

# PEMBANGUNAN APLIKASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS MULTIMEDIA KELAS XI DI SMAN 1 CIPARAY

Akbar Tawakal Pancanandita Basuki

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Bale Bandung  
Jl. Raden AA Wiranatakusumah No.7, Baleendah, Kec. Baleendah, Bandung, Jawa Barat 40375

Telp. +62225940443

E-mail: [pancadonald@gmail.com](mailto:pancadonald@gmail.com)

## ABSTRAK

*Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang begitu cepat, setiap informasi dan pengetahuan dapat disampaikan dalam bentuk visual. Salah satu bentuk perkembangan teknologi tersebut adalah augmented reality (AR) adalah penggabungan antara objek virtual dengan objek nyata. Menurut Robald Azuma pada tahun 1997, augmented reality adalah bersifat interaktif secara real time, dan merupakan animasi 3D. Ilmu kimia merupakan bidang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang materi yang meliputi struktur, susunan, sifat dan perubahan materi serta energy yang menyertainya, kimia berhubungan dengan interaksi materi yang dapat melibatkan dua zat. Pada kimia tradisional terjadi interaksi antara zat kimia dalam reaksi kimia, yang mengubah satu atau lebih zat menjadi satu atau lebih zat lain. Ikatan kimia adalah ikatan yang terbentuk antar atom atau antar molekul dengan cara atom yang satu melepaskan elektron, sedangkan atom yang lain menerima elektron (serah terima elektron), penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari masing-masing atom yang berikatan, penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari salah satu atom yang berikatan. Kemudian guru merasa kesulitan pada saat memberikan ilustrasi tentang percobaan yang terjadi pada mata pelajaran kimia, dikarenakan media penyampaian hanya dijelaskan dan digambarkan pada papan tulis. Melihat dari permasalahan yang ada saat ini di SMAN 1 Ciparay dibutuhkan media bantu pembelajaran berbasis smartphone untuk membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran, marker yang digunakan adalah sesuai dengan menggunakan buku packet matapelajaran kimia sesuai kurikulum, sehingga dapat mempermudah simulasi ikatan kimia. Oleh karena itu dibangunlah aplikasi yang diharapkan mampu menjembatani permasalahan tersebut yaitu "Pembangunan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Simulasi Ikatan Kimia Kelas XI di SMAN 1 Ciparay". Maksud dari penelitian ini adalah untuk membangun aplikasi media pembelajaran simulasi ikatan kimia interaktif pada mata pelajaran kimia. Sedangkan tujuan dibangunnya aplikasi ini adalah membantu siswa dalam memahami mata pelajaran kimia dan membantu guru dalam memberikan gambaran 3D, simulasi, dan ilustrasi pada mata pelajaran kimia.*

**Kata Kunci:** *Augmented Reality, Unity, Kimia, Android, Pembelajaran.*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang begitu cepat, setiap informasi dan pengetahuan dapat disampaikan dalam bentuk visual. Visualisasi sebagai salah satu bagian penting dalam pengembangan sebuah aplikasi yang bersifat interaktif kepada penggunaannya haruslah dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya, hal ini tentunya dapat dilakukan menggunakan teknologi yang bersifat interaktif nyata (*augmented reality*).

Kemajuan teknologi informasi yang begitu berpengaruh pada dunia pendidikan untuk melakukan inovasi yang dapat menjunjung kegiatan belajar. Diharapkan siswa bisa lebih mengenal perkembangan teknologi dan dapat memanfaatkannya sebagai alat bantu belajar. Salah satu bentuk perkembangan teknologi tersebut adalah *augmented reality* (AR) adalah penggabungan antara objek *virtual* dengan objek

nyata. Menurut Robald Azuma pada tahun 1997, augmented reality adalah bersifat interaktif secara *real time*, dan merupakan animasi 3D [1].

Ilmu kimia merupakan bidang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang materi yang meliputi struktur, susunan, sifat dan perubahan materi serta energi yang menyertainya, kimia berhubungan dengan interaksi materi yang dapat melibatkan dua zat. Pada kimia tradisional terjadi interaksi antara zat kimia dalam reaksi kimia, yang mengubah satu atau lebih zat menjadi satu atau lebih zat lain. Ikatan kimia adalah gaya Tarik menarik antara atom-atom sehingga atom-atom tersebut tetap berada bersama-sama dan terkombinasi dalam senyawa. Ikatan ion adalah ikatan yang terbentuk sebagai akibat adanya gaya tarik-menarik antara ion positif dan ion negatif. Ikatan

kovalen adalah ikatan yang terjadi bila terdapat pemakaian bersama sepasang atau lebih elektron

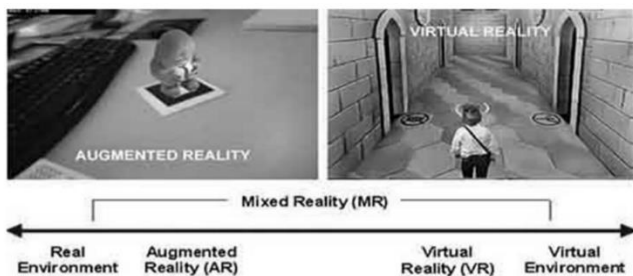
pemakaian bersama sepasang atau lebih elektron yang menyebabkan atom-atom yang berikatan memperoleh susunan oktat.

## 2. LANDASAN TEORI

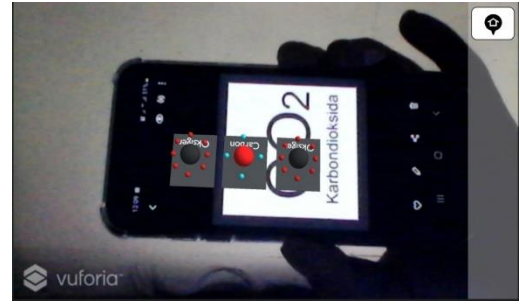
### 2.1 Augmented Reality

*Augmented reality* sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata yang berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (real time), dimana benda mayal terintegrasi dalam dunia nyata. Penggabungan benda nyata dan maya dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu, dan integrasi yang baik memerlukan penjejakan yang efektif. Tujuan dari AR adalah mengambil dunia nyata sebagai dasar dengan mengabungkan beberapa teknologi virtual dan menambahkan data kontekstual agar pemahaman manusia sebagai penggunaannya menjadi semakin jelas. Data kontekstual ini dapat berupa komentar audio, data lokasi, konteks sejarah, atau dalam bentuk lainnya. ada saat ini AR telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, militer, manufaktur, hiburan, museum, game pendidikan, pendidikan, dan lain-lain [1].

Hal ini disebabkan oleh keunggulan teknologi AR yang memungkinkan user untuk melakukan interaksi menggunakan gerak tubuhnya secara alami. Kamera sebagai 'mata' dari teknologi AR mengambil gambar dari marker tersebut secara berkelanjutan, memproses dan kemudian menghasilkan interaksi virtual yang tampak pada tampilan dunia nyata baik pada layar maupun *head mounted display* (HMD). Perpaduan dunia virtual dan dunia nyata ini diharapkan bisa membawa sebuah proses pembelajaran yang lebih efektif dan efisien.



