

**RANCANG BANGUN *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK  
MEDIA PEMBELAJARAN 3D PADA TABEL UNSUR PERIODIK  
KIMIA**

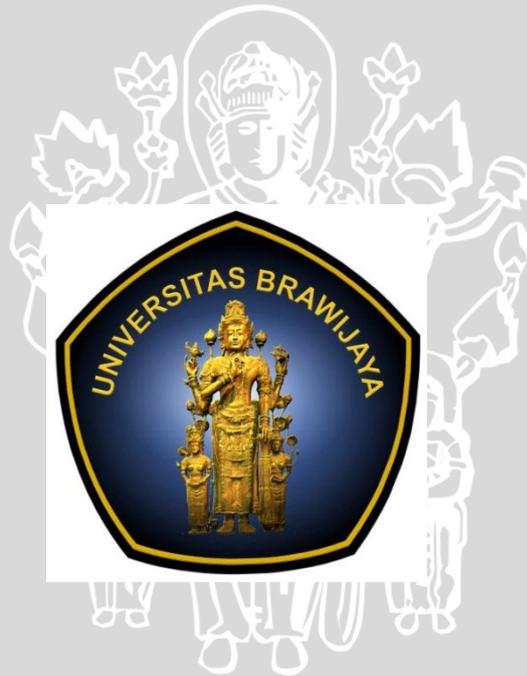
**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

SUKARJO

NIM: 115090613111001



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER  
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN *MOBILE AUGMENTED REALITY* UNTUK MEDIA  
PEMBELAJARAN 3D PADA TABEL UNSUR PERIODIK KIMIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Sukarjo

NIM: 115090613111001

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
26 November 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wibisono Sukmo Wardhono, ST., MT.

NIK: 820404 06 1 1 0091

Eriq Muhammad Adams J, ST., M.Kom

NIP: 19850410 2012121001

Mengetahui

Ketua Program Studi Informatika/Ilmu Komputer

Drs. Marji, MT.

NIP: 19670801 199203 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, 26 November 2015



Sukarjo

NIM: 115090613111001

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahNya-lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Mobile Augmented Reality* Untuk Media Pembelajaran 3d Pada Tabel Unsur Periodik Kimia”. Shalawat serta salam atas junjungan nabi besar kita Nabi Muhammad S.A.W. beserta keluarga dan para sahabat sekalian. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang. Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih penulis yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan dukungan selama penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih penulis kepada :

1. Bapak Wibisono Sukmo Wardhono, ST., MT. Dan Bapak Eriq Muhammad Adams J, ST., M.Kom. selaku dosen pembimbing penulis.
2. Bapak (alm) Sarilah Bin. H. Umar dan Ibu Caritem, selaku orangtua penulis yang tiada henti-hentinya memberikan do'a demi terselesainya tugas akhir ini. Kakak saya Lilis Megawati dan keponakan saya Agus Supri Yadi, Syahrinih serta Bapak Sarka yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan moral.
3. Bapak Ir. Sutrisno, M.T, Bapak Ir. Heru Nurwasito, M.Kom, Bapak Himawat Aryadita, S.T, M.Sc, dan Bapak Eddy Santoso, S.Kom selaku Ketua, Wakil Ketua 1, Wakil Ketua 2 dan Wakil Ketua 3 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Bapak Drs. Marji, MT dan Bapak Issa Arwani, S.Kom., M.Sc selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Informatika.
5. Bapak / Ibu Dosen, Staff Administrasi dan Perpustakaan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
6. Seluruh teman-teman mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya khususnya angkatan 2011, Keluarga Coffee Corner Malang yang memberi banyak pengalaman selama hidup di Malang, serta sahabat penulis, Ahmad Farhan, Rahmat, Karid, Atiqo, Harim, dan Ikatan Keluarga Indramayu Mahasiswa Universitas Brawijaya (IKLIM UB).
7. Seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga penulisan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna serta banyak kekurangan yang disebabkan oleh

keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

Malang, 26 November 2015

Penulis

[sukarjosarilah@gmail.com](mailto:sukarjosarilah@gmail.com)



## ABSTRAK

Mata pelajaran Sekolah Menengah Atas (SMA) termasuk sangat kompleks. Salah satunya ialah mata pelajaran kimia yang didalamnya terdapat materi tentang unsur-unsur periodik kimia. Dalam mempelajari hal tersebut siswa SMA mengalami kesulitan dalam menghafal jenis-jenis unsur kimia. Berdasarkan survei yang dilakukan pada siswa kelas XI jurusan IPA serta masyarakat umum mengalami kesulitan dalam mempelajari tabel unsur periodik kimia. Sehingga perlu pembelajaran yang interaktif dan menarik supaya siswa lebih mudah dalam mempelajarinya.

Dengan permasalahan tersebut, penulis merancang dan membangun sitem *Augmented Reality* untuk media pembelajaran tabel unsur periodik kimia dalam bentuk animasi 3D berbasis *mobile*. *Augmented Reality* merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya baik 2D maupun 3D kedalam lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dibuat diperoleh skor *System Usability Scale* sebesar 94.75 yang artinya sistem dapat diterima oleh masyarakat umum.

Kata kunci : *Augmented Reality*, Tabel Unsur Periodik Kimia, Pembelajaran 3D



## ABSTRACT

*Senior High School In Indonesia have the most complex lesson and curriculum. One of the lesson is chemical, it has a material that define the elements about alchemic-periodical. Most of them have difficulties to memorize the material. Based on the survey at second grade class for science students in and the society cant memorize it easily. An interactive and atractive learning process in needed, to help the students understand it easily.*

*Based on that case, writer of this thesis build and design Augmented Reality system for learning media that can show them alchemic periodical in 3D animation based on mobile. Augmented Reality is an Technology that combine 2D and 3D bright object then project it to the real time. Based on the score result of system testing that have done by the Usability Scale System (94.75). It means this system is acceptable in the society.*

*Keyword: Augmented Reality, Periodic Table of Elements, Learning of 3D*

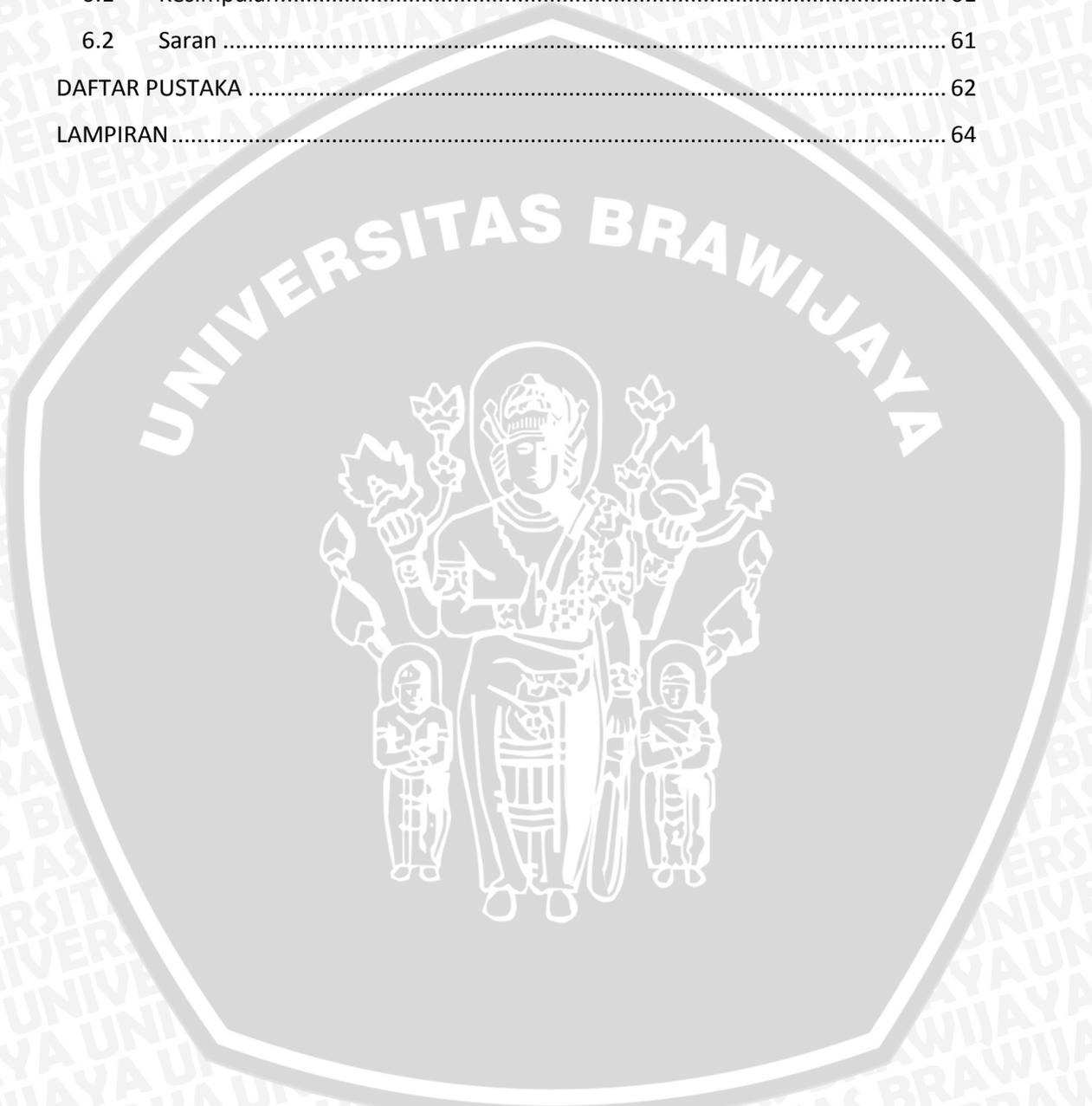


## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tabel Unsur Periodik Kimia.....	5
2.1.1 Logam.....	6
2.1.2 Nonlogam.....	6
2.1.3 Metaloid.....	7
2.2 Perangkat <i>Mobile</i> .....	7
2.2.1 Android.....	7
2.2.2 Google Cardboard.....	7
2.3 <i>Augmented Reality</i> .....	7
2.3.1 Vuforia.....	8
2.4 Unity.....	9
2.5 Pengujian Perangkat Lunak.....	10
2.5.1 Pengujian Fungsionalitas.....	10
2.5.2 Pengujian <i>Usability</i> .....	11
<b>BAB 3 METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>

3.1.	Studi Literatur .....	13
3.2.	Analisis Kebutuhan.....	14
3.3.	Pengumpulan Data.....	14
3.4.	Perancangan .....	14
3.5.	Implementasi .....	14
3.6.	Pengujian Perangkat Lunak.....	15
3.7.	Kesimpulan dan Saran.....	15
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN .....</b>		<b>16</b>
4.1.	Analisis Kebutuhan Sistem .....	16
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 .....	19
4.2.	Perancangan Sistem.....	19
4.2.1	Perancangan Aplikasi .....	19
4.2.2.	Perancangan Konten 3D.....	20
4.2.3.	Perancangan <i>Marker</i> .....	20
4.2.4.	<i>Use Case Diagram</i> .....	21
4.2.5.	<i>Use-Case Skenario</i> .....	22
4.2.6.	<i>Activity Diagram</i> .....	27
4.2.7.	<i>Sequence Diagram</i> .....	29
4.2.8.	<i>Class Diagram</i> .....	29
4.2.9.	Perancangan Antarmuka Aplikasi .....	30
<b>BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>		<b>37</b>
5.1.	Implementasi .....	37
5.1.1.	Spesifikasi Sistem .....	37
5.1.2.	Batasan Implementasi.....	38
5.1.3.	Implementasi Konten 3D .....	39
5.1.4.	Implementasi <i>Marker</i> .....	39
5.1.5.	Implementasi Kode Program .....	43
5.1.6.	Implementasi Aplikasi .....	45
5.2.	Pengujian .....	48
5.2.1.	Pengujian Akurasi Model 3D.....	48

5.2.2.	Pengujian Validasi.....	50
5.2.3.	Pengujian Non-Fungsional.....	56
5.2.4.	Pengujian Usability.....	58
BAB 6 PENUTUP .....		61
6.1	Kesimpulan.....	61
6.2	Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....		62
LAMPIRAN.....		64



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tabel Unsur Periodik Kimia .....	5
Gambar 2.2 <i>Continuum Virtuality</i> yang menggambarkan hubungan lingkungan nyata dengan lingkungan maya. ....	8
Gambar 2.3 Arsitektur dari Vuforia SDK. ....	9
Gambar 2.4 Gambar target yang sudah di generated dan menghasilkan rating 5....	9
Gambar 2.5 Arsitektur Unity .....	10
Gambar 2.6 Nilai Skor SUS .....	12
Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem .....	16
Gambar 4.2 Gambaran Umum Aplikasi .....	17
Gambar 4.3 <i>Work Flow Aplikasi</i> .....	20
Gambar 4.4 Perancangan konttten 3D.....	20
Gambar 4.5 Contoh <i>Marker</i> Persegi Sama Sisi .....	21
Gambar 4.6 Diagram <i>Use-Case</i> Kebutuhan Aplikasi .....	22
Gambar 4.7 <i>Activity Diagram</i> Melihat Objek AR Unsur Kimia.....	27
Gambar 4.8 <i>Activity Diagram</i> Melihat Menu Panduan .....	28
Gambar 4.9 <i>Activity Diagram</i> Mendownload Marker .....	28
Gambar 4.10 <i>Sequence Diagram</i> .....	29
Gambar 4.11 <i>Class Diagram</i> .....	30
Gambar 4.12 Bagan <i>Sitemap</i> Aplikasi .....	31
Gambar 4.13 Tampilan <i>Splash Screen</i> Aplikasi .....	31
Gambar 4.14 Tampilan Utama Aplikasi.....	32
Gambar 4.15 Tampilan Halaman Memilih Menu Mono Kamera/Dual Kamera ...	33
Gambar 4.16 Tampilan Halaman Memilih Unsur Mono Kamera/Dual Kamera ...	33
Gambar 4.17 Tampilan Mono Kamera.....	34



Gambar 4.18 Tampilan Dual Kamera .....	35
Gambar 4.19 Tampilan Halaman Download Marker .....	36
Gambar 5.1 Tahapan Implementasi.....	37
Gambar 5.2 Implementasi Konten 3D.....	39
Gambar 5.3 Implementasi <i>Marker</i> Logam Alkali .....	40
Gambar 5.4 Implementasi <i>Marker</i> Logam Alkali Tanah .....	40
Gambar 5.5 Implementasi <i>Marker</i> Logam Transisi.....	41
Gambar 5.6 Implementasi <i>Marker</i> Logam Transisi Dalam Golongan Aktinida.....	41
Gambar 5.7 Implementasi <i>Marker</i> Logam Transisi Dalam Golongan Lantanida ..	42
Gambar 5.8 Implementasi <i>Marker</i> Metaloid .....	42
Gambar 5.9 Implementasi <i>Marker</i> Nonlogam .....	43
Gambar 5.10 <i>Splash Screen</i> Aplikasi .....	46
Gambar 5.11 Halaman Utama Aplikasi .....	46
Gambar 5.12 Halaman Mulai .....	47
Gambar 5.13 Mono Kamera.....	47
Gambar 5.14 Dual Kamera dengan Fitur <i>Virtual Button Zoom In</i> .....	47
Gambar 5.15 Dual Kamera dengan Fitur <i>Virtual Button Zoom Out</i> .....	48
Gambar 5.16 Implementasi dengan Google Cardboard .....	48
Gambar 5.17 Pengujian Akurasi Model 3D .....	49
Gambar 5.18 Memilih menu kamera .....	51
Gambar 5.19 Menampilkan Informasi Objek 3D Usrur Kimia Golongan Logam Alkali Fransium (Fr) dengan Mono Kamera .....	52
Gambar 5.20 Menampilkan Informasi Objek 3D Usrur Kimia Golongan Logam Alkali Fransium (Fr) dengan Dual Kamera.....	53
Gambar 5.21 Tampilan <i>Popup</i> Menu Panduan .....	54
Gambar 5.22 Mendownload <i>Marker</i> .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan Skala Skor SUS .....	11
Tabel 4.1 Identifikasi Aktor .....	17
Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional Pengguna .....	18
Tabel 4.3 Spesifikasi Kebutuhan Non-Fungsional .....	19
Tabel 4.4 Skenario <i>Use-Case</i> Memilih Menu Mulai .....	23
Tabel 4.5 Skenario <i>Use-Case</i> Mono Kamera .....	23
Tabel 4.6 Skenario <i>Use-Case</i> Dual Kamera .....	24
Tabel 4.7 Skenario <i>Use-Case</i> Melihat Menu Panduan .....	25
Tabel 4.8 Skenario <i>Use-Case</i> Mendownload Marker .....	26
Tabel 4.9 Penjelasan <i>Splash Screen</i> Aplikasi .....	32
Tabel 4.10 Penjelasan Tampilan Utama Aplikasi .....	32
Tabel 4.11 Penjelasan Tampilan Halaman Mulai .....	33
Tabel 4.12 Penjelasan Tampilan Halaman Menu Unsur .....	34
Tabel 4.13 Penjelasan Halaman Download Marker .....	35
Tabel 4.14 Penjelasan Halaman Download Marker .....	35
Tabel 4.15 Penjelasan Halaman Download Marker .....	36
Tabel 5.1 Implementasi Kode Program Kelas <code>VBEventHandler3.cs</code> .....	43
Tabel 5.2 Pengujian Akurasi Model 3D .....	50
Tabel 5.3 Uji Menu Mulai .....	50
Tabel 5.4 Uji Mono Kamera .....	51
Tabel 5.5 Uji Dual Kamera .....	52
Tabel 5.6 Uji Melihat Menu Panduan .....	53
Tabel 5.7 Uji Mendownload <i>Marker</i> .....	54
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Validasi .....	55

Tabel 5.9 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.0..... 56

Tabel 5.10 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.1.1 ..... 57

Tabel 5.11 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.4.1 ..... 58

Tabel 5.12 Respon Pengguna Pada Kuisoner yang Telah Diberikan ..... 59



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 ..... 64



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelajaran adalah proses yang sangat kompleks, diantaranya ialah pelajaran kimia, sebab dalam pelajaran kimia harus diadakan banyak sekali percobaan dan bagi pelajar banyak sekali istilah atau terminologi baru yang sebagian masih sukar untuk dipahami [VOS-79]. Disisi lain semakin berkembangnya teknologi dalam berbagai bidang seperti teknologi informasi dalam bidang pembelajaran. dengan adanya teknologi informasi, dapat membantu khususnya para siswa SMA (Sekolah Menengah Atas) dalam pembelajaran mata pelajaran kimia dan masyarakat umum. Dalam hal ini peran dari teknologi informasi sangat besar untuk memberikan data suatu informasi khususnya tabel unsur periodik kimia sehingga dapat mengetahui jenis dan informasi dari unsur kimia dalam tabel unsur periodik kimia. Tabel periodik unsur-unsur kimia adalah tampilan unsur-unsur kimia dalam bentuk tabel. Setiap unsur didaftarkan berdasarkan nomor atom dan lambang kimianya. Kimia menekankan pada kajian materi, termasuk komposisi, sifat, struktur, perubahan yang dialaminya, dan hukum yang mengendalikan perubahan tersebut [GOL-05].

