014).

Salah satu cara efektif adalah penggunaan teknologi yang menyediakan umpan balik visual yang tepat memungkinkan pasien untuk melakukan latihan secara memadai. *Augmented reality* adalah topik terpopuler di dunia teknologi informasi dan disebut-sebut sebagai teknologi terbaru dan tertinggi dari penggunaan webcam. *Augmented reality* biasa disebut dengan AR adalah suatu teknologi yang memadukan dunia maya (virtual) dan dunia nyata (real) dengan menggunakan bantuan perangkat digital. Penggunaan teknologi virtual reality di bawah rehabilitasi anggota badan menunjukkan hasil positif dalam memberikan latihan serta mengukur efektivitas pengobatan (Garcia, 2014).

Dengan latar belakang tersebut, dapat diambil judul “Pembangunan Aplikasi *Mobile Augmented Reality* Untuk Rehabilitasi Terkilir Pada Pergelangan Kaki” sebuah aplikasi berbasis augmented reality untuk perangkat *mobile* yang didesain untuk mendukung terapi yang bertujuan untuk membantu pasien rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan paparan latar belakang, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan salah satu metode rehabilitasi medik pada kasus terkilir pergelangan kaki dalam aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi ?
2. Bagaimana aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi bisa membaca marker pada kaki yang membantu pergerakan pada rehabilitasi terkilir pergelangan kaki ?
3. Bagaimana tingkat verifikasi dan penerimaan aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi ?

1.3 Tujuan

1. Dapat menerapkan salah satu metode rehabilitasi medik pada kasus terkilir pergelangan kaki dalam aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi.
2. Merancang dan mengimplementasikan marker yang bisa dibaca aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi dalam membantu pergerakan rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki.
3. Menguji tingkat verifikasi dan penerimaan aplikasi *mobile* AR Rehabilitasi.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan oleh penulis dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a. Dapat menerapkan pengetahuan yang didapat selama kuliah di Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer.
 - b. Mengetahui konsep kerja dari AR pada *Smartphone*.
2. Bagi Pengguna
 - a. Sebagai sarana untuk memberikan terapi berbasis rumah yang dapat meningkatkan tingkat motivasi dan kepatuhan terhadap rehabilitasi.
 - b. Dapat meningkatkan minat user untuk melakukan rehabilitasi.
 - c. Menjadi user yang ikut aktif dalam pengembangan teknologi ini kedepannya melalui saran-saran ataupun kritik yang disampaikan.

1.5 Batasan masalah

Untuk implementasi aplikasi, memiliki batasan-batasan tertentu agar penelitian tetap fokus pada masalah yang melatarbelakangi penelitian ini. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Target/sasaran utama adalah pasien yang mengalami terkilir pergelangan kaki, sehingga membutuhkan rehabilitasi sebagai proses penyembuhannya.

2. Aplikasi *mobile* ini diterapkan pada perangkat *mobile* OS Android minimal versi 2.2 dan prosesor ARMv7.
3. *Tracking Object* menggunakan marker.
4. Pustaka AR menggunakan pustaka dari Qualcomm (Vuforia).

1.6 Sistematika pembahasan

Adapun sistematika penulisan laporan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup atau batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

BAB II : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai teori-teori yang digunakan pada penyusunan skripsi ini dan sumber-sumber teori tersebut.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan menjelaskan tentang tata cara penelitian berdasarkan metodologi penelitian yang dipilih, meliputi studi literatur, perancangan, implementasi pengujian, dan analisis serta pengambilan kesimpulan.

BAB IV : ANALISIS DAN PERANCANGAN

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem seperti apa yang akan dibuat, meliputi analisis kebutuhan sistem sampai perancangan sistem dari teknologi *augmented reality* sebagai rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki.

BAB V : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang implementasi dan pengujian perancangan system teknologi *augmented reality* sebagai rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki.

BAB VI : PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan akhir dari pengembangan penelitian ini yang diperoleh dari pembuatan serta pengujian perangkat lunak, dan saran-saran yang akan digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang meliputi kajian pustaka dan dasar teori yang diperlukan. Kajian pustaka akan membahas penelitian yang ada dan yang telah diuraikan. Dasar teori akan membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

2.1 Kajian Pustaka

Mobile RehApp™ adalah sebuah aplikasi berbasis *augmented reality* untuk perangkat *mobile* yang memberikan latihan rentang gerak untuk membantu proses rehabilitasi terkilir pergelangan kaki. Sistem ini terdiri dari 3 ponsel mini game yang dibangun menggunakan sebagai dasar latihan ditemukan dalam literatur. Dalam berinteraksi dengan sistem, pasien didorong untuk duduk dengan kaki datar terluka di lantai. Sebuah AR penanda *custom-made* kemudian menempatkan pada kaki memungkinkan untuk ponsel RehApp™ untuk melacak gerakannya. Permainan ini kemudian dijalankan pada perangkat *mobile* seperti tablet Android atau iPad yang harus menunjuk ke kaki dengan penanda. Tak lama setelah itu, menu permainan menghadirkan tiga pertandingan ditampilkan pada layar (Garcia, 2014).

2.2 Rehabilitasi Medik

Rehabilitasi medik menurut Ahmad Tohamuslim (1985) adalah lapangan spesialisasi ilmu kedokteran baru, berhubungan dengan penanganan secara menyeluruh dari pasien yang mengalami gangguan fungsi atau cedera (*impairment*), kehilangan fungsi atau cacat (*disability*), yang berasal dari susunan otot-tulang (*musculoskeletal*), susunan otot syaraf (*neuromuscular*), serta gangguan mental, sosial dan kekaryaan yang menyertai kecacatan tersebut”.

Ruang lingkupnya mencakup kegiatan pelayanan medis meliputi, pemeriksaan fisik, mengadakan diagnosa, pengobatan dan pencegahan, latihan penggunaan alat-alat bantu dan fungsi fisik (Sandewita, 2014).

2.2.1 Teknik Dalam Rehabilitasi Medik

Dalam rehabilitasi medik ada beberapa teknik yang dapat digunakan, antara lain (Sandewita, 2014):

1. **Operasi ortopedi** dilakukan sebagai usaha untuk menghilangkan bagian yang menyebabkan terjadinya kesalahan bentuk atau gerak.
2. **Fisioterapi** adalah melatih otot-otot bagian badan yang mengalami kelainan, yang dilakukan sbelum dan sesudah tindakan medis. Dalam latihan ini melibatkan otot atau gerak secara aktif melalui berbagai kegiatan fisik, latihan berjalan, latihan keseimbangan, dan lain-lain.
3. **Activities daily living** adalah latihan berbagai kegiatan sehari-hari dengan maksud untuk melatih penderita agar mampu melakukan gerakan atau perbuatan menurut keterbatasan kemampuan fisiknya. Berdasarkan jenis

aktivitas sehari-hari, yang perlu diajarkan pada anak tunadaksa antara lain aktivitas pada tempat tidur, aktivitas pada kursi roda, aktivitas melayani keperluan sendiri, aktivitas bergerak dan berpindah tempat, dan aktivitas berpergian.

4. Occupational therapy adalah bentuk usaha atau aktivitas bersifat fisik dan psikis dengan tujuan membantu penderita tunadaksa agar menjadi lebih baik dan kuat dari kondisi sebelumnya melalui sejumlah tugas atau pekerjaan tertentu. Sarana yang dapat digunakan dalam kegiatan terapi tugas ini, antara lain melukis, memahat, kerajinan tangan, menyulam, merajut, untuk melatih kemampuan tangan.

5. Pemberian protese adalah pemberian perangkat tiruan untuk mengganti bagian-bagian tubuh yang hilang atau cacat, misalnya kaki tiruan, tangan tiruan, mata tiruan, gigi tiruan, dan sebagainya.

2.2.2 Rehabilitasi Terkilir Pada Pergelangan Kaki

Terkilir dalam istilah medis disebut dengan cedera ligamen atau kerusakan pada ligamen, terjadi ketika jaringan ikat membentang melewati kapasitas normal. Terkilir sering disebabkan oleh gerakan tiba-tiba dan teknik peregangan yang tidak tepat. Ketika ligamen rusak lebih parah, maka ligamen dapat robek atau pecah atau mengalami cedera yang lebih serius.

Terkilir pergelangan kaki biasanya akan menyerang pada bagian luar, jika cedera yang menyerang pada ligamen kaki tidak segera di obati maka biasanya akan menimbulkan kerobekan yang semakin lama akan semakin membesar atau meluas.

Oleh sebab itu segera diusahakan untuk melakukan perawatan dengan cara mengkombinasikan istirahat, kegiatan olahraga dan rehabilitasi dengan seimbang dan teratur, dan bahkan jika seseorang mengalami kerusakan pada ligamen yang semakin parah maka harus dilakukan pembedahan secara langsung.

Dalam fisioterapi terdapat 4 tahap untuk melakukan rehabilitasi terkilir pada pergelangan kaki, diantaranya yaitu tahap akut, tahap subakut, tahap gerakan full dan tahap fungsional (*performance skill*).

1. Tahap Akut merupakan tahapan untuk menghilangkan rasa sakit dan rasa nyeri dengan cara mengompres menggunakan air es dan mengkonsumsi obat yang telah diresepkan oleh dokter. Terkadang juga dokter menyarankan untuk mengikat dan melilitkan perban yang elastis pada pergelangan kaki agar dapat melindungi pergelangan kaki dari terjadinya cedera yang lebih lanjut. Selain itu untuk membantu dalam membatasi dan mengurangi pembengkakan, maka sesering mungkin untuk mengangkat kaki ketika sedang bersantai.

2. Tahap Subakut merupakan tahapan yang dimulai sekitar 4 hari samapai 2 minggu setelah terjadinya terkilir pada pergelangan kaki. Dilakukannya latihan ringan berupa menggambar alfabet di udara dengan jari-jari kaki, lingkaran pergelangan kaki, peregangan lembut, kegiatan nonweightbearing, seperti

bersepeda statis secara rutin yang bertujuan untuk menurunkan kekakuan pada pergelangan kaki yang disebabkan oleh pembengkakan.

3. Tahap gerakan full merupakan tahapan yang dimulai 2 sampai 6 minggu setelah terjadinya terkilir pada pergelangan kaki, biasanya dimulai setelah pasien mampu menanggung beban penuh pada pergelangan kaki dan dapat berjalan seperti biasanya. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan kembali gerakan, kekuatan dan fungsi dalam pergelangan kaki. Latihan yang biasa dilakukan yaitu latihan penguatan.

4. Tahap fungsional (*performance skill*) merupakan tahapan yang dilakukan berupa kegiatan pelatihan keseimbangan, seperti berdiri di permukaan yang tidak rata dan berdiri hanya pada kaki yang terluka. Selain itu melakukan aktivitas fungsional termasuk olahraga dan kegiatan rekreasi, melompat dan berjalan (Gamat, 2016).

2.3 Perangkat *Mobile*

Perangkat *mobile* adalah perangkat komunikasi leksibel, yang berarti perangkat tersebut bisa dibawa kemana-mana. Karakteristik dari perangkat bergerak ini adalah ukuran yang kecil, memori yang terbatas, dan konsumsi daya yang rendah. Dalam mengoperasikan perangkat *mobile* dibutuhkan suatu OS, salah satu OS yang sering digunakan yaitu adalah OS Android.

2.3.1 Android

Android merupakan *platform* terbuka (*Open Source*) untuk para pengembang, agar dapat menciptakan aplikasi mereka sendiri yang digunakan di berbagai piranti bergerak, yang secara umum merupakan OS berbasis Linux dan dipergunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, baik untuk ponsel, *smartphone* dan PC tablet.

Android merupakan kategori *open source*, dikarenakan *vendor* atau produsen memberikan hak penuh kepada pengguna android untuk memodifikasi atau merubah android sesuai keinginan, contohnya adalah *root* dan *unlock bootloader* (Priawan, 2013).

2.4 *Augmented Reality*

Augmented Reality merupakan gabungan dari komputer yang ada *webcam*, dengan *marker*. *Augmented Reality* bekerja dengan mendeteksi sebuah *marker* oleh *webcam*. *Webcam* diarahkan ke *marker*, *webcam* akan menandai pola *marker*, kemudian *webcam* akan mencari apakah *marker* sesuai dengan data di *database* atau di *library*. Bila iya, objek yang telah dibuat sebelumnya akan ditampilkan dengan menggunakan informasi *marker*. Jika tidak, informasi *marker* tidak dapat diolah oleh komputer dengan kata lain, *marker* tidak dapat menghasilkan objek apapun di atasnya (Sonjaya, 2010).

Display akan menampilkan gambar atau output hasil proses komputer. Ada tiga jenis *display* dalam AR yang pertama *Head Mounth Display* (HMD) yaitu

sebuah alat *display* yang dipakai ke penggunaanya menampilkan gambar hasil penggabungan lingkungan virtual dan lingkungan nyata. Bentuk nya seperti helm, atau kaca mata yang merupakan *handheld display* yaitu semacam perangkat genggam dengan kemampuan menampilkan gambar sekaligus proses data dan kemampuan *input* dan *tracking*, contohnya *smartphone* dan *PDA*. Terakhir adalah *spasial AR*, dimana penggunaanya tidak perlu membawa perangkat *display* untuk menampilkan langsung objek fisik dari *citra visual*, pada *spasial AR* perangkat disiapkan pada satu tempat dan tidak dapat dipindah pindahkan seperti pada *handheld display*, atau HMD (Julie, 2011).

2.5 Pustaka Yang Digunakan

2.5.1 Unity



Gambar 2.1 Logo Unity

Sumber: (Yusuf, 2013)

Pada gambar 2.1 terdapat logo unity. Unity adalah pengembangan game, merupakan alat render yang terintegrasi. Dapat membuat konten yang 3D interaktif secara cepat, aset siap pakai di Asset Store, mudahnya dalam penerbitan *multiplatform* dan banyaknya berbagi pengetahuan di komunitas.

Unity cocok di berbagai versi yaitu 32-bit dan 64-bit, dan dapat dioperasikan pada windows dan Mac OS x. Unity bisa digunakan untuk membuat video game 3D, animasi 3D dan visualisasi arsitektur serta yang interaktif lainnya. Dapat juga menghasilkan game untuk Mac, Windows, Wii, iPhone, iPad dan Android (Yusuf, 2013).

2.5.2 Vuforia



Gambar 2.2 Logo Vuforia

Sumber: (Fernando, 2013)

Vuforia adalah *software AR* yang dikembangkan oleh *Qualcomm*, *image recognition* yang dikerjakan lebih fokus karena sumber yang digunakan sangat konsisten, terlihat pada gambar 2.2 terdapat logo *vuforia*. *Vuforia* mempunyai hampir banyak kemampuan dan fitur-fitur, yang bisa membantu pengembang tanpa adanya batasan untuk mewujudkan pemikiran mereka.

Support untuk Android, iOS dan Unity3D. Platform vuforia bisa digunakan diseluruh jenis *smartphone* dan *tablet*. Pengembang bebas membuat aplikasi dengan banyak kemampuan antara lain, teknologi *computer vision* tingkat tinggi yang dapat memberikan efek khusus pada *mobile device*, dapat terus-menerus mengenali *multiple image*, *tracking* dan *detection* tingkat lanjut, serta solusi pengaturan database gambar yang fleksibel (Fernando, 2013).