**Gambar 1. Perbedaan Augmented Reality dan Virtual Reality**



**Gambar 2. Contoh Augmented Reality**

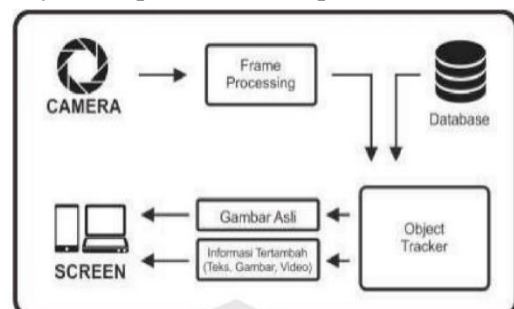
### 2.2 Sejarah Augmented Reality

Sejarah tentang augmented reality dimulai tahun 1957-1962, ketika seorang penemu yang bernama Morton Heilig, seorang cinematographer, menciptakan dan memaptenkan sebuah simulator yang di sebut sensorama dengan visual, getaran dan bau. Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan head-mounted display yang diklaim sebagai jendela ke dunia virtual.

Tahun 1975 seorang ilmuan bernama *Myron Krueger* menemukan *Videoplace* yang memungkinkan pengguna, dapat berinteraksi dengan objek *virtual* untuk pertama kalinya. Tahun 1989, Jon Lainer memperkenalkan *virtual reality* dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya, Tahun 1992 mengembangkan *augmented reality* untuk melakukan perbaikan pada pesawat boeing, dan pada tahun yang sama, *LB Rosenberg* mengembangkan salah satu fungsi sistem AR, yang disebut Virtual Fixtures, yang digunakan di Angkatan Udara AS Armstrong Labs, dan menunjukan manfaatnya pada manusia, dan tahun 1992 juga, Steven Feiner, Blair MacIntye dan doree Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya Major Paper untuk pengembangan Prototype [2].

### 2.3 Proses Augmented Reality

Proses dimulai dengan pengambilan gambar marker dengan webcam atau kamera smartphone. Marker tersebut berdasarkan *feature* yang dimiliki, kemudian masuk ke dalam object tracker yang disediakan oleh sdk (*software development kit*). Selain itu marker tersebut telah didaftarkan dan disimpan dalam database agar dapat menampilkan informasi yang sesuai. Hasil keluaran pelacakan marker ditampilkan pada layar komputer atau smartphone.



**Gambar 3. Alur Aplikasi Augmneted Reality**

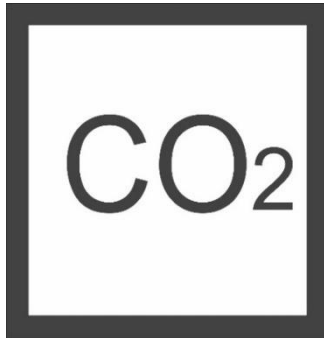
## 2.4 Penerapan Bidang Augmented Reality

Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi augmented reality adalah [3]:

1. Kedokteran (*Medical*)
2. Hiburan (*Entertainment*)
3. Latihan Militer (*Militer Training*)
4. *Engineering*
5. *Robotics* dan *Telerobotics*
6. *Consumer Design*

## 2.5 Marker

Marker merupakan sebuah penanda khusus yang memiliki pola tertentu sehingga saat kamera mendeteksi marker, object 3 dimensi dapat ditampilkan. *Augmented reality* saat ini melakukan perkembangan besar-besaran, salah satunya pada bagian marker. Marker pertama kali adalah *marker based tracking*. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan AR [4].



Gambar 4. Contoh Marker

## 2.6 Unity 3D

Unity Technologies dibangun di tahun 2004 oleh David Helgason, Nicholas Francis dan Joachim Ante. Game Engine ini dibangun atas dasar kepedulian mereka terhadap indie *developer* yang tidak bias membeli *game engine* karena terlalu mahal. Fokus perusahaan ini adalah membuat sebuah perangkat lunak yang bias digunakan oleh semua orang, khususnya untuk membangun sebuah game. Di tahun 2009, Unity diluncurkan secara gratis pada bulan April 2012, Unity mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari 1 juta developer terdaftar di seluruh dunia.

Anda juga bias mengunduh Unity versi terbaru secara gratis di <http://unity3d.com>. Ada pun versi Unity yang digunakan saat buku ini ditulis adalah versi 2017.2. Meskipun begitu, para pengguna Unity versi sebelumnya tetap dapat mengikutisebagian besar pembahasan dalam buku ini, terutama yang berkaitan dengan fundamental penggunaan script pada Unity [5].

## 2.7 Vuforia

Perpustakaan Mesin Vuforia berisi dokumentasi teknis untuk membantu pengembang dengan SDK kami dan membuat aplikasi AR. Di sebelah kiri, anda akan melihat bahwa Perpustakaan Vuforia *Engine* dikelola oleh semua *platform* yang didukung oleh Vuforia *Engine*. Vuforia *Engine* mendukung *Unity Engine* serta tiga platform asli utama: IOS, Android, dan UWP.

Perpustakaan Mesin Vuforia juga dikelola oleh kategori fitur utama. Kategori fitur utama adalah gambar, objek, dan lingkungan [6].

## 2.8 Blender

Blender adalah software grafis atau *freeware* dan *open source* sehingga semua pengguna bisa *mendownload* dan mengaksesnya. Aplikasi blender digunakan sebagai *generator* objek *virtual*, sehingga dapat digunakan untuk membuat suatu object 3D. dengan blender dapat dibuat karakter bentuk molekul dan hampir semua apa pun imajinasi seseorang dapat dihasilkan. Tidak hanya sekedar objek, namun juga dapat digunakan untuk membuat animasi dari pemodelan yang telah dibuat [7].

## 2.9 Android

Android adalah sistem operasi mobile berbasis open source Linux yang digunakan untuk perangkat telepon seluler maupun tablet komputer yang dikembangkan oleh Google [9] Menurut [8] perangkat android merupakan sebuah perangkat sistem operasi untuk perangkat lunak ponsel, dan disertakan mesin virtual atau middleware dari proses sejumlah data aplikasi utama.

Pada Android terdapat beberapa penunjang dari komponen-komponen terkait didalamnya, sebagai berikut:

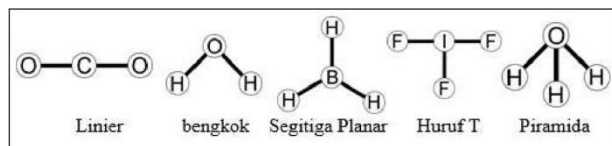
1. Platform yang lengkap
2. Platform dengan operasi terbuka
3. Platform tidak berbayar

## 2.10 Bentuk Molekul

Bentuk molekul merupakan salah satu materi kimia yang menjelaskan tentang bentuk-bentuk dari suatu unsur kimia.