Sementara itu, perkembangan teknologi informasi juga berkembang pada disiplin ilmunya. Salah satu contoh ilmu yang berasal dari pengolahan citra ialah *Augmented Reality* (AR). AR merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya baik 2D maupun 3D kedalam lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata [ROE-14]. Banyak bidang yang terbantu dalam teknologi AR seperti bidang kedokteran, hiburan, *engineering* dan militer.

Pengembangan AR dalam sektor pembelajaran untuk tabel unsur periodik kimia, *user* membutuhkan informasi terkait tabel unsur periodik secara *mobile*, salah satu perangkat *mobile* yang sedang berkembang ialah Android. Android merupakan perangkat cerdas bersifat *opensource* yang berdampak pada meningkatnya jumlah pengguna maupun pengembang aplikasi secara *continue* dan signifikan [HUD-12]. Sistem operasi Android juga tergolong 'junior' dibanding sistem operasi *mobile* lainnya. Kehadirannya cukup mengejutkan dan menyita perhatian para pengguna ponsel. Android hadir dengan dukungan dari para vendor ponsel yang ada dan berhasil menggeser sistem operasi lainnya yang tergolong lebih senior seperti iOS dan Blackberry [UTO-12]. Seiring berkembangnya teknologi dalam pengolah grafis terutamanya *Virtual Reality*, perusahaan besar Google menciptakan perangkat keras yang di beri nama google cardboard untuk mendukung fitur tambahan *virtual reality* yang terdapat pada ponsel.

Dengan latar belakang tersebut, dapat diambil judul "Rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur

periodik kimia” diharapkan pengguna dapat dengan mudah mengetahui bentuk 3D, nomor atom, massa atom dan informasi lain dari unsur yang terdapat pada tabel unsur periodik kimia dengan cepat dan bersifat *mobile* serta dapat diimpelentasikan di perangkat keras google cardboard tanpa menggunakan koneksi internet untuk mendapatkan informasi tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada diatas, maka rumusan masalah dikhususkan pada:

1. Bagaimana menganalisis kebutuhan sistem 3D pada tabel unsur periodik kimia dengan *AR*.
2. Bagaimana proses implementasi 3D pada tabel unsur periodik kimia berdasarkan analisis yang telah disusun.
3. Bagaimana fungsionalitas hasil perancangan dan *usability* sistem pada pengguna.

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang akan dicapai yaitu:

1. Merancang gambaran umum 3D pada tabel unsur periodik kimia dengan *AR*.
2. Mengimplementasi 3D pada tabel unsur periodik kimia dengan *AR* pada sistem operasi Android.
3. Menguji fungsionalitas hasil perancangan dan *usability* sistem pada pengguna.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dirumuskan lebih terfokus, maka penelitian skripsi ini dibatasi dengan hal:

1. Impelemtasi Rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia berupa purwarupa.
2. Umpan balik yang digunakan sebagai *marker* adalah gambar lambang dari unsur kimia berbentuk persegi yang sudah ditetapkan.
3. Pustaka *Augmented Reality* yang digunakan adalah Unity.
4. Perancangan dan implementasi *AR* pada sistem operasi Android 4.4.2 (Kitkat).
5. Sistem Rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini menampilkan citra yang telah disimpan pada aplikasi (*embed*).

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini ialah:

- a. Bagi penulis
  1. Mengaplikasikan ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di program studi Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya.
  2. Mendapat pemahaman dalam perancangan dan pengembangan aplikasi pada sistem operasi Android.
  3. Mendapat pemahaman dalam perancangan dan pengembangan teknologi *Augmented Reality* pada sistem operasi Android.
- b. Bagi pengguna
  1. Memudahkan pengguna dalam mengetahui wujud, nomor atom, massa atom dan informasi lain dari unsur kimia dan tabel unsur periodik kimia.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah:

### BAB 1 Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### BAB 2 Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Berisi dasar teori secara luas mengenai *software* maupun *hardware* yang diperlukan untuk perancangan sistem rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia.

### BAB 3 Metodologi Penelitian

Berisi tentang langkah-langkah dalam merancang sistem rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia yang dapat dijalankan pada *smart phone* Android.

### BAB 4 Analisis dan Perancangan

Bab ini berisi tentang perencanaan sistem yang dibuat, meliputi deskripsi sistem, spesifikasi kebutuhan, perancangan sistem, perancangan sistem *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia pada sistem operasi Android.

## BAB 5 Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang dibangun, meliputi pembuatan Rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia pada sistem operasi android menggunakan Unity, serta berisi tentang analisis hasil perancangan *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia, hasil analisa output Rancang bangun *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia, pembahasan terjadinya kegagalan (apabila terjadi kegagalan).

## BAB 6 Penutup

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diambil berdasarkan analisa hal-hal penting, meliputi keunikan, kelebihan dan kekurangan, serta saran-saran untuk penyempurnaan sistem yang dibuat.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini berisi tentang pembahasan dan teori tentang perangkat lunak yang akan dilakukan. Teori yang akan dibahas dalam bab ini meliputi penjelasan tentang tabel unsur periodik kimia, Android, *Augmented Realit*, *Unity* dan *Pengujian perangkat lunak*.

### 2.1 Tabel Unsur Periodik Kimia

Pernyataan hukum periodik kimia adalah bahwa sifat-sifat kimia dan fisik dari elemen berbeda-beda dengan cara periodik dan nomor atom mereka.

Hydrogen 1 H 1.0079																	Helium 2 He 4.0026	
Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.0122											Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180	
Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305											Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948	
Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933	Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.39	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.61	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.80	
Rubidium 37 Rb 85.468	Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29	
Cesium 55 Cs 132.91	Ba 137.33	* 57-70	Lanthanum 57 La 138.91	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.98	Po [209]	Astatine 85 At [210]	Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	* *	Lr [262]	Rf [261]	Db [262]	Sg [263]	Bh [264]	Hs [265]	Mt [266]	Uun [271]	Uuu [272]	Uub [273]	Uuq [274]					
* Lanthanide series			57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04		
** Actinide series			89 Ac [227]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]		

Gambar 2.1 Tabel Unsur Periodik Kimia

Sumber: [STW-02].

Tabel periodik modern disusun sangat banyak. Unsur-unsur yang diatur dalam baris yang disebut periode; dalam setiap periode unsur disusun dalam urutan nomor atom mereka. Periode diberi nomor dari 1 sampai 8 dari baris atas ke baris bawah. Bawah tubuh utama dari tabel dua baris panjang 14 elemen masing-masing. Salah satu dari kelompok-kelompok yang panjang seperti lanthanum (Z = 57) dan dikenal sebagai lantanida dan kelompok lain seperti aktinium (Z = 89) dan dikenal sebagai aktinida [STW-02].

Dalam tabel unsur periodik kimia terdapat golongan-golongan dari sifat kimia tersebut, diantaranya Logam (Logam Alkali, Logam Alkali Tanah, Logam Transisi Dalam (Lantanida, Aktinida), Logam Transisi, Logam Lain), Metaloid, Nonlogam (Halogen, Gas Mulia, Nonlogam lain), serta tipe lain yang masih belum diketahui. Pada tabel unsur kimia terdapat banyak nama unsur yang membuat

sebagian orang malas untuk mempelajarinya terutama anak sekolah yang sudah mendapatkan mata pelajaran kimia [PRI-14].

### 2.1.1 Logam

Sebuah Logam atau Metal dalam unsur kimia siap membentuk ion (kation) dan ikatan logam. Logam dibagi lagi menjadi beberapa bagian diantaranya, Logam Alkali, Logam Alkali Tanah, Logam Transisi, Logam Transisi Dalam dan Logam Lain.

#### a. Logam Alkali

Logam Alkali ini terdapat pada golongan IA pada tabel periodik kimia, kecuali Hidrogen. Unsur ini sangat bersifat reaktif, sehingga sangat jarang ditemukan dalam sifat tunggal. Unsur kimia yang tergolong pada Logam Alkali ini ialah Litium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Sesium (Cs), dan Fransium (Fr).

#### b. Logam Alkali Tanah

Unsur kimia ini tergolong pada golongan IIA pada tabel periodik kimia. Unsur elompok ini tergolong dari Berilium (Be), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Stronsium (Sr), Barium (Ba), dan Radium (Ra). Berbeda dengan unsur lainnya, Radium kadang tidak dianggap sebagai Alkali Tanah karena sifatnya yang radioaktif [STW-02].

#### c. Logam Transisi

Logam Transisi ini digolongkan pada tabel periodik kimia dalam kolom 3 sampai 12 (IIIB sampai VIII B) [STW-02].

#### d. Logam Transisi Dalam

Unsur yang tergolong pada Logam Transisi Dalam ini dibagi menjadi dua yaitu:

- Lantanida, ialah golongan unsur kimia yang terdiri dari 15 unsur, mulai dari Lantanum (La) sampai Lutetium (Lu) pada tabel periodik. Semua unsur Lantanida, kecuali Lutetium, adalah unsur blok-f yang berarti bahwa elektronnya terisi sampai orbit 4f. Golongan ini diberi nama berdasarkan lantanum.
- Aktanida, ialah golongan unsur kimia yang terdiri dari 15 unsur, mulai dari Aktinium (Ac) sampai Laurensium (Lr) pada tabel unsur periodik. Kelompok unsur tersebut bersifat metalik. Kelompok unsur aktanida terdapat pada deret terakhir dibawah badan tabel periodik yang diusulkan pertama kali oleh Glenn Seaborg (1944) [SUG-12].

### 2.1.2 Nonlogam

Unsur kimia ini bersifat elektronegatif yang berarti dapat mudah mengikat unsur elektron valensi dari atom lain dari pada melepaskannya. Unsur kimia yang termasuk ialah Hidrogen (H), Karbon (C), Nitrogen (N), Oksigen (O), Fosfor (P), Belerang (S), dan Selenium (Se). Dalam unsur Nonlogam tergolong dari

unsur lainnya seperti Halogen yang cenderung menghasilkan garam jika bercampur dengan logam, dan Gas Mulia yang sifat unsurnya dikenal sangat setabil dan sukar untuk bereaksi dengan unsur lain[STW-02].

### 2.1.3 Metaloid

Unsur kimia ini memiliki sifat antara logam dan nonlogam. Metaloid sulit dibedakan dengan logam, perbedaan utamanya jika Logam adalah konduktor sedangkan Metaloid adalah semikonduktor. Golongan unsur kimia ini ialah Boron (B), Silikon (Si), Germanium (Ge), Arsen (As), Antimon (Sb), Telurium (Te), dan Polonium (Po).

## 2.2 Perangkat *Mobile*

Perangkat *mobile* adalah perangkat elektronik yang sifatnya *portable* atau dapat berpindah dari era yang luas. Perangkat ini mempunyai fungsi sebagai pesawat telepon normal, perangkat *mobile* pula mempunyai banyak jenis ukuran dan *layout* yang berbeda. Perangkat *mobile* tidak lepas didukung oleh sistem operasi untuk menjalankannya, diantaranya Android.

### 2.2.1 Android

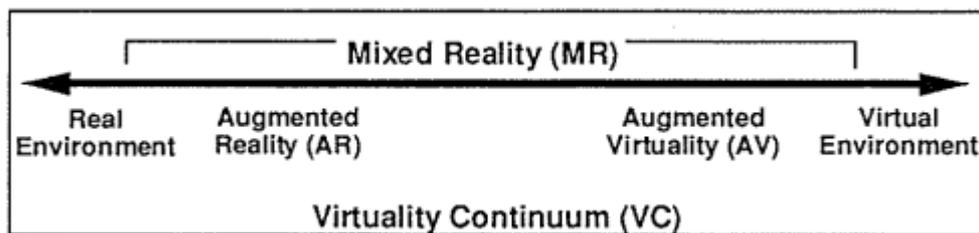
*Smartphone* sudah menjadi tren dikalangan masyarakat saat ini, tetapi perlahan semuanya berubah menjadi kebutuhan. Android sendiri ialah sistem operasi untuk *gadget* seperti ponsel dan komputer tablet yang awal mulanya didirikan oleh Android Inc. dan kemudian diakuisisi oleh Google Inc. pada awalnya tampilan sistem operasi ini tidak jauh berbeda dengan sistem operasi JAVA dan Symbian[ADE-13]. Seiring berjalannya waktu, para pengembang pun mulai melakukan pembenahan sehingga tampilan Android sekarang terlihat tampak elegan. Android terbentuk berdasarkan sistem kernel linux.

### 2.2.2 Google Cardboard

Google cardboard ialah perangkat keras besutan Google yang diproduksi untuk mendukung penggunaan fitur dari game ataupun media lain seperti informasi yang menggunakan *Augmented Reality* didalamnya. Aplikasi yang menggunakan fitur dari Google Cardboard ini ditandai dengan dua kamera pada aplikasinya. Sehingga memunculkan dua objek yang sama.

## 2.3 *Augmented Reality*

*Augmented Reality* ialah di mana 3-D objek virtual diintegrasikan ke dalam lingkungan nyata 3-D secara *real time* [AZU-97]. Selain itu *Paul Milgram* dan *Fumio Khisino* mendefinisikan *Virtuality Continuum* seperti gambar 2.4.



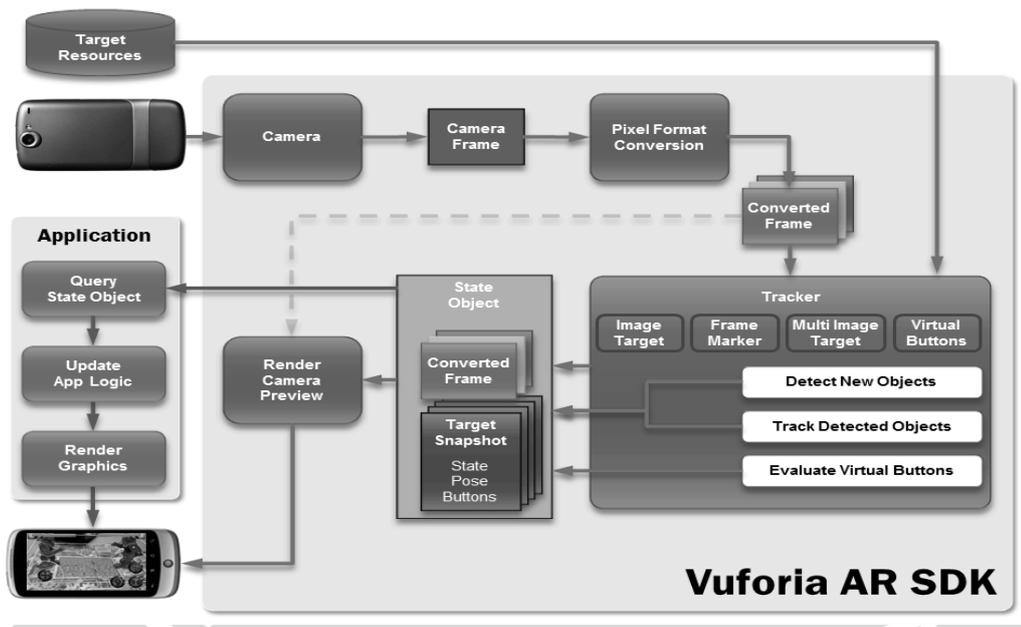
**Gambar 2.2** *Continuum Virtuality* yang menggambarkan hubungan lingkungan nyata dengan lingkungan maya.

Sumber: [MIL-94].

Pada *Continuum Virtuality* tersebut mendefinisikan yang lebih dekat dengan sisi kiri, lingkungan bersifat nyata (*Real Environmen*), sementara yang lebih dekat dengan sisi kanan, lingkungan bersifat maya (*Virtual Environment*). Dalam hal ini dapat disebut dengan *Mixed Reality* atau realitas campuran. Banyak bidang yang terbantu dalam teknologi AR seperti bidang kedokteran, hiburan, *engineering* dan militer. Dalam bidang pembelajaran teknologi AR dapat diterapkan seperti pembelajaran untuk siswa SMA seperti pembelajaran untuk mata pelajaran kimia [PRI-14].

### 2.3.1 Vuforia

Vuforia adalah *Software Development Kit* (SDK) yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer membuat aplikasi-aplikasi *Augmented Reality* di *mobile phone* (Android, iOS). AR Vuforia ini memberikan cara berinteraksi dengan kamera secara langsung pada layar *mobile* untuk menampilkan objek maya yang mewakili dunia nyata. Pada gambar 2.3 menjelaskan tentang arsitektur dari Vuforia SDK [FAJ-14].



Gambar 2.3 Arsitektur dari Vuforia SDK.

Sumber: [FAJ-14].

