

PENERAPAN METODE MARKER-BASED DAN MARKERLESS AUGMENTED REALITY PADA APLIKASI PENGENALAN ALAT KIMIA DASAR LABORATORIUM KELAS X SMKN REMBANG

Nur Moh. Sholeh¹⁾, Muhammad Faishol Amrulloh²⁾

Teknik Informatika, Universitas Yudharta Pasuruan, Pasuruan, Indonesia^{1),2)}

email: nurmohsholeh41@gmail.com¹⁾, faishol@yudharta.ac.id²⁾

Abstract: *Understanding of chemical tools is very important for laboratory workers to achieve experimental goals and maintain work safety. The form of application of the method of introducing basic chemical tools at SMKN REMBANG is that students draw chemical tools in books. This method is considered less effective because it makes students feel bored and have difficulty in drawing chemical tools. Therefore, it is necessary to innovate learning methods by making applications for introducing basic laboratory chemistry tools designed using Unity3D and Vuforia with Augmented Reality technology and based-marker, markerless and mpdel waterfall methods as software development. The result of this research is to build an application for the introduction of basic chemical tools packaged in APK form. Based on the results of the pre-test, the average score was 55.7 and there was a very good improvement after the post-test with an average score of 67.7. This study obtained the value of respondents reached 87.3%.*

Keywords : *Augmented Reality, Laboratory Chemical, Markerless, Based Marker*

1. Pendahuluan

Laboratorium ialah sarana penunjang studi ilmiah, penelitian, pengukuran, ataupun pelatihan uji coba secara ilmiah. Secara garis besar fungsi laboratorium dalam pembelajaran ada tiga yakni a) pengamatan, b) mengembangkan kemampuan motorik siswa serta menunjang kemampuan dalam mengaplikasikan alat-alat laboratorium, c) memicu keberanian siswa untuk menguji validitas keilmiah suatu objek di lingkungan alam maupun sosial.[1].

Ketepatan hasil analisis kimia merujuk pada kualitas sarana prasarana yang dipakai, penjelasan pelaksana terkait hasil analisa serta ketelitian saat analisa. Prioritas pokok yang dianjurkan yaitu persyaratan-persyaratan penting menyangkut keselamatan dan keberhasilan proses analisa kimia. Oleh sebab itu perlu adanya pengetahuan yang memadai tentang alat kimia[2]. Pengenalan alat-alat kimia dan fungsinya menjadi pemahaman dasar yang harus dimiliki oleh seorang peneliti atau siapapun yang berkecimpung di bidang kimia. Keberhasilan suatu praktikum atau riset sangat bergantung pada kompetensi peneliti terhadap alat-alat yang digunakan. Di dalam laboratorium terdapat berbagai macam perlengkapan mulai dari yang sederhana seperti gelas hingga yang rumit. [3].

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, ditemukan sebuah masalah, yaitu siswa baru yang kesulitan mengingat nama alat dan fungsinya, pengetahuan peralatan kimia dasar merupakan syarat penting dalam melakukan praktikum demi keselamatan dan berhasilnya proses pekerjaan analisa kimia, maka dari itu dibuatlah penelitian aplikasi pengenalan alat kimia dasar laboratorium dasar.

Pada penelitian terdahulu telah membuat aplikasi belajar alat kimia. Hasil dari beberapa penelitian tersebut yakni menghasilkan sebuah aplikasi *tracking object* (mengarahkan kamera ke benda) dengan menggunakan metode Prototype sebagai metode pengembangan aplikasinya[4]. Pada penelitian lain, ditemukan juga dengan memakai metode *Tracking Marker* (mengarahkan kamera ke penanda khusus atau *marker*) yang dicetak menjadi bentuk buku, dan metode *markerless* menampilkan objek 3D di bidang datar[5].

Kekurangan dari beberapa penelitian terdahulu mengenai aplikasi pembelajaran alat kimia yakni terletak pada fokus terhadap *tracking object* saja, lalu belum adanya suara yang menjelaskan alat yang di *scan* dan pengguna harus mempunyai alat kimia yang digunakan untuk menampilkan informasi dari

alata kimai tersebut. Kelebihan penelitian tersebut mampu meningkatkan minat belajar siswa dengan memanfaatkan *augmented reality* sebagai media pembelajaran.