Disamping itu pada beberapa tahun terakhir ini untuk membantu siswa meningkatkan pemahaman bentuk molekul telah dikembangkan model tiga dimensi (3D) dan dua dimensi (2D). Bentuk molekul berkaitan

dengan susunan ruang atom-atom dalam bentuk molekul [10].



**Gambar 5. Bentuk Molekul**

## 2.11 Ikatan Kimia

Ikatan kimia adalah ikatan yang terbentuk antar atom atau antar molekul dengan cara atom yang satu melepaskan elektron, sedangkan atom yang lain menerima elektron (serah terima elektron), penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari masing-masing atom yang berikatan, penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari salah satu atom yang berikatan.

Konfigurasi elektron adalah susunan elektron-elektron pada sebuah unsur. Susunan elektron berbentuk sub kulit-sub kulit, yang masing-masing sub kulit terdiri dari elektron yang berbeda. Kulit K : 2, L : 8, M : 8, N : 8. Dengan adanya konfigurasi elektron, kita dapat mengetahui letak unsur disistem periodik (periode dan golongan).

Ikatan logam adalah ikatan yang terbentuk akibat adanya gaya tarik menarik yang terjadi antara muatan positif dari ion-ion logam dengan muatan negatif dari elektron-elektron yang bebas bergerak [11].

## 2.12 UML (Unified Modeling Language)

Salah satu standar Bahasa yang banyak digunakan di dunia industry untuk mendefinisikan *requirement*, membuat analisis & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek [12].

## 2.13 Use Case Diagram

*Use Case* atau diagram *use case* merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat.

*Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat. Secara kasar, *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu [12].

Berikut adalah simbol-simbol yang ada pada diagram *use case*:

Simbol	Deskripsi
<p><i>Use Case</i></p>	Fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor; biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja di awal di awal frase nama <i>use case</i>
<p>Aktor / actor</p>	Orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat di luar sistem informasi yang akan dibuat itu sendiri, jadi walaupun simbol dari aktor adalah gambar orang, tapi aktor belum tentu merupakan orang; biasanya dinyatakan menggunakan kata benda di awal frase nama aktor
<p>Asosiasi / association</p>	komunikasi antara aktor dan <i>use case</i> yang berpartisipasi pada <i>use case</i> atau <i>use case</i> memiliki interaksi dengan aktor
<p>Eksternal / extend</p>	relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan dapat berdiri sendiri walaupun tanpa <i>use case</i> tambahan itu; mirip dengan prinsip <i>inheritance</i> pada pemrograman berorientasi objek; biasanya <i>use case</i> tambahan memiliki nama depan yang sama dengan <i>use case</i> yang ditambahkan
<p>Generalisasi / generalization</p>	Hubungan generalisasi dan spesialisasi (umum khusus) antara dua buah <i>use case</i> dimana fungsi yang satu adalah fungsi yang lebih umum dari lainnya
<p>Menggunakan / include / uses</p>	relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan memerlukan <i>use case</i> ini untuk menjalankan fungsinya atau sebagai syarat dijalkannya <i>use case</i> ini


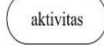



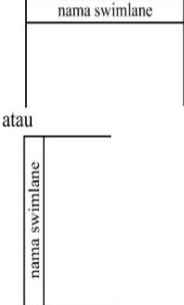
**Gambar 6. Use Case Diagram**

## 2.14 Activity Diagram

Diagram aktivitas atau *activity diagram* menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis atau menu yang ada pada perangkat lunak. Yang perlu diperhatikan disini adalah bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor, jadi aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem [12].

Diagram aktivitas juga banyak digunakan untuk mendefinisikan hal-hal berikut:

- Rancangan proses bisnis dimana setiap urutan aktivitas yang digambarkan merupakan proses bisnis sistem yang didefinisikan
- Urutan atau pengelompokan tampilan dari sistem / *user interface* dimana setiap aktivitas dianggap memiliki sebuah rancangan antarmuka tampilan
- Rancangan pengujian dimana setiap aktivitas dianggap memerlukan sebuah pengujian yang perlu didefinisikan kasus ujinya
- Rancangan menu yang ditampilkan pada perangkat lunak

Simbol	Deskripsi
status awal 	status awal aktivitas sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal
aktivitas 	aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawal dengan kata kerja
percabangan / decision 	asosiasi percabangan dimana jika ada pilihan aktivitas lebih dari satu
Penggabungan / join 	asosiasi penggabungan dimana lebih dari satu aktivitas digabungkan menjadi satu
status akhir 	status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir
swimlane 	memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terkait

**Gambar 7. Activity Diagram**

### 2.15 Sequence Diagram

Menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek. Oleh karena itu untuk menggambarkan diagram sekuen maka harus diketahui objek-objek yang terlibat dalam sebuah *use case* beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang diinstantiansi menjadi objek itu.

Banyaknya diagram sekuen yang harus digambar adalah minimal sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting semua *use case* yang telah didefinisikan interaksi jalannya pesan sudah dicakup pada diagram sekuen sehingga semakin banyak *use case* yang didefinisikan maka diagram sekuen yang harus dibuat juga semakin banyak [12].

### 2.16 Bahasa Pemrograman C#

Bahasa pemrograman C# atau python adalah bahasa program yang berorientasi pada objek dari pengembang Microsoft sebagai rangka bagian NET framework. Dalam Unity, terintegrasi dengan teks editor yang tersedia berupa “MonoDevelop” dimana dapat menulis script di perangkat pengolah digital tersebut [8].

## 2.17 Kimia

Kimia adalah ilmu yang mempelajari mengenai komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi dari skala atom hingga molekul serta perubahan atau transformasi serta interaksi mereka untuk membentuk materi yang ditemukan sehari-hari. Kimia juga mempelajari pemahaman sifat dan interaksi atom individu dengan tujuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut pada tingkat makroskopik. Menurut kimia modern, sifat fisik materi umumnya ditentukan oleh struktur pada tingkat atom yang pada gilirannya ditentukan oleh gaya antaratom dan ikatan kimia [9].

## 2.18 Microsoft Visio

Microsoft visio adalah aplikasi yang digunakan untuk merancang suatu model perencanaan, model ini dimanfaatkan untuk kebutuhan developer maupun engineering yang didesain untuk berbagai macam kebutuhan. Seperti membuat diagram, flowchart (diagram alir), brainstorm dan skema jaringan yang dirilis oleh Microsoft Corporation. [13].