Gambar yang akan dijadikan *marker* atau target tidak perlu QRCode namun juga bukan sembarang gambar. Gambar yang dinyatakan bagus atau tidaknya akan muncul reteng 1 sampai 5, dimana jika gambar yang di jadikan marker menghasilkan lima bintang maka marker tersebut dinyatakan baik, tetapi jika gambar yang dijadikan marker menghasilkan bintang nol maupun satu, maka gambar yang dijadikan marker tersebut kurang baik.

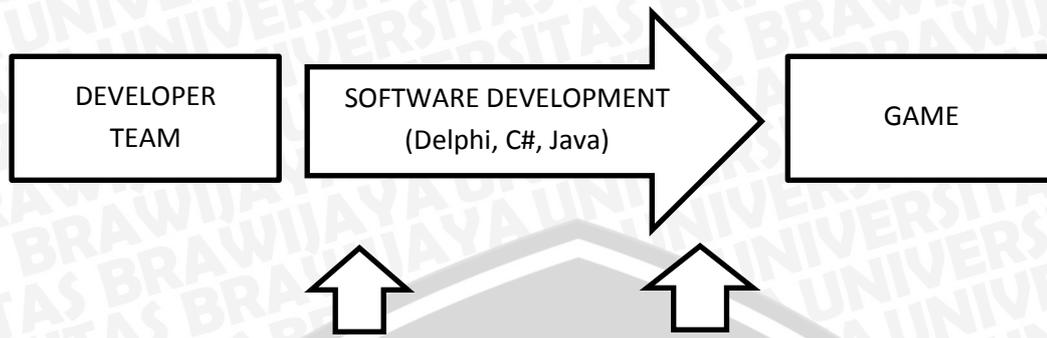
Add Target		Action ▾				
<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating	Status ▾	Date Modified	
<input checked="" type="checkbox"/>	titaniumtitanium	Single Image	5	Active	Mar 11, 2015 22:28	

Gambar 2.4 Gambar target yang sudah di genered dan menghasilkan rating 5

## 2.4 Unity

Unity Technologies dibangun di tahun 2004 oleh David Helgason, Nocholas Francis dan Joachim Ante. Perusahaan ini dikembangkan fokus pada pembuatan sebuah perangkat lunak khususnya *game engine*, *game 2D* maupun *3D*, serta Unity telah diatur untuk pembuatan *game* bergenre *First Person Shooting (FPS)*, *Role Playing Game (RPG)*, dan *Real Time Strategy (RTS)*, namun Unity juga bisa digunakan untuk membuat *game* atau aplikasi *Augmented Reality (AR)*. Ditahun 2009, Unity diluncurkan secara gratis dan di April 2012, Unity mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari satu juta developer terdaftar diseluruh dunia [ROE-14].





Asset	Function
Image (Photoshop, Gimp), Movie (Ulead, Pinnacle), Sound (SoundForge, Audacity), 3D Model & Animation (3Dmax, Blender)	Rendering (Frame Rate), Audio (Format Data), Math (Vector, Projectile), Collision (Mesh, Vertec), Network (TCP, UDP), SFX (Particle, Fire, Water)

Gambar 2.5 Arsitektur Unity

Sumber: [ROE-14]

*Middleware* ialah beberapa kasus dari *game engine*. Hal ini karena *game engine* digunakan sebagai perantara antara bahasa pemrograman dengan format data dari berbagai perangkat lunak penghasil *asset*. Hal ini memudahkan *developer* untuk membuat *asset* pada *game* yang dibuatnya.

## 2.5 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak ialah tahapan penting dalam membangun suatu perangkat lunak. Pengujian dilakukan dengan cara mengevaluasi konfigurasi perangkat lunak yang terdiri dari spesifikasi kebutuhan, deskripsi perancangan, dan program yang dihasilkan [NUR-14]. Pengujian perangkat lunak terdapat dua metode, yaitu *Black-Box Testing* dimana pengujian ini fokus pada hasil atau output yang dikeluarkan oleh aplikasi, dan *White-Box Testing* dimana untuk mengetahui cara kerja dari program secara internal. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan dengan metode *Black-Box Testing* yang meliputi pengujian fungsionalitas dan *usability*.

### 2.5.1 Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsional ialah berfungsi untuk pengujian perilaku, berfokus pada menentukan apakah program melakukan apa yang seharusnya dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional [PRE-01]. pengujian ini dilakukan dengan memberi inputan pada sistem baik inputan yang normal maupun tidak, hal ini

dilakukan agar dapat mendeteksi berbagai kemungkinan seperti *bug* yang akan muncul pada sistem.

### 2.5.2 Pengujian *Usability*

*Usability* ialah komponen efektivitas, efisiensi dan kepuasan pengguna dalam menggunakan sistem tersebut. Efektivitas dan efisiensi diukur menggunakan lembar observasi, sedangkan kepuasan diukur menggunakan *post task* kuesioner. Selain itu, diperlukan skenario untuk memandu responden dalam menggunakan aplikasi [NUR-14]. Hal ini bertujuan untuk menentukan suatu keberhasilan atau tidak suatu sistem.

Salah satu metode dalam *usability* ialah dengan menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*. *SUS* merupakan alat yang efektif untuk menilai kegunaan suatu produk, termasuk ponsel, *website*, sistem suara interaktif (IVR), aplikasi televisi dan lainnya. Ada beberapa karakteristik dari *SUS* yang membuat penggunaannya menarik. Pertama, *SUS* terdiri dari sepuluh pernyataan sehingga relatif cepat dan mudah bagi pengguna untuk melakukan pengisian kuisisioner pernyataan serta mempermudah bagi administrator untuk mencapai tujuannya. Kedua, *SUS* tidak memiliki hak milik sehingga biaya yang efektif untuk menggunakan dan mencapai tujuan segera setelah survei selesai. Ketiga, *SUS* adalah teknologi agnostik yang berarti dapat digunakan untuk evaluasi hampir semua jenis antarmuka pengguna [BAN-09]. Hasil dari survei merupakan nilai tunggal mulai dari 0 – 100 dan relatif mudah dipahami oleh berbagai orang dalam disiplin ilmu yang berbeda. Tabel 2.1 merupakan contoh penggunaan skala skor *SUS* [BRO-11].

**Tabel 2.1 Penggunaan Skala Skor *SUS***

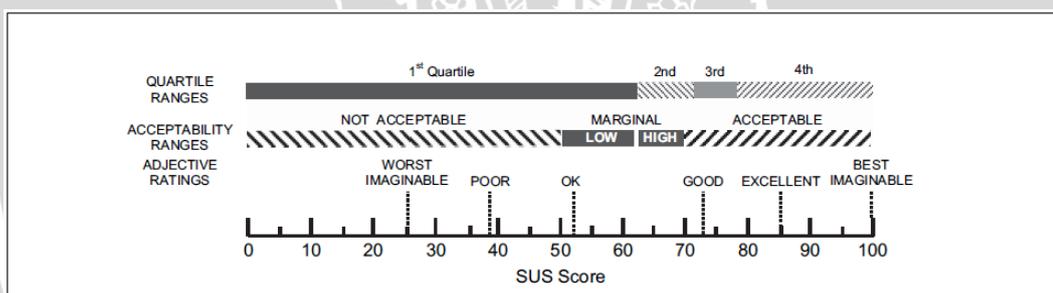
No.	Pernyataan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	I think that I would like to use this system frequently					√
2	I found the system unnecessarily complex				√	
3	I thought the system was easy to use		√			
4	I think that I would need the support of a technical respon to be able to use this system	√				
5	I found the various functions in this system were well integrated		√			
6	I thought there was too much inconsistency in this system			√		

7	I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	√			
8	I found the system very cumbersome to use			√	
9	I felt very confident using the system				√
10	I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	√			
Skor					30

Pilihan respon

1. Strongly disagree
2. Disagree
3. Netral
4. Agree
5. Strongly agree

SUS Score = 30 \* 2.5 = 75



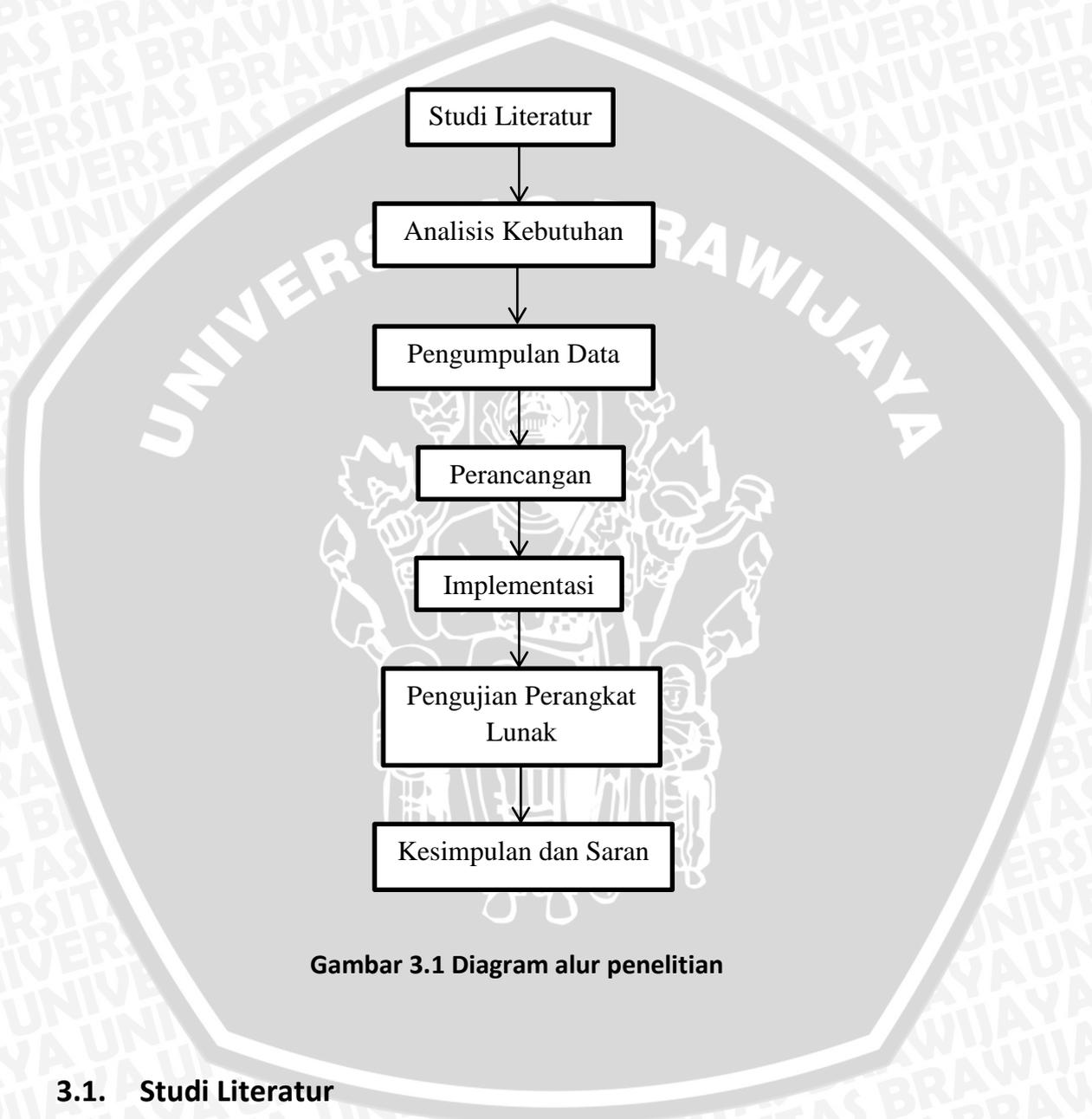
Gambar 2.6 Nilai Skor SUS

Sumber: [BAN-09]



## BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir, yaitu studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian aplikasi, serta kesimpulan dan saran yang akan dibuat. Gambar 3.1 di bawah ini menunjukkan diagram alur penelitian secara umum.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

### 3.1. Studi Literatur

Studi literatur ialah menjelaskan dasar teori yang digunakan untuk menunjang penulisan tugas akhir. Teori-teori tersebut meliputi:

1. Kajian Pustaka
2. Tabel periodik kimia
3. Android

4. Google Cardboard
5. *Augmented Reality*
6. Vuforia
7. Unity
8. Pengujian perangkat lunak
  - a. Non-fungsional
  - b. Kebutuhan Fungsionalitas dan Usability

### 3.2. Analisis Kebutuhan

Pada analisis kebutuhan sistem digunakan untuk mendapatkan kebutuhan yang diperlukan serta di implementasikan untuk aplikasi yang akan dibangun. Penggunaan perangkat lunak seperti Vuforia untuk mendapatkan database dalam pengenalan marker di butuhkan. Setelah kebutuhan-kebutuhan dalam analisis kebutuhan sistem telah ditetapkan, maka kebutuhan-kebutuhan tersebut di analisis dan dimodelkan. Metode analisa pada fungsional aplikasi menggunakan pemodelan UML (Unified Modeling Language). Analisis kebutuhan mencakup proses identifikasi aktor dan identifikasi kebutuhan baik fungsional maupun non-fungsional dari sistem.

### 3.3. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang dilakukan untuk kebutuhan aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini didapat dari sumber referensi buku-buku ilmu kimia dasar seperti buku dari Stwertka Albert. 2002. *A Guide To The Elements*, Oxford University Press, Inc. New York.

### 3.4. Perancangan

Pada tahap perancangan dilakukan setelah semua kebutuhan sistem didapatkan yang meliputi analisis kebutuhan dari sistem. Perancangan sistem dilakukan dengan pemodelan UML. Perancangan ini meliputi perancangan aplikasi, perancangan konten 3D, perancangan *marker*, perancangan *activity diagram*, *squence diagram* dan *class diagram*, serta perncangan antar muka aplikasi.

### 3.5. Implementasi

Pada tahapan ini seluruh proses perancangan sistem akan di implemntasikan. Implementasi perangkat lunak diawali dengan deskripsi spesifikasi lingkungan perancangan perangkat lunak. Berdasarkan perancangan yang dilakukan sebelumnya, pada tahapan terakhir dilakukan implementasi pada *smart phone* dengan sistem operasi Android dan pada perangkat google cardboard. Pembuatan sistem menggunakan bahasa pemrograman C# yang kemudian menghasilkan aplikasi berbasis Android yang akan digunakan *user*.

Pengenalan *marker* menggunakan dataset dari Vuforia yang kemudian digunakan untuk keperluan data set di Unity.

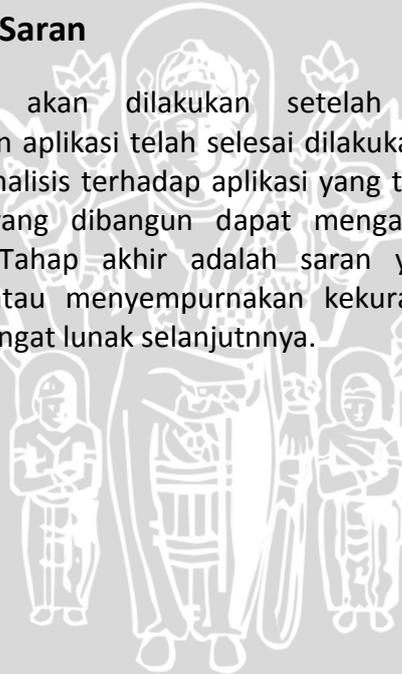
### 3.6. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian dilakukan untuk menentukan kelayakan dari aplikasi yang dibuat apakah kinerja dan performa memenuhi spesifikasi kebutuhan pada tahap sebelumnya. Pengujian aplikasi yang akan dilakukan antara lain pengujian akurasi konten 3D, pengujian non-fungsional dan fungsionalitas *usability*. Pengujian ini dilakukan dengan metode *Black-Box Tesing*.

Pengujian akurasi konten 3D dilakukan untuk mengetahui apakah model 3D yang dibuat dapat muncul. Pengujian fungsionalitas dan *usability* dilakukan untuk mengetahui apakah pengujian validasi sudah terpenuhi atau tidak, seperti apakah aplikasi yang dibuat berjalan pada sistem operasi Android dan perangkat googlecardboard atau tidak.

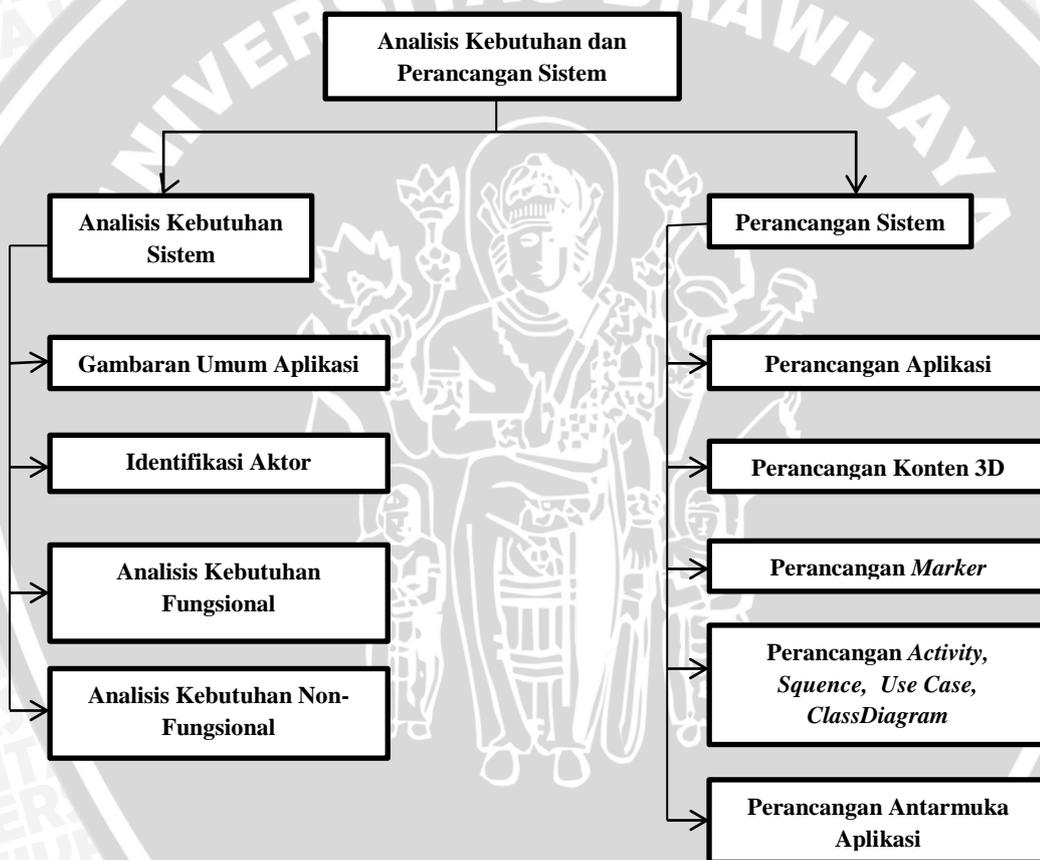
### 3.7. Kesimpulan dan Saran

Pada kesimpulan akan dilakukan setelah tahap perancangan, implemetasi, dan pengujian aplikasi telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis terhadap aplikasi yang telah dibangun, dengan tujuan apakah aplikasi yang dibangun dapat mengatasi permasalahan yang dirumuskan atau tidak. Tahap akhir adalah saran yang bertujuan untuk memperbaiki kesalahan atau menyempurnakan kekurangan pada penulisan untuk pengembangan perangkat lunak selanjutnya.



## BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai analisis dan perancangan dari sistem. Analisis dan perancangan yang dilakukan dibagi menjadi dua yaitu analisis kebutuhan sistem dan perancangan sistem. Tahapan analisis kebutuhan sistem meliputi empat tahapan yang terdiri dari gambaran umum aplikasi, identifikasi aktor, analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan non-fungsional. Untuk tahapan perancangan sistem terdapat enam tahapan diantaranya perancangan aplikasi, perancangan konten 3D, perancangan marker, perancangan *activity diagram*, perancangan *class diagram*, perancangan anatmuka aplikasi. Pada Gambar 4.1 menjeaskan tahapan dari analisis kebutuhan dan perancangan sistem.



Gambar 4.1 Tahapan Analisis dan Perancangan Sistem

### 4.1. Analisis Kebutuhan Sistem

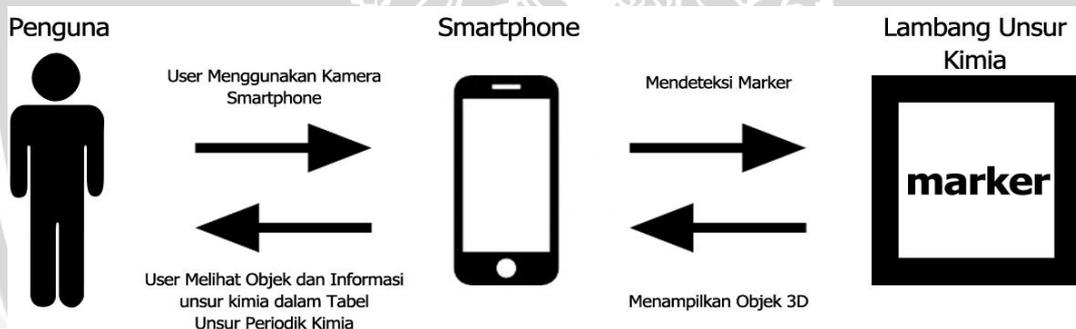
Proses analisis kebutuhan ini diawali dengan gambaran umum perangkat lunak yang meliputi informasi objek unsur kimia berbasis AR pada OS Android secara mendetail, identifikasi dari aktor yang terlibat dalam sistem, membuat

daftar kebutuhan dengan menganalisa daftar kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari aplikasi menggunakan pemodelan diagram *use case*. Pada analisis kebutuhan sistem ini bertujuan untuk menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang disediakan oleh sistem, agar memenuhi kebutuhan pengguna.

Dalam proses perancangan aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 4.1.1. Gambaran Umum Aplikasi

Aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini merupakan aplikasi yang digunakan untuk membantu mempermudah pengguna khususnya peajar SMA kelas XI dimana terdapat mata pelajaran kimia dasar yang didalamnya terdapat tabel unsur periodik kimia. Pengguna bisa menggunakan *smartphone* Androidnya untuk melihat bentuk 3D dari tabel unsur periodik kimia dengan AR, sehingga pengguna ataupun pelajar bisa lebih memahami penjelasan dari unsur kimia yang terdapat dalam tabel periodik kimia dengan animasi 3D beserta informasi terkait.



Gambar 4.2 Gambaran Umum Aplikasi

#### 4.1.2. Identifikasi Aktor

Dalam tahap ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 untuk aktor yang terlibat dalam aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor

Aktor	Deskripsi
Pengguna	Pengguna adalah semua orang yang dapat menggunakan aplikasi <i>Augmented Reality</i> untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia serta menggunakan fitur

yang ada didalamnya.
----------------------

#### 4.1.3. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional menjelaskan tentang spesifikasi aplikasi dan berbagai hal yang dapat dilakukan oleh pengguna. Pada Tabel 4.2 dengan penomoran SRS pada kebutuhan fungsional akan dibuat aplikasi informasi objek 3D dari unsur kimia yang akan diimplementasikan pada perangkat Android pengguna.

**Tabel 4.2 Kebutuhan Fungsional Pengguna**

Nomor SRS	Kebutuhan	Use Case
SRS_01	Aplikasi harus menyediakan halaman pilhan untuk menampilkan menu mono kamera dan dual kamera.	Memilih menu mulai
SRS_02	Aplikasi harus meyediakan halaman pilihan dari setiap unsur yang ada pada menu mono kamera serta perangkat mobile dapat membuka main kamera.	Mono kamera
SRS_03	Aplikasi harus meyediakan halaman pilihan dari setiap unsur yang ada pada menu dual kamera serta perangkat mobile dapat membuka main kamera.	Dual kamera
SRS_04	Aplikasi harus meyediakan menu panduan dalam menjalankan aplikasi <i>Augmented Reality</i> untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia. Agar pengguna dapat memahami cara menjalankan aplikasi ini.	Melihat menu panduan
SRS_05	Aplikasi harus menyedikakan menu untuk mendownload marker yang nantinya akan di gunakan sebagai perantara untuk memunculkan objek 3D serta informasinya pada aplikasi <i>Augmented Reality</i> untuk media	Mendownload marker

	pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia	
--	---	--

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

#### 4.1.4. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional ialah analisis yang diperlukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan yang diperlukan oleh sistem. Selanjutnya, *Compatibility* dibutuhkan untuk mendeskripsikan parameter kebutuhan yang akan dijelaskan pada tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3 Spesifikasi Kebutuhan Non-Fungsional**

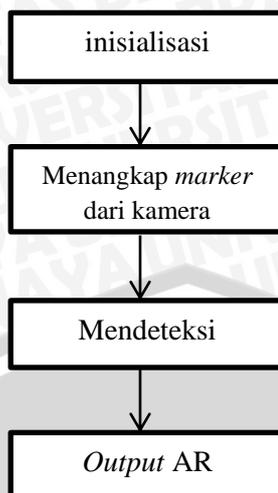
Parameter	Deskripsi Kebutuhan
<i>Compatibility</i>	Aplikasi harus dapat dijalankan pada <i>smartphone</i> Android.

## 4.2. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini meliputi lima tahapan diantaranya ialah perancangan aplikasi, perancangan konten 3D, perancangan *marker*, perancangan *activity* dan *sequence diagram*, perancangan *class diagram* dan perancangan antar muka aplikasi.

### 4.2.1 Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi bertujuan untuk menjelaskan jalannya aplikasi secara keseluruhan yang akan digambarkan pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.3 Work Flow Aplikasi

#### 4.2.2. Perancangan Konten 3D

Pada perancangan konten 3D ini menggunakan aplikasi pengolah 3D yaitu Blender 3D. Konten 3D yang dibuat meliputi objek kimia. Pada gambar 4.5 menjelaskan proses perancangan dari objek 3D.



Gambar 4.4 Perancangan konten 3D

Pada gambar 4.4 menjelaskan objek 3D yang akan dibuat menurut unsur kimianya. Setiap objek akan berbeda dari unsur kimia lainnya.

#### 4.2.3. Perancangan Marker

Pada perancangan *marker*, akan dibuat *marker* berbentuk persegi sama sisi yang akan membedakan dari setiap unsur kimia lainnya. Pembuatan *marker* melalui aplikasi pengolah grafis Photoshop dan untuk pengenalannya menggunakan *library* dari Vuforia, tentunya dalam pembuatan *marker* harus mendapatkan reteng bintang kualitas baik.

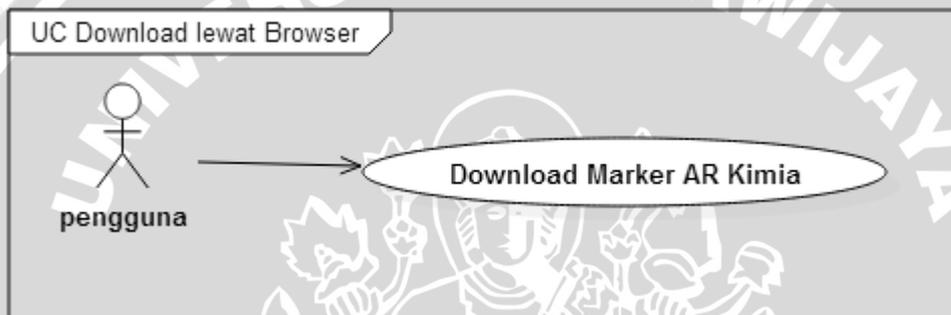
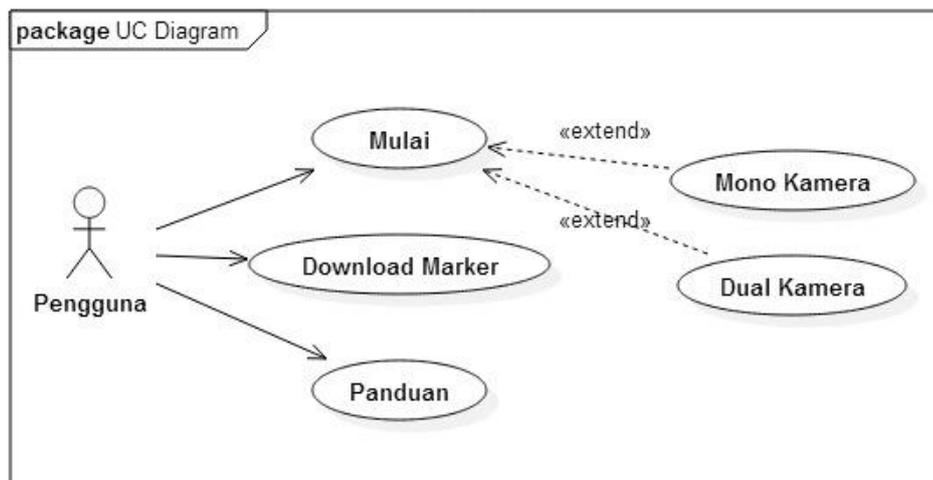


**Gambar 4.5 Contoh Marker Persegi Sama Sisi**

Pada gambar 4.5 diatas adalah *marker* yang dipakai untuk memproses keluaran objek 3D dari tiap unsur kimia. Setiap unsur kimia satu dan lainnya mempunyai *marker* yang berbeda, *marker* akan berbentuk alfabet mengikuti setiap lambang yang mewakili unsur kimia tersebut. *Marker* dibuat dengan ukuran 1:1.

#### **4.2.4. Use Case Diagram**

*Use-case* diagram merupakan model diagram UML yang digunakan untuk menggambarkan *requirement* fungsional yang diharapkan dari sebuah sistem. *Use-case* diagram menekankan pada “siapa” melakukan “apa” dalam hal ini ialah pengguna atau aktor dalam lingkungan sistem perangkat lunak yang akan dibangun. Diagram *Use-case* untuk spesifikasi kebutuhan perangkat lunak ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram Use-Case Kebutuhan Aplikasi

#### 4.2.5. Use-Case Skenario

Diagram *use-case* yang terdapat pada gambar 4.6 akan dijabarkan pada skenario *use-case* ini secara terperinci. Pada skenario *use-case* ini akan dijelaskan uraian nama *use-case*, pengguna yang berhubungan dengan *use-case*, tujuan dari *use-case*, kondisi awal yang harus dipenuhi serta kondisi akhir yang diharapkan setelah berjalannya fungsional *use-case* tersebut.

##### 1. Skenario Use-Case Memilih Menu Mulai

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk membuka menu mulai yang didalamnya terdapat dua pilihan menu yaitu mono kamera dan dual kamera. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Memilih Menu Mulai. Tabel 4.4 ialah skenario *use-case* Melihat Objek AR Unsur Kimia.

Tabel 4.4 Skenario *Use-Case* Memilih Menu Mulai.

Nomor <i>Use-Case</i>	SRS_01
Nama	Memilih menu mulai
Tujuan	Memilih salah satu dari dua menu yang ada yaitu mono kamera atau dual kamera
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman Mulai.
Alur Utama ( <i>Basic Flow</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengguna memilih menu mulai dan akan masuk pada pilihan menu mono kamera dan dual kamera.</li> <li>2) <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk memilih salah satu dari menu yang ada.</li> </ol>
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, akan masuk pada <i>scienc</i> pilihan mono kamera dan dual kamera.

## 2. Skenario *Use-Case* Mono Kamera

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk membuka menu mono kamera didalamnya terdapat pilihan menu unsur kimia yang akan dikenali oleh pengguna. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Mono Kamera. Tabel 4.5 ialah skenario *use-case* Mono Kamera.

Tabel 4.5 Skenario *Use-Case* Mono Kamera.

Nomor <i>Use-Case</i>	SRS_02
Nama	Mono Kamera
Tujuan	Membuka menu kamera dalam keadaan <i>single</i> kamera atau kamera standar untuk melihat info unsur kimia yang akan di kehendaki.
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk

	memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman Mulai. Lalu memilih menu mono kamera.
Alur Utama (Basic Flow)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengguna memilih menu mulai dan akan masuk pada pilihan menu mono kamera dan dual kamera.</li> <li>2) Pengguna memilih menu mono kamera.</li> <li>3) Kemudian pengguna memilih salah satu unsur kimia yang diinginkan.</li> <li>4) <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk memilih salah satu dari menu yang ada.</li> </ol>
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, akan masuk pada <i>scienc</i> pilihan menu unsur yang terdapat pada mono kamera. Dan kamera terbuka.

### 3. Skenario *Use-Case* Dual Kamera

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk membuka menu dual kamera didalamnya terdapat pilihan menu unsur kimia yang akan dikenali oleh pengguna. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Dual Kamera. Tabel 4.6 ialah skenario *use-case* Dual Kamera.

**Tabel 4.6 Skenario *Use-Case* Dual Kamera.**

Nomor <i>Use-Case</i>	SRS_03
Nama	Dual Kamera
Tujuan	Membuka menu kamera dalam keadaan <i>dual</i> kamera atau kamera standar yang akan terbagi menjadi dua untuk melihat info unsur kimia yang akan di kehendaki.
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman Mulai. Lalu memilih menu dual kamera.
Alur Utama	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengguna memilih menu mulai dan akan masuk pada</li> </ol>

(Basic Flow)	<p>pilihan menu mono kamera dan dual kamera.</p> <p>2) Pengguna memilih menu dual kamera.</p> <p>3) Kemudian pengguna memilih salah satu unsur kimia yang diinginkan.</p> <p>4) <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk memilih salah satu dari menu yang ada.</p>
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, akan masuk pada <i>scienc</i> pilihan menu unsur yang terdapat pada dual kamera. Dan kamera terbuka dengan terbagi menjadi dua sama sisi.

#### 4. Skenario *Use-Case* Melihat Menu Panduan

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk melihat menu panduan dalam sistem. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Melihat Menu Panduan. Tabel 4.7 ialah skenario *use-case* Melihat Menu Panduan.

**Tabel 4.7 Skenario *Use-Case* Melihat Menu Panduan**

Nomor <i>Use-Case</i>	SRS_04
Nama	Melihat menu panduan.
Tujuan	Melihat panduan untuk penggunaan aplikasi.
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman panduan.
Alur Utama (Basic Flow)	<p>1) Pengguna memilih menu panduan</p> <p>2) Sistem akan mengeluarkan menu pop-up sebagai informasi yang dapat pengguna baca.</p> <p>3) <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai untuk melihat dan menekan tombol keluar.</p>
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, maka akan keluar window yang berisi

	panduan tentang penggunaan aplikasi. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.
--	--

### 5. Skenario *Use-Case* Mendownload Marker

Kebutuhan yang harus disediakan oleh perangkat lunak untuk pengguna ialah kebutuhan untuk melihat menu download marker dalam sistem. Kebutuhan tersebut dipresentasikan oleh *Use-Case* Mendownload Marker. Tabel 4.8 ialah skenario *use-case* Mendownload Maker.

