

SIMULASI PENGENALAN SISTEM PERIODIK UNSUR-UNSUR KIMIA PADA TABEL PERIODIK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY (STUDI KASUS : PEMODELAN IKATAN KIMIA) BERBASIS ANDROID

Ahlan Rezki¹, Richi Dwi Agustia²

Program Studi Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati ukur No. 102-116, Bandung
E-mail : ahlanrezki@gmail.com¹, richi.data@gmail.com²

ABSTRAK

SMA N 1 Bayang Utara merupakan salah satu SMA Negeri yang terletak di daerah Sumatera Barat. Sekolah ini terdiri dari 3 kelas X yang keseluruhan siswanya memperoleh materi pelajaran kimia. Pada dasarnya mata pelajaran kimia bukanlah hal yang baru bagi siswa. Hal ini dikarenakan pada tingkat SMP siswa telah dikenalkan dengan pelajaran tersebut, namun dengan ruang lingkup dan tingkat pemahaman yang berbeda. Adapun metode pembelajaran yang digunakan untuk mata pelajaran yang digunakan untuk mata pelajaran kimia di SMA N 1 Bayang Utara adalah metode ceramah, dimana guru menjelaskan materi secara lisan kepada seluruh siswa.

Berdasarkan hal tersebut, media pembelajaran berupa buku dirasa belum mampu untuk mempresentasikan dengan baik bagaimana bentuk struktur atom dan susunan elektron yang mengelilinginya, serta bagaimana unsur-unsur membentuk ikatan kimia. Siswa membutuhkan media pembelajaran dimana mereka butuh sebuah sistem yang bisa berinteraksi secara visual sehingga diusulkan sebuah sistem augmented reality. Penulis bermaksud untuk membangun aplikasi simulasi pengenalan struktur atom suatu unsur pada tabel periodik sebagai media pengenalan model struktur atom yang interaktif.

Berdasarkan analisis dan pengujian yang telah dilakukan dengan melibatkan SMA N 1 Bayang Utara, dapat ditarik kesimpulan para siswa SMA berada pada sikap sangat positif terhadap tujuan pertama dari penelitian ini yaitu membangun suatu simulasi multimedia 3D tentang Struktur Atom Kimia yang dapat memberikan informasi yang jelas mengenai keterangan dari setiap unsur-unsur yang ada pada setiap atom yang dipelajari.

Kata Kunci: Tabel Periodik, 3D, Kimia, Unity, Augmented Reality

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

SMA N 1 Bayang Utara merupakan salah satu SMA Negeri yang terletak di daerah Sumatera Barat. Sekolah ini terdiri dari 3 (tiga) kelas X yang keseluruhan siswanya memperoleh materi pelajaran kimia. Mata pelajaran Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang diujikan pada ujian nasional dan menjadi salah satu faktor penentu kelulusan siswa tingkat SMP dan SMA. Untuk itu seluruh siswa dituntut agar dapat memahami materi yang disampaikan sesuai dengan standar kompetensi yang telah ditetapkan. Pada tingkat SMA, materi pelajaran kimia diberikan kepada siswa sejak duduk di kelas X. Materi kimia yang diajarkan pada kelas X antara lain Tabel Periodik Unsur dan Struktur Atom, Ikatan Kimia, Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi, serta Kegunaan dan Komposisi Senyawa Hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.

Pada dasarnya, mata pelajaran kimia bukanlah hal baru bagi siswa. Hal ini dikarenakan pada tingkat SMP siswa telah dikenalkan dengan pelajaran tersebut, namun dengan ruang lingkup dan tingkat pemahaman yang berbeda. Adapun metode pembelajaran yang digunakan untuk mata pelajaran kimia di SMA N 1 Bayang Utara adalah metode ceramah, dimana guru menjelaskan materi secara lisan kepada seluruh siswa. Adapun media yang digunakan dalam proses belajar mengajar baru sebatas buku paket mata pelajaran kimia. Untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan menggunakan metode dan media yang digunakan tersebut, maka telah dibagikan kuisioner kepada 54 siswa kelas X di SMA N 1 Bayang Utara. Sebanyak 64,8% atau sekitar 35 orang siswa kurang memahami dan kebingungan dengan unsur-unsur yang ada di dalam tabel periodik. Sebanyak 88,9% atau sekitar 48 orang siswa mengalami kesulitan dalam memahami penggabungan unsur kimia dalam tabel periodik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran kimia, siswa yang telah diberikan materi Unsur dan Struktur Atom serta Ikatan Kimia