Berikut adalah Bentuk-Bentuk Diagram pada Microsoft Visio :

1. Diagram Jaringan (*Network Diagram*)
2. Flowchart Dasar (*Basic Flowchart*)
3. Rencana Denah (*Floor Plan*)
4. Bagan struktur Organisasi (*Organization Chart*)
5. Diagram Basis Data (*Data Base Model Diagram*)
6. Diagram Situs Jaringan (*Web site Diagram*)
7. Diagram Blok (*Block Diagram*)
8. Peta Petunjuk (*Directional Maps*)
9. Diagram Proses Mesin (*Process Engineering Diagram*)
10. Diagram Software (*Software Diagram*)

## 2.19 Multimedia

Multimedia adalah suatu sarana atau media melalui penggunaan komputer dalam menggabungkan dan menyajikan suara, teks, 2D, animasi, audio dan video dengan alat bantu dan koneksi sehingga pengguna dapat bernavigasi, berinteraksi, berkarya dan berkomunikasi [1].

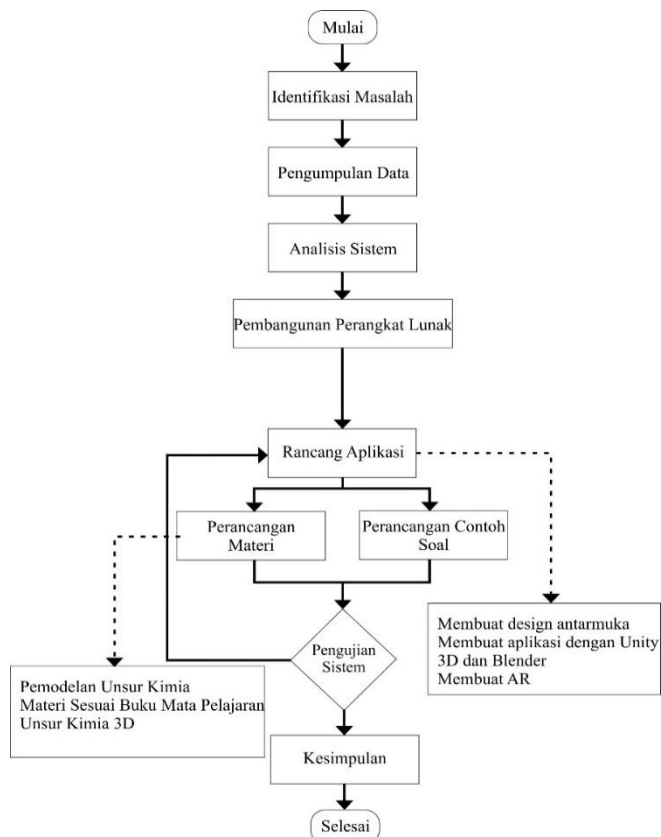
Dalam multimedia terdapat 2 kategori antara lain Multimedia Communication dan Multimedia Content Production. Berikut adalah penjelasan-nya :

1. Multimedia Communication
2. Multimedia Content Production

Selain kategori ada juga jenis-jenis multimedia antara lain multimedia interaktif, multimedia hiperaktif, multimedia linear, dan multimedia kits. Berikut adalah penjelasan-nya :

1. Multimedia Interaktif
2. Multimedia *Linear*
3. Multimedia Hiperaktif
4. Multimedia Kits

### 3. METODOLOGI PENELITIAN



**Gambar 8. Kerangka Pikiran**

Kerangka pikiran berikut merupakan serangkaian bagan-bagan yang menggambarkan alur dari proses penelitian dalam pembuatan pembangunan aplikasi *augmented reality* sebagai media pembelajaran kimia berbasis multimedia menggunakan metode *Luther Sutopo*.

#### 3.1 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan titik atau cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data, adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Studi Literature
2. Observasi
3. Wawancara
4. Kuesioner

#### 3.2 Pembangunan Perangkat Lunak

1. *Concept*
2. *Design*
3. *Material Collecting*
4. *Assembly*
5. *Testing*
6. *Distribution*

### 4. ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### 4.1 Analisis

Analisis yang dilakukan dalam tahap ini sangat penting karena apabila terjadi kesalahan dalam tahap ini akan mengakibatkan kesalahan pada tahap selanjutnya, untuk itu diperlukan tingkat ketelitian dan kecermatan yang tinggi untuk mendapatkan kualitas kerja sistem yang baik, tahap ini meliputi beberapa tahapan yaitu instrument penelitian, analisis sistem, analisis kebutuhan, hasil analisis dan perancangan.

#### 4.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk membantu mengumpulkan data pada sebuah penelitian. Berikut adalah instrumen yang digunakan untuk penelitian :

No	Tools	Instrumen Penelitian	
1	Perangkat Keras	SmartPhone	Samsung A6
		Spesifikasi	Internal 32GB, RAM 2GB
			Android 10, One UI 2.0
			Exynos 7870 Octa (14 nm)
2	Perangkat Lunak	Unity 2018.4.13f1	Octa-core 1.6 GHz Cortex-A53
3	Lainnya	Buku	
4	Lainnya	Wawancara	

**Tabel 1. Instrumen Penelitian**

#### 4.3 Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan penguraian dari sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya yang dimaksudkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi segala permasalahan dan hambatan hambatan yang terjadi serta kebutuhan yang diharapkan dapat menjadi acuan untuk diusulkannya perbaikan-perbaikan.

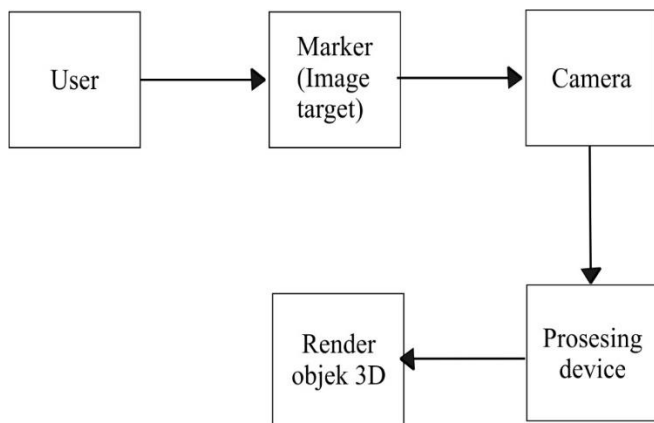
Sistem yang dibuat merupakan media simulasi ikatan kimia berbasis *augmented reality* dimana objek yang berupa gambar sebagai markernya yang kemudian discan dengan aplikasi AR yang dibuat sehingga akan muncul objek dalam bentuk 3D.

#### 4.4 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang akan dibangun terdiri dari beberapa komponen yaitu: user, marker, kamera. User adalah pengguna yang akan menggunakan aplikasi, user mengarahkan marker sehingga dapat ditangkap oleh



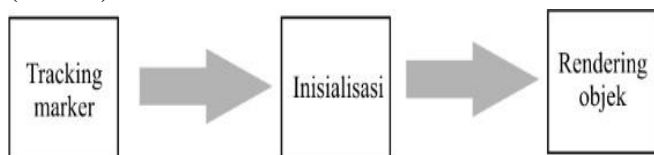
kamera. Kemudian dari kamera akan melakukan tracking pada marker untuk mengidentifikasi marker yang digunakan oleh user. Sistem melakukan render objek 3D di atas marker yang telah teridentifikasi.