**Tabel 4.8 Skenario *Use-Case* Mendownload Marker**

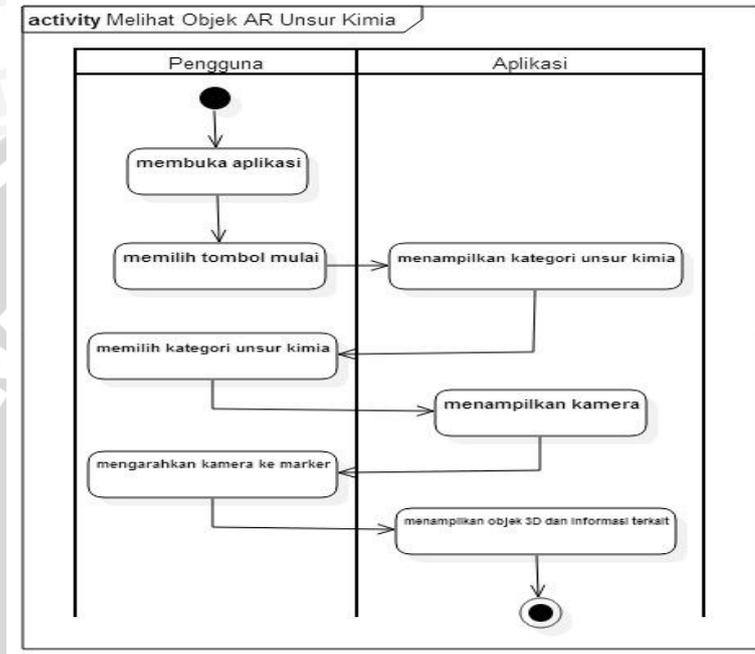
Nomor <i>Use-Case</i>	SRS_05
Nama	Mendownload marker
Tujuan	Mendownload marker yang telah ditentukan untuk memunculkan objek 3D dan informasi terkait dengan aplikasi.
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu untuk memulai <i>use-case</i> . Pengguna harus masuk pada halaman Download Marker
Alur Utama ( <i>Basic Flow</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengguna memilih menu download marker dan akan masuk pada halaman web yang telah diintegrasikan oleh aplikasi untuk mendownload marker.</li> <li>2) Sistem masuk dalam <i>web browser</i>.</li> <li>3) Pengguna mendownload <i>file</i>.</li> <li>4) <i>Use-case</i> berakhir ketika pengguna selesai mendownload <i>file</i> dari <i>browser</i>.</li> </ol>
Kondisi Akhir	Jika <i>use-case</i> berhasil, <i>file</i> yang didownload akan tersimpan pada riwayat download perangkat pengguna dan bisa digunakan sebagai marker untuk memunculkan objek 3D dan informasi terkat yang diinginkan dari setiap lambang unsur kimianya. Jika tidak, keadaan sistem tidak berubah.



#### 4.2.6. Activity Diagram

*Activity diagram* ialah diagram aktivitas yang yang terjadi ketika pengguna menjalankan dari fitur aplikasi dan sistem akan memberikan *feedback* kepada pengguna. Diagram aktifitas ini dibuat berdasarkan skenario *use-case* yang telah dibuat sebelumnya.

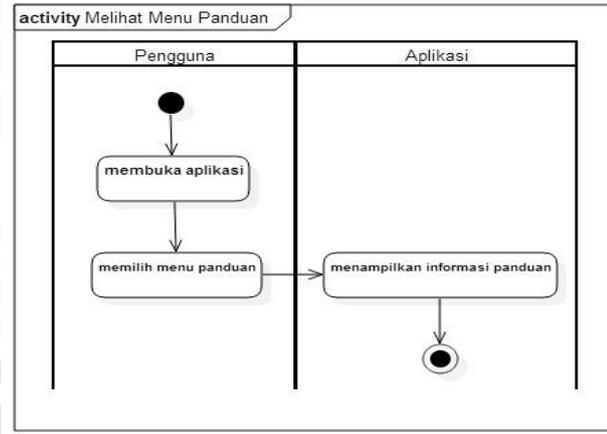
##### 1) Activity Diagram Melihat Objek AR Unsur Kimia



**Gambar 4.7 Activity Diagram Melihat Objek AR Unsur Kimia**

Gambar 4.7 adalah aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* melihat objek 3D unsur kimia. Dengan alur pertama pengguna membuka aplikasi, kemudian pengguna memilih tombol “mulai”, kemudian aplikasi menampilkan kategori dari unsur kimia yang kemudian pengguna memilih kategori unsur kimia apa yang ingin pengguna ketahui objek 3D dan informasi terkait yang diinginkan, setelah memilih kategori yang diinginkan maka aplikasi akan mengarahkan ke kamera *view*, setelah itu pengguna harus mengarahkan kamera pada *marker*, maka objek 3D dan informasi terkait akan keluar sesuai marker yang tertangkap oleh kamera.

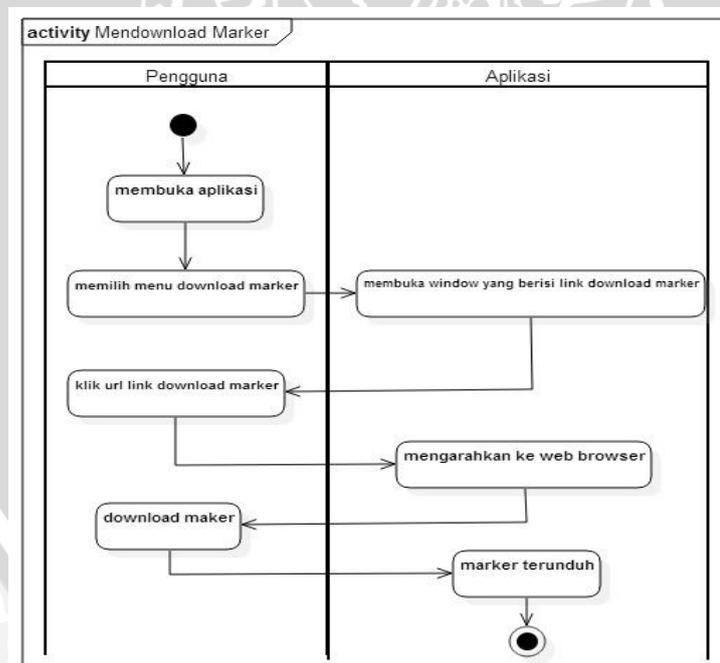
## 2) Activity Diagram Melihat Menu Panduan



Gambar 4.8 Activity Diagram Melihat Menu Panduan

Gambar 4.8 adalah aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* melihat menu panduan. Dengan alur pertama pengguna membuka aplikasi lalu memilih menu “panduan” maka sistem akan menampilkan informasi terkait.

## 3) Activity Diagram Mendownload Marker



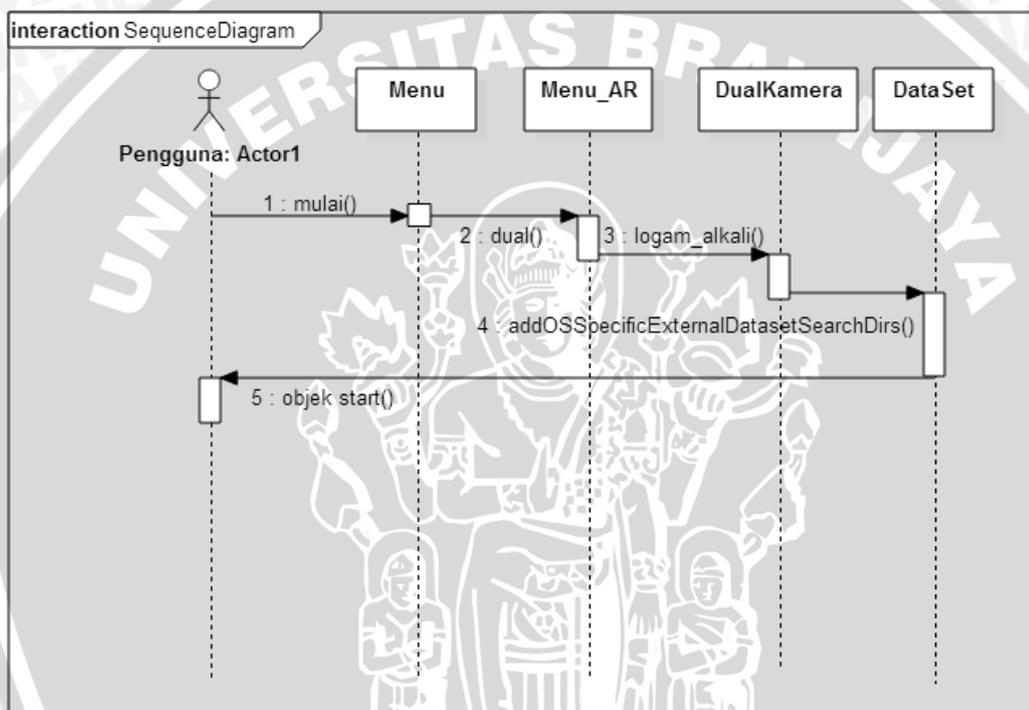
Gambar 4.9 Activity Diagram Mendownload Marker

Gambar 4.9 adalah aktivitas yang dilakukan oleh pengguna dengan sistem. Aktivitas yang terjadi sesuai skenario *use-case* mendownload marker. Dengan alur pertama pengguna membuka aplikasi, kemudian memilih menu

“download marker”, kemudian aplikasi akan menampilkan window yang berisi url link untuk mendownload marker, pengguna mengklik link url yang terdapat pada window, kemudian aplikasi akan mengarahkan ke web browser yang berisi file marker yang harus diunduh, kemudian pengguna mengunduh marker dan marker terunduh dan tersimpan pada perangkat pengguna.

#### 4.2.7. Sequence Diagram

*Sequence Diagram* ialah interaksi yang menunjukkan bagaimana proses beroperasi dengan satu sama lain dalam urutan pesan yang nanti akan diterima oleh pengguna akhir.

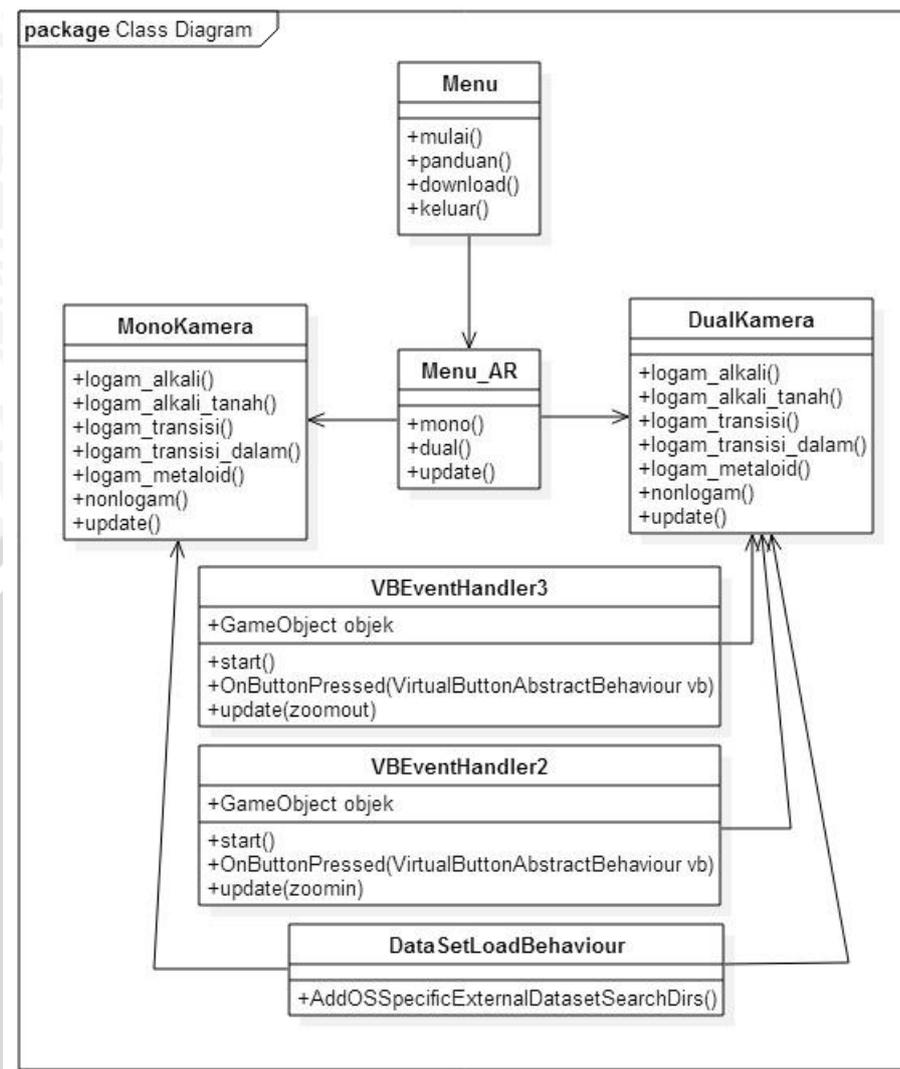


Gambar 4.10 Sequence Diagram

Pada gambar 4.10 menjelaskan bagaimana alur sistem untuk memproses sebuah pesan yang nanti akan diterima oleh user. Diagram *sequence* diatas menunjukkan alur *method* utama ketika pengguna memilih menu dual kamera dan logam alkali.

#### 4.2.8. Class Diagram

Pada *class diagram* ialah diagram UML yang menggambarkan class dari setiap sistem serta hubungannya satu dari yang lainnya.



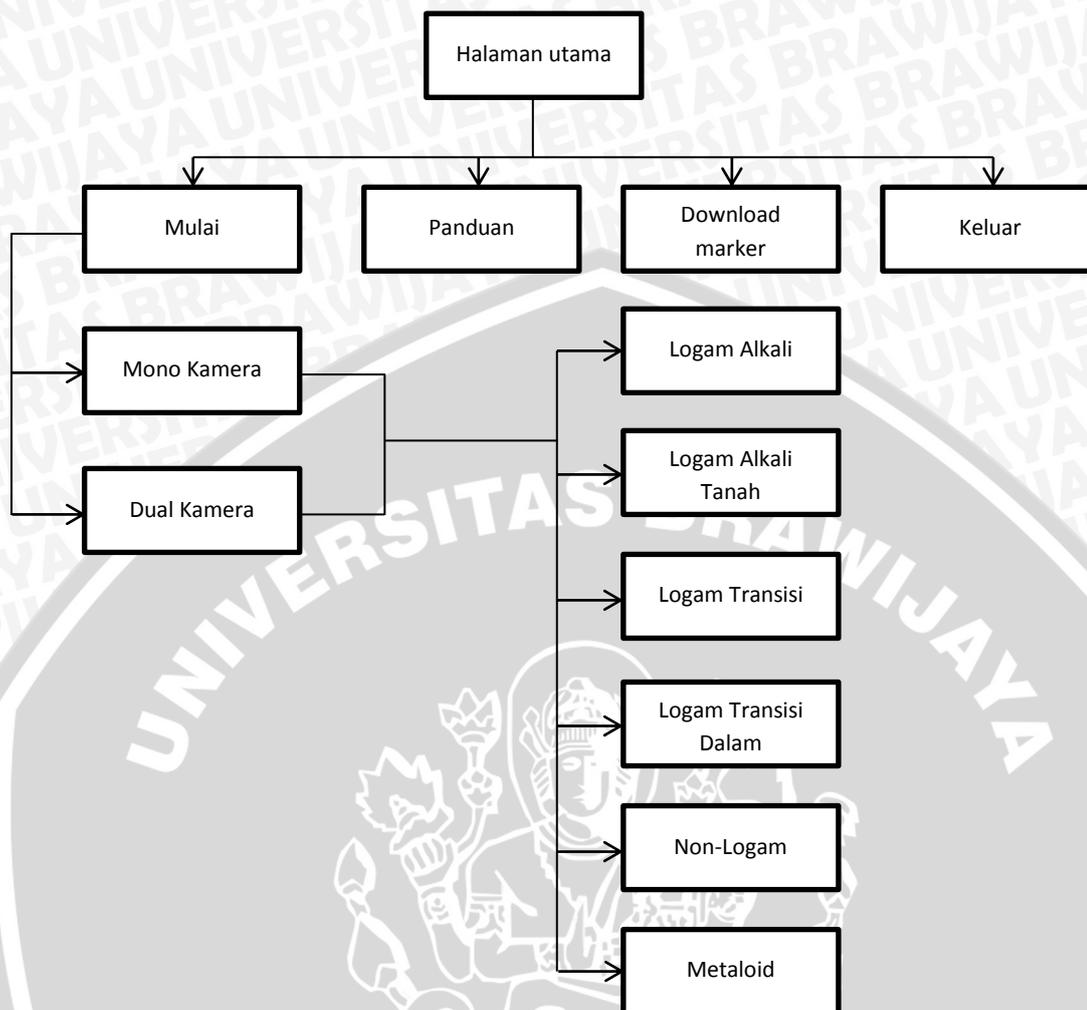
Gambar 4.11 Class Diagram

Pada Gambar 4.11 menjelaskan tentang diagram class yang dibuat serta hubungan antara class satu dengan class lainnya.

#### 4.2.9. Perancangan Antarmuka Aplikasi

Pada perancangan antarmuka aplikasi ini akan menjelaskan tentang antarmuka aplikasi informasi objek 3D dan informasi terkait dengan unsur kimia. Aplikasi ini bertujuan untuk mempermudah pengguna tentang informasi tabel unsur periodik kimia dalam bentuk 3D dan informasi terkaitnya. Berikut adalah *sitemap* dari aplikasi.





**Gambar 4.12 Bagan Sitemap Aplikasi**

**A. Perancangan Halaman Utama**

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



**Gambar 4.13 Tampilan Splash Screen Aplikasi**

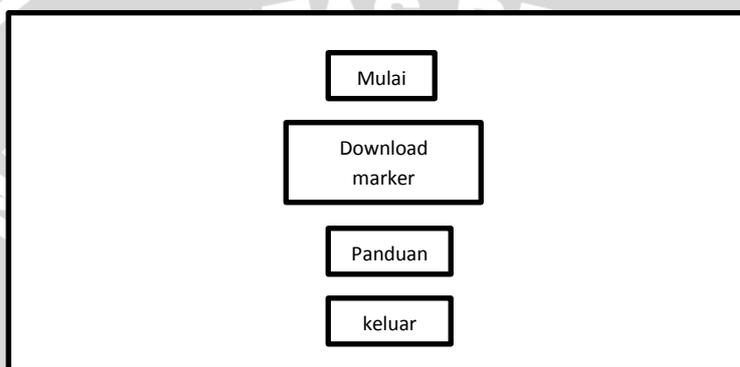
Penjelasan dari gambar 4.13 dijelaskan pada tabel 4.9.