2.6 Marker

Metode AR yang sedang berkembang saat ini adalah *marker AR*, dimana pengguna tidak lagi menggunakan sebuah *marker* warna hitam putih dan berbentuk kotak. Perusahaan Total Immersion merupakan perusahaan yang mengembangkan metode *marker AR*, berbagai teknik *Marker Tracking* telah mereka buat, seperti *3D Object Tracking*, *GPS Based Tracking*, *Motion Tracking* dan *Face Tracking* (Azuma, 2014). Contoh pendeteksian *marker* bisa dilihat pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Contoh Pendeteksian Marker

Sumber: (Azuma, 2014)

2.7 Mono Camera

Pada penelitian ini, camera yang digunakan pada *device* dalam membaca *marker* yaitu menggunakan *mono camera*. *Mono camera* merupakan *camera* yang sudah terdapat pada *package* dari vuforia, jadi tinggal *import package* ke *unity* untuk selanjutnya kita atur agar bisa terhubung dengan *marker*.

2.8 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah sebuah “bahasa” standar dalam industri untuk divisualisasi, merancang dan mendokumentasi sistem piranti lunak. UML merupakan standar untuk merancang model dari sebuah sistem. Dengan menggunakan UML kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, jaringan dan sistem operasi apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi karena dalam konsep dasarnya UML menggunakan *class* dan *operation*,

maka dalam penulisan piranti lunak akan lebih cocok ke bahasa-bahasa berorientasi objek seperti C++, java, C#, atau VB.NET. walaupun demikian, UML tetap bisa berguna untuk modeling aplikasi prosedural dalam VB atau C (Sommerville, 2011).

2.8.1 Use case Diagram

Use case diagram merupakan *use case* yang lebih ke menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Yang ditekankan adalah bukan “bagaimana” tetapi ke “apa” yang akan diperbuat sistem. *Use case* mempresentasikan interaksi antara aktor dan sistem. Seorang aktor adalah mesin atau entitas manusia yang berinteraksi dengan sistem untuk melakukan pekerjaan tertentu. *Use case diagram* sangat membantu bila kita sedang menyusun sebuah sistem dengan *requirement*, membicarakan rancangan dengan klien, dan merancang sebuah *test case* untuk semua *feature* yang ada di sistem (Sommerville, 2011). Contoh dari *use case diagram* bisa dilihat pada Gambar 2.4 berikut :

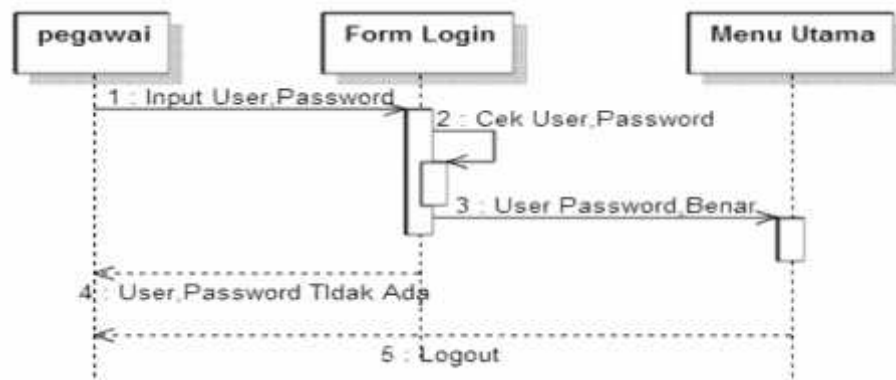


Gambar 2.4 Contoh Use Case Diagram

Sumber: (Sommerville, 2011)

2.8.2 Sequence Diagram

Sequence diagram adalah gambaran interaksi antara objek di sekitar dan di dalam sistem (termasuk *display*, pengguna dan lain sebagainya). *Sequence diagram* terdiri atas dimensi *horizontal* (objek yang terkait) dan dimensi *vertikal* (waktu). *Sequence diagram* dapat juga digunakan untuk menggambarkan rangkaian langkah-langkah atau skenario sebagai respons untuk menghasilkan *output* tertentu dari sebuah *event*. Diawali dari *men-trigger* aktivitas tersebut, proses dan perubahan yang terjadi secara *internal* dan *output* yang dihasilkan (Sommerville, 2011). Contoh dari *sequence diagram* bisa dilihat pada Gambar 2.5 berikut :

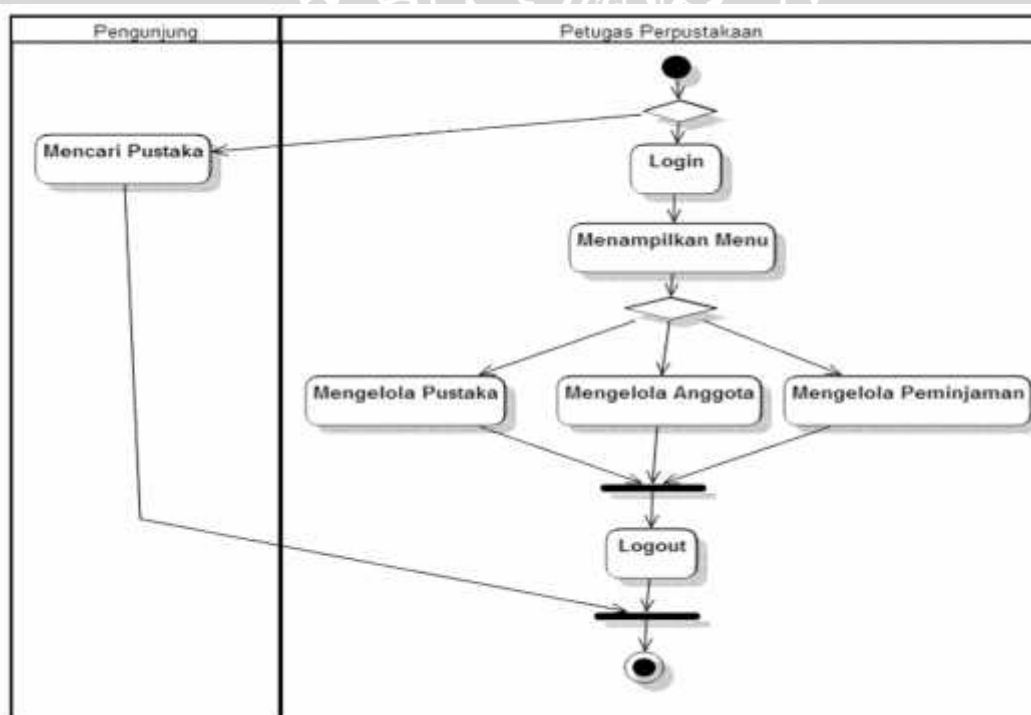


Gambar 2.5 Contoh Sequence Diagram

Sumber: (Sommerville, 2011)

2.8.3 Activity diagram

Activity diagram menunjukkan aktivitas yang terlibat di pengolahan data atau di dalam proses. *Diagram activity* seperti diagram state, merupakan diagram untuk memahami suatu alur kerja dari sebuah objek atau komponen yang dilakukan. *Activity diagram* bisa digunakan untuk mevisualisasikan interelasi dan interaksi antara use case berbeda, serta sering digunakan untuk mengasosiasikan dengan class yang berbeda. Kekuatan *activity diagram* adalah mempresentasikan concurrent activity (Sommerville, 2011). Contoh dari *activity diagram* bisa dilihat pada Gambar 2.6 berikut :



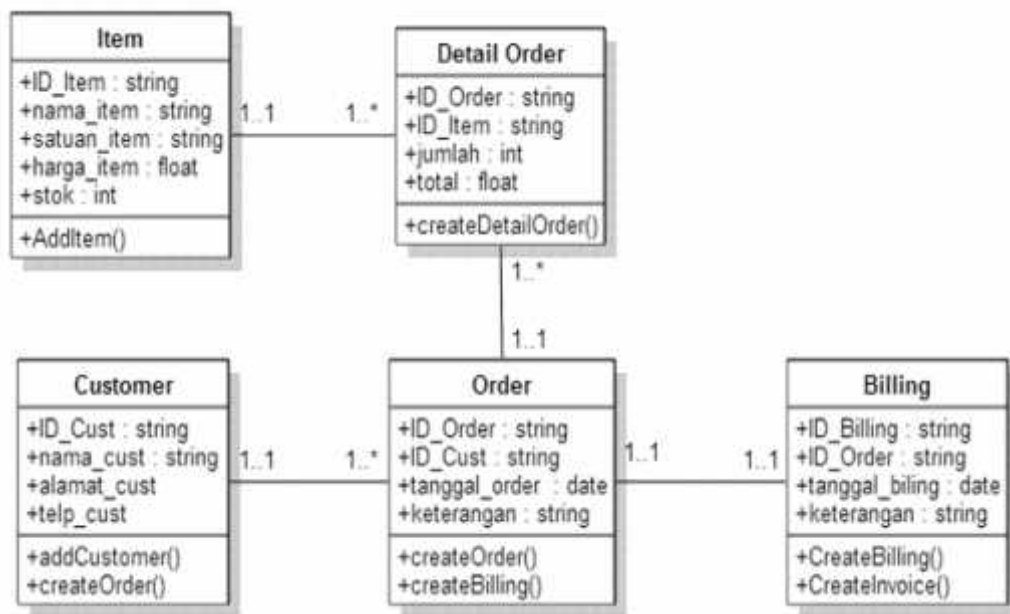
Gambar 2.6 Contoh Activity Diagram

Sumber: (Sommerville, 2011)

2.8.4 Class diagram

Class diagram menunjukkan kelas objek di dalam sistem dan asosiasi antara kelas-kelas. Diagram kelas digunakan ketika mengembangkan model sistem yang berorientasi objek untuk menunjukkan kelas-kelas di dalam sistem dan hubungan antara kelas-kelas tersebut. Sebuah kelas objek bisa dianggap sebagai definisi umum dari sebuah objek sistem.

Ketika seorang *developer* sedang mengembangkan model pada tahap awal proses rekayasa perangkat lunak, objek merepresentasikan sesuatu di dunia nyata, seperti pasien, resep, dokter, dan lain-lain. Sebagai sebuah implementasi yang dibangun, biasanya seorang *developer* harus menentukan objek implementasi tambahan untuk di sediakannya fungsionalitas sistem yang dibutuhkan (Sommerville, 2011). Contoh dari class diagram diagram bisa dilihat pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 Contoh Class Diagram

Sumber: (Sommerville, 2011)

2.9 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak ialah tahapan penting untuk membangun suatu perangkat lunak. Pengujian dilakukan dengan cara mengevaluasi perangkat lunak diantaranya yaitu deskripsi perancangan, program yang dihasilkan dan spesifikasi kebutuhan. Pengujian perangkat lunak terdapat dua metode, yaitu *Blackbox Testing* dimana pengujian ini fokus pada hasil atau output yang dikeluarkan oleh aplikasi, dan *Whitebox Testing* untuk mengetahui cara kerja dari program secara internal. Dalam penelitian ini pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing* yang meliputi pengujian fungsionalitas.

2.9.1 Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsional ialah berfungsi untuk pengujian perilaku, berfokus untuk menentukan apakah program melakukan apa yang seharusnya dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional. Pengujian dilakukan dengan memberi inputan pada sistem baik inputan yang normal maupun tidak, agar dapat mendeteksi berbagai kemungkinan seperti bug pada sistem (Rosa, 2011).

2.9.2 Pengujian Non-Fungsional

Pengujian aplikasi dari atribut *non-fungsional*. Pengujian *non-fungsional* melibatkan pengujian dari perangkat lunak dengan persyaratan yang *non-fungsional* baik seperti keamanan, kinerja, dan *user interface* (Rosa, 2011).

2.9.3 Pengujian Usability

Pengujian *usability* akan menjelaskan tentang penilaian dari teknologi AR terhadap user berdasarkan *Quisioner Psikolog Feeling* (QPF) dan *User Acceptance Testing* (UAT) dengan indikator – indikator pengujian meliputi tingkat kemudahan dan kepuasan user AR berbasis android.

2.8.3.1 Quisioner Psikolog Feeling (QPF)

Teknologi AR langsung diimplementasikan ke user, setelah itu memberikan kuesioner kepada user dan data kuesioner tersebut diolah untuk mendapatkan kesimpulan. Pengukuran kuesioner mengacu pada *Quisioner Psikolog Feeling* (QPF) terdiri dari Realisme, (Pi) dan (Psi), Tegangan, Usaha, Kesenangan, Penguasaan Teknologi dan Penguasaan acara (Milleville, 2015).

Realisme	: Perhitungan yang sesuai dengan kemampuan, sehingga pemikiran yang diajukan bukan hanya angan-angan tetapi sebuah kenyataan.
Pi	: <i>Place illusion</i> (Pi), merupakan penilaian tingkat ilusi yang dihasilkan dalam ranah media penyampaian ilusi.
Psi	: <i>Pleausibility illusion</i> (Psi), merupaan penilaian tingkat ilusi apakah merepresentasikan permasalahan dengan baik.
Tegangan	: Merupakan suatu penilaian tingkat stres dalam menggunakan teknologi terkait.
Usaha	: Merupakan suatu penilaian dalam melakukan tingkat usaha yang sangat diperlukan dalam menggunakan teknologi terkait.
Kesenangan	: Merupakan suatu penilaian terhadap tingkat kesenangan ketika menggunakan teknologi terkait.
Penguasaan Teknologi	: Merupakan suatu penilaian yang perasaan ketika menggunakan teknologi ini apakah mudah atau tidak untuk di akses atau digunakan.

Penguasaan : merupakan suatu penilaian berdasarkan ruang lingkup
Acara penggunaan media penyampaian.

2.8.3.2 User Acceptance Testing (UAT)

Evaluasi UAT diimplementasikan dengan skala Likert. Skala likert paling banyak digunakan untuk mengidentifikasi tingkat keyakinan seseorang, sejauh mana mereka setuju atau tidak setuju dengan pernyataan pada skala 5 point. Skala berkisar dari "sangat setuju" sampai "sangat tidak setuju". Menggunakan skala 5 poin memungkinkan responden untuk menentukan tingkat penilaian terhadap kegunaan AR berbasis android (Likert, 1932). Pada Tabel 2.1 dijelaskan interpretasi skala likert.