Berdasarkan dari latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, peneliti ingin merancang suatu aplikasi yang dapat membantu siswa baru untuk mendekati siswa ke dalam alat-alat kimia dasar secara virtual penulis menerapkan metode *Based-Marker* dan *Markerless Augmented Reality* sebagai pembeda dari peneliti sebelumnya untuk aplikasi pengenalan alat dasar Laboratorium Kimia, serta menambahkan fitur suara untuk menjelaskan nama dan fungsi dari alat kimia dasar. Dalam penelitian ini, metode pengembangan aplikasi yang digunakan oleh peneliti adalah *waterfall* model yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan dan membangun aplikasi pengenalan alat kimia dasar laboratorium ini.

2. Kajian Teori

a. Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang digunakan oleh peneliti untuk melakukan penelitiannya, diantaranya sebagai berikut :

1. Perancangan Aplikasi Alat-Alat Praktik Laboratorium Kimia Berbasis *Augmented Reality*
 Pada penelitian yang dilakukan oleh Syahril Amin pada tahun 2020.. penelitian ini di menggunakan *augmented reality* pada Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas untuk mendukung proses belajar mengajar. Hasil dari penelitian tersebut, pada umumnya masih menggunakan *marker* penanda sebagai pemicu untuk menampilkan informasi pada layer *smartphone*. Maka dari itu, peneliti membuat objek sebagai pemicu untuk menampilkan informasi di *layer smartphone*[4]
2. *Learn Chemistry with Augmented Reality*
 Pada penelitian yang dilakukan macariu a, Adrian Daniela Gifua, pada tahun 2020. Menjelaskan bahwa *augmented reality* telah diterima sebagai metode pembelajaran yang efektif sebagai penelngkap dalam

pembelajaran kimia, peneliti melakukan pengujian terhadap 70 profesor mendapatkan 9,5 dan pada 200 siswa 9,7[6]

3. *Using Augmented Reality to experiment with element In a chemistry course*

Pada penelitian yang dilakukan oleh Shih-Yeh Chen, Shiang-Yao Liu pada tahun 2020. Menjelaskan bahwa para peneliti telah mengusulkan pembelajaran menggunakan *augmented reality*, maka dari itu peneliti mengeksplorasi perubahan konsep kimia dan minat siswa menggunakan *augmented reality*, sebagai media pembelajaran kimia[7]

b. Landasan Teori

1. Alat Laboratorium Kimia Dasar

Alat laboratorium kimia sebagian besar terbuat dari kaca yang transparan, tahan terhadap reaksi kimia, benda padat yang memiliki titik leleh lebih dari 1000°C [8].

2. Android

Android ialah sistem operasi *open source* berbasis linux yang dirancang untuk perangkat mobile [9].

3. *Augmented Reality*

Augmented Reality ialah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia virtual dengan memanfaatkan lingkungan disekitarnya[10].

4. Vuforia SDK

Vuforia *Software Development Kit* (SDK) yang berfungsi dalam pembuatan aplikasi AR yaitu menganalisa atau membaca gambar dengan mendeteksi suatu tanda khusus (*marker*) untuk menampilkan informasi 3D dari tanda (*marker*) yang sudah terdeteksi di android[11].

5. Unity

Unity 3D merupakan sebuah perangkat lunak atau software pembuat game 3D. *Game engine* ini disebut juga

dengan *middleware*, yaitu perantara antar bahasa pemrograman dengan format data dari beberapa *software* penghasil asset. *Unity* mempunyai beragam fitur dukungan dalam pengembangan aplikasi seperti proses *rendering* karakter sehingga dapat bergerak secara *realtime*[12].

6. Autodesk Maya

Autodesk maya adalah software yang digunakan untuk keperluan 3D modeling, animasi, efek, serta solusi render yang telah digunakan untuk segala hal, mulai dari desain produk hingga perfilman[13].

7. Metode Waterfall

Model waterfall merupakan sebuah proses yang berurutan dengan 5 tahapan fase di antaranya, *analysis*, *design*, *implementation*, *testing* dan *maintenance*.

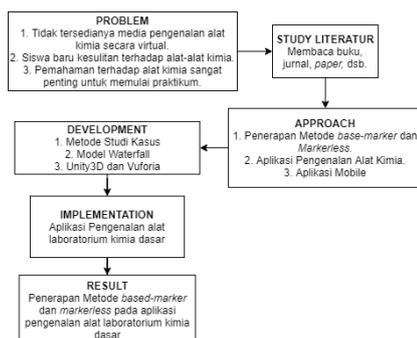
8. Blackbox Testing error

Blackbox Testing error ini ialah jenis pengujian yang diberikan untuk menguji fitur dan kinerja sebuah aplikasi. Untuk mengetahui kesalahan maupun *error* pada sebuah aplikasi [14].