seharusnya mampu mengklasifikasikan unsur sesuai golongan dengan mengetahui struktur atom, susunan elektron pada suatu atom dan hubungannya dengan letak unsur pada tabel periodik. Berdasarkan hal tersebut, media pembelajaran berupa buku dirasa belum mampu untuk merepresentasikan dengan baik bagaimana bentuk struktur atom dan susunan elektron yang mengelilinginya, serta bagaimana unsur - unsur membentuk ikatan kimia. Siswa membutuhkan media pembelajaran dimana mereka butuh sebuah sistem yang bisa berinteraksi secara visual sehingga diusulkan sebuah sistem augmented reality. Beberapa penelitian diantaranya dilakukan oleh Dikrahman (2014) dan Primanda Nikko Wahyu Hafidha (2014) menciptakan media pembelajaran menggunakan teknologi Augmented Reality (AR) berbasis desktop dan android. Mengacu pada dua penelitian tersebut, penulis bermaksud untuk membangun aplikasi simulasi pengenalan struktur atom unsur pada tabel periodik sebagai media pengenalan model struktur atom yang interaktif dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis android, grafis 3 dimensi (3D) yang di dasajikan dalam bentuk tabel periodik yang akan dijadikan marker. Hal ini bertujuan agar Siswa dapat lebih mudah memvisualisasikan bentuk struktur atom, susunan elektron pada suatu atom dan unsur pada tabel periodik.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk membangun aplikasi untuk simulasi Struktur Atom pada Tabel Periodik dengan mengimplementasikan teknologi Augmented Reality.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian itu sendiri diantaranya sebagai berikut:

1. Memudahkan siswa dalam memahami bentuk struktur atom, susunan elektron pada suatu atom dan mengidentifikasi unsur berdasarkan golongan pada tabel periodik
2. Memudahkan siswa menggabungkan unsur kimia dalam membentuk ikatan kimia

2. ISI PENELITIAN

2.1. Landasan Teori

2.1.1 SMA Negeri 1 IV Nagari Bayang Utara

SMA Negeri 1 IV Nagari Bayang Utara Merupakan salah satu dari 23 SMA di Kabupaten Pesisir Selatan, yang terletak sekitar 24 km dari ibu kota Kabupaten Pesisir Selatan, dan sekitar 77 km dari ibu kota Provinsi Sumatera Barat.

2.1.2 Andorid

Menurut Silvia, Haritman dan Muladi Android adalah platform open source yang komprehensif dan dirancang untuk mobile devices[1]. Sistem Android menggunakan database untuk menyimpan informasi penting yang diperlukan agar tetap tersimpan meskipun device dimatikan.

2.1.3 Multimedia

Menurut Vaughan (2004, p1): Multimedia adalah beberapa kombinasi dari teks, gambar, suara, animasi dan video dikirim melalui komputer atau alat elektronik lainnya atau dengan manipulasi digital[2]. Namun secara umum multimedia dapat didefinisikan sebagai penggunaan komputer untuk mengolah beberapa media dijadikan suatu media atau sebuah sistem interaktif yang memungkinkan penggunaanya untuk berinteraksi dengan sistem tersebut dan memperoleh kualitas lebih dari penerimaan informasinya.

2.1.4 Vuforia

Vuforia adalah Augmented Reality Software Development Kit untuk perangkat mobile memungkinkan pembuatan aplikasi Augmented Reality . Vuforia menggunakan teknologi Computer Vision untuk mengenali dan melacak gambar planar (Gambar Target) dan objek 3D sederhana, seperti kotak, secara real -time. Dulunya lebih dikenal sebagai QCAR (Qualcomm Company Augmented Reality). Ini menggunakan teknologi Computer Vision untuk mengenali dan melacak gambar planar (Target Image) dan objek 3D sederhana seperti, seperti kotak secara realtime[3].

2.1.5 Tabel Periodik Unsur

Tabel periodik unsur adalah suatu cara untuk menyusun dan mengklasifikasikan unusr-unsur, dimana unsur-unsur yang mirip sifatnya diletakkan pada kelompok yang sama[4]. Semua unsur yang disusun oleh nomor atom mereka. Nomor atom adalah jumlah proton per atom.