**Tabel 4.9 Penjelasan *Splash Screen* Aplikasi**

Nama	Penjelasan
Logo	Logo merupakan <i>icon</i> dari aplikasi.

Halaman utama ialah halaman awal dari aplikasi yang pertama kali muncul saat pengguna menjalankan aplikasi. Pada halaman ini terdapat beberapa pilihan tombol, diantaranya tombol mulai, tombol panduan, tombol download marker dan tombol keluar.



**Gambar 4.14 Tampilan Utama Aplikasi**

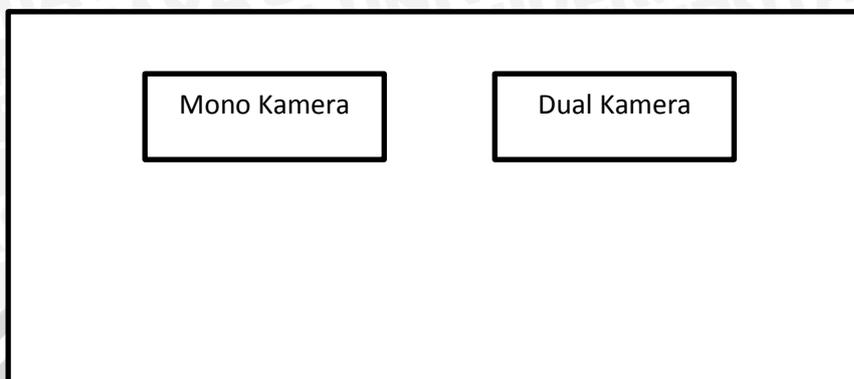
Penjelasan dari gambar 4.14 dijelaskan pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Penjelasan Tampilan Utama Aplikasi.**

Nama	Penjelasan
Mulai	Mulai akan mengarahkan pengguna padahalaman selanjutnya yang berisi pilihan menu tombol dari tiap golongan unsur kimia.
Download marker	Download marker merupakan tombol yang akan mengarahkan pengguna pada <i>web browser</i> untuk mengunduh file yang akan dijadikan marker.
Panduan	Panduan merupakan tombol untuk menampilkan panduan dan informasi terkait seputar aplikasi.
Keluar	Merupakan tombol untuk keluar dari aplikasi.

## B. Perancangan Halaman Mulai

Pada tombol mulai, pengguna akan dihadapkan pada pilihan menu kamera yaitu pilihan mono kamera atau dual kamera.



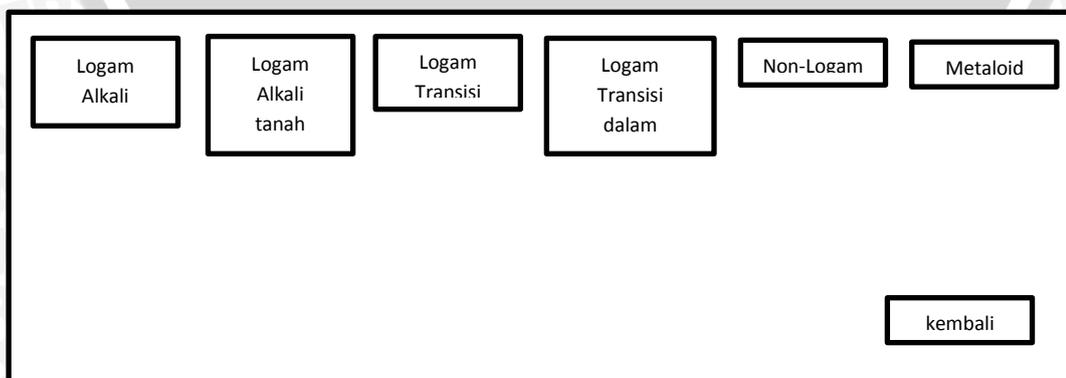
**Gambar 4.15 Tampilan Halaman Memilih Menu Mono Kamera/Dual Kamera**

Penjelasan dari gambar 4.15 dijelaskan pada tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Penjelasan Tampilan Halaman Mulai**

Nama	Penjelasan
Mono Kamera	Tombol untuk mengarahkan pengguna pada menu unsur kimia yang nanti akan membuka single kamera.
Dual Kamera	Tombol untuk mengarahkan pengguna pada menu unsur kimia yang nanti akan membuka dua kamera sama sisi.

Setelah memilih menu mono kamera atau dual kamera, pengguna akan dihadapkan pada halaman berikutnya yaitu pilihan menu dari setiap golongan unsur kimia.



**Gambar 4.16 Tampilan Halaman Memilih Unsur Mono Kamera/Dual Kamera**

Penjelasan dari gambar 4.16 dijelaskan pada tabel 4.12.

**Tabel 4.12 Penjelasan Tampilan Halaman Menu Unsur**

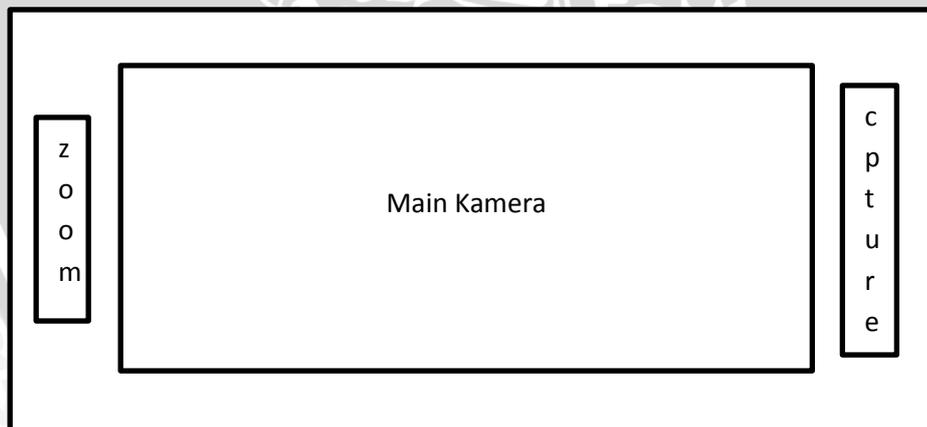
Nama	Penjelasan
Logam Alkali, Logam Alkali Tanah, Logam Transisi, Logam Transisi Dalam, Non-Logam, Metaloid.	Pengguna memilih salah satu dari menu yang ada disesuaikan dengan kebutuhannya untuk melihat unsur kimia yang ingin diketahuinya.
Kembali	Merupakan tombol untuk kembali ke menu sebelumnya.

**C. Perancangan Kamera**

Pada perancangan kamera ini terdapat dua pilihan yaitu mono kamera dan dual kamera.

- **Mono Kamera**

Kamera akan aktif untuk menangkap satu objek.



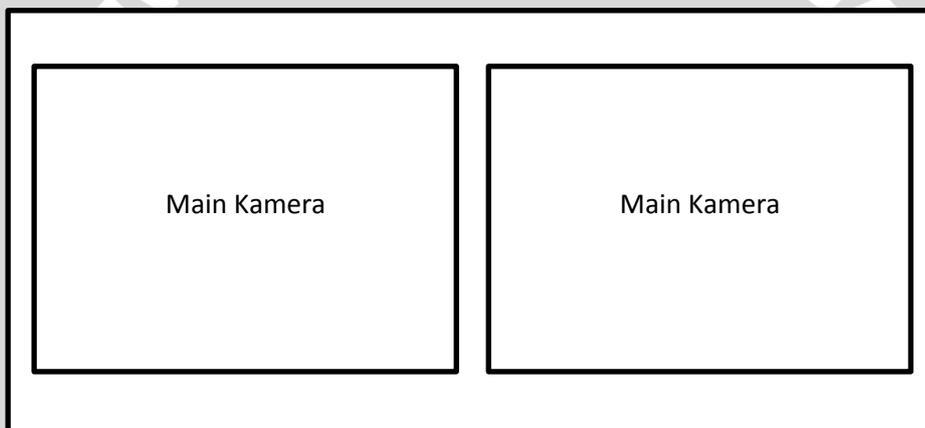
**Gambar 4.17 Tampilan Mono Kamera.**

Penjelasan dari gambar 4.17 dijelaskan pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13 Penjelasan Halaman Download Marker**

Nama	Penjelasan
Main Kamera	Kamera aktif
Zoom	Tombol untuk membesar atau memperkecil objek.
Capture	Tombol untuk mengambil gambar yang ditangkap ketika main kamera aktif.

- **Dual Kamera**  
Kamera akan aktif untuk menangkap objek dan menggandakannya menjadi dua.



**Gambar 4.18 Tampilan Dual Kamera.**

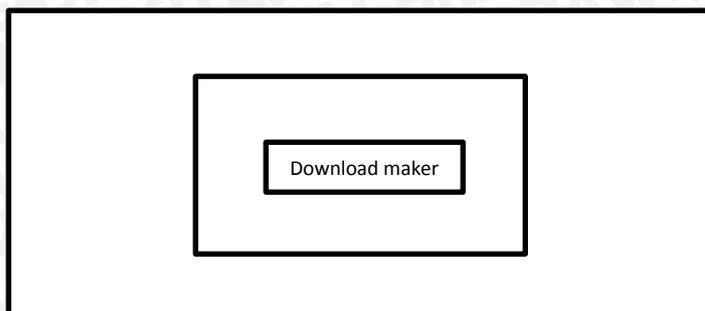
Penjelasan dari gambar 4.18 dijelaskan pada tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Penjelasan Halaman Download Marker**

Nama	Penjelasan
Main Kamera	Kamera akan aktif menjadi dua dan sama sisi, hal ini akan menggandakan objek yang ditangkap, sehingga pada setiap main kamera akan menangkap objek yang sama.

#### D. Perancangan Halaman Download Marker

Pada tombol download marker, pengguna akan di hadapkan pada halaman pop-up yang berisi link untuk mendownload *file* sebagai marker.



**Gambar 4.19** Tampilan Halaman Download Marker

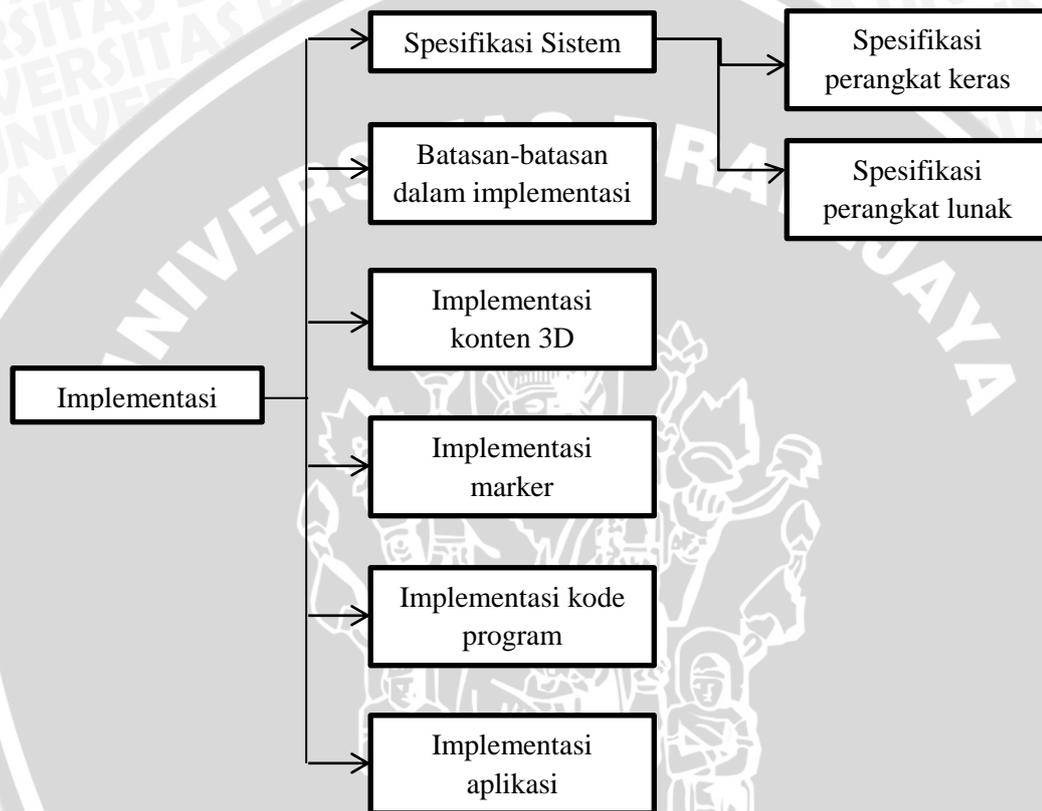
Penjelasan dari gambar 4.19 dijelaskan pada tabel 4.15.

**Tabel 4.15** Penjelasan Halaman Download Marker

Nama	Penjelasan
Download marker	Pada halaman ini akan muncul window yang menyuruh pengguna untuk mendownload marker yang nanti akan membuka <i>web browser</i> untuk mendownload <i>file</i> untuk dijadikan marker.

## BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini membahas hasil implementasi dari aplikasi berdasarkan analisis kebutuhan dan perancangan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya. Pembahasan terdiri dari penjelasan tentang spesifikasi sistem, batasan-batasan dalam implementasi, implementasi konten 3D, implementasi marker, implementasi aplikasi. Gambar 5.1 merupakan tahapan dari implementasi.



Gambar 5.1 Tahapan Implementasi

### 5.1. Implementasi

Pada tahapan implementasi ini aplikasi akan di implementasikan dengan perangkat *mobile* dengan sistem operasi Android.

#### 5.1.1. Spesifikasi Sistem

Dalam pembuatan aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia membutuhkan perangkat keras serta perangkat lunak. Berikut ini akan dijelaskan spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

### 5.1.1.1. Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam membangun perangkat lunak aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia adalah sebagai berikut.

1. Processor AMD E-450 APU with Radeon(tm) HD Graphics 1.65 GHz
2. RAM Memory 6,00 GB
3. Windows® 7 Ultimate 64-bit OS

Dalam proses instalasi dan pengujian, perangkat yang digunakan adalah *smartphone* Android dengan spesifikasi perangkat keras sebagai berikut.

1. Memory 8 GB, 1 GB RAM
2. OS Android v4.4 (Kitket)
3. CPU Dual-core 1 GHz Cortex-A9
4. GPU PowerVR SGX531

### 5.1.1.2. Spesifikasi Perangkat Lunak

Dalam proses pengembangan aplikasi *Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia adalah sebagai berikut.

1. Sistem Operasi Windows® 7 Ultimate 64-bit
2. Bahasa Pemrograman C#
3. Unity Game Engine
4. Android SDK (*Software Development Kit*)
5. Android *Development Tools* (ADT)
6. Vuforia
7. Blender 3D
8. Adobe Photoshop

### 5.1.2. Batasan Implementasi

Pada implementasi aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia terdapat batasan-batasan yaitu:

- Konten 3D dan informasi suatu unsur kimia di bedakan dari setiap marker.
- Menu pada dual kamera lebih efektif menggunakan perangkat tambahan seperti google cardboard.
- Pemasangan aplikasi tergantung pada ketersediaan memori dari setiap perangkat mobile.

### 5.1.3. Implementasi Konten 3D

Pada tahap implementasi ini, dibuat konten 3D untuk informasi yang dibutuhkan. Konten 3D ini dibuat dengan perangkat lunak Blender 3D dan Adobe Photoshop CS5.



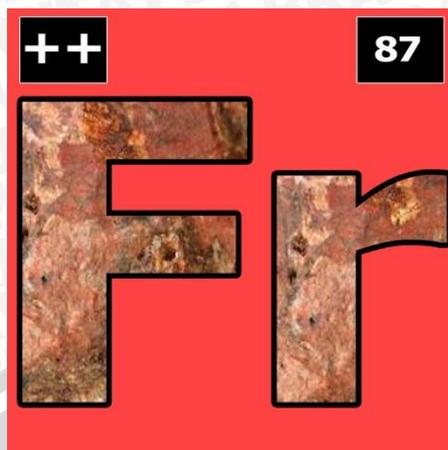
Ciri-ciri umum		Sifat fisika	
Nama, lambang, Nomor atom	aktinium, Ac, 89	Fase	solid
Dibaca	/ækˈtɪniəm/ ak-ti-ni-um	Massa jenis (mendekati suhu kamar)	10 g·cm <sup>-3</sup>
Jenis unsur	aktinida	Titik lebur	(circa) 1323 K, 1050 °C, 1922 °F
Catatan jenis	terkadang dianggap logam transisi	Titik didih	3471 K, 3198 °C, 5788 °F
Golongan, periode, blok	3, 7, f	Kalor peleburan	14 kJ·mol <sup>-1</sup>
Massa atom standar	(227)		

Gambar 5.2 Implementasi Konten 3D

Pada gambar 5.2 ialah salah satu contoh dari implementasi konten 3D serta informasi terkait dari unsur kimia logam transisi dalam Aktinida yaitu aktinium. Animasi 3D dari suatu unsur kimia yang akan bergerak memutar secara otomatis dan informasi terkait dari suatu unsur tersebut dengan ukuran persegi panjang.

### 5.1.4. Implementasi Marker

Pada tahap implementasi marker akan di bedakan beberapa marker untuk mendeteksi masing-masing suatu unsur kimia. Terdapat tujuh marker yang berbeda dalam penginisialisasiannya untuk mewakili setiap unsur kimia. Marker dari setiap inisialisasi digunakan sama untuk mono kamera maupun dual kamera.