3. Metode Penelitian

a. Kerangka Pemikiran

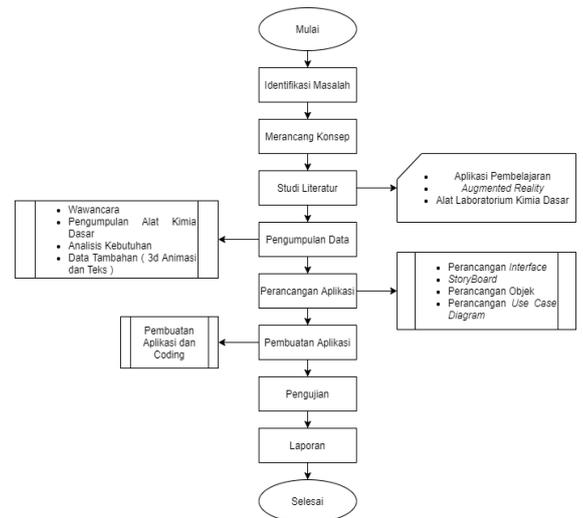
Kerangka pemikiran dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

b. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut ini.



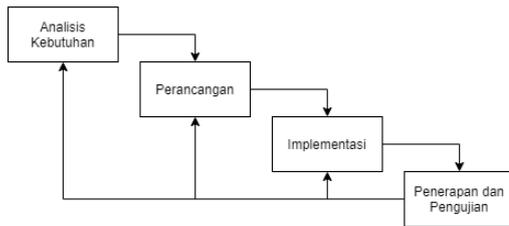
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

c. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan cara berfikir ilmiah secara rasional empiris dan sistematis yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian pengenalan alat kimia dasar laboratorium ini penulis, menggunakan metode penelitian studi kasus dan metode *augmented reality* yang digunakan *based-marker* dan *markerless augmented reality*. Metode studi kasus merupakan suatu rancangan atau desain pembelajaran yang berbasis tingkat satuan dalam pendidikan, dan metode ini menjelaskan tentang kejadian, masalah atau situasi tertentu. Kemudian peneliti bertugas mencari alternatif pemecahannya dan menciptakan pemikiran yang kritis dari topik yang akan diselesaikan.

d. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini ialah waterfall model, yang mana metode ini akan menghasilkan sistem yang baik karena pelaksanaannya yang dilakukan secara bertahap sehingga tidak terfokus pada tahapan tertentu.



Gambar 3. Tahapan Metode Waterfall

1. Analisis Kebutuhan
Pada tahap ini mengumpulkan kebutuhan program secara lengkap lalu dianalisis serta didefinisikan apa saja kebutuhan yang harus dipenuhi oleh program.
2. Desain Sistem
Pada tahap desain sistem mengalokasikan kebutuhan kebutuhan sistem perangkat lunak dan keras. Tahap ini akan menghasilkan sebuah sistem yang secara keseluruhan serta memilih alur perangkat lunak dan algoritma yang detail[15].
3. Penulisan Kode Program
Tahap ini mengubah seluruh desain menjadi sebuah kode program. Namun kode program tersebut masih berbentuk modul-modul yang nantinya dapat diintegrasikan menjadi sebuah sistem yang lengkap.
4. Pengujian Program
Pada tahap ini dilakukan dengan pengujian pada software guna melihat atau mengetahui apakah software yang telah dibuat sudah sesuai dengan desain dan apakah fungsi yang ada telah berjalan baik atau terdapat kesalahan.
5. Penerapan Program dan Pemeliharaan
Pada tahap ini sistem telah dipasang serta digunakan secara nyata pemeliharaan sistem jika terjadi kesalahan pada tahapan sebelumnya serta meningkatkan layanan sistem.

e. Lokasi Penelitian
Lokasi penelitian ini adalah Sekolah SMKN Rembang, Pasuruan.