2.1.6 Struktur Atom

Struktur atom adalah unit dasar materi yang terdiri dari inti atom dan elektron awan bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom mengandung campuran proton bermuatan positif dan neutron bermuatan netral (kecuali hidrogen-1 yang tidak memiliki neutron). Atom yang melepas electron berubah menjadi ion positif, atom yang menyerap electron berubah menjadi ion negative[5].

2.1.7 C Sharp

Bahasa C# adalah bahasa pemrograman baru yang diciptakan oleh Microsoft (dikembangkan dibawah kepemimpinan Anders Hejlsberg yang notabene juga telah menciptakan berbagai macam bahasa pemrograman termasuk Borland Turbo C++ dan Borland Delphi[6].

2.1.8 Unity

Unity adalah sebuah software atau rogram komputer yang saat ini sedang populer di kalangan game developer atau para pembuat game. *User* dapat melakukan segala hal dengan *simple drag-and-drop motion* yang terhubung dengan *script*, menetapkan *variabel*, atau menciptakan *multi-part assets* yang rumit.[7]

2.1.9 Blender

Blender adalah aplikasi gratis dan open source 3D creation suite. Mendukung keseluruhan dari 3D pipa-modeling, rigging, animasi, simulasi, rendering,

compositing dan pelacakan gerak, bahkan video editing dan membuat permainan[8]. Fitur blender termasuk 3D modeling, UV unwrapping, texturing, raster graphics editing, rigging and skinning, fluid and smoke simulation, particle simulation, soft body simulation, sculpting, animating, match moving, camera tracking, rendering, viedo editing and compositing.

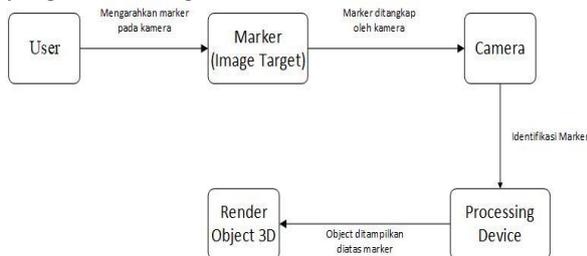
2.1.10. Unified Modelling Language (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta model tunggal, yang membantu pendeskripsian dan desain system perangkat lunak, khususnya yang dibangun menggunakan program berorientasi objek. UML lahir dari penggabungan banyak bahasa pemodelan grafis berorientasi objek yang berkembang pesat pada akhir 1980-an dan awal 1990-an. Sejak kehadirannya pada tahun 1997[9].

2.2. Analisis

2.2.1. Analisis Arsitektur Sistem

Pada arsitektur sistem yang akan dibangun terdiri dari beberapa komponen, yaitu: user adalah siswa yang akan menggunakan aplikasi simulasi pengenalan sistem periodik unsur-unsur kimia pada tabel periodik, user mengarahkan kamera ke arah marker sehingga marker dapat tertangkap oleh kamera. Kemudian dari gambar yang didapat dari kamera sistem smartphone melakukan tracking marker untuk mengidentifikasi marker yang digunakan oleh user. Smartphone melakukan render objek 3D di atas marker yang telah diidentifikasi. Gambar 2-1 menunjukkan deskripsi proses sistem yang akan dibangun.



Gambar 2.1 Analisis Arsitektur Sistem

2.2.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras yang diperlukan untuk membangun aplikasi yang akan dibangun berupa laptop dengan minimal memiliki spesifikasi yang dapat digunakan. Berikut spesifikasi kebutuhan perangkat keras dapat dilihat pada tabel 2-1.

Tabel 2-1 Spesifikasi kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel Core i5 2450M 2.5GHz
2	Harddisk	750 GB
3	RAM	4096 MB

4	VGA	NVIDIA GEFORCE GT 630M 2GB
---	-----	----------------------------

Kebutuhan perangkat keras yang diperlukan untuk membangun aplikasi yang akan dibangun berupa Smartphone dengan minimal memiliki spesifikasi yang dapat digunakan. Berikut spesifikasi kebutuhan perangkat keras dapat dilihat pada tabel 2-2.