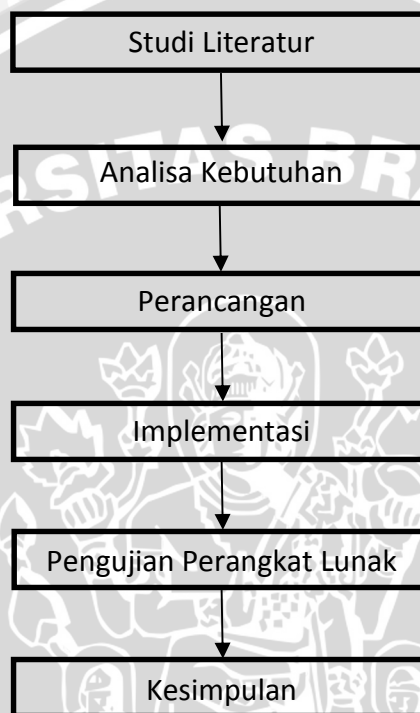
Tabel 2.1 Interpretasi Skala Likert

Skor Likert	Interpretasi skor dengan interval = 20	Pilihan
5	80% - 100%	Sangat Setuju
4	60% - 79.99%	Setuju
3	40% - 59.99%	Netral
2	20% - 39.99%	Tidak Setuju
1	0% - 19.99%	Sangat Tidak Setuju

Keterangan interval = 20 didapat dari pembagian nilai 100 dengan jumlah skor likert.

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini. Tahapan tersebut adalah studi literatur, analisa kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian perangkat lunak, dan kesimpulan. Adapun diagram alur metodologi penelitian dapat dilihat di gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.1 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi dari studi pustaka dan literatur yang diperoleh dari buku-buku literatur, jurnal, dokumen internet yang berbasis artikel maupun video, referensi berhubungan dengan penelitian, sehingga diharapkan dapat mempermudah dan membantu dalam melaksanakan penelitian.

3.2 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mendapatkan apa yang dibutuhkan dari sistem yang akan dibangun, yang kemudian akan dimodelkan dalam *diagram use case*. Tiap *use case* tersebut akan dijelaskan lebih rinci dalam skenario *use case*.

3.3 Perancangan

Setelah proses analisa kebutuhan barulah melakukan perancangan aplikasi. Perancangan sistem dibuat dengan pemodelan UML dan meliputi beberapa tahap antara lain perancangan aplikasi, perancangan *activity diagram*, perancangan *class diagram*, dan perancangan antarmuka aplikasi.

3.4 Implementasi

Setelah semua perancangan sistem sudah siap maka akan dilanjutkan di tahap implementasi. Seluruh perancangan sistem dan analisis akan diimplementasikan. Implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dengan *Library* dan *Software Development Kit* (SDK). Dan aplikasi jadi nantinya berupa program dan file-file bawaan aplikasi, dan aplikasi sudah dapat digunakan pada device *mobile* Android.

3.5 Pengujian Perangkat Lunak

Dilakukan untuk menentukan kelayakan aplikasi yang telah dibuat, apakah kinerja dan performa memenuhi spesifikasi kebutuhan pada tahap sebelumnya. Pengujian yang dilakukan antara lain, pengujian fungsionalitas, *non* fungsionalitas dan usability.

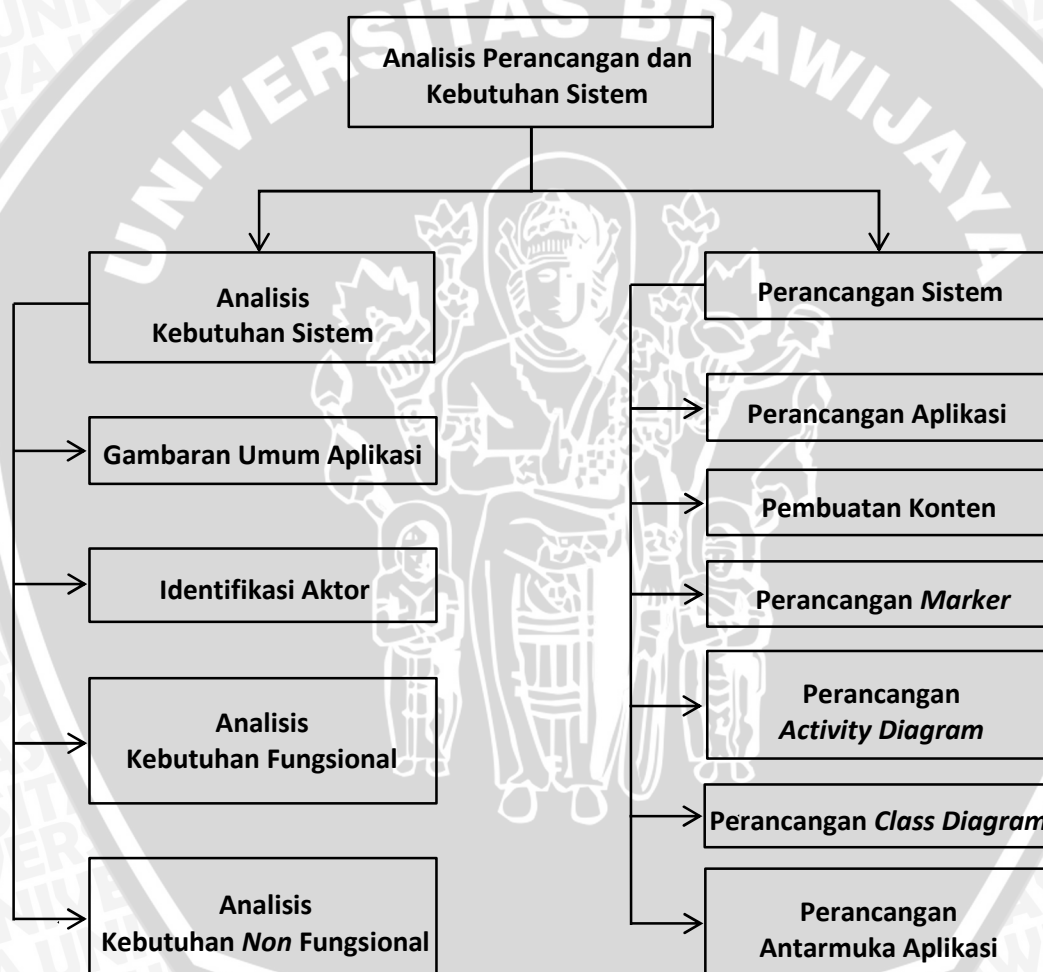
Pengujian fungsionalitas dan *non* fungsionalitas digunakan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibuat dapat berjalan sesuai fungsinya atau tidak, dengan menggunakan *Black-Box Testing*. Pengujian *usability* digunakan untuk mengetahui penilaian dari teknologi AR terhadap pengguna berdasarkan *Quisioner Psikolog Feeling* (QPF) dan *User Acceptance Testing* (UAT) dengan indikator – indikator pengujian meliputi tingkat kemudahan dan kepuasan pengguna AR berbasis android.

3.6 Kesimpulan

Kesimpulan diambil untuk menjawab semua rumusan masalah yang sudah dibuat sebelumnya. Pengambilan kesimpulan didapat dari hasil pengujian dan analisis terhadap penelitian yang dilakukan. Sedangkan saran digunakan untuk menyempurnakan penelitian serta dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan analisis kebutuhan sistem dan perancangan sistem. Analisis kebutuhan sistem meliputi empat tahapan, terdiri dari gambaran umum aplikasi, identifikasi aktor, analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan *non* fungsional. Untuk tahapan perancangan sistem terdapat tujuh tahapan diantaranya perancangan aplikasi, pembuatan konten, perancangan marker, perancangan *activity diagram*, perancangan *class diagram* dan perancangan antarmuka aplikasi. Pada Gambar 4.1 menjelaskan tahapan dari analisis kebutuhan dan perancangan sistem.



Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem

4.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan yang dilakukan yaitu melakukan identifikasi untuk semua kebutuhan aplikasi AR rehabilitasi terkilir pada smartphone dengan os android, diantaranya yaitu: gambaran umum aplikasi, mengidentifikasi aktor, menganalisa kebutuhan yang fungsional dan *non* fungsional dari aplikasi dengan *diagram use case*, dan analisis sumber data. Tujuan nya adalah untuk menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang telah disediakan oleh sistem, supaya terpenuhi kebutuhan dari user.

4.1.1 Gambaran Umum Aplikasi

Aplikasi AR rehabilitasi ini merupakan aplikasi untuk proses penyembuhan terkilir pergelangan pada kaki dimana yang sebelumnya user harus berkunjung ke rumah sakit untuk melakukan rehabilitasi. Dan dengan smartphone android user bisa melakukan rehabilitasi di rumah, sehingga user tidak harus datang bolak balik ke rumah sakit untuk melakukan rehabilitasi. Pada Gambar 4.2 menjelaskan gambaran umum aplikasi.



Gambar 4.2 Gambaran Umum Aplikasi

Pada aplikasi ini akan di transformasikan metode menggambar huruf alfabet ABC di udara dengan jari-jari kaki. Metode ini termasuk dalam teknik fisioterapi tahap subakut, dimana dalam tahap subakut dilakukan latihan ringan untuk menurunkan kekakuan pada pergelangan kaki yang disebabkan oleh pembengkakan.

User cukup memindahkan pergelangan kaki yang terluka dengan menggambar huruf alfabet ABC yang ditampilkan di layar *smartphone*. Untuk proses menggambar, jari kaki diberikan penanda berupa marker yang akan dideteksi oleh *smartphone*.

4.1.2 Identifikasi Aktor

Tahap ini ditujukan untuk mengidentifikasi aktor yang ada pada aplikasi AR rehabilitasi. Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan aktor terdapat pada aplikasi beserta penjelasannya.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor

Aktor	Deskripsi
User	User adalah pasien yang mengalami terkilir pergelangan kaki dan yang menggunakan aplikasi AR rehabilitasi.

4.1.3 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis yang menjelaskan spesifikasi aplikasi dan berbagai hal yang dilakukan oleh user. Pada Tabel 4.2 dengan penomoran SRS pada kebutuhan fungsional akan dibuat aplikasi AR rehabilitasi yang akan diterapkan pada perangkat Android.

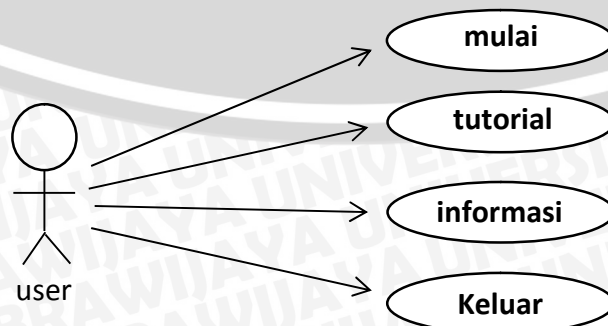
Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional User

Nomor SRS	Kebutuhan	Use Case
SRS_01	Sistem harus menyediakan fungsi mulai supaya user dapat memulai aplikasi	Mulai
SRS_02	Sistem harus menyediakan fungsi melihat tutorial supaya user dapat mengetahui cara penggunaan aplikasi	Tutorial
SRS_03	Sistem harus menyediakan fungsi melihat informasi supaya user dapat memperoleh informasi yang terdapat di sistem	Informasi
SRS_04	Sistem harus menyediakan fungsi keluar supaya user dapat keluar dari aplikasi	Keluar

Kebutuhan fungsional diatas akan dijabarkan dalam bentuk *diagram use case* dan Skenario *use case*.

4.1.3.1 Diagram Use Case

Merupakan suatu diagram untuk menggambarkan fungsionalitas yang dapat diharapkan sebuah sistem. Selain itu juga mempresentasikan interaksi antara aktor dan sistem. Diagram *use case* untuk spesifikasi kebutuhan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Use Case Kebutuhan Aplikasi

4.1.3.2 Skenario *Use Case*

Pada Gambar 4.3 terdapat diagram use case yang akan dijelaskan pada skenario *use case* secara detail, diantaranya yaitu uraian nama *use case*, user yang berhubungan dengan *use case*, tujuan dari *use case*, kondisi awal yang harus dipenuhi serta kondisi akhir yang sangat diharapkan setelah berjalannya fungsional *use case* tersebut.

1. Skenario *use case* mulai

Kebutuhan yang harus disediakan bagi user ialah kebutuhan untuk mulai, dimana dalam fungsi mulai ini akan ditampilkan objek bola 3D dan huruf alfabet yang pertama yaitu huruf "A". Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *use case* melihat objek. Tabel 4.3 adalah skenario *use case* mulai.

Tabel 4.3 Skenario *Use Case* Mulai

Nomor use case	SRS_01
Nama	Mulai
Tujuan	Menampilkan objek bola 3D dan huruf alfabet "A"
Aktor	user
Kondisi awal	User harus terlebih dahulu menjalankan aplikasi. User harus masuk pada halaman utama.
Alur utama (Basic flow)	1. User memilih tombol "mulai". 2. Sistem akan mengarahkan ke halaman huruf alfabet "A". 3. User mengarahkan kamera perangkat mobil pada marker. 4. Sistem akan mengambil data objek dari asset dan menyesuaikan dengan marker yang telah terdeteksi.
Kondisi akhir	Menampilkan objek bola 3D dan huruf alfabet "A". Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

2. Skenario *use case* tutorial

Kebutuhan yang harus disediakan bagi user ialah kebutuhan untuk tutorial. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *use case* tutorial. Tabel 4.4 ialah skenario *use case* tutorial.

Tabel 4.4 Skenario *Use Case* Tutorial

Nomor use case	SRS_02
Nama	Tutorial
Tujuan	Menampilkan halaman tutorial
Aktor	User
Kondisi awal	-
Alur utama (Basic flow)	1. User memilih menu tutorial. 2. Sistem akan mengarahkan ke halaman tutorial.
Kondisi akhir	Sistem mengarahkan user ke halaman tutorial. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

3. Skenario use case informasi

Kebutuhan yang harus disediakan bagi user ialah kebutuhan untuk informasi. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh use case informasi. Tabel 4.5 ialah skenario use case informasi.

Tabel 4.5 Skenario *Use Case* Informasi

Nomor use case	SRS_03
Nama	Informasi
Tujuan	Menampilkan halaman informasi
Aktor	User
Kondisi awal	-
Alur utama (Basic flow)	1. User memilih menu informasi. 2. Sistem akan mengarahkan ke halaman informasi.
Kondisi akhir	Sistem mengarahkan user ke halaman informasi. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

4. Skenario use case Keluar

Kebutuhan yang harus disediakan bagi user ialah kebutuhan untuk keluar. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh use case keluar. Tabel 4.6 ialah skenario use case keluar.

Tabel 4.6 Skenario *Use Case* Keluar

Nomor use case	SRS_04
Nama	Keluar
Tujuan	Setelah user selesai menggunakan aplikasi, user akan keluar dari aplikasi
Aktor	User
Kondisi awal	-
Alur utama (Basic flow)	1. User memilih menu keluar. 2. Sistem akan mengarahkan keluar aplikasi.
Kondisi akhir	Sistem mengarahkan user keluar dari aplikasi. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.

4.1.4 Analisis Kebutuhan *Non Fungsional*

Analisis kebutuhan *non-fungsional* adalah analisis kebutuhan dari yang non-fungsional dan merupakan analisis yang dibutuhkan oleh sistem. Untuk pengembangan selanjutnya, analisis kebutuhan dan *compability software* yang digunakan pada pengembangan aplikasi menggunakan parameter dan deskripsi kebutuhan.

