

# PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BENTUK MOLEKUL KIMIA MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID

Nanang Supriono<sup>1)</sup>, Fahrur Rozi<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Pendidikan Teknologi Informasi

STKIP PGRI Tulungagung Jalan Mayor Sujadi Timur No 7 Tulungagung, 66221

e-mail: [supriononanang@gmail.com](mailto:supriononanang@gmail.com)<sup>1)</sup>, [fahrur.rozi@stkipgritlungagung.ac.id](mailto:fahrur.rozi@stkipgritlungagung.ac.id)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Seiring dengan perkembangan pada dunia pendidikan yaitu muncul berbagai macam media pembelajaran baru Salah satu teknologi yang cukup menarik saat ini yang dapat dikembangkan pada Android adalah Augmented Reality (AR). AR dapat memberikan informasi yang dapat lebih mudah dipahami oleh pengguna. Karena kelebihan yang dimiliki, AR dapat dimanfaatkan untuk membuat aplikasi pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mengajar. Salah satu pelajaran yang dapat memanfaatkan teknologi ini adalah pelajaran kimia mengenai bentuk molekul kimia. Pada penelitian ini akan digunakan salah satu metode dari SDLC (System Development Life Cycle) yaitu metode waterfall, dan dibuatkannya aplikasi pembelajaran untuk bentuk molekul kimia dengan menggunakan marker yang memanfaatkan library vuforia dan Unity dengan bahasa pemrograman yang digunakan adalah C#. Serta pembuatan obyek 3D menggunakan aplikasi Blender. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat dengan menggunakan library vuforia dan Unity dapat berjalan dengan baik dan dapat memberikan gambaran mengenai bentuk molekul kimia untuk murid SMA*

**Kata kunci :** *Android, Augmented Reality, Bentuk Molekul, Kimia*

## ABSTRACT

*Along with the development of the world of education is emerging various kinds of new learning media One of the interesting technology today that can be developed on Android is Augmented Reality (AR). AR can provide information that can be more easily understood by the user. Because of its advantages, AR can be utilized to create learning applications that can support teaching and learning process. One lesson that can take advantage of this technology is the chemistry lessons about the shape of chemical molecules. In this thesis will be used one method of SDLC (System Development Life Cycle) that is waterfall method, and made a learning application for the form of chemical molecules by using markers that use library vuforia and Unity with the programming language used is C#. And the creation of 3D objects using the Blender application. The test results show that applications created using the library vuforia and Unity can run well and can provide an overview of the shape of chemical molecules for high school students*

**Keywords:** *Android, Augmented Reality, Chemistry, Molecular Shape*

## I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini pendidikan merupakan suatu hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia, terutama aspek teknologi. Perkembangan teknologi di dunia semakin pesat mulai dari teknologi di bidang pengambilan keputusan (decision support system) [1][2], pengolahan dokumen [3][4], hingga di bidang pendidikan tepatnya di teknologi pembelajaran [5]. Pendidikan bukan hanya sekedar melestarikan dan meneruskan dari generasi ke generasi, akan tetapi juga diharapkan dapat mengubah dan mengembangkannya. Untuk itu perlu adanya peningkatan mutu di bidang pendidikan, dan teknologi di dunia

Perkembangan teknologi pembelajaran di Indonesia sudah semakin maju dengan adanya berbagai media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan alat untuk memperagakan atau menyampaikan suatu materi untuk mempermudah suatu kegiatan belajar mengajar [5]. Media pembelajaran bukan hanya hal fisik, tapi segala hal yang sudah mengandung materi pembelajaran seperti buku teks, modul, benda nyata, surat kabar, video interaktif, sistem multimedia dan lain-lain, yang memungkinkan seseorang menggunakannya untuk belajar secara berurutan [6].

Penggunaan media pembelajaran yang kurang efektif dan melibatkan siswa dalam proses belajar menyebabkan siswa kurang memahami materi, salah satunya adalah dalam materi pelajaran bentuk molekul kimia. Kimia

merupakan salah satu pelajaran wajib yang dipelajari siswa SMA, khususnya siswa SMA yang memilih program IPA. Mata pelajaran Kimia merupakan mata pelajaran yang sukar karena bersifat abstrak dan kompleks sehingga membutuhkan penalaran serta pemikiran tingkat tinggi yang menyebabkan kesulitan belajar pada peserta didik. Kesulitan belajar tersebut dapat di atasi dengan dibuatkannya sebuah media pembelajaran.