Tabel 2-2 Spesifikasi kebutuhan perangkat keras Smartphone yang dibutuhkan

No.	Perangkat Mobile	Spesifikasi
1	Processor	Qualcomm MSM8974AC Snapdragon 801, Quad-core 2.5 GHz Krait 400
2	RAM	3 GB
3	Memory Internal	32 GB
4	Kamera	20.7 MP
5	Sistem Operasi	Android 4.1 Jelly Bean

2.2.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak terdiri dari spesifikasi minimum yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi. Berikut adalah spesifikasi minimum perangkat lunak yang digunakan dalam membangun aplikasi Augmented Reality dapat dilihat pada Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Analisis Kebutuhan Perangkat lunak untuk menjalankan aplikasi

No	Perangkat Lunak	Nama Program
1	Operating System (OS)	Windows 7 64 bit
2	Software Pembangun	Unity 2017.2.0f3, Blender
3	Software Design	Photosop, Corel Draw X7, 3D Coat

2.2.4. Analisis Pengguna

Analisis kebutuhan user atau pengguna ini menjelaskan tentang berbagai syarat yang harus dipenuhi untuk menggunakan aplikasi Augmented Reality unsur-unsur kimia. Berikut adalah spesifikasi kebutuhan pengguna dapat dilihat pada Tabel 2-4 dan Tabel 2-5.

Tabel 2-4 Kebutuhan User

Pengguna atau User	Siswa SMA N 1 Bayang Utara
Pengalaman Pengguna	1. Dapat menggunakan Smartphone Android 2. Dapat menggunakan aplikasi Augmented Reality
User Physical characteristic	1. Tidak memiliki hambatan fisik 2. Motorik tidak terlalu kaku 3. Menggunakan tangan kanan dan kiri

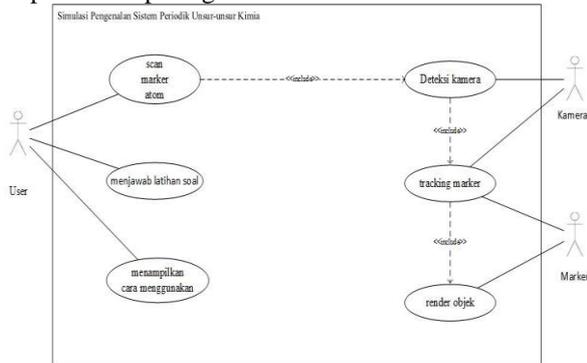
Pelatihan untuk Pengguna	1. Pelatihan seputar tata cara menjalankan Aplikasi Augmented Reality
--------------------------	---

Tabel 2-5 Spesifikasi Minimum Perangkat Smartphone Kebutuhan User

No.	Perangkat Mobile	Spesifikasi
1	Processor	Dual Core 1 Ghz
2	RAM	512 Mb
3	Memory Internal	1 Gb
4	Kamera	2 MP
5	Sistem Operasi	Android 4.1 Jelly Bean

2.2.5. Use Case

Pemodelan use case adalah pemodelan sistem dari pandangan end user. Use case bekerja dengan cara mendeskripsikan tipe interaksi antara user sebuah sistem dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem dipakai. Use case juga digunakan untuk membentuk perilaku (behaviour) sistem yang akan dibuat. Sebuah use case menggambarkan sebuah interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem yang ada. Use case aplikasi simulasi pengenalan sistem periodik unsur-unsur kimia pada tabel periodik di SMA N 1 Bayang Utara dapat dilihat pada gambar 2-2.



Gambar 2-2 Use Case

A. Identifikasi Use Case

Tabel 2-1 Tabel Identifikasi Use Case

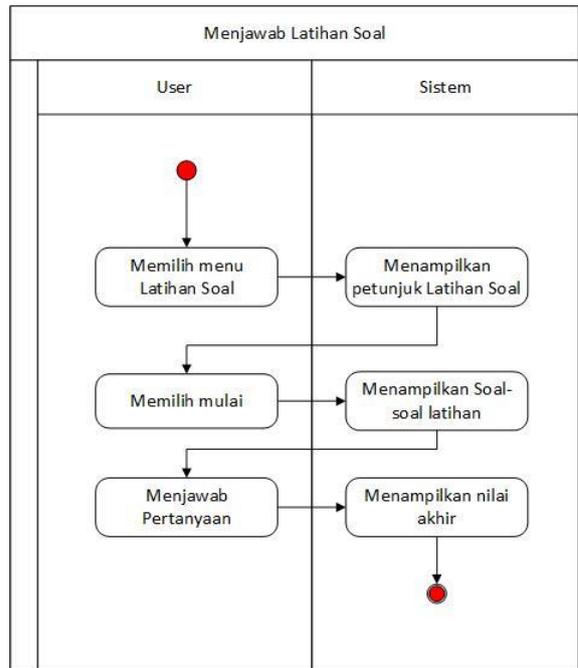
No	Use Case	Deskripsi
1	Scan marker atom	Fungsional untuk scan marker atom
2	Menjawab soal latihan	Fungsional untuk latihan soal