**Gambar 9. Diagram blok arsitektur sistem**

#### 4.5 Alur Sistem

Alur sistem mendeskripsikan bagaimana proses augmented reality dari awal inisialisasi, tracking marker, sampai dengan proses rendering objek 3D dengan metode marker yang diterapkan oleh Vuforia, dalam perancangan aplikasi dengan teknologi AR ini seolah-olah menggabungkan objek virtual dengan objek nyata, dalam hal ini objek virtual berupa objek 3D dan objek nyatanya berupa gambar dengan pola tertentu (marker).



**Gambar 10. Alus Sistem**

#### 4.6 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan untuk augmented reality ini dibagi menjadi 4 yaitu kebutuhan perangkat keras (Hardware), kebutuhan perangkat lunak (Software), kebutuhan sistem dan kebutuhan user. Berikut adalah penjelasan mengenai analisis kebutuhan.

##### 1. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware)

###### a. Pembangunan Aplikasi

Spesifikasi kebutuhan perangkat keras yang

5	VGA	VGA Card NVIDIA GeForce MX110
6	Mouse	Compaq

**Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware) - Pembangunan**

##### b. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

Analisis perangkat lunak digunakan untuk mengetahui spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan untuk merancang *augmented reality* yang akan dibangun. Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan sebagai berikut:

No	Nama Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 10 Home Single Language
2	Tools	Unity 2018.4.13f1
3		Blender 2.79
4		Coreldraw X5
5		Pemrograman C#
6		Vuforia
7		Microsoft Visio 2013

**Tabel 3. Spesifikasi Perangkat Lunak (Software)**

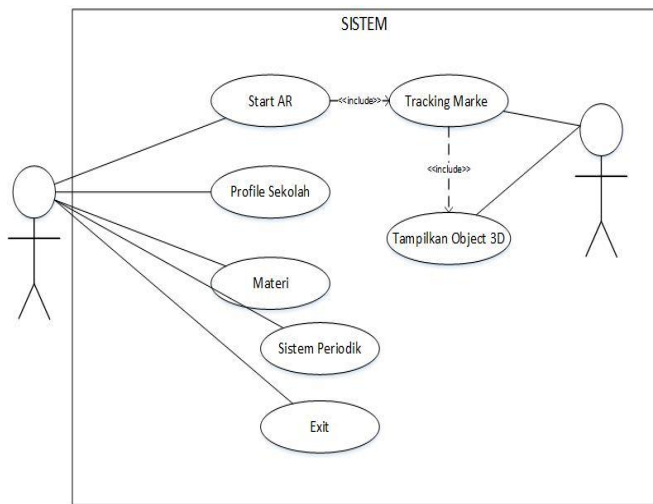
#### 4.7 Perancangan

Pada tahap perancangan ini gambaran mengenai apa yang akan dikembangkan dalam aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran kimia, perancangan meliputi *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* dan *Sequence Diagram*. Berikut adalah perancangan yang akan dibuat.

#### 4.8 Use Case Diagram

*Use case diagram* merupakan model untuk mendeskripsikan hubungan-hubungan yang terjadi antar aktor dengan aktivitas yang terdapat pada sistem. Pada sistem ini terdapat aktor dan pengguna sistem, yaitu *user* dan *marker*.

No	Nama Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel(R) Core(TM) i3-6006U CPU @ 2.00GHz 1.99 GHz
2	RAM	8.00 GB (7.88 GB)
3	OS	Windows 10 64-bit
4	HDD	1 TB



**Gambar 11. Use Case Diagram**

#### 4.9 Definisi Use Case Diagram

Use case diagram merupakan konstruksi untuk mendeskripsikan hubungan-hubungan yang terjadi antara aktor dengan aktivitas yang terdapat pada aplikasi. Tujuan pemodelan Use case diagram diantaranya adalah mendefinisikan kebutuhan fungsional dan operasional sistem.

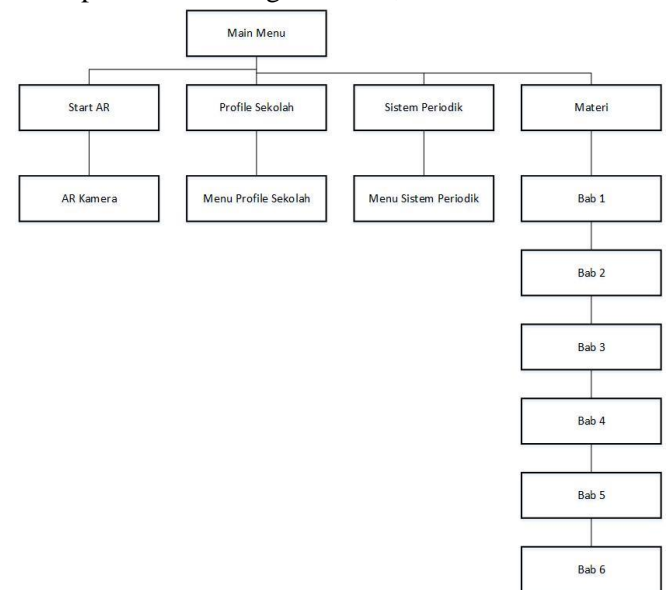
No	Nama Use Case	Deskripsi
1	Start AR	Fungsionalitas untuk memulai mengambil gambar
2	Tracking Marker	Fungsional untuk membandingkan gambar yang berasal dari kamera dengan gambar yang ada pada file tracking
3	Tampilkan Objek 3D	Fungsionalitas untuk menampilkan objek 3D
4	Profile Sekolah	Proses Menuju Tampilan Menu Profile Sekolah
5	Materi	Proses Menuju Tampilan Menu Materi yang berisikan bab1, bab2, bab3, bab4, bab5, bab6
6	Sistem Periodik	Proses Menuju Tampilan Menu Sistem Periodik
7	Exit	Proses Keluar Aplikasi Pembelajaran Kimia
8	Home	Proses Menuju Tampilan Menu Awal/Sebelumnya

**Tabel 4. Definisi Use Case Diagram**

#### 4.10 Struktur Menu

Perancangan struktur menu dibuat agar mempermudah memilih menu-menu dari aplikasi *augmented reality* yang sedang berjalan.

Struktur menu pada aplikasi *augmented reality* ini dapat di lihat sebagai berikut;



**Gambar 12. Struktur Menu**

### 5. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

#### 5.1 Implementasi

Implementasi merupakan tahap menerjemahkan perancangan berdasarkan hasil analisis. Tujuan dari implementasi adalah untuk mengkonfirmasi aplikasi yang telah dibangun apakah telah dirancang sesuai dengan pengguna sistem.