4. Hasil Uji Coba Dan Pembahasan

4.1 Deskripsi Data

- a. Hasil Penelitian
Pada sekolah SMKN Rembang khususnya Kimia Industri dalam proses pembelajaran pengenalan alat kimia masih menggunakan cara menggambar alat di buku tulis yang mana menyulitkan siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya aplikasi pengenalan alat kimia dasar laboratorium untuk mempelajari alat kimia dasar tanpa harus menggambar dibuku tulis ataupun di sekolah.
- b. Analisis Kebutuhan
 1. Kebutuhan Data
Pada penelitian ini terdapat 25 alat kimia dasar.
 2. Kebutuhan Perangkat Keras
Berikut kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi pengenalan alat kimia :

Tabel 1: Analisis Perangkat Keras

No.	Perangkat Lunak	Versi
1	Merk & Type laptop	Sony Vaio VPCAA
2	Processor	Core i5 2450M
3	Grafik	Intel 4000
4	Storage	256SSD, 500GB HDD

3. Kebutuhan Perangkat Lunak
Berikut kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi pengenalan alat kimia :

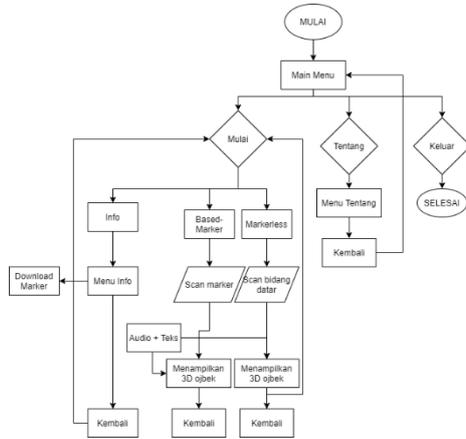
Tabel 2: Analisis Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Versi
1	Windows OS 10 64bit	10.0.19042 Build 19042
2	Unity	2018.4.36.f1
3	Autodesk Maya	2018.4
4	Vuforia SDK	8.3.8

- c. Perancangan Sistem
 1. Deskripsi Sistem
Sistem berjalan ketika user membuka aplikasi dan memilih menu mulai kemudian terdapat

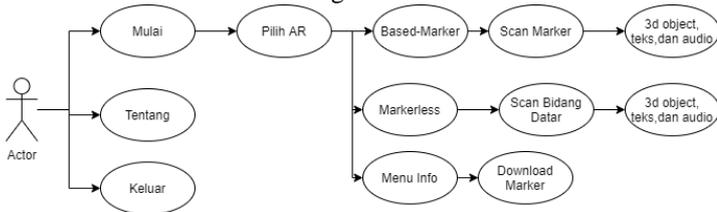
menu pilih AR yaitu *based-marker* dan *markerless* user memilih salah satu dari AR tersebut. Kemudian sistem akan membuka kamera *smartphone* dan mencocokkan penanda khusus atau *marker* Vuforia kemudian menampilkan 3D animasi, text dan audio sesuai dengan jenis *marker* dan *markerless* yang dipilih oleh user.