**Gambar 5.3 Implementasi Marker Logam Alkali**

Pada gambar 5.3 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan logam alkali yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia Fr (fransium) dan nomor atomnya (87) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (87) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (87) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* logam alkali mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.4 Implementasi Marker Logam Alkali Tanah**

Pada gambar 5.4 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan logam alkali tanah yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia Ra (Radium) dan nomor atomnya (88) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (88) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (88) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh

repository.ub.ac.id

dari *marker* logam alkali tanah mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.5 Implementasi *Marker* Logam Transisi**

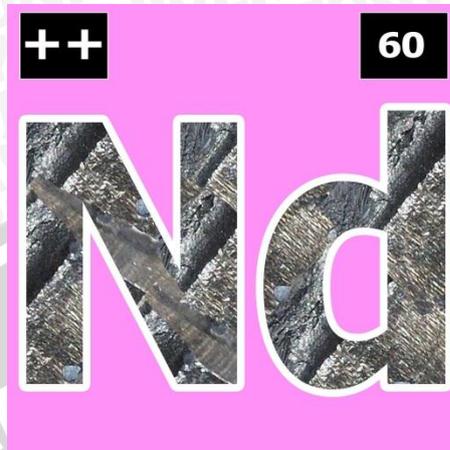
Pada gambar 5.5 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan logam transisi yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia Bh (Bohrium) dan nomor atomnya (107) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (107) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (107) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* logam transisi mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.6 Implementasi *Marker* Logam Transisi Dalam Golongan Aktinida**

Pada gambar 5.6 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan logam transisi dalam aktinida yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia aktinium (Ac) dan nomor atomnya (89) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (89) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (89) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button*

zoom out yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* logam transisi dalam golongan aktinida mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.7 Implementasi *Marker* Logam Transisi Dalam Golongan Lantanida**

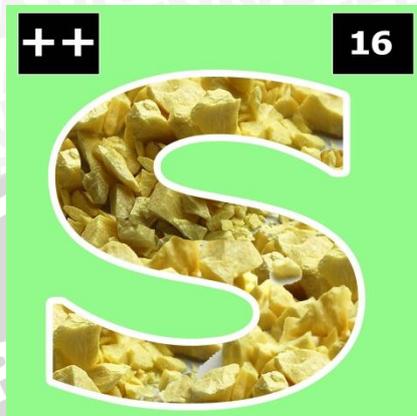
Pada gambar 5.7 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan logam transisi dalam lantanida yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia neodimium (Nd) dan nomor atomnya (60) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (60) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (60) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* logam transisi dalam golongan lantanida mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.8 Implementasi *Marker* Metalloid**

Pada gambar 5.8 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan metalloid yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia germanium (Ge) dan nomor atomnya (33) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (33) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (33) untuk *virtual button zoom in* yang berarti

mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* metaloid mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.



**Gambar 5.9 Implementasi *Marker* Nonlogam**

Pada gambar 5.9 ialah contoh *marker* dari unsur kimia golongan nonlogam yang berbentuk persegi 1:1 serta terdapat gambar dari suatu lambang unsur kimia sulfur atau belerang (S) dan nomor atomnya (16) serta gambar persegi di pojok kiri atas yang bergambar (++) lambang dari (16) dan (++) berfungsi juga sebagai *virtual button*. Lambang (16) untuk *virtual button zoom in* yang berarti mengecilkan objek informasi dan lambang (++) untuk *virtual button zoom out* yang berarti membesarkan objek dari informasi. Gambar yang dijadikan contoh dari *marker* nonlogam mempunyai kompleksitas baik dari vuforia dengan mendapatkan bintang 5.

### 5.1.5. Implementasi Kode Program

Pada tahapan implementasi kode program dari aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3d pada tabel unsur periodik kimia memiliki beberapa proses dari setiap kelas yang dipresentasikan oleh *method*. Proses yang akan ditampilkan ialah proses dimana menggunakan fitur utama dalam memperbesar dan memperkecil dari *virtual button*.

**Tabel 5.1 Implementasi Kode Program Kelas VBEventHandler3.cs**

```
.....
public GameObject objek;

        bool statusZoomout = false;

        void Start()
```

```
{  
  
    VirtualButtonBehaviour[]vbs=  
    GetComponentInChildren<VirtualButtonBehaviour>();  
    for (int i = 0; i < vbs.Length; ++i)  
    {  
        vbs[i].RegisterEventHandler(this);  
    }  
    //cari objek whale  
    objek=transform.FindChild("objek").gameObject;  
}  
//button di tekan  
Public void OnButtonPressed(VirtualButtonAbstractBehaviour vb){  
    switch (vb.VirtualButtonName){  
  
    case "zoomout":  
        statusZoomout = true;  
        break;  
    }  
}  
  
//button di lepas  
public void OnButtonReleased(VirtualButtonAbstractBehaviour  
vb){  
    switch (vb.VirtualButtonName){
```

```
        case "zoomout":
            statusZoomout = false;
            break;
        }
    }

    void Update(){
        if (statusZoomout == true) {
            objek.transform.localScale -= new Vector3 (0.05F, 0.004F,
0.025F);
            statusZoomout = false;
        }
    }
}
```

Pada tabel 5.1 merupakan potongan program untuk memperkecil objek ketika *virtual button* ditekan.

#### 5.1.6. Implementasi Aplikasi

Pada implementasi aplikasi akan menunjukkan implementasi dari aplikasi *mobile augmented reality* untuk media pembelajaran 3d pada tabel unsur periodik kimia. Implementasi aplikasi menunjukkan dari *splash screen*, halaman utama, menu mono kamera dan dual kamera, *download marker*, panduan.

### 5.1.6.1. Splash Screen



Gambar 5.10 *Splash Screen* Aplikasi

Pada gambar 5.10 ialah tampilan *splash screen* dari aplikasi yang akan muncul selama 5 detik ketika pengguna menjalankan aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia tentu *splash screen* diatas akan muncul setelah *splash screen* bawaan dari Unity, karena *tools* Unity untuk membuat aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia masih menggunakan yang *open souce* atau gratis.

### 5.1.6.2. Halaman Utama



Gambar 5.11 Halaman Utama Aplikasi

Gambar 5.11 adalah gambar dari halaman utama aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia dimana terdapat *button* menu mulai, download marker, panduan dan keluar.

### 5.1.6.3. Halaman Mulai



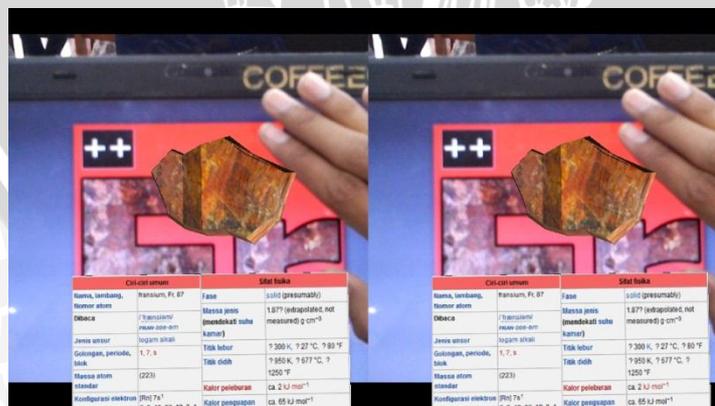
Gambar 5.12 Halaman Mulai

Pada gambar 5.12 ialah halaman mulai dari aplikasi dan menampilkan dua pilihan menu kamera yaitu mono kamera dan dual kamera.



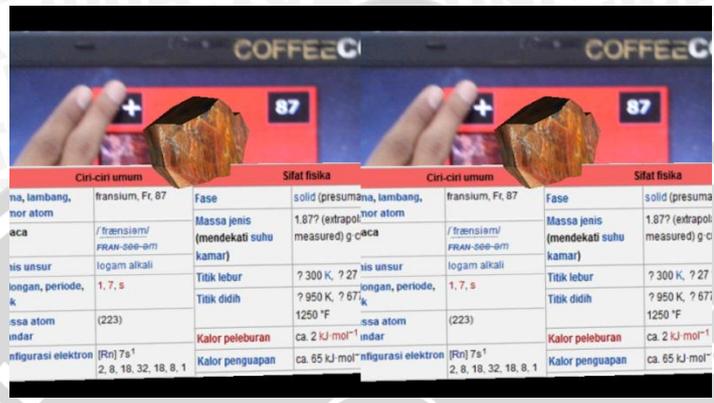
Gambar 5.13 Mono Kamera

Gambar 5.13 menampilkan hasil dari mono kamera dimana terdapat fitur *capture* dan *zoom* pada layar sesuai dengan perancangan yang dibuat.



Gambar 5.14 Dual Kamera dengan Fitur *Virtual Button Zoom In*

Gambar 5.14 ialah implementasi dari fitur dual kamera dimana dalam satu kamera terbagi menjadi dua sisi persegi sama sisi 1:1 hal ini bertujuan untuk mendukung fitur dari perangkat keras google cardboard. Pada gambar 5.14 juga berhasil menjalankan fitur dari *virtual button zoom in* atau memperkecil objek dari informasi, sedangkan pada gambar 5.15 ialah memperbesar objek informasi dengan fitur *virtual button zoom out*.



Gambar 5.15 Dual Kamera dengan Fitur *Virtual Button Zoom Out*



Gambar 5.16 Implementasi dengan Google Cardboard

## 5.2. Pengujian

Pada pengujian ini bertujuan agar aplikasi yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan pembuatan aplikasi dan mengacu pada tahapan implementasi yang sudah dilakukan. Tahapan pengujian meliputi pengujian akurasi model 3D, pengujian validasi, pengujian non-fungsional serta *usability* dari aplikasi.

### 5.2.1. Pengujian Akurasi Model 3D

Pada pengujian akurasi model 3D ini untuk mengetahui model 3D yang sesuai dengan marker yang ditentukan serta akurasinya.

**87**

Ciri-ciri umum	Sifat fisika
Nama, lambang, Nomor atom	Fase
Francium, Fr, 87	padat
Dibaca	Massa jenis (mendekati suhu kamar)
/fransium/ fr-ane-um	1,877 (mendekati suhu kamar)
Jenis unsur	Titik lebur
logam alkali	3 200 K, 1 27 °C, 1 80 °F
Golongan, periode, blok	Titik didih
1, 7, s	7 950 K, 7 677 °C, 7 120 °F
Massa atom standar	Kalor peleburan
(223)	ca. 2 kJ mol <sup>-1</sup>
Konfigurasi elektron [Rn] 7s <sup>1</sup>	Kalor penguapan
2, 8, 18, 32, 18, 8, 1	ca. 65 kJ mol <sup>-1</sup>

(1)

**88**

Keterangan Umum Unsur		Ciri-ciri fisik
Nama, Lambang, Nomor atom	radium, Ra, 88	Fase
Deset kimia	alkali tanah	padat
Golongan, Periode, Blok	2, 7, s	Massa jenis (sekitar suhu kamar)
Penampilan	metals psh keperak-perakan	5,5 g/cm <sup>3</sup>
Massa atom standar	(226) g/mol	Titik lebur
Konfigurasi elektron	[Rn] 7s <sup>2</sup>	973 K (700 °C, 1292 °F)
Jumlah elektron tiap kulit	2, 8, 18, 32, 18, 8, 2	Titik didih
		2010 K (1737 °C, 3159 °F)
		Kalor peleburan
		8,5 kJ/mol
		Kalor penguapan
		113 kJ/mol

(2)

**107**

Ciri-ciri umum	Sifat fisika
Nama, lambang, Nomor atom	bohrium, Bh, 107
Dibaca	Bohrium
Jenis unsur	logam transisi
Golongan, periode, blok	7, 7, d
Massa atom standar	(271)
Konfigurasi elektron	[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup> (diprediksi <sup>(1)</sup> )
	2, 8, 18, 32, 32, 13, 2
	Bilangan oksidasi
	7
	Energi ionisasi
	(prediksi: 742 (extrapolasi) <sup>(1)</sup> kJ mol <sup>-1</sup> )
	ke-2: 1950 (extrapolasi) <sup>(1)</sup> kJ mol <sup>-1</sup>
	ke-3: 2270 (extrapolasi) <sup>(1)</sup> kJ mol <sup>-1</sup>
	Jari-jari kovalen
	141 (estimasi) <sup>(2)</sup> pm

(3)

**89**

Ciri-ciri umum	Sifat fisika
Nama, lambang, Nomor atom	actinium, Ac, 89
Dibaca	aktinisi (mendekati suhu kamar)
Jenis unsur	aktinida
Catatan jenis	terdapat di grup logam transisi
Golongan, periode, blok	5, 2, f
Massa atom standar	(227)
Konfigurasi elektron	[Rn] 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
	2, 8, 18, 32, 18, 9, 2
	Fase
	padat
	Massa jenis (mendekati suhu kamar)
	10 g cm <sup>-3</sup>
	Titik lebur
	(dicipt) 1323 K, 1050 °C, 1922 °F
	Titik didih
	3471 K, 3198 °C
	Kalor peleburan
	14 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kalor penguapan
	480 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kapasitas kalor
	27,2 J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

(4)

**60**

Keterangan Umum Unsur		Ciri-ciri Fisik
Nama, Lambang, Nomor atom	neptunium, Np, 91	Fase
Deset kimia	alkali tanah	padat
Golongan, Periode, Blok	2, 7, s	Massa jenis (sekitar suhu kamar)
Penampilan	metals psh keperak-perakan	5,5 g/cm <sup>3</sup>
Massa atom standar	(237) g/mol	Titik lebur
Konfigurasi elektron	[Rn] 7s <sup>2</sup>	973 K (700 °C, 1292 °F)
Jumlah elektron tiap kulit	2, 8, 18, 32, 18, 8, 2	Titik didih
		2010 K (1737 °C, 3159 °F)
		Kalor peleburan
		8,5 kJ/mol
		Kalor penguapan
		113 kJ/mol

(5)

**33**

Ciri-ciri umum	Sifat fisika
Nama, lambang, Nomor atom	arsenic, As, 33
Dibaca	arsenium (mendekati suhu kamar)
Jenis unsur	metaloide
Catatan jenis	14, 4, p
Golongan, periode, blok	14, 4, p
Massa atom standar	(72,62)
Konfigurasi elektron	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>
	2, 8, 18, 4
	Fase
	padat
	Massa jenis (mendekati suhu kamar)
	5,323 g cm <sup>-3</sup>
	Massa jenis cairan
	5,60 g cm <sup>-3</sup>
	Titik lebur
	1219,40 K, 946,25 °C, 1728,00 °F
	Titik didih
	1100 K, 823 °C, 1511 °F
	Kalor peleburan
	36,34 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kalor penguapan
	334 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kapasitas kalor
	23,207 J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

(6)

**16**

Ciri-ciri umum	Sifat fisika
Nama, lambang, Nomor atom	sulfur, S, 16
Dibaca	/sulfur/ su-fer (mendekati suhu kamar)
Jenis unsur	nonmetala
Golongan, periode, blok	16, 3, p
Massa atom standar	(32,065)
Konfigurasi elektron	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>
	2, 8, 6
	Fase
	padat
	Massa jenis (mendekati suhu kamar)
	2,07 g cm <sup>-3</sup>
	Titik lebur
	388,36 K, 115,24 °C, 239,00 °F
	Titik didih
	717,8 K, 444,6 °C, 823,2 °F
	Titik kritis
	1510,1 K, 1237,0 °C, 2243,4 °F
	Kalor peleburan
	(diprediksi) 1,727 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kalor penguapan
	(diprediksi) 48 kJ mol <sup>-1</sup>
	Kapasitas kalor
	22,76 J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

(7)

Gambar 5.17 Pengujian Akurasi Model 3D

Pada gambar 5.17 ialah hasil pengujian dari konten 3D yang telah dibuat serta sesuai dengan marker berukuran 10 cm X 10 cm. Pada pengujian akurasi model 3D juga akan meliputi uji berapa cepat proses untuk memunculkan konten 3D diatas marker yang akan dijelaskan melalui tabel 5.2.

Tabel 5.2 Pengujian Akurasi Model 3D

Model 3D	Ukuran File	Format	Animasi	Texture	Cahaya	Jarak	Waktu Load
Fransium	524 KB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:40
Radium	1,52 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:02
Bohrium	1,03 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:00
Aktinium	1,44 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:00
Neodimium	1,58 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:00
Germanium	1,46 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	00:58
Sulfur	0,99 MB	.FBX .PNG	Ya	Ya	Normal	30 cm	1:01

Dari hasil yang diperoleh, konten 3D pada setiap unsur membutuhkan waktu kurang lebih 1 detik untuk menampilkan konten 3D. Perhitungan tersebut sama untuk mono kamera dan dual kamera karena *marker* yang digunakan sebagai *image target* adalah sama.

### 5.2.2. Pengujian Validasi

Pada tahap pengujian validasi, sistem akan diuji apakah sesuai dengan *use case* skenario yang telah dibuat sebelumnya pada tahapan perancangan. Pengujian ini akan dilakukan dengan pengujian *black-box testing* dimana hanya fokus pada aplikasi apakah berjalan sesuai skenario atau tidak.

#### 5.2.2.1. Uji Menu Mulai

Tabel 5.3 Uji Menu Mulai

Nama kasus uji	Menu mulai
----------------	------------

<b>Objek uji</b>	Kebutuhan fungsional (SRS_01)
<b>Tujuan Pengujian</b>	Pengujian dilakukan untuk memastikan menu mulai terdapat pilihan menu mono kamera dan dual kamera yang nantinya akan dipilih salah satu oleh pengguna.
<b>Data masukan</b>	-
<b>Prosedur uji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuka aplikasi</li> <li>• Memilih menu mulai</li> <li>• Memilih salah satu dari dua menu yaitu mono kamera atau dual kamera</li> </ul>
<b>Hasil yang diharapkan</b>	Aplikasi akan membuka halama baru yang berisi pilihan menu mono kamera dan dul kamera.



**Gambar 5.18 Memilih menu kamera**

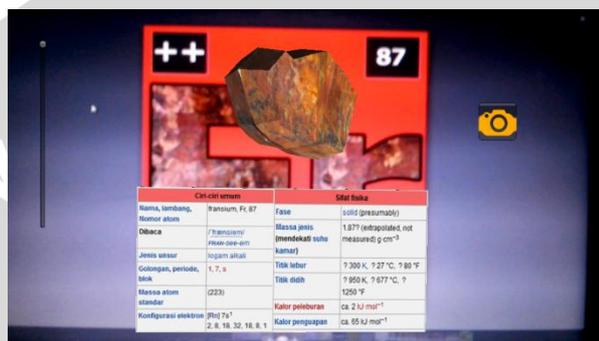
Pada gambar 5.18 adalah tampilan menu ketika pengguna menekan tombol “mulai” pada awal aplikasi.