#### 5.2 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang diperlukan untuk mengimplementasikan aplikasi media pembelajaran kimia ini dapat dilihat sebagai berikut;

No	Nama Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel(R) Core(TM) i3-6006U CPU @ 2.00GHz 1.99 GHz
2	RAM	8.00 GB (7.88 GB)
3	OS	Windows 10 64-bit
4	HDD	1 TB
5	VGA	VGA Card NVIDIA GeForce MX110
6	Mouse	Compaq

**Tabel 5. Spesifikasi Perangkat Keras**



### 5.3 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan untuk mengimplementasikan aplikasi media pembelajaran kimia ini dapat dilihat sebagai berikut;

No	Nama Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	Sistem Operasi	Windows 10 Home Single Language
2	Tools	1 Unity 2018.4.13f1
		2 Blender 2.79
		3 Coreldraw X5
		4 Pemrograman C#
		5 Vuforia
		6 Microsoft Visio 2013

**Tabel 6. Spesifikasi Perangkat Lunak**

### 5.4 Implementasi Aplikasi

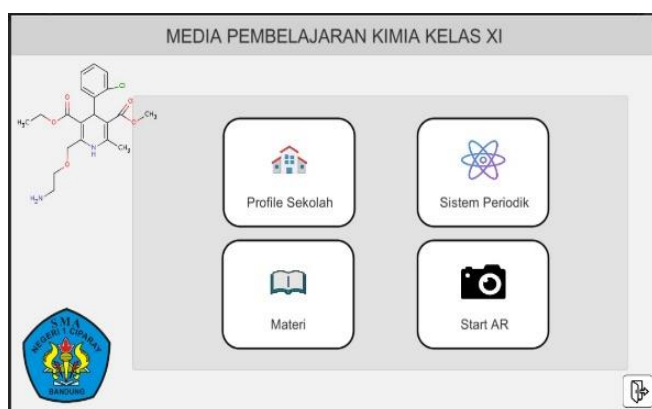
Implementasi aplikasi ini merupakan sebuah aplikasi media pembelajar berbasis multimedia dengan menambahkan teknologi AR.

### 5.5 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka merupakan penerapan antarmuka dari perancangan antarmuka. Berikut adalah tampilan antarmuka dari aplikasi media pembelajaran kimia adalah sebagai berikut:

#### 1. Antarmuka Menu Utama

Tampilan menu utama ialah tampilan yang muncul di awal aplikasi dibuka. Pada menu utama ini terdapat 5 tombol yaitu: tombol profile sekolah, tombol sistem periodik, tombol start AR, tombol materi, dan tombol Exit.



**Gambar 13. Menu Utama**

#### 2. Antarmuka Profile Sekolah

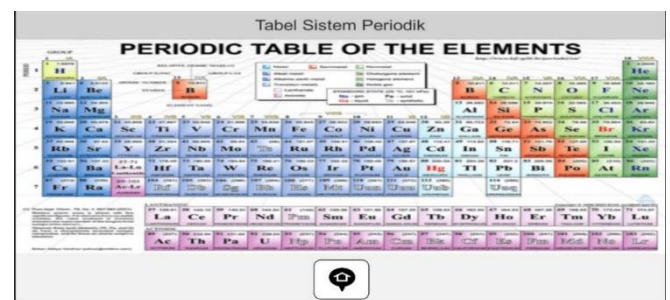
Tampilan menu utama ialah tampilan yang muncul setelah tombol profile sekolah di menu utama di klik. Pada menu profile sekolah ini hanya terdapat tombol back.



**Gambar 14. Profile Sekolah**

#### 3. Antarmuka Sistem Periodik

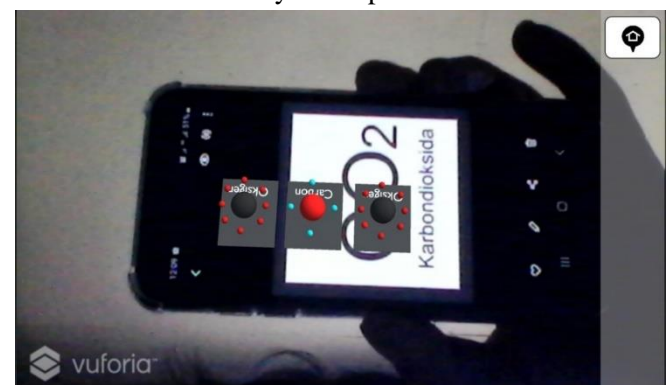
Tampilan sistem periodik ialah tampilan yang muncul setelah tombol sistem periodik di menu utama di klik. Pada menu sistem periodik ini hanya terdapat tombol back.



**Gambar 15. Sistem Periodik**

#### 4. Antarmuka Start AR

Tampilan start AR ialah tampilan yang muncul setelah tombol start AR di menu utama di klik. Pada menu start AR ini hanya terdapat tombol home.

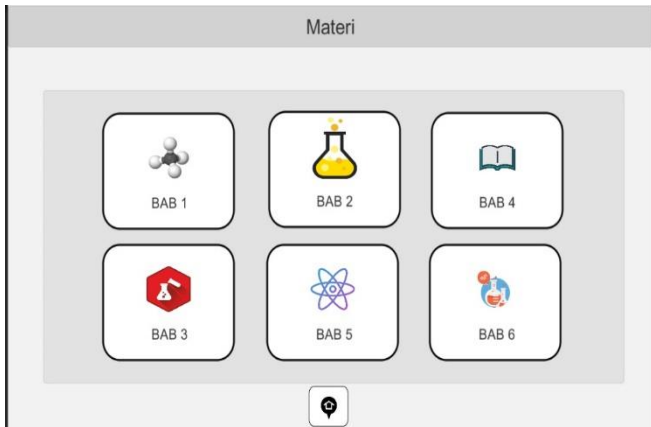


**Gambar 16. Start AR**

#### 5. Antarmuka Materi

Tampilan menu utama ialah tampilan yang muncul di awal aplikasi dibuka. Pada menu utama ini terdapat 7 tombol yaitu: tombol Bab 1, tombol Bab 2,

tombol Bab 3, tombol Bab 4, tombol Bab 5, tombol Bab 6, dan tombol Home.