4.1.4.1 Analisis Kebutuhan Software Dan Hardware

Dalam membuat aplikasi di penelitian ini sangat dibutuhkan *software* dan *hardware* pendukung, seperti dijelaskan pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.7 Kebutuhan *Software* dan *Hardware* Pembuatan Aplikasi

Parameter	Deskripsi Kebutuhan
<i>Software</i>	Dalam pengembangan aplikasi digunakan software : - Unity 3D versi 5 untuk membuat aplikasi - Vuforia sebagai Android SDK - Adobe Photoshop untuk membuat marker - Sistem Operasi Windows 8.1 pro WMC 64bit
<i>Hardware</i>	Dalam pengembangan aplikasi digunakan software : Laptop Asus Series A43S, Processor Intel(R) Core(TM) i3-2310M CPU @2.10GHz, 4 GB RAM.

4.1.4.2 Analisis Kebutuhan *Compatibility*

Analisis kebutuhan *compatibility* adalah analisis yang dibutuhkan oleh sistem untuk menjalankan aplikasi, agar dapat diketahui spesifikasi yang sangat dibutuhkan. seperti yang akan dijelaskan pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.8 Kebutuhan *Compatibility*

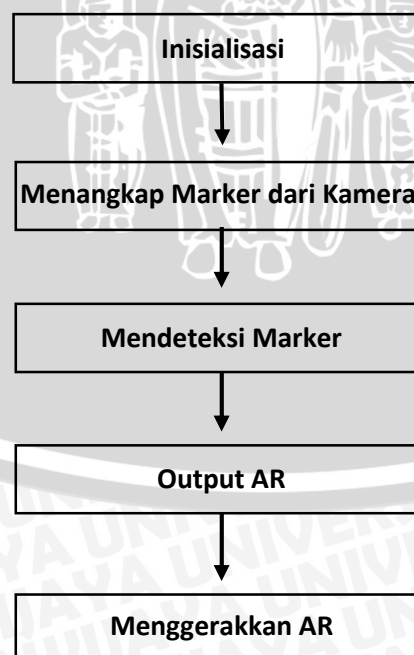
Parameter	Deskripsi Kebutuhan
<i>Compatibility</i>	Dalam pengimplementasian aplikasi ini dibutuhkan smartphone dengan OS Android. Spesifikasi minimal agar aplikasi dapat berjalan dengan lancar yaitu dengan OS Android minimal versi 2.2 dengan processor ARMv7, RAM 512 MB, Penyimpanan sistem 100 MB

4.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini meliputi lima tahapan diantaranya adalah perancangan aplikasi, perancangan konten, perancangan *marker*, perancangan *activity* dan *sequence diagram*, perancangan *class diagram* dan perancangan antar muka aplikasi.

4.2.1 Perancangan *Work Flow*

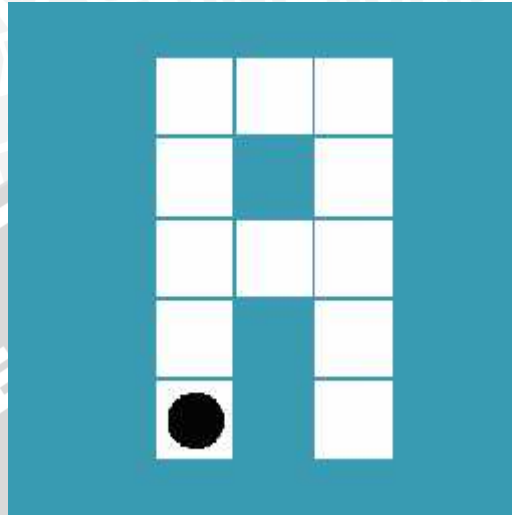
Perancangan *work flow* bertujuan untuk menjelaskan jalannya aplikasi secara keseluruhan yang akan digambarkan pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 *Work Flow* Aplikasi

4.2.2 Pembuatan Konten

Pada pembuatan konten akan dibagi menjadi 2, yaitu huruf alfabet dan objek bola 3D dengan menggunakan aplikasi unity 3D. Pada gambar 4.5 menjelaskan proses perancangan konten 3D.



Gambar 4.5 Contoh Konten Huruf Alfabet dan Objek Bola 3D

Pada gambar 4.4 menjelaskan tampilan dari huruf alfabet dan objek bola 3D. Objek bola terletak diatas huruf alfabet dan akan digerakkan sesuai dengan huruf alfabet tersebut. Untuk huruf alfabet akan dibuat huruf "A", "B", "C".

4.2.3 Perancangan Marker

Pada perancangan marker akan dibuat marker berbentuk persegi. Pembuatan marker melalui aplikasi pengolah grafis Photoshop. Dan untuk pengenalan marker digunakan *Library* dari vuforia. Pada gambar 4.6 merupakan contoh marker untuk objek bola 3d.



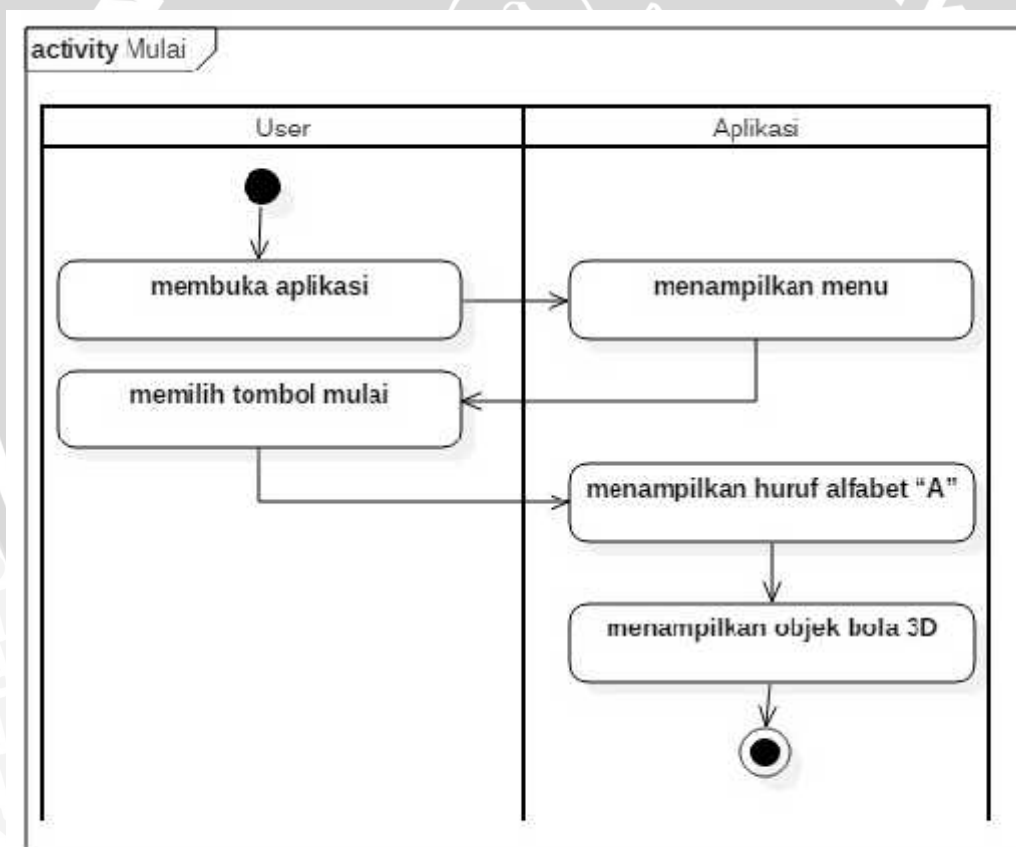
Gambar 4.6 Contoh Marker Untuk Objek Bola 3D

4.2.4 Perancangan Activity diagram dan Sequence diagram

Activity diagram adalah diagram aktifitas yang dilakukan user untuk berinteraksi dengan sistem, *activity diagram* mempresentasikan aktifitas yang terjadi saat user mengakses sistem dan kemudian feedback yang diberikan user dapat dilihat melalui *activity digram*. Sedangkan *sequence diagram* merepresentasikan hubungan objek dan sistem yang ada. *Sequence diagram* digunakan agar bisa diketahui lebih jelas apa saja fungsi-fungsi yang berjalan dari aplikasi, ketika aplikasi digunakan oleh user.

1. Activity diagram mulai

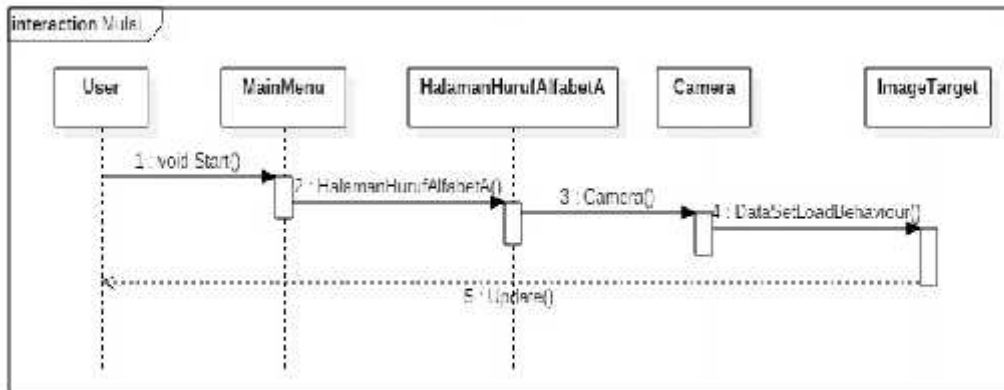
Activity diagram mulai terjadi ketika user membuka aplikasi, kemudian user memilih tombol “mulai”, kemudian sistem akan menampilkan huruf alfabet “A” dan objek bola 3D. Gambar 4.7 adalah aktifitas yang dilakukan user dan sistem. Aktifitas yang terjadi sesuai skenario use case mulai.



Gambar 4.7 Activity Diagram Mulai

Proses mulai akan dimulai ketika user masuk ke aplikasi dan menekan icon aplikasi, fungsi *void Start()* akan dipanggil. Setelah masuk ke menu utama kemudian user menekan tombol mulai, maka aplikasi akan memanggil fungsi *HalamanHurufAlfabetA()* dan fungsi *void Camera()*.

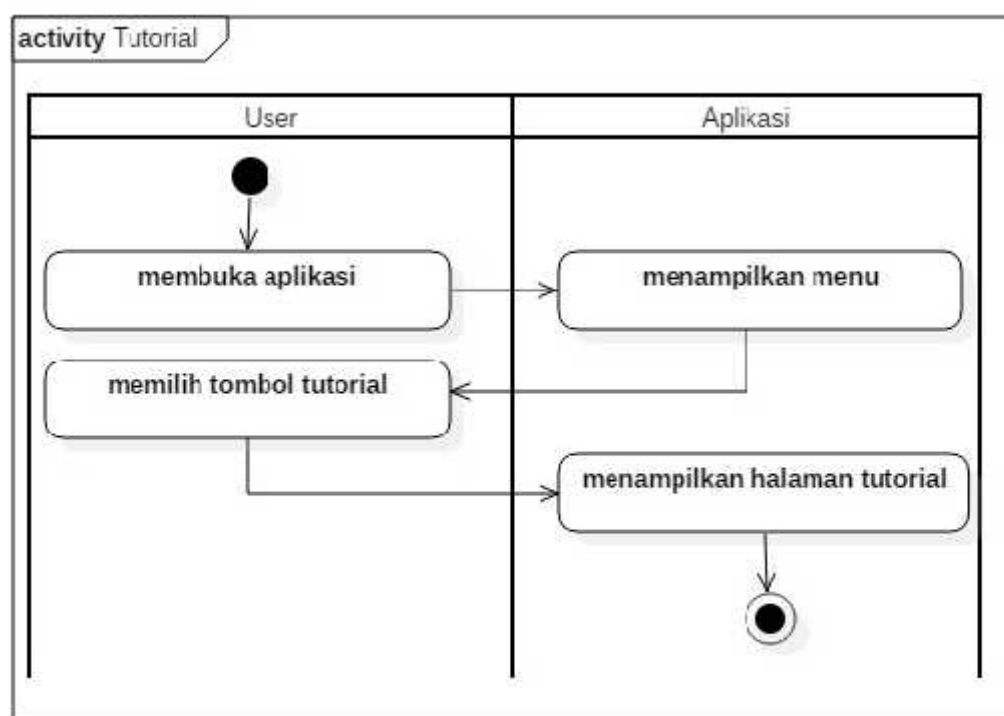
Setelah itu kamera akan melakukan scanning terhadap *marker*. Dengan fungsi *DataSetLoadBehaviour()* kamera mendeteksi *marker*, apabila *marker* sesuai dengan database akan ditampilkan objek bola 3D. Gambar 4.8 merupakan gambar *sequence diagram* proses mulai.



Gambar 4.8 *Sequence Diagram* Mulai

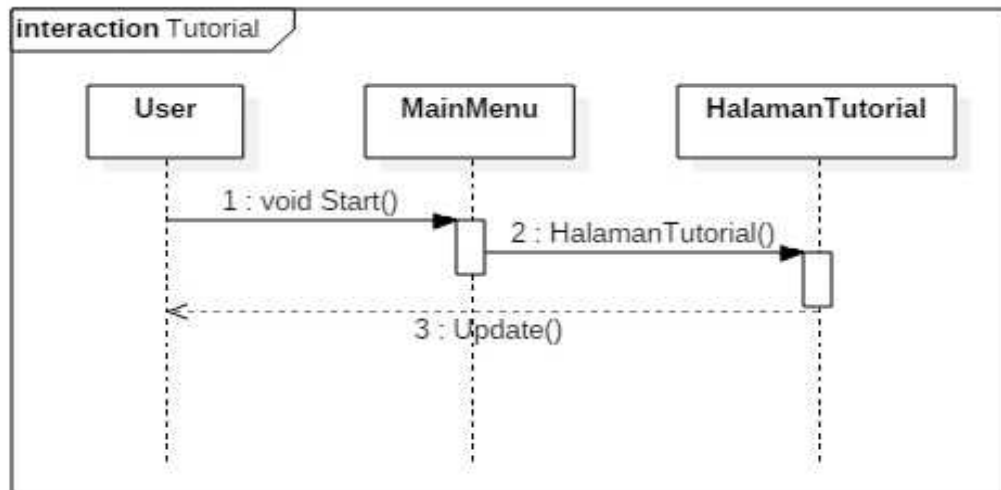
2. Activity diagram Tutorial

Activity diagram tutorial terjadi ketika user membuka aplikasi, kemudian user memilih tombol “tutorial”, kemudian sistem akan menampilkan halaman tutorial. Gambar 4.9 adalah aktifitas yang dilakukan user dan sistem. Aktifitas yang terjadi sesuai skenario use case tutorial.