3	Menampilkan cara menggunakan	Fungsional untuk melihat cara menggunakan aplikasi
4	Deteksi kamera	Fungsional untuk mendeteksi ketersediaan kamera
5	Tracking marker	Fungsional untuk mendeteksi keberadaan kamera
6	Rendering objek	Fungsional untuk menampilkan objek ke layar

2.2.6. Activity Diagram

Activity diagram adalah sesuatu yang menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alur berawal, decision yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. Activity diagram juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.

1. Activity Diagram Menjawab Soal Latihan

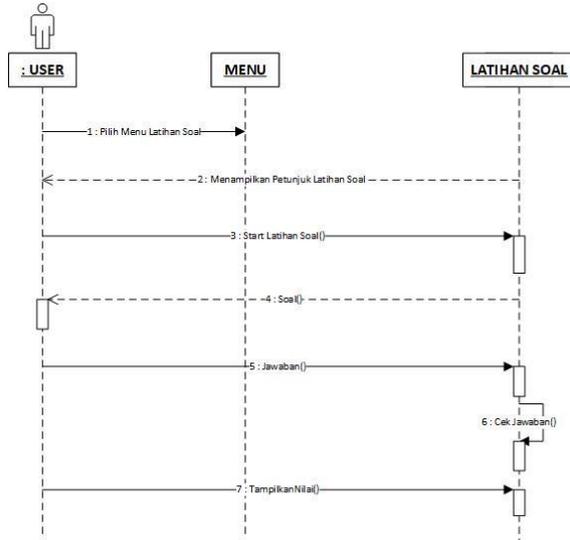


Gambar 2-3 Activity diagram menjawab latihan soal

2.2.7. Sequence Diagram

Diagram sekuen atau *sequence diagram* menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek.

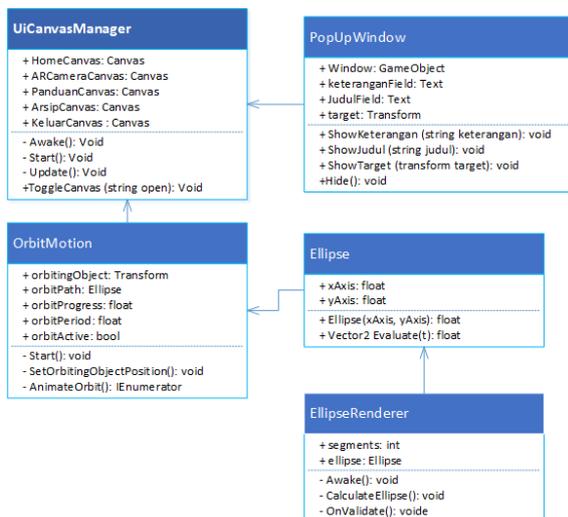
1. Sequence Diagram Menjawab Latihan Soal



Gambar 2-4 Sequence Diagram Menjawab Latihan Soal

2.2.8. Class Diagram

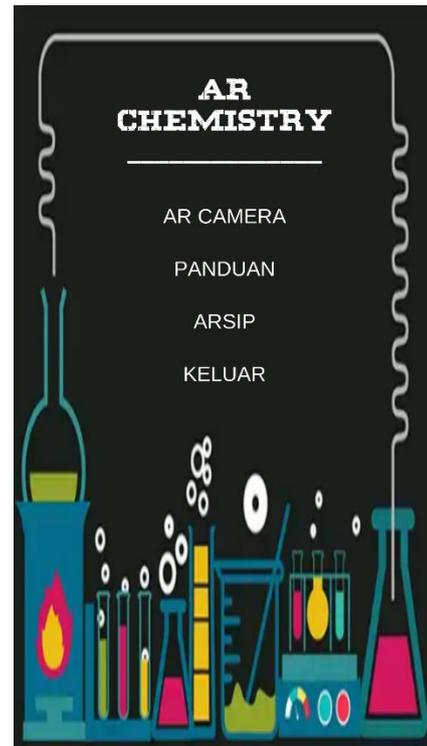
Diagram kelas (*Class Diagrams*) merupakan diagram paling umum dipakai di semua pemodelan berorientasi objek. Pemodelan kelas menunjukkan kelas-kelas yang ada di sistem dan hubungan antar kelas-kelas itu, atribut-atribut dan operasi operasi di kelas-kelas.