**Gambar 17. Materi**

6. Antarmuka Bab 1

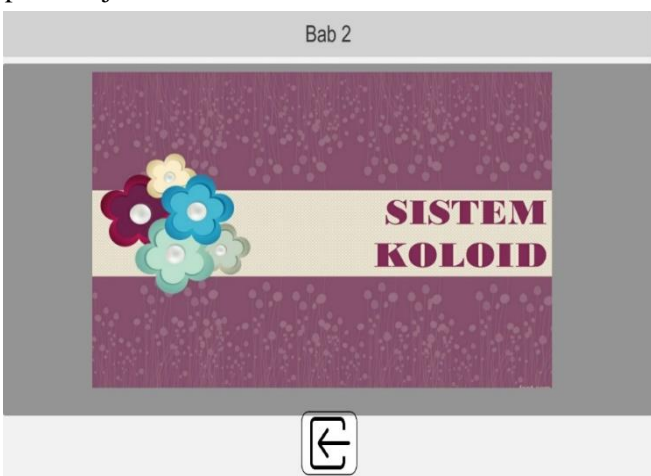
Tampilan menu bab 1 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 18. Bab 1**

7. Antarmuka Bab 2

Tampilan menu bab 2 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 19. Bab 2**

8. Antarmuka Bab 3

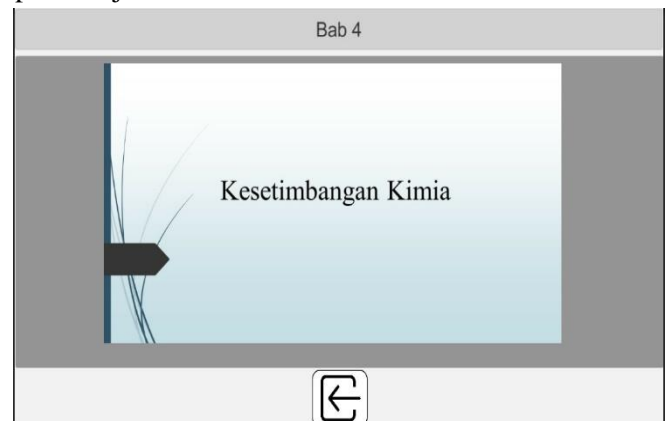
Tampilan menu bab 3 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 20. Bab 3**

9. Antarmuka Bab 4

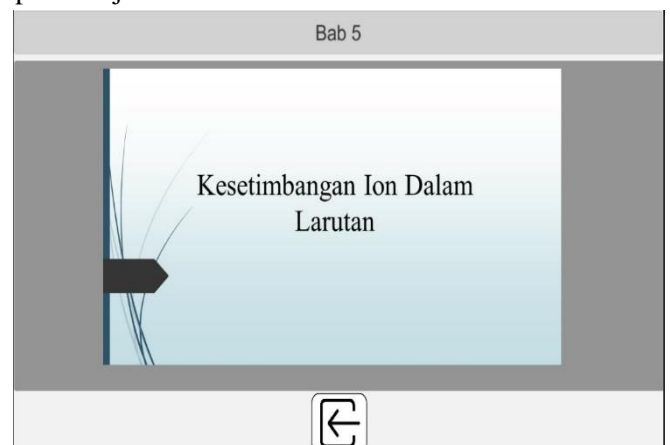
Tampilan menu bab 4 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 21. Bab 4**

10. Antarmuka Bab 5

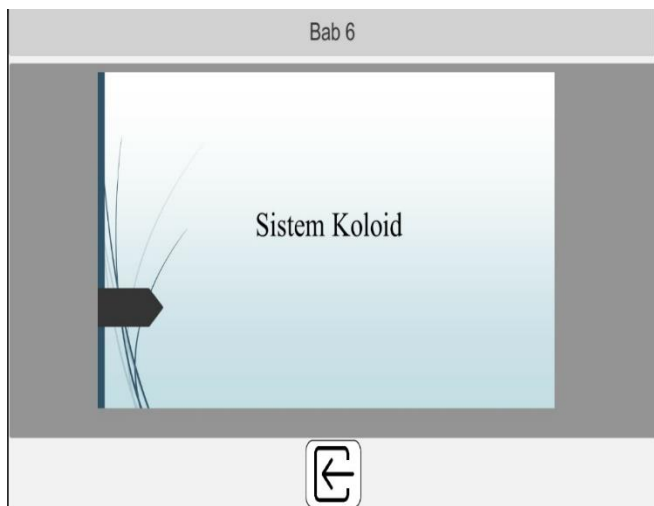
Tampilan menu bab 5 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 22. Bab 5**

11. Antarmuka Bab 6

Tampilan menu bab 6 yang berisikan materi pembelajaran.



**Gambar 23. Bab 6**

## 5.6 Pengujian

Pengujian sistem perangkat lunak merupakan tahapan untuk menemukan kesalahan-kesalahan dan kekurangan-kekurangan pada perangkat lunak yang dibangun sehingga bisa diketahui apakah perangkat lunak tersebut telah memenuhi kriteria sesuai dengan tujuan atau tidak. Adapun pengujian yang digunakan untuk menguji aplikasi media pembelajaran kimia ini dilakukan dengan menggunakan pengujian *alpha* dan *beta*. Berikut adalah tahapan-tahapan dari pengujian.

## 5.7 Pengujian Alpha

Pengujian alpha merupakan pengujian fungsional yang diadakan di lingkungan pembangunan oleh sekumpulan pengguna yang akan menggunakan perangkat lunaknya. Pihak pembangunan mendampingi serta mencatat kesalahan-kesalahan maupun permasalahan yang dirasakan oleh pengguna.

Pengujian alpha dimana dilakukan tahapan-tahapan untuk memastikan bahwa aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran kimia ini dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan.

### 1. Pengujian Menu Utama

Pengujian menu utama merupakan suatu proses dimana *user* melakukan interaksi terhadap menu-menu pada tampilan menu utama. Hasil proses pengujian aplikasi dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Menu Start AR	Masuk kedalam Menu Start AR	Masuk ke dalam Menu Start AR	[√] Sukses [ ] Gagal

2	Klik Menu Profile Sekolah	Masuk kedalam Menu Profile Sekolah	Masuk kedalam Menu Profile Sekolah	[√] Sukses [ ] Gagal
3	Klik Menu Sistem Periodik	Masuk kedalam Menu Sistem Periodik	Masuk kedalam Menu Sistem Periodik	[√] Sukses [ ] Gagal
4	Klik Menu Materi	Masuk kedalam Menu Materi	Masuk kedalam Menu Materi	[√] Sukses [ ] Gagal
5	Klik Menu Exit	Keluar Aplikasi	Keluar Aplikasi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 7. Pengujian Menu Utama**

### 2. Pengujian Menu Start

Pengujian menu start AR ketika tombol start AR di tekan maka menu utama akan berpindah ke scene deteksi marker. Hasil proses pengujian deteksi marker dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Marker di scan	Objek 3D akan tampil di layar	Objek 3D akan tampil di layar	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 8. Pengujian Menu Start AR**

### 3. Pengujian Menu Profile Sekolah

Pengujian menu profile sekolah merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan profile sekolah. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
No	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 9. Pengujian Menu Profile Sekolah**

#### 4. Pengujian Menu Sistem Periodik

Pengujian menu sistem periodik merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan sistem periodik. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
No	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 10. Pengujian Menu Sistem Periodik**

#### 5. Pengujian Menu Materi

Pengujian menu materi merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan smateri. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
No	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Menu Bab 1	Masuk kedalam Menu Bab 1	Masuk kedalam Menu Bab 1	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Klik Menu Bab 2	Masuk kedalam Menu Bab 2	Masuk kedalam Menu Bab 2	[√] Sukses [ ] Gagal
3	Klik Menu Bab 3	Masuk kedalam Menu Bab 3	Masuk kedalam Menu Bab 3	[√] Sukses [ ] Gagal