Gambar 4.9 *Activity Diagram* Tutorial

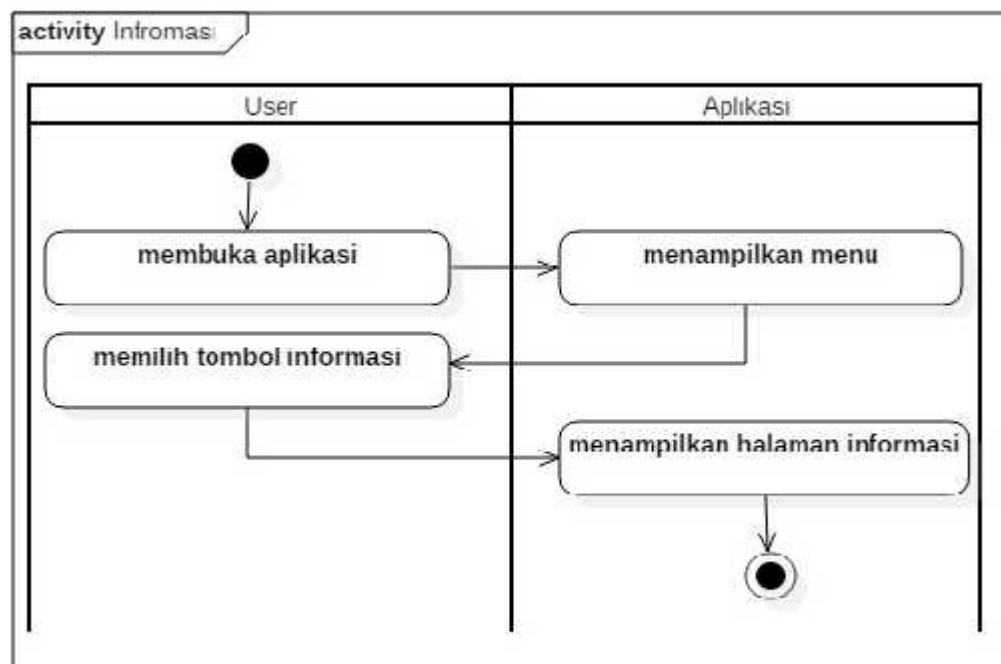
Proses tutorial dimulai ketika user masuk ke aplikasi dan menekan icon aplikasi, fungsi *void Start()* akan dipanggil. Setelah masuk ke menu utama, user menekan tombol tutorial, maka fungsi *HalamanTutorial()* akan dipanggil dan sistem akan menampilkan halaman tutorial. Gambar 4.10 merupakan gambar sequence diagram proses tutorial.



Gambar 4.10 Sequence Diagram Tutorial

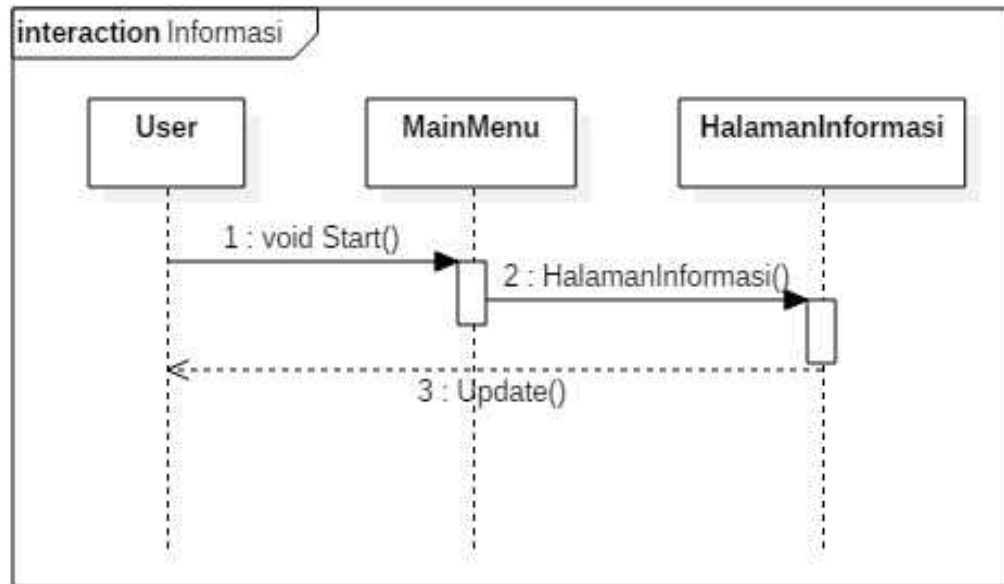
3. Activity diagram Informasi

Activity diagram informasi terjadi ketika user membuka aplikasi, kemudian user memilih tombol "informasi", kemudian sistem akan menampilkan halaman informasi. Gambar 4.11 adalah aktifitas yang dilakukan user dan sistem. Aktifitas yang terjadi sesuai skenario use case informasi.



Gambar 4.11 Activity Diagram Informasi

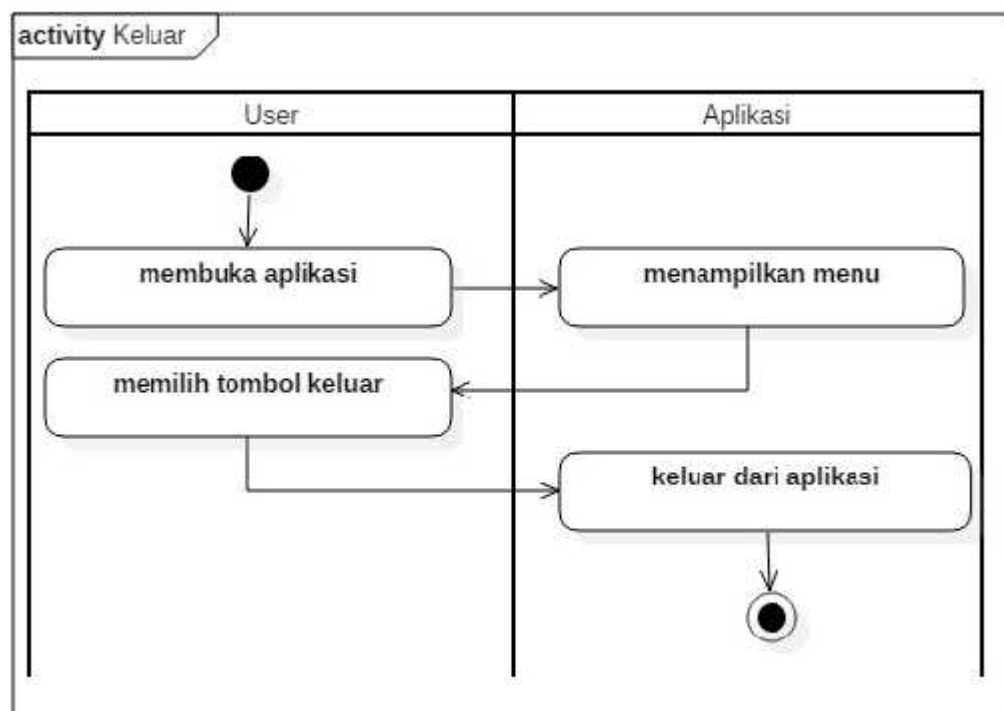
Proses informasi dimulai ketika user masuk ke aplikasi dan menekan icon aplikasi, fungsi *void Start()* akan dipanggil. Setelah masuk ke menu utama, user menekan tombol informasi, maka fungsi *HalamanInformasi()* akan dipanggil dan sistem akan menampilkan halaman informasi. Gambar 4.12 merupakan gambar sequence diagram proses informasi.



Gambar 4.12 Squence Diagram Informasi

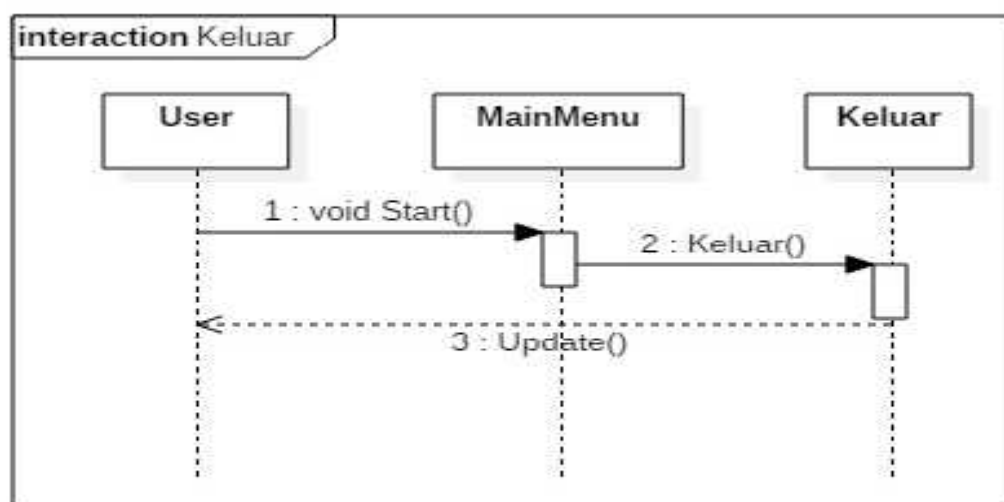
4. Activity diagram Keluar

Activity diagram keluar terjadi ketika user membuka aplikasi, kemudian user memilih tombol "keluar", kemudian sistem akan keluar dari aplikasi. Gambar 4.13 adalah aktifitas yang dilakukan user dan sistem. Aktifitas yang terjadi sesuai skenario use case keluar.



Gambar 4.13 Activity Diagram Keluar

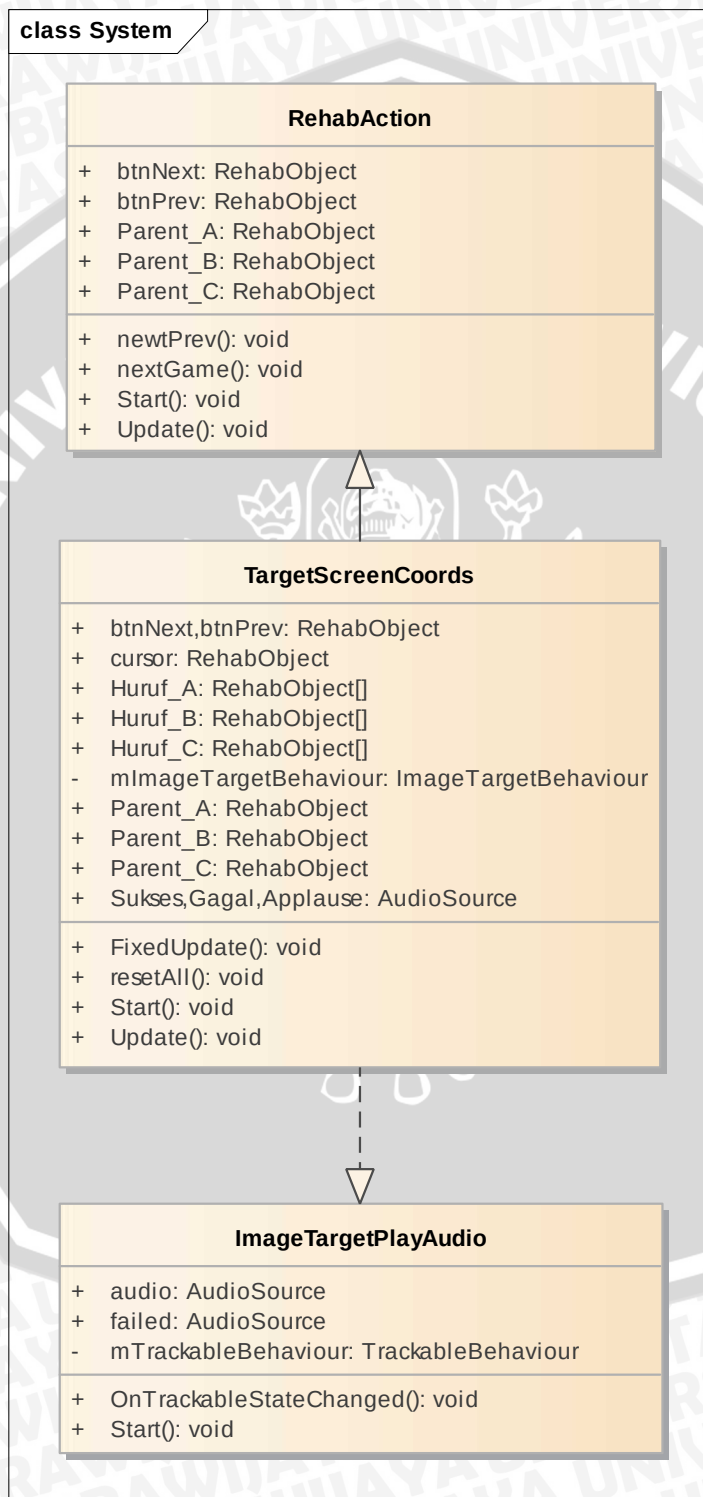
Proses keluar dimulai ketika user masuk ke aplikasi dan menekan icon aplikasi, fungsi `void Start()` akan dipanggil. Setelah masuk ke menu utama, user menekan tombol keluar, maka fungsi `Keluar()` akan dipanggil dan sistem akan keluar dari aplikasi. Gambar 4.14 merupakan gambar sequence diagram proses keluar.



Gambar 4.14 Squence Diagram Keluar

4.2.5 Perancangan

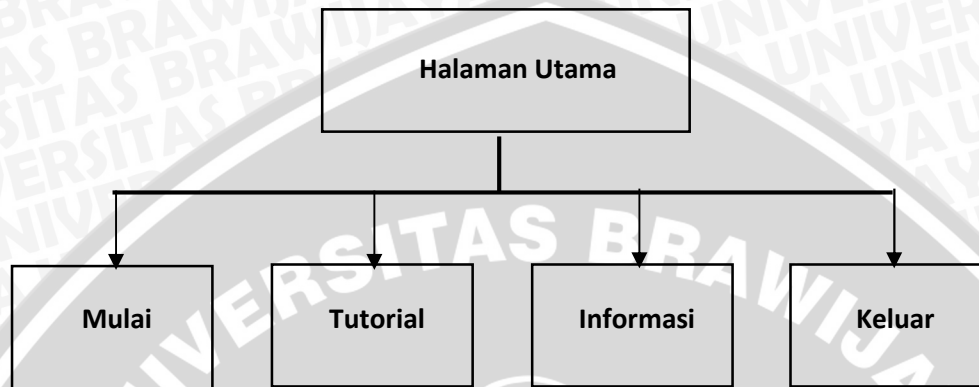
Gambar 4.15 merupakan class diagram dari aplikasi AR rehabilitasi yang terdiri dari 3 *class* dalam sistem yaitu RehabAction, TargetScreenCoords, ImageTargetPlayAudio.



Gambar 4.15 Class Diagram Aplikasi

4.2.6 Perancangan Antar Muka Aplikasi

Pada perancangan aplikasi dijelaskan perancangan antarmuka aplikasi AR rehabilitasi. Tujuan perancangan ini untuk memudahkan pihak user dalam menggunakan aplikasi. Berikut adalah sitemap dari aplikasi.