Gambar 2-5 Class diagram

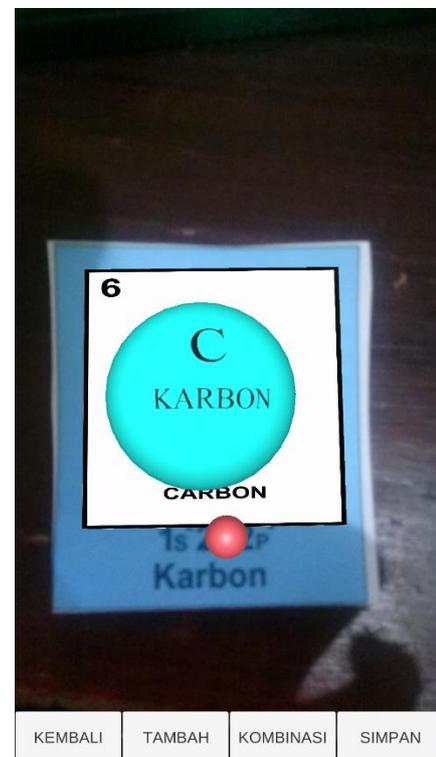
2.3. Hasil Penelitian

1. Halaman Utama



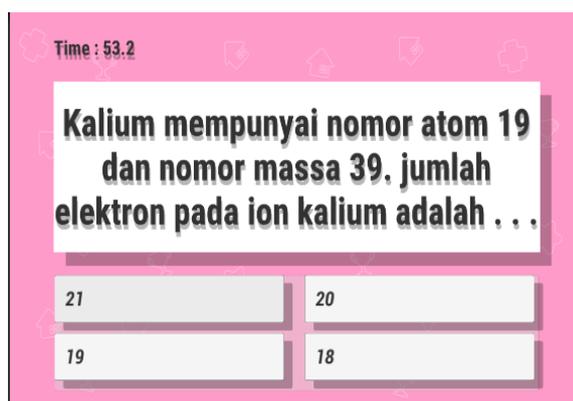
Gambar 2-6 Halaman Utama

2. AR Camera



Gambar 2-7 AR Camera

3. Menjawab Latihan Soal



Gambar 2-8 Menjawab Latihan Soal

2.4. Pengujian Perangkat Lunak

2.4.1. User Acceptance Test

User Acceptance Test merupakan media yang digunakan untuk memberikan penilaian terhadap aplikasi yang dibangun dengan cara melakukan kuesioner, wawancara ataupun observasi. Dalam kasus penelitian ini saya menggunakan cara kuesioner yang berisi 5 pertanyaan kepada siswa yang akan mengisi kuesioner tersebut.

2.4.2. Pengujian Test Case Design

Pengujian tes kasus desain diadakan dilingkungan pembangun oleh sekumpulan pengguna dengan melakukan beberapa pengujian terhadap aplikasi Adapun metode pengujian yang terdapat pada pengujian test kasus desain ini adalah menggunakan metode pengujian *black box*, karena pengujian *black box* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak dan mencoba menemukan fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang, menemukan kesalahan pada *interface*, menemukan kesalahan dalam struktur data atau akses basis data eksternal, serta kesalahan kinerja pada program aplikasi yang diuji [9].

2.4.3. Pengujian Alpha

Berdasarkan hasil pengujian aplikasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality yang dibangun sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan diterima oleh pengguna aplikasi, dari hal tersebut untuk menjaga dan merawat aplikasi agar tetap diterima dan digunakan oleh pengguna, maka akan dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality.

2.4.4. Pengujian Beta

Pengujian Beta dilakukan dilingkungan pengguna, pengujian ini bersifat langsung dilingkungan pengguna yang sebenarnya. Pengguna melakukan penilaian terhadap aplikasi, metode yang

digunakan adalah metode wawancara dan kuesioner, metode wawancara dilakukan hanya dengan guru matapelajaran Kimia, sedangkan metode kuesioner dilakukan oleh siswa kelas X di SMA N 1 Bayang Utara yang berjumlah 54 orang. Dari hasil wawancara dan kuesioner tersebut maka ditarik kesimpulan apakah aplikasi yang dibangun telah sesuai dengan tujuan atau tidak.