4	Klik Menu Bab 4	Masuk kedalam Menu Bab 4	Masuk kedalam Menu Bab 4	[√] Sukses [ ] Gagal
5	Klik Menu Bab 5	Masuk kedalam Menu Bab 5	Masuk kedalam Menu Bab 5	[√] Sukses [ ] Gagal
6	Klik Menu Bab 6	Masuk kedalam Menu Bab 6	Masuk kedalam Menu Bab 6	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 11. Pengujian Menu Materi**

#### 6. Pengujian Menu Bab 1

Pengujian menu bab 1 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 1. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
No	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 12. Pengujian Menu Bab 1**

#### 7. Pengujian Menu Bab 2

Pengujian menu bab 2 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 2. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
No	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 13. Pengujian Menu Bab 2**

## 8. Pengujian Menu Bab 3

Pengujian menu bab 3 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 3. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 14. Pengujian Menu Bab 3**

## 9. Pengujian Menu Bab 4

Pengujian menu bab 4 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 4. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 15. Pengujian Menu Bab 4**

## 10. Pengujian Menu Bab 5

Pengujian menu bab 5 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 5. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 16. Pengujian Menu Bab 5**

## 11. Pengujian Menu Bab 6

Pengujian menu bab 6 merupakan proses dimana pengguna melakukan interaksi terhadap menu-menu yang ada pada tampilan menu bab 6. Adapun hasil dari proses pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Komponen dan Pengujian				
N o	Komponen yang diuji	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Klik Tombol Home	Masuk kedalam Menu Utama	Masuk kedalam Menu Utama	[√] Sukses [ ] Gagal
2	Slide materi	Slide digeser sesuai dengan materi	Slide digeser sesuai dengan materi	[√] Sukses [ ] Gagal

**Tabel 17. Pengujian Menu Bab 6****5.8 Pengujian Beta**

Pengujian beta merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif dimana pengujian dilakukan secara langsung kepada responden dengan cara memberikan kuesioner atau wawancara kepada pengguna perangkat lunak yang dibangun.

**5.9 Skenario Pengujian**

## 1. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada guru pengajar yang memiliki hak akses sebagai guru.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru tersebut, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran ini dapat membantu dalam kegiatan pembelajaran, memiliki tampilan yang menarik, interaktif, mudah digunakan, dapat membantu siswa

dalam pemahaman mata pelajaran kimia dan membantu guru dalam mempelajari ilustrasi objek 3D.

## 2. Kuesioner

Berikut ini adalah hasil prosentase masing-masing jawaban yang sudah dihitung nilainya dengan menggunakan rumus yang sudah dijelaskan.

N o	PERTANYA AN	SS	S	CS	KS	TS
1	Tampilan dari aplikasi ini sudah terlihat menarik.	20	13	3		
2	Tampilan dari aplikasi ini mudah dipahami.	18	14	4		
3	Aplikasi ini mudah untuk digunakan.	16	15	6		
4	Materi yang ada meningkatkan pemahaman terhadap pelajaran kimia.	8	6	10	13	
5	Bentuk objek 3D yang sesuai dengan mata pelajaran yang diajarkan	22	13	2		
6	Aplikasi ini mempermudah dalam mempelajari mata pelajaran kimia.	8	7	11	11	

**Tabel 18. Hasil Kuesioner**

Kategori ini digunakan untuk data hasil kuesioner, adapun kategori dapat dilihat sebagai berikut;

Skala Jawaban	Keterangan
---------------	------------

SS	Sangat Setuju
S	Setuju
CS	Cukup Setuju
KS	Kurang Setuju
TS	Tidak Setuju

**Tabel 19. Kategori Jawaban**

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari tugas akhir yang berjudul “Pembangunan Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Multimedia Kelas XI di SMAN 1 Ciparay” sebagai berikut:

1. Aplikasi media pembelajaran kimia ini dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa dalam mata pelajaran kimia kelas XI.
2. Aplikasi media pembelajaran ini dapat membantu dan memudahkan siswa dalam memahami mater-materi mata pelajaran kimia setiap babnya.
3. Aplikasi media pembelajaran kimia ini dapat membantu guru dalam memperlihatkan bentuk 3D dari sebuah bentuk molekul kimia menggunakan AR.

### 6.2 Saran

Dalam Pembangunan Aplikasi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Multimedia Kelas XI di SMAN 1 Ciparay ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu perlu dilakukan beberapa pengembangan untuk membuat aplikasi untuk kedepannya yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan objek 3D agar bisa lebih baik lagi dan lebih lengkap lagi.
2. Pembenahan *interface* dan efek animasi pada objek 3D agar lebih bagus dan benar-benar sesuai dengan aslinya.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Karmelia, L. (2015, Juni). Perkembangan Teknologi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Kuliah Dasar. (1).



- [2]. Sudaeswaran, V dan Wang, Kenneth; et al. (2003). *3D Audio Augmented Reality: Implementasi and experimens*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality
- [3]. Aisha, M. (2018, April 14). Pengertian Multimedia : Jurusan, Jenis, Manfaat, dan Contoh. Dipetik Juli 20, 2020, dari Jagad.Id: <https://jagad.id/pengertiandefinisi-multimedia-jurusan-jenis-manfaat-dan-contoh/>
- [4]. Vuforia. *Image Targets*. Retrieved 05 15, 2020, from library.vuforia: <https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/features/images/image-targets.html>.
- [5]. Roedavan, Rickman. (2018). Unity Tutorial Game Engine. Bandung: Informatika.
- [6]. Vuforia. Overview. Retrieved 05 15, 2020, library.vuforia:<https://library.vuforia.com/getting-started/overview.html>
- [7]. Gumster, Jason van. (2015). Blender For Dummies, 3rd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- [8]. Putra, S. I. (2019). Implementasi Teknologi Markerless Augmented Reality Menggunakan Metode Algoritma Fast Corner Detection Berbasis Android (Studi Kasus Multimedia Buku Interaktif Kebudayaan Lokal Kalimantan Barat). *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 07(01), 1-10.
- [9]. Rajmah, M. A.-G., Adrian, M., & Sanjaya, M. B. (2017, Desember). Aplikasi Alchemist Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pembelajaran Kimia Sma. *e-Proceeding of Applied Science*, 3(3), 1448.
- [10]. S. Nanang, R. Fahrur. (2018, Juni). Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), Vol 03, No 01, 53 – 61.
- [11]. Johari, J.M.C., dan M. Rachmawati. 2009. "Chemistry for Senior High School Grade X". Jakarta, Indonesia: esis.
- [12]. R. A., & Shalahuddin, M. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Informatika Bandung.
- [13]. Wahyuningrum, A. (2013, Juni 27). Pengenalan Ms.Visio. Dipetik Juni 15, 2020, dari Anisa: <http://blog.ub.ac.id/anisawahyuningrum/2013/06/27/pengenalan-ms-visio/>