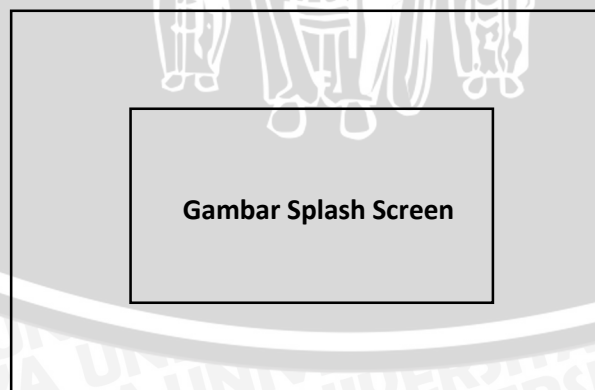


Gambar 4.16 Bagan Sitemap Aplikasi

Pada Gambar 4.16 dijelaskan sitemap aplikasi AR rehabilitasi, dimulai dengan membuka aplikasi, setelah itu sistem akan mengarahkan ke halaman utama yang terdiri dari beberapa menu yaitu mulai, tutorial, informasi, dan keluar. Kemudian dengan menekan menu mulai maka akan diarahkan oleh sistem ke halaman scan. Menu mulai merupakan menu utama dari aplikasi AR rehabilitasi ini.

4.2.6.1 Perancangan Halaman Utama

Sebelum memasuki halaman utama aplikasi, pertama aplikasi akan menampilkan *splash screen* yang akan menunjukkan nama dan logo dari aplikasi.



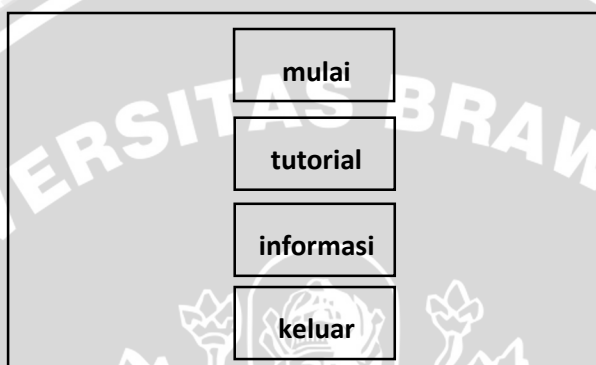
Gambar 4.17 Tampilan *Splash Screen* Aplikasi

Penjelasan dari Gambar 4.17 dijelaskan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.9 Penjelasan *Splash Screen* Aplikasi

Nama	Penjelasan
Gambar <i>Splash Screen</i>	Gambar yang ditampilkan ketika aplikasi pertama kali dijalankan.

Halaman utama ialah halaman awal dari aplikasi saat user menjalankan aplikasi. Terdapat beberapa pilihan menu, diantaranya menu mulai, tutorial, informasi dan menu keluar.



Gambar 4.18 Tampilan Menu Utama Aplikasi

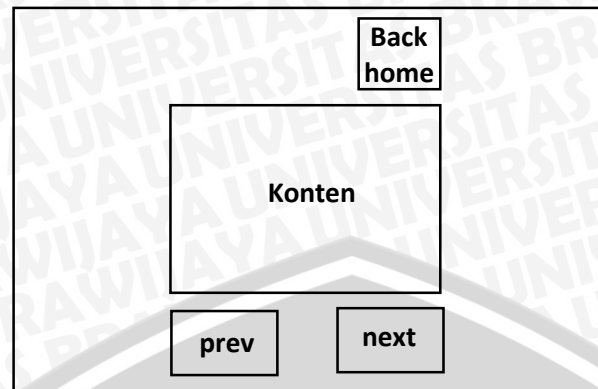
Penjelasan dari Gambar 4.18 dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.10 Penjelasan Menu Utama Aplikasi

Nama	Penjelasan
Mulai	Menu mulai mengarahkan user pada halaman selanjutnya yang berisi halaman scan.
<i>Tutorial</i>	Merupakan menu yang mengarahkan user pada halaman yang berisi tentang <i>tutorial</i> menjalankan aplikasi.
Informasi	Merupakan menu yang mengarahkan user pada halaman yang berisi tentang informasi kesehatan tentang terkilir pergelangan kaki.
Keluar	Merupakan menu untuk keluar.

4.2.6.2 Perancangan Halaman Konten 3D

Pada tombol mulai, user akan diarahkan pada halaman berikutnya yaitu halaman alfabet.



Gambar 4.19 Tampilan Halaman Utama Aplikasi

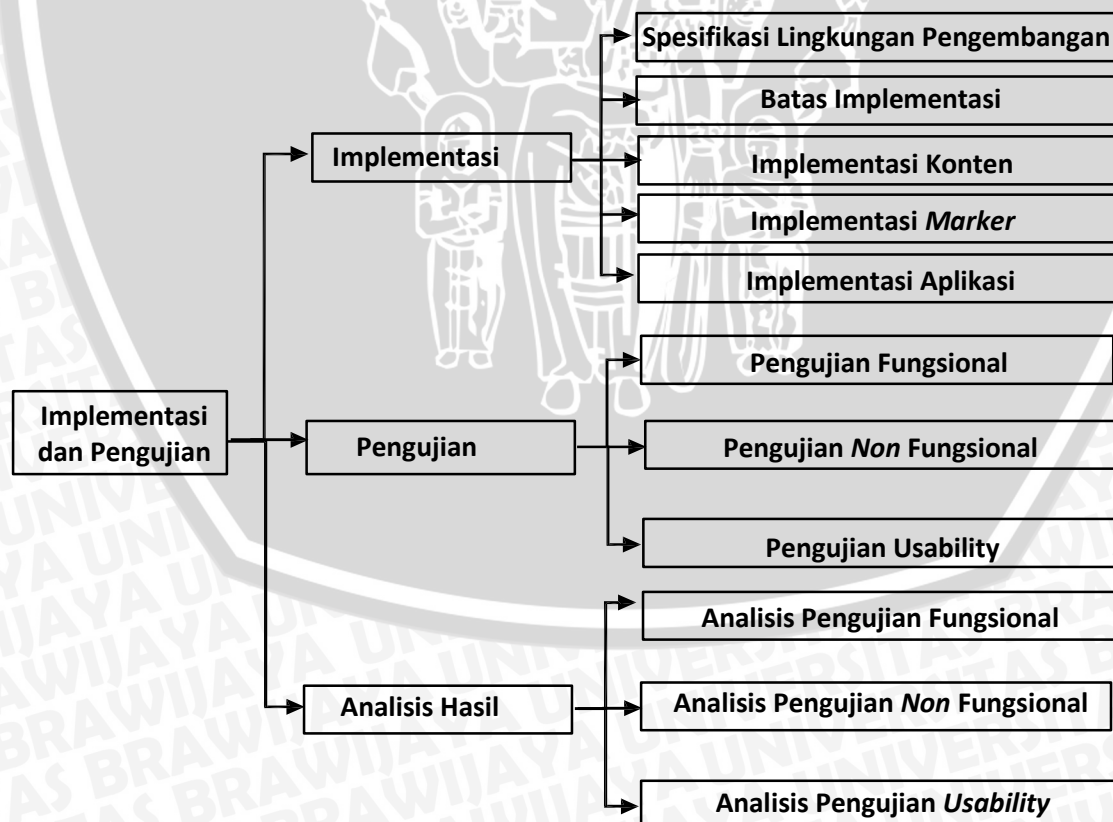
Penjelasan dari Gambar 4.19 dijelaskan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.11 Penjelasan Tampilan Halaman Konten

Nama	Penjelasan
Konten	Halaman yang berisi huruf alfabet dan di atasnya terdapat objek bola 3D
<i>Back Home</i>	Merupakan menu untuk kembali ke halaman utaman
<i>Next</i>	Merupakan menu untuk lanjut ke huruf alfabet berikutnya
<i>Prev</i>	Merupakan menu untuk kembali ke huruf alfabet sebelumnya

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan implementasi dan pengujian aplikasi AR rehabilitasi, berdasarkan hasil yang didapatkan dari tahapan analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Terdapat tiga tahapan dalam implementasi dan pengujian aplikasi. Tahap pertama adalah implementasi yang didalamnya terdapat penjelasan tentang spesifikasi lingkungan pengembangan sistem, batasan-batasan implementasi, implementasi konten, implementasi *marker*, dan implementasi aplikasi. Tahap kedua adalah pengujian sistem yang didalamnya terdapat penjelasan tentang pengujian fungsional, *non* fungsional, dan *usability*, dimana pengujian *usability* bertujuan untuk menunjukkan tingkat penerimaan aplikasi AR Rehabilitasi kepada user (*User Acceptance*) terhadap teknologi ini. Tahap ketiga adalah analisis hasil pengujian yang didalamnya terdapat penjelasan tentang analisis pengujian fungsional, *non* fungsional, dan *usability*. Gambar 5.1 merupakan tahapan dari implementasi dan pengujian sistem.



Gambar 5.1 Tahapan Implementasi dan Pengujian Sistem

5.1 Implementasi

Tahap ini menjelaskan tentang spesifikasi lingkungan pengembangan sistem, batasan implementasi, implementasi konten, implementasi *marker*, dan implementasi aplikasi.

5.1.1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan Sistem

Spesifikasi lingkungan pengembangan dari aplikasi AR rehabilitasi terbagi menjadi dua jenis yaitu spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak.

5.1.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan pada pembuatan aplikasi AR Rehabilitasi menggunakan spesifikasi processor, dan memory yang ditunjukkan Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras Komputer

Nama Komponen	Spesifikasi
System Model	ASUS Series A43S
Processor	Processor Intel(R) Core(TM) i3-2310M CPU @2.10GHz
Memory	DDR3 MHz SDRAM, 4GB

Untuk proses implementasi dan pengujian pada perangkat bergerak smartphone dengan OS Android, menggunakan spesifikasi perangkat keras yang ditunjukkan Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras Smartphone Android

Nama Komponen	Spesifikasi
System Model	Samsung Galaxy Mega 5.6 Duos
Processor	Dual Core Qualcomm Snapdragon Processor 1GHz
Memory	Memori 6GB, RAM 1GB

5.1.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Digunakan pada pembuatan aplikasi AR rehabilitasi menggunakan spesifikasi processor, dan memory yang ditunjukkan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Operating System</i>	Windows® 8.1 pro WMC 64bit
Bahasa Pemrograman	C#
3D Object Editor	Unity 3D
<i>Marker Editor</i>	Adobe Photoshop
<i>Library</i>	Unity

Untuk implementasi dan pengujian pada perangkat bergerak smartphone Android menggunakan spesifikasi perangkat lunak seperti yang terdapat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Spesifikasi Perangkat Lunak *Smartphone* Android

Nama Komponen	Spesifikasi
Operating System	Android 4.2.2 (Jelly Bean)

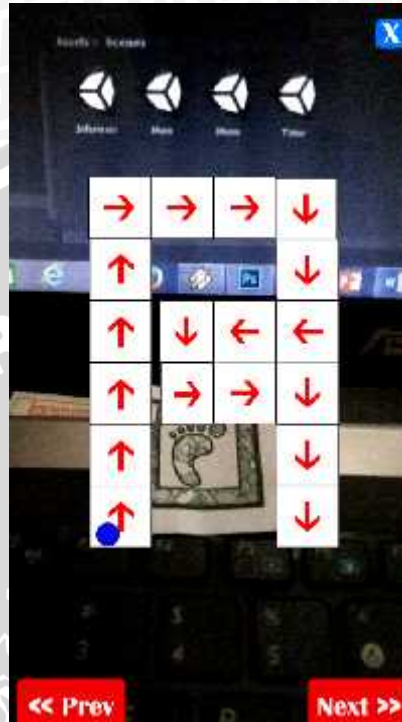
5.1.2 Batasan Implementasi

Pada implementasi aplikasi AR Rehabilitasi terdapat batasan-batasan, diantaranya yaitu:

1. Aplikasi AR rehabilitasi dibuat untuk perangkat bergerak smartphone dengan OS Android.
2. Aplikasi Bersifat *native* dan *offline*.
3. Aplikasi menggunakan pustaka Unity.
4. Konten yang ditampilkan berupa model huruf alfabet dan bola 3D.
5. Marker yang digunakan 1 jenis.

5.1.3 Implementasi Konten

Pada tahap implementasi konten ini, dibuat sebuah konten berupa huruf alfabet dan bola 3D, yang ditunjukkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Implementasi Konten

5.1.4 Implementasi Marker

Pada tahap implementasi marker, akan dibuat marker berupa bentuk kaki, yang ditunjukkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Implementasi Marker

5.1.5 Implementasi Antarmuka Aplikasi

Pada bagian implementasi antarmuka aplikasi ini akan menunjukkan implementasi dari antarmuka aplikasi AR rehabilitasi. Implementasi dari antarmuka aplikasi antara lain splash screen, menu utama, halaman tutorial, halaman informasi, halaman konten.

5.1.5.1 Splash Screen



Gambar 5.4 Implementasi Splash Screen Aplikasi

Gambar 5.4 diatas adalah splashscreen dari aplikasi AR rehabilitasi. Splashscreen ini muncul pertama kali ketika user melakukan akses ke aplikasi. Setelah user menekan ikon aplikasi, akan muncul dan menampilkan tampilan splashscreen tersebut sebelum masuk ke menu utama.

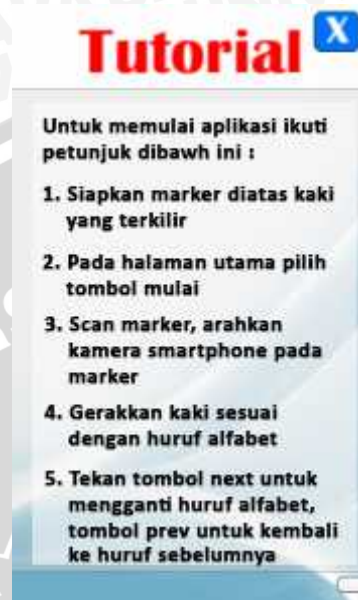
5.1.5.2 Halaman Menu



Gambar 5.5 Implementasi Halaman Menu

Gambar 5.5 diatas adalah tampilan implementasi menu utama dari aplikasi AR rehabilitasi. Menu utama menampilkan beberapa tombol yaitu tombol “mulai”, “tutorial”, “informasi”, “keluar”. pada tombol “mulai” jika ditekan masuk ke halaman scan dan konten 3D.

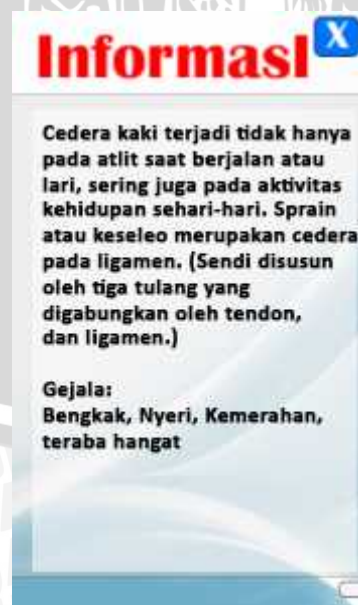
5.1.5.3 Halaman Tutorial



Gambar 5.6 Implementasi Halaman *Tutorial*

Gambar 5.6 diatas adalah tampilan implementasi halaman tutorial dari aplikasi AR rehabilitasi. Pada halaman tutorial akan dijelaskan langkah-langkah dalam mengoperasikan aplikasi AR rehabilitasi.

5.1.5.4 Halaman Informasi



Gambar 5.7 Implementasi Halaman Informasi

Gambar 5.7 diatas adalah tampilan implementasi halaman informasi dari aplikasi AR rehabilitasi. Pada halaman informasi berisi informasi kesehatan tentang terkilir pada pergelangan kaki.