Dalam melakukan pencarian persentase dari masing-masing jawaban dapat menggunakan rumus skala likert[10] sebagai berikut:

$$P = (S / \text{Skor ideal}) \times 100\%$$

Keterangan:

P = Nilai persentase

S = Jumlah frekuensi = $\sum \text{Bobot} \times \text{frekuensi}$

Skor ideal = Bobot tertinggi x dengan jumlah responden = $5 \times 54 = 270$

Berdasarkan Pengujian Beta yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode wawancara dan kuesioner, maka dapat ditarik kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. para responden Sangat Setuju untuk menggunakan aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality.
2. para responden Sangat Setuju bahwa aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality ini dapat membantu siswa dalam mempelajari materi struktur atom dan ikatan kimia.
3. para responden Sangat Setuju bahwa aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality ini memudahkan siswa untuk mengetahui model struktur atom dalam tabel periodik.
4. bahwa para responden Setuju bahwa tampilan antarmuka aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality ini menarik.
5. para responden Sangat Setuju untuk menggunakan aplikasi Simulasi Pengenalan Sistem Periodik Unsur-Unsur Kimia pada Tabel Periodik Menggunakan Teknologi Augmented Reality ini diterapkan dalam pelajaran Kimia khususnya materi Struktur Atom dan Ikatan Kimia.

3. PENUTUP

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini serta mengacu pada tujuan penelitian yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan pengujian dengan penyebaran kuesioner, maka didapat kesimpulan bahwa para siswa SMA berada pada sikap sangat positif

terhadap tujuan pertama dari penelitian ini yaitu membangun suatu simulasi multimedia 3D tentang Struktur Atom Kimia yang dapat memberikan informasi yang jelas mengenai keterangan dari setiap unsur-unsur yang ada pada setiap atom yang dipelajari.

2. Aplikasi yang digunakan menarik dibandingkan dengan pembelajaran yang menggunakan buku saja sebagai media pembelajaran.

3.1. Saran

Berdasarkan semua hasil yang telah dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini maka, mempunyai beberapa yang harus disarankan agar kedepannya Aplikasi Simulasi pengenalan Sistem Periodik Unsur-unsur Kimia pada Tabel Periodik menggunakan Teknologi Augmented Reality ini dapat lebih baik lagi, yaitu:

1. Meningkatkan kualitas tampilan antarmuka aplikasi agar menjadi lebih interaktif.
2. Menambahkan Materi Pelajaran tentang Sistem Periodik Unsur-unsur
3. Menjadikan aplikasi bersifat dinamis
4. Mengembangkan aplikasi 3D menjadi lebih ringan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Silvia, A.F, Haritman, E., Muladi, Y., 2014, Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android, Jurnal ELECTRANS, Vol.13, No.1. <http://dokumen.tips/documents/keamanan-ruangan.html>. (Diakses pada tanggal 2 Juni 2016)
- [2] Vaughan, Tay. 2004. Multimedia : Making It Work, Edisi ke-6. Tim Penerjemah ANDI, Tim Penerbit ANDI, Yogyakarta
- [3] Putra, A.W. 2015. Vuforia – SDK Canggih untuk mewujudkan Aplikasi dan Game dengan Teknologi Augmented Reality, <https://teknologijurnal-.com/vuforia/>, diakses pada 18 Agustus 2016, 20:16 WIB
- [4] Sugiarto, Bambang. 2004. *Struktur Atom dan Periodik Unsur*, Surabaya
- [5] Purba, Michael. 2006. *KIMIA untuk SMA Kelas X*, Jakarta: Erlangga
- [6] Ahmad, Ali dkk. *Pengenalan BAHASA C#*. Jakarta. Team Project Otak. 2004.
- [7] Menard, Michelle., dan Bryan Wagstaff. 2014. *Game Development with Unity, Second Edition*. United States: Cengage Learning.
- [8] Blende.org (2017), blender 2.79 [tersedia:https://docs.blender.org/manual/en/dev/getting_started/about/introduction.html] akses pada tanggal 18 april 2018
- [9] Fowler, Martin. 2005. *UML Distilled Edisi 3*, Yogyakarta: Andi.

- [10] Djaali. 2008. *Skala Likert*. Jakarta: PustakaUtama