Media pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran yaitu power point. Biasanya hanya berupa teks dan gambar yang banyak slide dan tidak dapat dipahami oleh siswa sehingga dibutuhkan suatu media pembelajaran yang lain selain menggunakan Power Point. Salah satunya adalah menggunakan media Augmented Reality [7].

Penggunaan teknologi Augmented Reality saat ini dalam bidang pendidikan masih dikembangkan. Terdapat beberapa penelitian yang mengembangkan aplikasi Augmented Reality untuk media pembelajaran seperti Aplikasi Pemilihan Sarana Dan Prasarana Laboratorium yaitu aplikasi yang digunakan untuk menata tata ruang barang di laboratorium [8], Aplikasi katalog rumah yaitu aplikasi untuk menampilkan rumah secara 3D untuk penjualan rumah [9], Aplikasi media pembelajaran resistor yaitu sebuah media pembelajaran berbasis Augmented Reality dengan Materi resistor [7], Aplikasi pengenalan candi yaitu sebuah aplikasi tentang pengenalan seluk beluk gambar candi [10], dan Aplikasi Pengenalan komponen sistem kendali elektromagnetik yaitu aplikasi augmented reality dengan objek 3D tentang komponen sistem elektromagnetik [11]

Augmented Reality memiliki cukup banyak manfaat yang dapat diterapkan dalam berbagai bidang, antara lain kesehatan, manufaktur dan reparasi, hiburan, militer, serta pendidikan. Augmented Reality dapat memberikan gambaran atau informasi yang dapat lebih mudah dipahami oleh pengguna atau user. Karena kelebihan yang dimiliki, Augmented Reality dapat dimanfaatkan untuk membuat aplikasi pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mengajar [12].

Pembelajaran kimia mengenai bentuk molekul kimia biasanya dirasa membosankan oleh anak-anak. Hal tersebut dikarenakan anak hanya tahu teori dari buku dan penjelasan guru saja. Oleh sebab itu dengan dibuatnya aplikasi yang memanfaatkan Augmented Reality, anak-anak diharapkan akan lebih tertarik dan antusias untuk belajar bentuk molekul kimia karena dengan aplikasi yang memanfaatkan Augmented Reality anak dapat melihat model 3D dari unsur-unsur kimia tersebut.

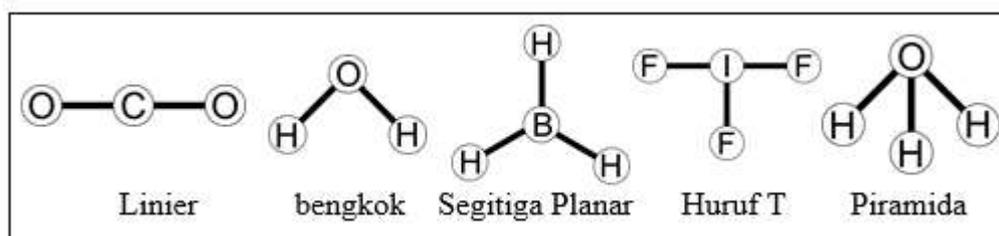
## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Bentuk Molekul

Bentuk molekul merupakan salah satu materi kimia yang menjelaskan tentang bentuk-bentuk dari suatu unsur kimia [13]. pengajaran bentuk molekul saat ini umumnya dikenalkan dengan menggunakan model yang berupa gambar molekul, alat peraga tiga dimensi (seperti *molimod*) atau buatan sendiri, dan model *visual* lain baik statis maupun dinamis melalui tayangan komputer [13].

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 [14] pada gambar 2.1



Gambar 1. bentuk molekul

Bentuk molekul dapat ditentukan melalui percobaan. Namun demikian, molekul-molekul sederhana dapat diramalkan bentuknya berdasarkan pemahaman tentang struktur elektron dalam molekul.

### B. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan objek *virtual* dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan objek tersebut secara *real time*[8]. Kelebihan *augmented reality* yaitu: lebih interaktif, efektif dalam penggunaan, dapat diimplementasikan secara luas dalam berbagai jenis media, modeling objek yang sederhana karena hanya menampilkan beberapa objek, pembuatannya yang tidak memakan terlalu banyak biaya, dan mudah untuk dioperasikan. Sedangkan kekurangannya yaitu: sangat mudah terpengaruh oleh kecerahan area, sensitif dalam perubahan sudut pandang, membutuhkan banyak *space* (ruang) penyimpanan yang banyak dan pembuatannya belum terlalu banyak [11].