2. Flowchart



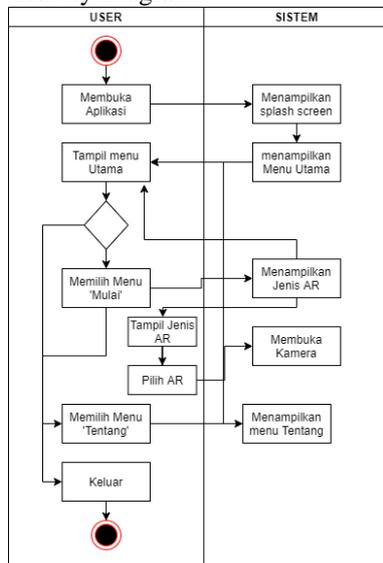
Gambar 4. Flowchart

3. Diagram Use Case



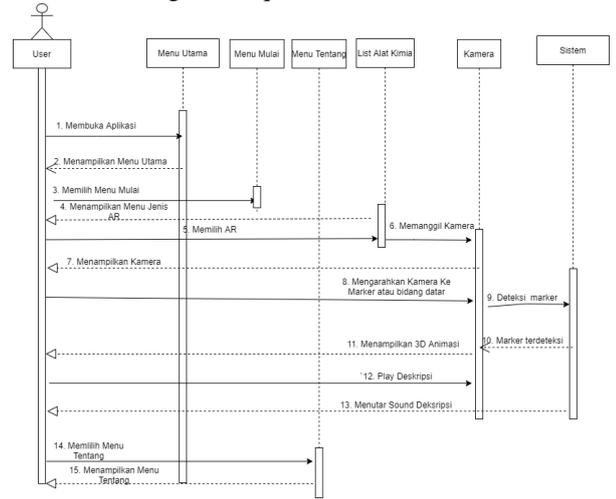
Gambar 5. Diagram Use Case

4. Activity Diagram



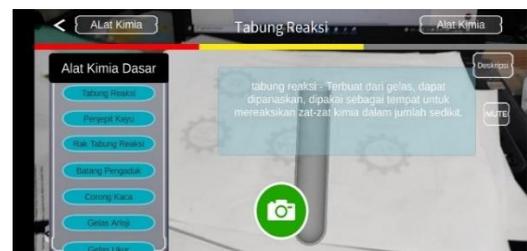
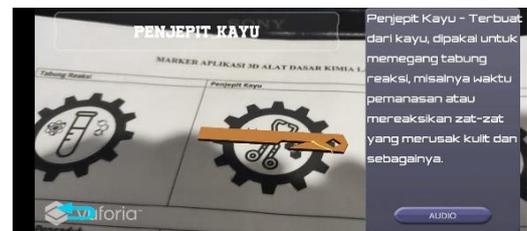
Gambar 6. Activity Diagram

5. Diagram Sequence



Gambar 7. Diagram Sequence

6. Perancangan Interface dan Implementasi



Gambar 8

4.2 Pembahasan

a. Pengujian

1. Pengujian Blackbox *Testing error*

Tabel 3: Pengujian Blackbox *Testing Error*

No.	Data Masukan	Yang Diharapkan	Hasil yang Didapat	Hasil
1	Install APK	Proses pemasangan di Android berhasil	Proses pemasangan di Android berhasil	Berhasil
2	Menjalankan aplikasi yang telah terpasang	Aplikasi dapat dijalankan	Aplikasi dapat dijalankan	Berhasil
3	Main menu, mulai, tentan g, keluar	Masuk ke menu yang dipilih.	Masuk ke menu yang dipilih.	Berhasil
4	Scan marker	Menampilkan 3D sesuai dengan marker	Menampilkan 3D sesuai dengan marker	Berhasil
5	Scan bidang datar <i>marker less</i>	Menampilkan 3D sesuai dengan nama <i>scene</i>	Menampilkan 3D sesuai dengan nama <i>scene</i>	Berhasil
6	Tombo l deskripsi dan audio	Menampilkan dan mengeluarkan suara sesuai nama dan fungsi alat.	Menampilkan dan mengeluarkan suara sesuai nama dan fungsi alat.	Berhasil
7	Tombo l keluar	Keluar aplikasi	Keluar aplikasi	Berhasil

2. Pengujian Terhadap Spesifikasi Perangkat *Smartphone*

Tabel 4: Spesifikasi *Smartphone*

Perangkat 1	Perangkat 2	Perangkat 3	Perangkat 4	Perangkat 5
Samsung J1 Ace	Huawei Y336	Xiaomi Redmi note 2	Samsung J7 Prime	Xiaomi Note 7
Spesifikasi : Prosesor Quad-core 1.5GHz Cortex-A7 - J111F RAM 1GB RAM Kamera 4 MP, f/2.2, 31mm (standar), AF GPU Mali-400M P2 Android 4.4.4 (KitKat)	Spesifikasi : prosesor 1.2 GHz Quad Core B RAM With 4GB ROM Kamera 5.0 Mega pixel Resolusi : 2592x 1944 pixels Android 4.4	Spesifikasi : Prosesor Quad-core 1.2 GHz GPU Octa-core 2.0 GHz Cortex-A53 - Redmi Note 2 RAM 1GB Kamera 8MP Android 4.4.4 Kitkat	Spesifikasi : Chipset Exynos 7870 Octa (14 nm) GPU Octa-core 1.6 GHz Cortex-A53 RAM 3GB Kamera 13MP Android 6.0.1 (Marshmallow)	Spesifikasi : Prosesor Octa-core (4x2.2 GHz Kryo 260 Gold & 4x1.8 GHz Kryo 260 Silver) Chipset Qualcomm Snapdragon 660 (14 nm) RAM 6GB Kamera 48MP Android 9.0 Pie

Perangkat yang digunakan dalam pengujian aplikasi. Pada perangkat tersebut dilakukan pengujian seberapa cepat kamera mendeteksi *marker* untuk menampilkan objek pada ketinggian 10cm di atas *marker*. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa spesifikasi pada *smartphone* dapat mempengaruhi proses *scanning marker* pada aplikasi.