### 5.2.2.2. Uji Mono Kamera

**Tabel 5.4 Uji Mono Kamera**

<b>Nama kasus uji</b>	Mono kamera
<b>Objek uji</b>	Kebutuhan fungsional (SRS_02)
<b>Tujuan Pengujian</b>	Pengujian dilakukan untuk memastikan menu mono kamera berjalan dengan baik dan dapat menampilkan informasi 3D dari unsur kimia.
<b>Data masukan</b>	<i>marker</i>

<b>Prosedur uji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuka aplikasi</li> <li>• Memilih menu mulai</li> <li>• Memilih menu mono kamera</li> <li>• Memilih salah satu menu unsur kimia yang di inginkan untuk menampilkan informasinya.</li> </ul>
<b>Hasil yang diharapkan</b>	Aplikasi akan menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.



**Gambar 5.19 Menampilkan Informasi Objek 3D Unsur Kimia Golongan Logam Alkali Fransium (Fr) dengan Mono Kamera**

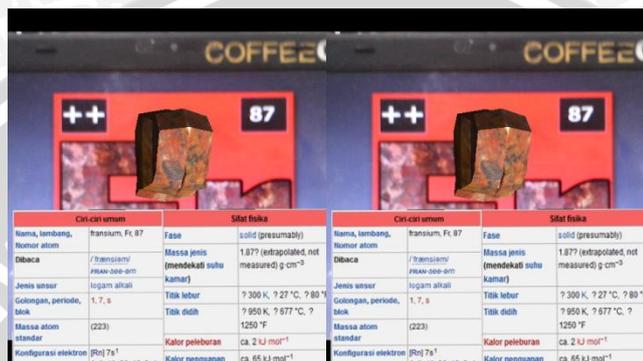
Pada gambar 5.19 ialah tampilan aplikasi ketika pengguna memilih menu mono kamera dan memilih menu logam alkali lalu akan muncul informasi berbentuk 3D dan informasi yang ditampilkan ialah informasi dari unsur kimia Fransium (Fr).

### 5.2.2.3. Uji Dual Kamera

**Tabel 5.5 Uji Dual Kamera**

<b>Nama kasus uji</b>	Dual kamera
<b>Objek uji</b>	Kebutuhan fungsional (SRS_03)
<b>Tujuan Pengujian</b>	Pengujian dilakukan untuk memastikan menu dual kamera berjalan dengan baik dan dapat menampilkan informasi 3D dari unsur kimia.
<b>Data masukan</b>	marker
<b>Prosedur uji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuka aplikasi</li> <li>• Memilih menu mulai</li> <li>• Memilih menu dual kamera</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memilih salah satu menu unsur kimia yang diinginkan untuk menampilkan informasinya.</li> </ul>
<b>Hasil yang diharapkan</b>	Aplikasi akan membuka dual kamera dan menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.



**Gambar 5.20 Menampilkan Informasi Objek 3D Ussur Kimia Golongan Logam Alkali Fransium (Fr) dengan Dual Kamera.**

Pada gambar 5.20 ialah tampilan aplikasi ketika pengguna memilih menu dual kamera dan memilih menu logam alkali lalu akan muncul informasi berbentuk 3D dan informasi yang ditampilkan ialah informasi dari unsur kimia Fransium (Fr).

#### 5.2.2.4. Uji Melihat Menu Panduan

**Tabel 5.6 Uji Melihat Menu Panduan**

<b>Nama kasus uji</b>	Melihat menu panduan
<b>Objek uji</b>	Kebutuhan fungsional (SRS_04)
<b>Tujuan Pengujian</b>	Pengujian dilakukan untuk memastikan menu panduan berfungsi sebagai mana mestinya.
<b>Data masukan</b>	-
<b>Prosedur uji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuka aplikasi</li> <li>Memilih menu panduan</li> </ul>
<b>Hasil yang diharapkan</b>	Aplikasi akan membuka <i>popup</i> ketika menu panduan di tekan. <i>Popup</i> dari menu panduan akan menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.



Gambar 5.21 Tampilan *Popup* Menu Panduan

Pada gambar 5.21 ialah *popup* ketika menu panduan di tekan. Berisi tata cara untuk menjalankan aplikasi *Augmented reality* untuk pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia yang telah dibuat.

### 5.2.2.5. Uji Mendownload Marker

Tabel 5.7 Uji Mendownload Marker

<b>Nama kasus uji</b>	Mendownload <i>Marker</i>
<b>Objek uji</b>	Kebutuhan fungsional (SRS_05)
<b>Tujuan Pengujian</b>	Pengujian dilakukan untuk memastikan menu download <i>Marker</i> berfungsi sebagaimana mestinya.
<b>Data masukan</b>	-
<b>Prosedur uji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuka aplikasi</li> <li>• Memilih menu Download <i>Marker</i></li> </ul>
<b>Hasil yang diharapkan</b>	Ketika menu download <i>marker</i> di tekan akan mengarahkan pengguna ke <i>link</i> url yang telah di tetapkan untuk mengunduh <i>marer</i> yang nantinya akan di jadikan untuk <i>image target</i> memunculkan informasi 3D.



**Gambar 5.22 Mendownload Marker**

Pada gambar 5.22 ialah ketika tombol download *marker* di tekan maka akan mengarahkan pengguna ke *browser* untuk melakukan download *marker* sebagai *image target* yang akan di jadikan.

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Validasi**

Nama kasus uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapat	Status validasi
Menu mulai	Aplikasi akan membuka halama baru yang berisi pilihan menu mono kamera dan dual kamera.	Aplikasi membuka halaman baru yang berisi pilihan menu mono kamera dan dual kamera	Valid
Mono kamera	Aplikasi akan menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.	Aplikasi menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.	Valid
Dual kamera	Aplikasi akan membuka dual kamera dan menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.	Aplikasi membuka dual kamera dan menampilkan informasi dari unsur kimia yang dipilih oleh pengguna dengan objek 3D.	Valid
Melihat menu panduan	Aplikasi akan membuka <i>popup</i> ketika menu panduan di tekan. <i>Popup</i> dari menu panduan akan	Aplikasi membuka <i>popup</i> ketika menu panduan di tekan. <i>Popup</i> dari menu panduan akan	Valid

	menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.	menjelaskan cara dari menjalankan aplikasi.	
Mendownload marker	Ketika menu download <i>marker</i> di tekan akan mengarahkan pengguna ke <i>link</i> url yang telah di tetapkan untuk mengunduh <i>marker</i> yang nantinya akan di jadikan untuk <i>image target</i> memunculkan informasi 3D.	Menu download <i>marker</i> berfungsi ketika di tekan dan mengarahkan pengguna ke <i>link</i> url yang telah di tetapkan untuk mengunduh <i>marker</i> yang nantinya akan di jadikan untuk <i>image target</i> memunculkan informasi 3D.	Valid

### 5.2.3. Pengujian Non-Fungsional

Pada tahapan pengujian non-fungsional ini akan menjelaskan tentang pengujian aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia yang didasarkan pada kebutuhan non-fungsional pada tahap perancangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kompatibilitas dari aplikasi apabila dijalankan pada perangkat bergerak *smart phone* Android yang berbeda versi, diantaranya 4.0 (Ice Cream Sandwich), 4.1.1 (Jelly Bean), 4.4.1 (Kit Kat).

#### 5.2.3.1. Pengujian Kompatibilitas Android 4.0

Pengujian kompatibilitas sistem operasi Android versi 4.0 dilakukan untuk memenuhi kinerja sistem yang terkait fitur-fitur dari aplikasi. Tabel 5.9 akan menjelaskan prosedur dan hasil kasus uji kompatibilitas pada sistem operasi Android 4.0 (Ice Cream Sandwich).

**Tabel 5.9 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.0**

Nama Kasus Uji	Pengujian Kompatibilitas Android 4.0
Objek uji	Kebutuhan non fungsional
Tujuan pengujian	Pengujian dilakukan untuk memenuhi validasi kinerja dari sistem dalam menyediakan fitur-fitur dan antarmuka pengguna.

Prosedur uji	Membuka setiap halaman sesuai spesifikasi kebutuhan sisem.
Hasil yang diharapkan	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi
Hasil yang didapat	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi.
Status validasi	Valid.

### 5.2.3.2. Pengujian Kompatibilitas Android 4.1.1

Pengujian kompatibilitas sistem operasi Android versi 4.1.1 dilakukan untuk memenuhi kinerja sistem yang terkait fitur-fitur dari aplikasi. Tabel 5.10 akan menjelaskan prosedur dan hasil kasus uji kompatibilitas pada sistem operasi Android 4.1.1 (Jelly Bean).

**Tabel 5.10 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.1.1**

Nama Kasus Uji	Pengujian Kompatibilitas Android 4.1.1
Objek uji	Kebutuhan non fungsional
Tujuan pengujian	Pengujian dilakukan untuk memenuhi validasi kinerja dari sistem dalam menyediakan fitur-fitur dan antarmuka pengguna.
Prosedur uji	Membuka setiap halaman sesuai spesifikasi kebutuhan sisem.
Hasil yang diharapkan	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi
Hasil yang didapat	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi.
Status validasi	Valid.

### 5.2.3.3. Pengujian Kompatibilitas Android 4.4.1

Pengujian kompatibilitas sistem operasi Android versi 4.4.1 dilakukan untuk memenuhi kinerja sistem yang terkait fitur-fitur dari aplikasi. Tabel 5.11

akan menjelaskan prosedur dan hasil kasus uji kompatibilitas pada sistem operasi Android 4.4.1 (Kit Kat).

**Tabel 5.11 Kasus Uji dan Hasil Pengujian Kompatibilitas Android 4.4.1**

Nama Kasus Uji	Pengujian Kompatibilitas Android 4.4.1
Objek uji	Kebutuhan non fungsional
Tujuan pengujian	Pengujian dilakukan untuk memenuhi validasi kinerja dari sistem dalam menyediakan fitur-fitur dan antarmuka pengguna.
Prosedur uji	Membuka setiap halaman sesuai spesifikasi kebutuhan sistem.
Hasil yang diharapkan	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi
Hasil yang didapat	Aplikasi dapat menampilkan fitur-fitur dan antarmuka sesuai dengan implementasi aplikasi.
Status validasi	Valid.

Dari hasil pengujian kompatibilitas yang dilakukan pada sistem operasi Android yang berbeda versi diantaranya 4.0 (Ice Cream Sandwich), 4.1.1 (Jelly Bean), 4.4.1 (Kit Kat) telah mendapatkan status validasi dari setiap versi Android yang mempunyai hasil valid.

#### 5.2.4. Pengujian Usability

Pengujian *usability* digunakan untuk menguji seberapa mudahnya pengguna menggunakan aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini. Pengujian ini dilakukan dengan cara membagikan kuisioner kepada pengguna. Jenis kuisioner yang digunakan adalah SUS (*System Usability Scale*) yang dapat dilihat pada lampiran 1. Calon pengguna pada aplikasi ini adalah masyarakat umum dan anak SMA (Sekolah Menengah Atas). Jumlah responden pada pengujian ini sebanyak 20 responden yang menguji. Komponen pernyataan yang digunakan pada kuisioner ini terlampir pada lampiran 1.

Skala penelitian yang dapat diberikan pada pengguna adalah sebagai berikut:

1 = Sangat Tidak Setuju

- 2 = Tidak Setuju
- 3 = Netral
- 4 = Setuju
- 5 = Sangat Setuju

**Tabel 5.12 Respon Pengguna Pada Kuisoner yang Telah Diberikan**

Responden	Pernyataan										Jumlah Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	3	4	4	3	4	3	4	3	3	36
2	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	35
3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	37
4	4	4	3	3	4	4	4	5	3	4	38
5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	3	41
6	4	4	3	4	3	4	4	5	3	4	38
7	5	3	3	4	4	4	4	4	4	3	38
8	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	43
9	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	40
10	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	36
11	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	34
12	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	39
13	4	4	4	5	4	4	4	5	3	3	40
14	4	4	3	4	5	4	4	4	3	3	38
15	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	38
16	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	35
17	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	40
18	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	39
19	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	35



20	4	4	3	3	4	4	4	5	4	3	38
<b>Total Skor</b>											758

Total skor yang didapat dalam kuisisioner yaitu 758 kemudian dikalikan dengan 2.5 sesuai dengan rumus SUS.

Hasil total skor =  $758 \times 2.5 = 1895$

Rata-rata hasil skor SUS =  $\frac{1895}{20} = 94.75$

Berdasarkan dari perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh skor SUS untuk aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini sebesar 94.75. Untuk nilai batasan SUS sendiri ialah 68 maka disimpulkan bahwa aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia ini telah berhasil diterima oleh masyarakat umum.



## BAB 6 PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

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

1. Implementasi dari semua kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang dirancang telah berjalan dengan baik berdasarkan pengujian validasi dengan validitas 100%
2. Berdasarkan pengujian *usability* yang dilakukan pada responden menggunakan metode SUS (*System Usability Scale*) menghasilkan nilai rata-rata total skor sebesar 94.75 yang berarti aplikasi dapat diterima oleh masyarakat umum.

### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur game, sehingga dapat lebih menarik.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, teknologi *augmented reality* dapat diimplementasikan dengan sistem pembelajaran lainnya sehingga lebih interaktif dan menarik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ADE-13] Adelheid Andrea, Aqilha Putri. 2013. *Tip Trik Android dan Blackberry*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- [ALJ-13] Aljawi Abdullah Yafi. 2013. *Pengujian Perangkat Lunak Game Flash TheUtans Untuk Melakukan Penjaminan Kualitas Terhadap Tingkat Usability Game*. Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- [AZU-97] Azuma Ronald T. 1997. *A Survey of Augmented Reality*. Hughes Research Laboratories. Malibu.
- [BAN-09] Bangor, Aaron; Kortum, Philip; Miller, James; “Determining What Individual SUS,” *Journal Of Usability Studies*, vol. 4, no. 3, pp. 114-123, 2009.
- [BRO-11] Brooke, John. “SUS-A quick and dirty usability scale.” Usability evaluation in industry 189.194 (1996): 4-7.
- [DES-14] Desai Parth Rajesh. 2014. *A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset*. U.G. student, Electronics and Telecommunication Department, DJSCOE, Vile-Parle (W), Mumbai – 400056, India.
- [FAH-15] Fahmi Muchammad Ali. 2015. *Rancang Bangun Aplikasi Informasi Objek Musium Berbasis Teknologi Augmented Reality Pada Smartphone Android (Study Kasus Museum Kepersidenan Kirti Bogor)*. Skripsi. Informatika/Illmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang.
- [FAJ-14] Fajar Febriyan M. 2014. *Mobile Interactive Augmented Reality*. Buku AR. Solo.
- [GOL-05] Golberg David E. 2005. *Schaum’s Outlines of Theory and Problems of Beginning Chemistry*. The McGraw-Hill Companies.
- [HUD-12] Huda Arif Akbarul. 2012. *24 Jam Pintar Pemrograman Android*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [KEN-15] Kendyozzy Anjung Vineka. 2015. *Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Pemilihan Penginapan Menggunakan Metode Weighted Product Pada Perangkat Bergerak Android*. Skripsi. Informatika/Illmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya. Malang.
- [MIL-94] Milgram Paul, Kishino Fumio. 1994. *A Takonomy of Mixed Reality Visual Displays*. IEICE TRANS.

- [NUR-14] Nurhadryani Yani. 2014. *Usability Testing to Enhance Mobile Application User Interface*. Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- [PRI-14] Primanda Nikko Wahyu Hafidha. 2014. Skripsi. *Augmented Reality sistem periodik unsur kimia sebagai media pembelajaran bagi siswa tingkat SMA berbasis android mobile*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [ROE-14] Roedavan Ricman. 2014. *Unity Tutorial Game Engine*. Penerbit Informatika. Bandung.
- [PRE-01] Pressman R. 2001. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw Hill. Boston.
- [STW-02] Stwertka Albert. 2002. *A Guide To The Elements*, Oxford University Press, Inc. New York.
- [SUG-12] Sugiyarto, K. H., 2012. *Dasar – Dasar Kimia Anorganik Transisi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [UTO-12] Utomo Eko Prio. 2012. *Tip dan Trik Seputar Android dan Blackberry*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [VOS-79] Vossen Herbert. 1979. *Kompedium Didaktif Kimia*. Franz – Ehrenwirth Verlag GmbH & Co, KG, Munchen.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1

Kuisisioner aplikasi *mobile Augmented Reality* untuk media pembelajaran 3D pada tabel unsur periodik kimia.

Nama : Harim Adi Saputro

Jenis kelamin : L/P

Umur : 23

Petunjuk:

1. Pada kuisisioner ini terdapat 10 pernyataan. Pertimbangkan pada setiap pernyataan dalam kaitannya dengan aplikasi yang telah anda coba gunakan.
2. Pilih respon anda pada kolom yang tersedia di samping pernyataan, dengan skala penilaian sebagai berikut:
  - 1 = Sangat Tidak Setuju
  - 2 = Tidak Setuju
  - 3 = Netral
  - 4 = Setuju
  - 5 = Sangat Setuju

No.	Pernyataan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Aplikasi ini sangat mudah digunakan				✓	
2	Interface dari aplikasi sangat menarik				✓	
3	Informasi 3D dari unsur kimia yang diberikan sesuai				✓	
4	Animasi unsur kimia yang dibuat sangat menarik					✓
5	Fitur-fitur pada aplikasi telah terintegrasi dengan baik				✓	
6	Tidak memerlukan bantuan orang lain saat menggunakan aplikasi ini				✓	
7	Saya yakin, banyak orang yang akan cepat mengerti dan dengan mudah menggunakan aplikasi ini				✓	
8	Aplikasi dapat digunakan sebagai pembelajaran yang sangat menarik					✓
9	Penggunaan fitur pada dual kamera sangat menarik dan mudah dipahami			✓		
10	Aplikasi ringan saat dijalankan			✓		