### C. Unity 3D

Aplikasi *unity 3D* adalah game engine merupakan sebuah *software* pengolah gambar, grafik, suara, input, dan lain-lain yang ditujukan untuk membuat suatu game, dan sebagainya [15]. Game engine disebut juga *middleware* yaitu perantara antar bahasa pemrograman dengan format data dari berbagai perangkat lunak penghasil *asset*. Unity 3D ini juga dilengkapi *asset store* untuk mencari objek yang dibutuhkan [16]. Contoh penggunaan Unity dalam pembuatan Augmented Reality



Gambar 2. Contoh Augmented Reality Unity

### D. Vuforia

*Vuforia* berasal dari kata “*view*” dan “*euphoria*” adalah *software Development Kit (SDK)* untuk perangkat mobile yang memungkinkan untuk pembuatan aplikasi AR [17].

*Vuforia* merupakan *library* yang di gunakan sebagai pendukung adanya *Augmented reality* pada android. *Vuforia* menganalisa gambar dengan mendeteksi *marker* dan menghasilkan informasi 3D dari *marker* yang sudah dideteksi via android[10].

Selain itu *Vuforia* akan digunakan sebagai alat untuk melacak dan mengenali *marker* secara *real-time* dengan menggunakan teknologi *computer vision*[8]. *Vuforia* menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali dan melacak gambar *planar (Image Target)* dan objek 3D sederhana seperti *box*, secara *real-time*[17].

### E. Blender 3D

Blender adalah *software* gratis atau *freeware* dan *open source* sehingga semua pengguna bisa *download* dan mengaksesnya [18]. Aplikasi blender digunakan sebagai *generator* objek *virtual*, sehingga dapat digunakan untuk membuat suatu object 3D [19]. 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[12].

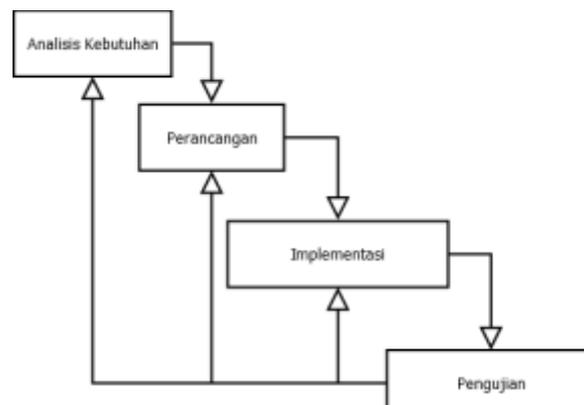
### F. Android

Android adalah sistem operasi mobile yang berbasis open source Linux yang digunakan untuk perangkat telpon selular maupun PC yang dikembangkan oleh google[20]. Android memiliki beberapa versi dengan fitur-fitur yang semakin bertambah dan meningkat.

## III. METODE PENELITIAN

### A. Model Waterfall

Model Waterfall adalah salah satu model SDLC yang sering digunakan atau sering disebut juga dengan model konvensional atau classic life cycle[21]. Model ini menggunakan pendekatan sistematis dan urut dimulai dari kebutuhan sistem lalu menuju ke tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi dan Deployment[8]. Tahap-tahap dari model waterfall adalah sebagai berikut :



Gambar 3. waterfall

### B. Metode Pengujian

Metode pengujian dalam Research and Development (R&D) yaitu bertujuan menghasilkan produk dengan teknik-teknik dan alat-alat tertentu[22] dengan model penelitian menggunakan model waterfall[8]. Pengujian dalam penelitian ini mengadopsi dari ISO 25010[23] dengan menggunakan pengujian dari aspek functional suitability dan aspek portability[23].