5.1.6 Implementasi Kode Program

Implementasi kode program merupakan bagian penerapan perancangan kedalam bentuk pemrograman menjadi sebuah sistem.

5.1.6.1 Implementasi Menu Huruf Alfabet

Terdapat 3 huruf alfabet, yaitu "A", "B", "C". Bagaimana jika kita menekan tombol *next*, maka akan diarahkan ke huruf selanjutnya ataupun menekan tombol *prev*, maka akan diarahkan ke huruf sebelumnya. Implementasi kode program dari fitur tersebut seperti pada *Source code* 5.1.

```

001 void Start () {
002     Parent_A.SetActive (true);
003     Parent_B.SetActive (false);
004     Parent_C.SetActive (false);
005 }
006
007 void Update () {
008 }
009
010 public void next(){
011     if (RehabSetting.currentChar.Equals("A")) {
012         btnPrev.SetActive(true);
013         RehabSetting.currentChar = "B";
014
015         Parent_A.SetActive (false);
016         Parent_B.SetActive (true);
017         Parent_C.SetActive (false);
018
019     }else if (RehabSetting.currentChar.Equals("B")) {
020         RehabSetting.currentChar = "C";
021         Parent_A.SetActive (false);
022         Parent_B.SetActive (false);
023         Parent_C.SetActive (true);
024         btnNext.SetActive(false);
025     }
026 }
027
028 }
029 public void newtPrev( ){
030     if (RehabSetting.currentChar.Equals("B")) {
031         btnPrev.SetActive(false);
032         RehabSetting.currentChar = "A";
033
034         Parent_A.SetActive (true);
035         Parent_B.SetActive (false);
036         Parent_C.SetActive (false);
037         btnNext.SetActive(true);
038
039     }else if (RehabSetting.currentChar.Equals("C")) {
040         RehabSetting.currentChar = "B";

```



```

41     Parent_A.SetActive (false);
42     Parent_B.SetActive (true);
43     Parent_C.SetActive (false);
44     btnNext.SetActive(true);
45 }
46 }

```

Source code 5.1 Menu Huruf Alfabet

Penjelasan Source code 5.1 :

Saat *source code* diatas aktif, maka halaman akan menampilkan huruf “A”. Dan ketika ingin lanjut ke huruf berikutnya tekan tombol *next*, dan ketika ingin ke huruf sebelumnya tekan tombol *prev*.

5.1.6.2 Implementasi Audio

Terdapat 4 audio yang ditambahkan dalam permainan. Dimana audio tersebut digunakan untuk pendeteksi dan peringatan dalam menjalankan permainan. Implementasi kode program dari fitur tersebut seperti pada *Source code 5.2*.

```

01 void Start()
02 {
03     mTrackableBehaviour =
04     GetComponent<TrackableBehaviour>();
05     if (mTrackableBehaviour)
06     {
07         mTrackableBehaviour.RegisterTrackableEventHandler(this);
08     }
09 }
10
11 public void OnTrackableStateChanged(
12     TrackableBehaviour.Status previousStatus,
13     TrackableBehaviour.Status newStatus)
14 {
15     if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED ||
16         newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED ||
17         newStatus ==
18         TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
19     {
20         if (!audio.isPlaying) audio.Play();
21         if (failed.isPlaying) failed.Stop();
22     }
23     else
24     {
25         if (audio.isPlaying) audio.Stop();
26         if (!failed.isPlaying) failed.Play();
27     }
28 }

```

Source code 5.2 Implementasi Audio

Penjelasan *Source code* 5.2 :

Terdapat 4 audio yang diimplementasikan. Dimana audio tersebut akan berjalan pada 4 keadaan. Pertama saat tombol menu utama ditekan dan masuk ke halaman utama. Kedua saat aplikasi dimulai, jika sesuai dengan lintasan huruf maka audio akan berbunyi. Ketiga saat keluar dari lintasan huruf, maka akan terdengar peringatan audio dan yang keempat saat sukses membentuk huruf, maka terdengar audio *applause*.

5.1.6.3 Implementasi Permainan Huruf Alfabet

Terdapat 3 huruf alfabet, kita harus menggerakkan objek bola sesuai dengan huruf. Implementasi kode program dari fitur tersebut seperti pada *Source code* 5.3.

```

01 void Start () {
02     mImageTargetBehaviour =
03     GetComponent<Vuforia.ImageTargetBehaviour>();
04
05     if (mImageTargetBehaviour == null)
06     {
07         Debug.Log ("ImageTargetBehaviour not found ");
08     }
09
10     Transform[] ts =
11     Parent_A.transform.GetComponentsInChildren<Transform>
12     (true);
13
14     List<GameObject> Children;
15     Children = new List<GameObject> ();
16
17     foreach (Transform t in ts) {
18         if (t.tag.Equals("Huruf")) {
19             Children.Add(t.gameObject) ;
20         }
21     }
22     Huruf_A = new GameObject[Children.Count + 1];
23     for (int i =0; i<Children.Count; i++) {
24         Huruf_A[int.Parse(Children[i].gameObject.name)]
25     = Children[i] ;
26     }
27
28     ts =
29     Parent_B.transform.GetComponentsInChildren<Transform>
30     (true);
31     Children = new List<GameObject> ();
32
33     foreach (Transform t in ts) {
34         if (t.tag.Equals("Huruf")) {
35             Children.Add(t.gameObject) ;
36         }
37     }
38     Huruf_B = new GameObject[Children.Count + 1];
39     for (int i =0; i<Children.Count; i++) {
40         Huruf_B[int.Parse(Children[i].gameObject.name)]

```

```

41     = Children[i] ; 42     }
43
44     ts =
45     Parent_C.transform.GetComponentInChildren<Transform>
46     (true);
47     Children = new List<GameObject> ();
48
49     foreach (Transform t in ts) {
50         if (t.tag.Equals("Huruf")) {
51             Children.Add(t.gameObject) ;
52         }
53     }
54     Huruf_C = new GameObject[Children.Count + 1];
55     for (int i =0; i<Children.Count; i++) {
56         Huruf_C[int.Parse(Children[i].gameObject.name)]
57     = Children[i] ;
58     }
59     resetAll ();
60 }
61
62 void resetAll(){
63     RehabSetting.currentIndex = 1;
64     for (int i =1; i<Huruf_A.Length; i++) {
65         Huruf_A[i].gameObject.GetComponent<Image>().color =
66         Color.white ;
67     }
68
69     for (int i =1; i<Huruf_A.Length; i++) {
70         Huruf_B[i].gameObject.GetComponent<Image>().color =
71         Color.white ;
72     }
73
74     for (int i =1; i<Huruf_A.Length; i++) {
75         Huruf_C[i].gameObject.GetComponent<Image>().color =
76         Color.white ;
77     }
78 }
79
80 void FixedUpdate (){
81     if (RehabSetting.isFoundMarker)
82     {
83         float Jarak =100;
84         if (RehabSetting.currentChar.Equals ("A")) {
85             Jarak = Vector2.Distance (cursor.
86             transform.position, Huruf_A
87             [RehabSetting.currentIndex].
88             transform.position);
89         }else if (RehabSetting.currentChar.Equals ("B")){
90             Jarak = Vector2.Distance (cursor.
91             transform.position, Huruf_B
92             [RehabSetting.currentIndex].
93             transform.position);
94         }else if (RehabSetting.currentChar.Equals ("C")){
95             Jarak = Vector2.Distance (cursor.
96             transform.position, Huruf_C
97             [RehabSetting.currentIndex].
98             transform.position);
99         }
100     }

```



```

101
102         Debug.Log("Jarak : "+ Jarak);
103         if (Jarak < 10.0f) {
104             if (RehabSetting.currentChar.Equals ("A")) {
105                 if (!Sukses.isPlaying)
106                     Sukses.Play ();
107                 Huruf_A [RehabSetting.currentIndex].
108                 GetComponent<Image> ().color = Color.red;
109                 RehabSetting.currentIndex ++;
110                 if (RehabSetting.currentIndex >=
111                     Huruf_A.Length) {
112                     if (!Applause.isPlaying)
113                         Applause.Play ();
114                     RehabSetting.currentChar = "B";
115                     RehabSetting.currentIndex = 1;
116                     Parent_A.SetActive (false);
117                     Parent_B.SetActive (true);
118                     Parent_C.SetActive (false);
119
120                     btnPrev.SetActive(true);
121                     btnNext.SetActive(true);
122                 }
123             }else if (RehabSetting.currentChar.Equals
124             ("B")) {
125                 if (!Sukses.isPlaying)
126                     Sukses.Play ();
127                 Huruf_B [RehabSetting.currentIndex].
128                 GetComponent<Image> ().color = Color.red;
129                 RehabSetting.currentIndex ++;
130                 if (RehabSetting.currentIndex >=
131                     Huruf_B.Length) {
132                     if (!Applause.isPlaying)
133                         Applause.Play ();
134                     RehabSetting.currentChar = "C";
135                     RehabSetting.currentIndex = 1;
136                     Parent_A.SetActive (false);
137                     Parent_B.SetActive (false);
138                     Parent_C.SetActive (true);
139
140                     btnPrev.SetActive(true);
141                     btnNext.SetActive(false);
142                 }
143             }else if (RehabSetting.currentChar.Equals
144             ("C")) {
145                 if (!Sukses.isPlaying)
146                     Sukses.Play ();
147                 Huruf_C [RehabSetting.currentIndex].
148                 GetComponent<Image> ().color = Color.red;
149                 RehabSetting.currentIndex ++;
150                 if (RehabSetting.currentIndex >=
151                     Huruf_C.Length) {
152                     if (!Applause.isPlaying)
153                         Applause.Play ();
154                     RehabSetting.currentChar = "-";
155                     RehabSetting.currentIndex = 1;
156                     Parent_A.SetActive (false);
157                     Parent_B.SetActive (false);
158                     Parent_C.SetActive (false);

```



```

159
160         btnPrev.SetActive(false);
161         btnNext.SetActive(false);
162     }
163 }
164 } else {
165     if (Jarak > 150.0f) {
166         resetAll(); }
167     }
168 }
169 }
170
171 void Update () {
172     if (mImageTargetBehaviour == null)
173     {
174         Debug.Log ("ImageTargetBehaviour not found");
175         return;
176     }
177
178     Vector2 targetSize = mImageTargetBehaviour.GetSize();
179     float targetAspect = targetSize.x / targetSize.y;
180
181     Vector3 pointOnTarget = new Vector3
182     (-0.5f, 0, -0.5f/targetAspect);
183
184     Vector3 targetPointInWorldRef =
185     transform.TransformPoint(pointOnTarget);
186
187     Vector3 screenPoint = Camera.main.WorldToScreenPoint
188     (targetPointInWorldRef);
189
190     cursor.transform.position = screenPoint;
191
192 }

```

Source code 5.3 Implementasi Deteksi Huruf

Penjelasan *Source code* 5.3 :

Source code diatas berjalan ketika scan pada *marker* sukses. Ketika scan sukses akan menampilkan huruf pertama yaitu huruf “A”. Kemudian kita harus menggerakkan objek bola sesuai dengan huruf. Apabila kita tidak menggerakkan objek sesuai lintasan huruf atau keluar dari jalur, maka akan direset dan harus kembali lagi dari awal untuk membentuk huruf dan jika sukses membentuk huruf, maka akan diarahkan ke huruf selanjutnya sampai ke huruf “C”.

5.2 Pengujian

Tahap ini dijelaskan tentang pengujian dan analisis dari aplikasi yang telah dibangun. Pengujian menggunakan *blackbox testing*. Terdapat tiga tahap dalam pengujian ini yaitu pengujian fungsional, pengujian *non fungsional* dan pengujian *usability*. Setelah melalui tiga tahap pengujian tersebut, akan dilakukan analisis penelitian dari hasil pengujiannya, guna untuk mendapatkan kesimpulan.

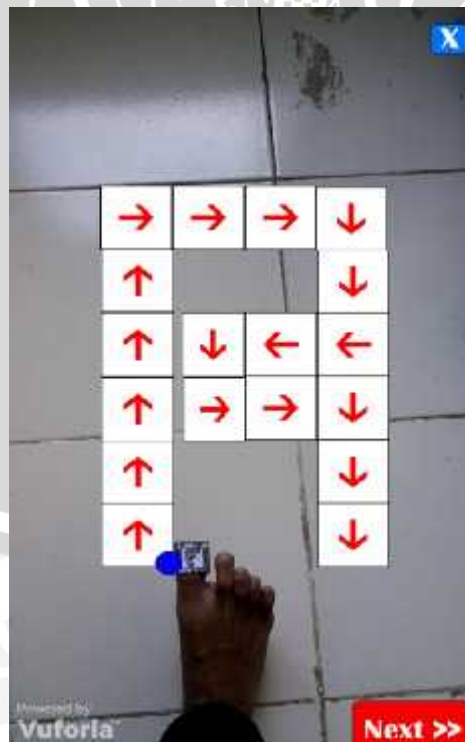
5.2.1 Pengujian Fungsional

Pada tahapan pengujian fungsional, yang diuji adalah apakah sistem berjalan sudah sesuai dengan skenario *use case* yang dibuat pada tahap perancangan. Pengujian dilakukan menggunakan *blackbox testing*, karena pada pengujian ini hanya fokus untuk mengetahui aplikasi berjalan sesuai skenario dan kebutuhan.

5.2.1.1 Kasus Unit Mulai

Tabel 5.5 Kasus Uji Mulai

Nama Kasus Uji	Mulai
Objek Uji	Kebutuhan Fungsional (SRS_01)
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa fungsi menu mulai dapat menampilkan huruf alfabet "A" serta bola 3D.
Data Masukan	-
Proses Uji	1. Membuka Aplikasi 2. Menekan Tombol Mulai 3. Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i>
Hasil Yang Diharapkan	Sistem akan menampilkan huruf alfabet "A" beserta objek bola 3D



Gambar 5.8 Menampilkan Huruf Alfabet "A" dan Objek Bola 3D

Gambar 5.8 menunjukkan tampilan aplikasi setelah user menekan tombol mulai pada halaman utama dan mengarahkan kamera *smartphone* ke marker. Aplikasi akan melakukan load bola 3D sesuai marker seperti terlihat pada gambar 5.8.

5.2.1.2 Kasus Unit Tutorial

Tabel 5.6 Kasus Uji Tutorial

Nama Kasus Uji	Tutorial
Objek Uji	Kebutuhan Fungsional (SRS_02)
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi menu tutorial dapat menampilkan halaman tutorial.
Data Masukan	-
Proses Uji	1. Membuka Aplikasi 2. Menekan Tombol Tutorial
Hasil Yang Diharapkan	Sistem mengarahkan user ke halaman tutorial.