## IV. PEMBAHASAN

### A. Prosedur Pengembangan

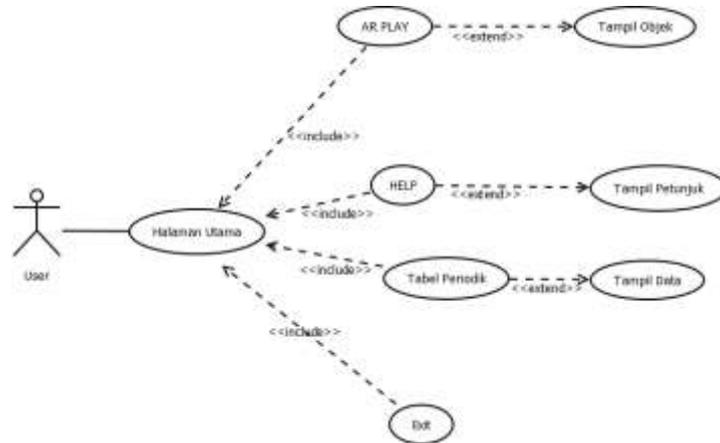
Penelitian ini menggunakan model waterfall yang terdiri dari Analisis Kebutuhan, Perancangan, implementasi dan Pengujian. Tahap Analisis kebutuhan meliputi menganalisis kebutuhan software, hardware. Tahapan Perancangan meliputi merencanakan desain aplikasimarker serta alat pendukung lainnya. Tahap implementasi meliputi pembuatan aplikasi android, membuat marker, membuat *script* dan *finishing* aplikasi. Tahap pengujian meliputi menyiapkan bahan-bahan angket dan menguji coba produk.

#### 1. Analisis kebutuhan software dan *hardware*

- |                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| a) <i>Dia</i>                       | h) Perangkat Android |
| b) <i>Blender 3D</i>                |                      |
| c) <i>Unity 3D versi 5.5.1f1</i>    |                      |
| d) <i>Android Development Tools</i> |                      |
| e) <i>Vuforia</i>                   |                      |
| f) <i>Coreldraw X7</i>              |                      |
| g) <i>Laptop</i>                    |                      |

## 2. Perancangan

Tahap perancangan ini menggunakan Use Case Diagram, *Use Case* merupakan pemodelan dari kebutuhan sistem terhadap interaksi pengguna kepada sistem Berikut *Use Case Diagram* yang menjelaskan bagaimana interaksi antar komponen dalam menjalankan aplikasi ini.



Gambar 4. Use case diagram

Definisi *use case* berfungsi untuk menjelaskan fungsi dari *use case* yang terdapat pada diagram *use case*. Definisi *use case* dijelaskan pada tabel 1.

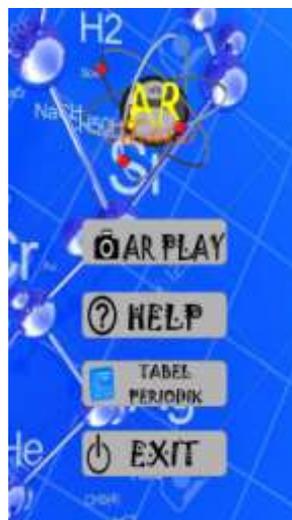
TABEL 1 DEFINISI USE CASE APLIKASI

No.	Use Case	Deskripsi
1	AR PLAY	<i>Use case</i> ini berfungsi untuk menampilkan halaman untuk melakukan <i>scan</i> pada <i>marker</i> yang sudah di sediakan.
2	HELP	<i>Use case</i> ini berfungsi menampilkan tentang bantuan atau cara dalam pengoperasian aplikasi tersebut
3	Tabel Periodik	<i>Use case</i> ini berfungsi untuk menampilkan halaman Tabel periodik kimia.
4	Exit	<i>Use case</i> ini berfungsi untuk mengeluarkan aplikasi

## 3. Implementasi

Pada tahap ini dilakukan penerapan hasil perancangan antarmuka ke dalam sistem yang dibangun. Berikut ini merupakan beberapa tampilan antarmuka yang telah di implementasikan

### a) Antarmuka Menu Utama



Gambar 5. Menu Utama

Antarmuka menu utama merupakan tampilan awal pada saat aplikasi dijalankan. Terdapat beberapa tombol menu didalamnya, seperti menu AR PLAY, HELP, TABEL PERIODIK Dan EXIT, Petunjuk dan tombol keluar aplikasi.

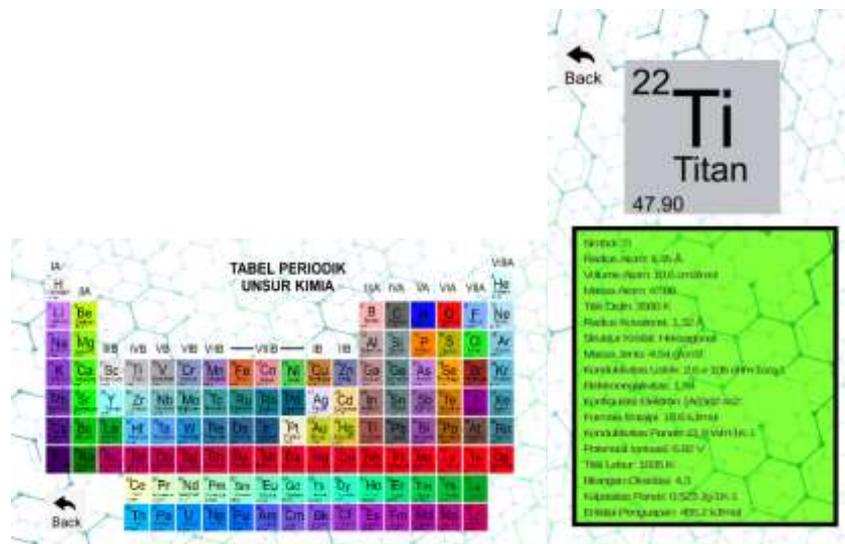
b) Antarmuka menu HELP



Gambar 6. Menu Help

Antarmuka Menu Petunjuk merupakan tampilan yang berisi petunjuk penggunaan aplikasi ini.

c) Antarmuka menu Tabel Periodik



Gambar 7. Tabel Periodik

Antarmuka menu Tabel Periodik merupakan tampilan tabel periodik fitur tambahan aplikasi ini, untuk melihat masing-masing unsur dari tabel periodik

d) Antarmuka AR Play



Gambar 8. AR Play

Setelah marker atau gambar terdeteksi muncul konten-konten yang terdiri dari 3D model bentuk molekul sesuai gambar marker yang terdeteksi. Ditampilkan gambar 8 juga terdapat 3 tombol yakni Back, Flash untuk menyalakan flash pada handphone dan button ON untuk melakukan auto rotation objek 3D.

#### 4. Pengujian Sistem

Pengujian aplikasi bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi telah memiliki fungsi seperti yang diharapkan dan mencari kesalahan yang terdapat pada aplikasi ini. Pengujian aplikasi ini terdiri dari proses Pengujian functional suitability (fungsi dari masing-masing menu aplikasi)

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN FUNCTIONAL SUITABILITY

NO	FITUR	Langkah	KEGIATAN	HASIL YANG DIHARAPKAN	HASIL
1	HELP	1	Memilih menu HELP di main menu	Halaman bantuan muncul dan pengguna dapat membaca serta memahami panduan penggunaan aplikasi dengan baik	BERHASIL
2	AR PLAY	1	Memilih menu AR PLAY di main menu	Kamera AR aktif dan siap digunakan untuk mendeteksi marker	BERHASIL
		2	Mengarahkan kamera AR ke marker 1	Pemodelan molekul linier ditampilkan di atas marker 1	BERHASIL
		3	Mengarahkan kamera AR ke marker 2	Pemodelan molekul Segitiga Planar ditampilkan di atas marker 2	BERHASIL
		4	Mengarahkan kamera AR ke marker 3	Pemodelan molekul Bentuk V ditampilkan di atas marker 3	BERHASIL
		5	Mengarahkan kamera AR ke marker 4	Pemodelan molekul Tetrahedral ditampilkan di atas marker 4	BERHASIL
		6	Mengarahkan kamera AR ke marker 5	Pemodelan molekul Segitiga Piramida ditampilkan di atas marker 5	BERHASIL
		7	Mengarahkan kamera AR ke marker 6	Pemodelan molekul Bentuk V ditampilkan di atas marker 6	BERHASIL
		8	Mengarahkan kamera AR ke marker 7	Pemodelan molekul bipiramida ditampilkan di atas marker 7	BERHASIL
		9	Mengarahkan kamera AR ke marker 8	Pemodelan molekul jungkat-jungkit ditampilkan di atas marker 8	BERHASIL
		10	Mengarahkan kamera AR ke marker 9	Pemodelan molekul Huruf T ditampilkan di atas marker 9	BERHASIL
		11	Mengarahkan kamera AR ke marker 10	Pemodelan molekul Linier ditampilkan di atas marker 10	BERHASIL
		12	Mengarahkan kamera AR ke marker 11	Pemodelan molekul Oktahedral ditampilkan di atas marker 11	BERHASIL
		13	Mengarahkan kamera AR ke marker 12	Pemodelan molekul segiempat piramida ditampilkan di atas marker 12	BERHASIL
		14	Mengarahkan kamera AR ke marker 13	Pemodelan molekul bujur sangkar ditampilkan di atas marker 13	BERHASIL
		15	Memilih button rotasi pada menu di ar play		Pemodelan yang di sorot dapat berputar
16	Zoom dengan touch		Pemodelan dapat di zoom sesuai keinginan	BERHASIL	
17	Camera flash		Flash pada kamera dapat berfungsi dengan baik	BERHASIL	
18	Kembali ke menu		Dapat kembali ke menu dengan menekan tombol back	BERHASIL	
3	Tabel Periodik Unsur	1	Memilih menu Tabel periodik di main menu	Tabel periodik dapat berjalan dengan lancar	BERHASIL
4	Exit	1	Menekan tombol exit pada main menu	Dapat keluar dari aplikasi	BERHASIL