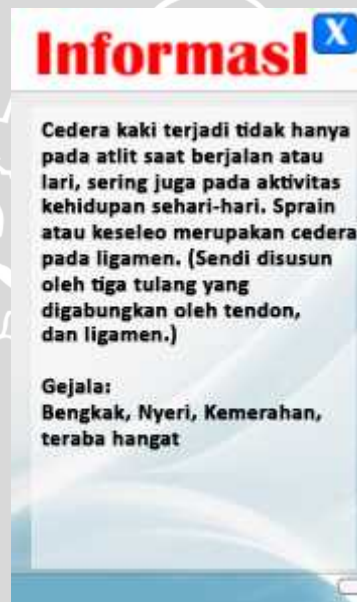
Gambar 5.9 Menampilkan Halaman Tutorial

Gambar 5.9 menunjukkan tampilan halaman tutorial, dimana dalam halaman ini terdapat petunjuk penggunaan aplikasi AR Rehabilitasi.

5.2.1.3 Kasus Unit Informasi

Tabel 5.7 Kasus Uji Informasi

Nama Kasus Uji	Informasi
Objek Uji	Kebutuhan Fungsional (SRS_03)
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi menu informasi dapat menampilkan halaman tutorial.
Data Masukan	-
Proses Uji	1. Membuka Aplikasi 2. Menekan Tombol Informasi
Hasil Yang Diharapkan	Sistem mengarahkan user ke halaman tutorial.



Gambar 5.10 Menampilkan Halaman Informasi

Gambar 5.10 menunjukkan tampilan halaman informasi, dimana dalam halaman ini terdapat beberapa informasi mengenai kesehatan terkilir pada pergelangan kaki.

5.2.1.4 Kasus Unit Keluar

Tabel 5.8 Kasus Uji Keluar

Nama Kasus Uji	Keluar
Objek Uji	Kebutuhan Fungsional (SRS_04)
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi menu keluar dapat mengarahkan user keluar dari aplikasi AR Rehabilitasi.
Data Masukan	-
Proses Uji	1. Membuka Aplikasi 2. Menekan Tombol Keluar
Hasil Yang Diharapkan	Sistem mengarahkan user keluar dari aplikasi AR Rehailitasi.

5.2.2 Pengujian *Non Fungsional*

Pada tahap ini menjelaskan tentang pengujian aplikasi AR Rehabilitasi yang terdapat pada tahap perancangan kebutuhan *non* fungsional.

5.2.2.1 Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.1

Pengujian kompatibilitas OS Android versi 4.2.1 dilakukan untuk mengetahui validitas kerja fitur-fitur yang telah disediakan sistem terkait dengan antarmuka sistem. Tabel 5.7 menjelaskan prosedur dan hasil kasus uji pengujian kompatibilitas pada OS Android versi 4.2.1.

Tabel 5.9 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.1

Nama Kasus Uji	Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.1
Objek Uji	Kebutuhan Non Fungsional.
Tujuan Pengujian	Untuk mengetahui kinerja pada sistem dalam menyediakan fitur-fitur dan antarmuka user.
Prosedur Uji	Membuka setiap halaman yang sesuai spesifikasi kebutuhan sistem.
Hasil Yang Diharapkan	Sistem dapat menampilkan fitur-fitur dan kesesuaian dengan implementasi antarmuka sistem.
Hasil Yang Didapatkan	Sistem dapat menampilkan fitur-fitur dan kesesuaian dengan implementasi antarmuka sistem.
Status Validitas	Valid.

5.2.2.2 Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.2

Pengujian kompatibilitas OS Android versi 4.2.2 dilakukan untuk mengetahui validitas kerja fitur-fitur yang telah disediakan sistem terkait dengan antarmuka sistem. Tabel 5.8 menjelaskan prosedur dan hasil kasus uji pengujian kompatibilitas pada OS Android versi 4.2.2.

Tabel 5.10 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.2

Nama Kasus Uji	Pengujian Kompatibilitas Android Versi 4.2.2
Objek Uji	Kebutuhan <i>Non Fungsional</i> .
Tujuan Pengujian	Untuk mengetahui validitas kinerja pada sistem dalam menyediakan fitur-fitur dan antarmuka user.
Prosedur Uji	Membuka setiap halaman yang sesuai spesifikasi kebutuhan sistem.
Hasil Yang Diharapkan	Sistem dapat menampilkan fitur-fitur dan kesesuaian dengan implementasi antarmuka sistem.
Hasil Yang Didapatkan	Sistem dapat menampilkan fitur-fitur dan kesesuaian dengan implementasi antarmuka sistem.
Status Validitas	Valid.

5.2.3 Pengujian Usability

Tahap pengujian usability akan menjelaskan tentang sejauh mana sistem dapat berfungsi dengan baik dan dimanfaatkan secara maksimal oleh user. Pengujian usability di sini langsung diimplementasikan ke user, setelah itu memberikan kuesioner yang nantinya data kuesioner tersebut akan diolah untuk mendapatkan kesimpulan. Berikut adalah pertanyaan dan data kuesioner yang akan ditampilkan pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10.

Tabel 5.11 Pertanyaan Berdasarkan QPF

NO.	PENGUKURAN	PERTANYAAN
1.	Realisme	Perasaan Anda tentang penggunaan teknologi AR Rehabilitasi lebih menarik dibandingkan dengan datang langsung ke rumah sakit ?
2.	Pi	Media yang digunakan sangat mudah digunakan dalam penyampaian teknologi AR Rehabilitasi ini ?
3.	Psi	Teknologi AR yang telah dibuat telah merepresentasikan solusi dengan baik ?

Tabel 5.11 Pertanyaan Berdasarkan QPF (Lanjutan)

NO.	PENGUKURAN	PERTANYAAN
4.	Tegangan	Menggunakan Teknologi AR tidak membuat Anda menjadi stres ?
5.	Usaha	Apakah usaha yang diperlukan dalam menggunakan teknologi AR Rehabilitasi ini sulit diperoleh ?
6.	Kesenangan	Apakah penggunaan teknologi AR Rehabilitasi ini lebih menyenangkan dibandingkan dengan datang langsung ke rumah sakit ?
7.	Pengusaan Teknologi	Media yang digunakan dalam penyampaian teknologi AR Rehabilitasi ini mudah digunakan ?
8.	Penguasaan Acara	Secara keseluruhan teknologi AR Rehabilitasi yang telah dibuat ini mudah dipahami ?

Tabel 5.12 Data Kuesioner

No.	Nama	Jawaban Pertanyaan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Dimas Sondang Irawan	B	B	B	A	A	B	B	B
2	Ahmad Syarifudin	A	A	B	A	A	B	A	B
3	Muhammad Saifulloh	B	B	B	C	B	B	A	B
4	Usman Ali	B	B	B	C	A	B	B	B
5	Asfiyak Zuhairi	A	C	C	B	B	B	C	C
6	Moh. Dede Wahyudi	B	B	B	B	A	B	B	A
7	Moh. Syarifuddin Al Mubarak	B	B	B	A	A	C	A	B
8	Muhamad Ainul Anam	B	A	B	B	B	C	B	B
9	Andi Anggara	B	B	B	B	D	B	A	B
10	M. Abid	A	A	A	B	B	A	B	A
11	M. Syauqillah	B	B	B	B	B	B	A	B
12	Bintang Setia	A	A	A	B	A	B	B	B
13	Apehansa	B	B	B	A	A	C	B	B
14	Bambang Dwi Cahyono	A	C	A	A	B	B	C	C
15	Rohmatulloh	B	B	C	B	A	C	B	B

Tabel 5.12 Data Kuesioner (Lanjutan)

16	Miftahul Karim	D	C	A	C	B	D	C	C
17	Harys Setyo N.	B	B	A	A	C	C	B	B
18	Muhammad Andri Harjunadi	A	A	C	A	B	B	A	B
19	Styoko Yudho B.	C	B	C	B	D	B	C	C
20	Husnul K.	B	A	B	A	C	B	A	B

Keterangan :

A (Sangat Setuju) = 5

D (Tidak Setuju) = 2

B (Setuju) = 4

E (Sangat Tidak Setuju) = 1

C (Netral) = 3

Tabel 5.11 merupakan data kuesioner dari 20 responden. Dari 20 responden tersebut akan ditotal jumlah dari tiap-tiap jawaban.

Tabel 5.13 Jumlah Data Kuesioner

No	Jawaban				
	A	B	C	D	E
1	6	12	1	1	0
2	6	11	3	0	0
3	5	11	4	0	0
4	8	9	3	0	0
5	6	10	2	2	0
6	1	13	5	1	0
7	7	9	4	0	0
8	2	14	4	0	0
Total	41	89	26	4	0

Jawaban A = $41 \times 5 = 205$

Jawaban B = $89 \times 4 = 356$

Jawaban C = $26 \times 3 = 78$

Jawaban D = $4 \times 2 = 8$

Jawaban E = $0 \times 1 = 0$

Jumlah (Jawaban A + Jawaban B + Jawaban C + Jawaban D + Jawaban E) = 647

Jumlah nilai maksimal 20 responden x 8 Soal x 5 Jawaban = 800

Persentase = $647/800 \times 100\%$

= $0.809 \times 100\%$

= 80.9 %

5.3 Analisis Hasil Pengujian

Proses analisis digunakan untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil pengujian aplikasi AR Rehabilitasi yang sebelumnya telah dilakukan. Analisis yang dilakukan mengacu pada hasil pengujian yang didapatkan dan mencakup hasil pengujian dari semua tahapan pengujian. Proses analisis diantaranya yaitu analisis hasil pengujian fungsional, pengujian *non* fungsional, dan pengujian *usability*.

5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Fungsional

Analisis hasil pengujian fungsional dilakukan untuk melihat kecocokan antara kinerja sistem dan daftar kebutuhan yang ada. Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang telah didapatkan, bahwa implementasi dan fungsionalitas dari aplikasi AR Rehabilitasi telah memenuhi kebutuhan fungsional yang sudah dijabarkan pada tahap analisis kebutuhan.

5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Non Fungsional

Analisis hasil pengujian *non* fungsional, dapat disimpulkan aplikasi AR Rehabilitasi dapat berjalan di beberapa perangkat bergerak yang berbeda menggunakan os android (versi 4.2.1 dan versi 4.2.2). Berdasarkan hasil tersebut bisa disimpulkan aplikasi yang dibangun memenuhi kebutuhan *non* fungsional yang telah dijabarkan pada tahap analisis kebutuhan.

5.3.3 Analisis Hasil Pengujian Usability

Dihasilkan persentase rata-rata sebesar 80.9%, sehingga nilai tersebut masuk kedalam interval 80-100%. Pada skala likert ditunjukkan tingkat penerimaan responden terhadap rehabilitasi dengan menggunakan teknologi AR Rehabilitasi "Sangat Setuju".

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis, perancangan, dan pengujian yang dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi AR Rehabilitasi dapat digunakan sebagai alternatif rehabilitasi medik dengan teknik fisioterapi, yaitu digunakan untuk melatih otot-otot bagian badan yang mengalami kelainan dan termasuk dalam tahapan subakut, dimana pada tahap ini dilakukan latihan ringan berupa menggambar huruf alfabet di udara dengan jari-jari kaki, yang bertujuan untuk menurunkan kekakuan pada pergelangan kaki yang disebabkan oleh pembengkakan.
2. Aplikasi bisa menampilkan objek 3D sesuai dengan marker, dan aplikasi bisa berjalan sesuai fungsinya dengan sangat baik.
3. Berdasarkan evaluasi *Quisioner Psikolog Feeling* (QPF) dan *User Acceptance Testing* (UAT) Teknologi AR Rehabilitasi menunjukkan tingkat penerimaan terhadap responden pada AR Rehabilitasi "Sangat Setuju", Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai rata-rata interpretasi persen sebesar 80,9% yang didapat dari penilaian dari 20 responden dengan menjawab kuesioner yang telah ditentukan.

6.2 Saran

Saran untuk pengembangan aplikasi AR Rehabilitasi lebih lanjut adalah:

1. Perlu diberikan interface yang lebih menarik serta lebih efisien.
2. Perlu ditingkatkan lagi sampai proses penyembuhan dengan menambahkan model yang lain, tidak hanya model huruf alfabet.
3. Penggunaan marker bisa ditingkatkan lebih lanjut dengan langsung menggunakan scan kaki, kuku atau jari kaki.
4. Perlu dibuat aplikasi yang dapat berjalan disemua platform tidak hanya di OS Android.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, Kazuma. 2014. *"Augmented Reality"*. [online] Diperoleh dari http://teamsande2006.blogspot.co.id/2014/01/augmented-reality_12.html [Diakses 03 April 2016]
- Fernando, M. 2013, *"Membuat Aplikasi Android Augmented Reality Menggunakan Vuforia SDK dan Unity"*. Buku AR Online, Manado.
- Gamat, QnC Jelly. 2016. *"Seperti apa pengobatan yang musti dilakukan dalam memulihkan ligamen yang robek pada pergelangan kaki?"*. [online] Diperoleh dari ["http://qncjelly-gamat.com/seperti-apa-pengobatan-yang-musti-dilakukan-dalam-memulihkan-ligamen-yang-robek-pada-pergelangan-kaki.html"](http://qncjelly-gamat.com/seperti-apa-pengobatan-yang-musti-dilakukan-dalam-memulihkan-ligamen-yang-robek-pada-pergelangan-kaki.html) [Diakses 02 April 2016]
- Garcia, Jaime Andres & Navarro, Karla Felix. 2014. *"The Mobile RehApp™: an AR-based mobile game for ankle sprain rehabilitation"*, Australia : University of Technology Sydney, FEIT.
- Julie, Carmigiani, et.al. 2011. *"Augmented Reality Technologies, system and applications"*. Journal Multimedia Tools and Applications.
- Likert, R. 1932. *"A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology"*. [online] Diperoleh dari ["http://voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf"](http://voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf) [Diakses 30 November 2016]
- Milleville, Pennel. 2015. *Driving for Real or on a Fixed-Base Simulator: Is It so Different? An Explorative Study*. [e-journal] Diperoleh dari ["http://ieeexplore.ieee.org"](http://ieeexplore.ieee.org) [Diakses 30 Oktober 2016]
- Priawan, Malaysianto Yudha. 2013. *"Teknologi, smartphone, dan Android"*. [e-journal] Diperoleh dari ["http://jurnalilmiah2013.blogspot.co.id"](http://jurnalilmiah2013.blogspot.co.id) [Diakses 03 April 2016]
- Rosa, A., S. dan Shalahudin, M. 2011. *"Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)"*. Bandung: Modula.
- Sandewita, Nova. 2014. *"Jenis Pelayanan Rehabilitasi"*. [online] Diperoleh dari ["http://vhasande.blogspot.co.id/2014/03/jenis-pelayanan-rehabilitasi.html"](http://vhasande.blogspot.co.id/2014/03/jenis-pelayanan-rehabilitasi.html) [Diakses 02 April 2016]
- Sommerville, Ian. 2011. *"Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)"*. Erlangga, Jakarta.
- Sonjaya, Iwan. 2010. *"Penerapan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Rumah Adat di Indonesia"*. Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jakarta.
- Yusuf, Rosikhan Maulana dan Aristiawan. 2013. *"Unity 3D – Game Engine"*. [online] Diperoleh dari ["http://www.hermantolle.com/class/docs/unity-3d-game-engine/"](http://www.hermantolle.com/class/docs/unity-3d-game-engine/) [Diakses 02 April 2016]