Berdasarkan pengujian tabel 2 fungsi dari semua aplikasi dapat berjalan dengan baik dan bisa di akses semua fitur. Selain itu dilakukan lagi pengujian untuk portability yaitu instal, launch and explore dan uninstall dari berbagai jenis OS android, tersaji pada tabel 3

TABEL 3. PENGUJIAN PORTABILITY

No	Type	Versi OS	Instal	Launch and Explore	Uninstall	Jumlah
1	Xiaomi 2	4.4.4 Kitkat	1	1	1	3
2	Nokia 3	7.0 nougat	1	1	1	3
3	Samsung Galaxy Grand Prime	5.0.2 lolipop	1	1	1	3
4	Samsung J2 Prime	6.0.1 Marsmellow	1	1	1	3
5	Oppo Neo 5	4.4.2 Kitkat	1	1	1	3
6	Asus zenfone 2	5.0 Lollipop	1	1	1	3
7	Xiaomi Redmi 4A	7.1.2 nougat	1	1	1	3
8	Sony experia z3	4.4.4 Kitkat	1	1	1	3
9	Samsung J5	6.0.1 Marsmellow	1	1	1	3
10	Samsung Galaxy Tab S2	7.0 nougat	1	0	1	2
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>29</b>

Dari hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh persentase sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Kelayakan}(\%) &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{29}{30} \times 100\% \\
 &= 96,7\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil di tabel 3 untuk android jenis tab, aplikasi masih dapat berjalan, tetapi ada kendala pada resolusinya sehingga fitur-fitur yang digunakan akan tidak terlihat oleh smartphone jenis tab. Tetapi masih bisa digunakan untuk melakukan *scanmarker* objek 3D, Berdasarkan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi standar dari aspek *portability* sejumlah 96,7%

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

Aplikasi ini dapat berjalan dengan baik dari aspek functional suitability dan memperoleh hasil pengujian portability berdasarkan ISO 25010 sebesar 96,7%, dan dapat digunakan untuk semua smartphone kecuali untuk yang ber-resolusi melebar atau seperti tab. Selain itu Pendeteksian marker oleh kamera mobile sudah berjalan dengan baik. Marker dapat dikenali sehingga mampu memunculkan object 3D yang sesuai dengan marker yang ditampilkan. Terdapat fitur tambahan yaitu fitur tabel periodik yang dapat digunakan langsung dari dalam aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sukmana and F. Rozi, "Decision Support System on Computer Maintenance Management System Using Association Rule and Fisher Exact Test One Side P-Value," *Telkommika*, vol. 15, no. 4, pp. 1841–1851, 2017.
- [2] F. Sukmana and F. Rozi, "REKOMENDASI SOLUSI PADA SISTEM COMPUTER MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM MENGGUNAKAN ASSOCIATION RULE, FISHER EXACT TEST ONE SIDE P-VALUE DAN DOUBLE ONE SIDE P-VALUE," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 4, pp. 213–220, 2017.
- [3] F. Rozi and F. Sukmana, "Document Grouping by Using Meronyms and Type-2 Fuzzy Association Rule Mining," *J. ICT Res. Appl.*, vol. 11, no. 3, pp. 268–283, 2017.
- [4] F. Rozi, C. Faticah, and D. Purwitasari, "Ekstraksi Kata Kunci Berdasarkan Hipernim Menggunakan Fuzzy Association Rule Mining untuk Pengelompokan Dokumen," *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 190–197, 2015.
- [5] S. H. Harahap, "Pemanfaatan E-Learning Berbasis Lcms Moodle Sebagai Media Pembelajaran Untuk Mata Kuliah Sistem Informasi Akuntansi,"

- J. Ris. Akunt. DAN BISNIS*, vol. 15, no. 1, p. 14, 2015.
- [6] J. Susilo, S. Anitah, and S. Yamtinah, "Pengembangan Media Pembelajaran Virtual dan Interaktif untuk Mensimulasikan Instalasi Jaringan Listrik di SMK 2 Surakarta," *Pros. Semin. Pendidik. Nas.*, pp. 104–117, 2017.
- [7] Fi. M. Kurniawan, "Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Resistor Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android Kelas X Program Keahlian Teknik Audio Video Di Smkn 3 Yogyakarta," *J. Pendidik. Tek. Elektron.*, pp. 1–6, 2017.
- [8] D. S. Utomo, I. Arwani, and W. S. Wardhono, "Implementasi Mobile Augmented Reality Pada Aplikasi Pemilihan Sarana Dan Prasarana Laboratorium Sekolah Menengah Atas," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 224–235, 2017.
- [9] M. Rifa'i, T. Listryorini, and A. Latubessy, "PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI KATALOG RUMAH BERBASIS ANDROID," *Pros. SNATIF*, pp. 267–274, 2014.
- [10] M. A. Barkah and R. Agustina, "Pemanfaatan Augmented Reality ( AR ) Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Candi – Candi Di Malang Raya Berbasis Mobile Android," *J. Mhs. Fak. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 5, pp. 1–6, 2017.
- [11] A. B. Setiawan and A. C. Nugraha, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pengenalan Komponen Sistem Kendali Development of Learning Media on Augmented Reality-Based," *Prodi Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 5, pp. 409–415, 2017.
- [12] T. R. Widodo, A. Setiawan, and S. Rostianingsih, "Pembuatan Aplikasi Pembelajaran 'Ikatan Kimia' dengan Memanfaatkan Augmented Reality," *J. Infra*, vol. 4, no. 2, pp. 126–129, 2016.
- [13] S. Sutrisno, S. Poedjiastoeti, and I. G. M. Sanjaya, "EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BENTUK MOLEKUL DENGAN PEMODELAN REAL BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA," *Pendidik. Sains Pascasarj. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 3, no. 2, pp. 332–339, 2014.
- [14] M. Purba, *KIMIA untuk SMA Kelas XI*, 2nd ed. Jakarta: Erlangga, 2007.
- [15] A. Nugroho and B. A. Pramono, "Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang," *J. Transform.*, vol. 14, no. 2, pp. 86–91, 2017.
- [16] D. Muttaqin, F. Arifin, and L. N. Farida, "PLANETARIUM 'APLIKASI PEMBELAJARAN SISTEM TATA SURYA BERBASIS VIRTUAL REALITY,'" *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 713–721, 2016.
- [17] Z. Ardian, P. I. Santosa, and B. Sunarfrihantono, "Analisis dan Evaluasi Kemampuan Sistem Pendeteksian Teks Secara Real Time Berbasis Augmented Reality Pada Vuforia SDK Berbasis Android," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2014*, vol. 1, no. 10, pp. 37–42, 2014.
- [18] H. Hendratman, *THE MAGIC OF BLENDER 3D MODELLING*. Bandung: Informatika Bandung, 2015.
- [19] Mustika, C. G. Rampengan, R. Sanjaya, and Sofyan, "Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif," *Citec J.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–15, 2015.
- [20] M. A.-G. Rajmah, M. Adrian, and M. B. Sanjaya, "APLIKASI ALCHEMIST MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA SMA APPLICATION ALCHEMIST USING AUGMENTED REALITY BASED ANDROID FOR," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 1448–1460, 2017.
- [21] R. Susanto and A. D. Andriana, "Perbandingan Model Waterfall Dan Prototyping," *Maj. Unikom*, vol. 14, no. 1, pp. 41–46, 2016.
- [22] R. Illahi, L. A. Abdillah, and E. Supratman, "SISTEM INFORMASI PROMOSI KAMPUS BINA DARMA MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID," *SENTIKOM2017*, pp. 1–6, 2017.
- [23] I. S. O. Iec, R. D. Jayanto, and H. Jati, "EVALUASI KUALITAS APLIKASI MOBILE KAMUS ISTILAH JARINGAN PADA PLATFORM ANDROID DENGAN STANDAR," 2011.