3. Pengujian Pixel Kamera, Jarak Kamera, Sudut Kamera, dan Kondisi Cahaya.

a. Pixel Kamera

Tabel 5: Pengujian Pixel Kamera

No.	Pixel Kamera	Keterangan	Jeda Waktu (Detik)
1	4 MegaPixel	Tidak berhasil	-
2	5 MegaPixel	Berhasil	4,8 Detik
3	8 MegaPixel	Berhasil	>2 Detik
4	13 MegaPixel	Berhasil	1 Detik
5	48 MegaPixel	Berhasil	1 Detik

b. Jarak Kamera

Tabel 6: Pengujian Jarak Kamera

No.	Jarak Kamera	Keterangan	Jeda Waktu (Detik)
1	3 cm	Tidak berhasil	-
2	10 cm	Berhasil	1 Detik
3	15 cm	Berhasil	1 Detik
4	20 cm	Berhasil	1 Detik
5	30 cm	Berhasil	1 Detik

Pada pengujian jarak kamera menggunakan pixel kamera 48MP.

c. Sudut Kamera

Tabel 7: Pengujian Sudut Kamera

No.	Jarak Kamera	Keterangan	Jeda Waktu (Detik)
1	45°	Berhasil	1 Detik
2	90°	Berhasil	1 Detik
3	135°	Berhasil	2 Detik
4	<45°	Tidak hasil	-
5	>135°	berhasil	-

Pada pengujian sudut kamera menggunakan pixel kamera 48MP.

d. Kondisi Cahaya

Tabel 8: Pengujian Kondisi Cahaya

No.	Jarak Kamera	Marker terdeteksi	Markerless Terdeteksi
1	Sangat Gelap	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
2	Gelap	Berhasil	Berhasil
3	Standart	Berhasil	Berhasil
4	Terang	Berhasil	Berhasil

5	Sangat Terang	Berhasil	Berhasil
---	---------------	----------	----------

Pada pengujian kondisi cahaya menggunakan pixel kamera 48MP.

4. Pengujian Kuesioner

Pengujian kuesioner dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem dan tampilan *interface* memenuhi kebutuhan atau tidak.

Tabel: 9 Kuesioner

Uji Kuesioner Siswa					
Pertanyaan 1	SS	S	KS	KS	TS
Apakah aplikasi ini efektif digunakan dalam proses pembelajaran ?	14	6	0	0	0
Persentase	94%				
Pertanyaan 2	SS	S	KS	KS	TS
Apakah tampilan aplikasi ini menarik ?	11	9	0	0	0
Persentase	91%				
Pertanyaan 3	SS	S	CS	KS	TS
Apakah aplikasi ini mudah digunakan ?	9	11	0	0	0
Persentase	89%				
Pertanyaan 4	SS	S	KS	KS	TS
Apakah animasi 3D pada aplikasi ini jelas ?	4	15	1	0	0
Persentase	83%				
Pertanyaan 5	SS	S	KS	KS	TS
Apakah aplikasi ini berfungsi dengan baik ?	13	6	1	0	0
Persentase	92%				
Pertanyaan 6	SS	S	KS	KS	TS
Apakah materi di dalam aplikasi sesuai dengan kurikulum ?	9	11	0	0	0
Persentase	89%				
Pertanyaan 7	SS	S	KS	KS	TS
Saya lebih suka memakai <i>marker</i> .	12	6	2	0	0
Persentase	90%				
Pertanyaan 8	SS	S	KS	KS	TS
Saya lebih suka memakai <i>markerless</i> .	3	11	4	1	1
Persentase	74%				
Pertanyaan 9	SS	S	KS	KS	TS

Saya menyukai <i>marker</i> ataupun <i>markerless</i> .	6	10	4	0	0
Persentase	82%				
Pertanyaan 10	SS	S	KS	KS	TS
Aplikas ini berjalan dengan baik di <i>smartphone</i> android saya.	12	5	3	0	0
Persentase	89%				
Hasil (Rata-rata persentase jawaban)	87,3%				

b. Pembahasan Pengujian

Setelah Aplikasi Pengenalan Alat Kimia Dasar Laboratorium melakukan pengujian *Blackbox Testing Error* dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, yaitu menampilkan menu, 3d animasi, teks, dan audio. Hasil pengujian menggunakan kuesioner menunjukkan nilai indeks sebesar 87,3% yang diperoleh dari 20 responden dari siswa SMKN Rembang. Dengan hasil indeks neurut skala likert bahwa responden sangat setuju Aplikasi pengenalan Alat Kimia Dasar ini berhasil menjadi media pembelajaran alat kimia.

5. Kesimpulan

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan tentang penerapan *based-marker* dan *markerless augmented reality* pada aplikasi pengenalan alat kimia dasar laboratorium, maka peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil kuesioner yang dilakukan oleh siswa memperoleh 87,3%.
2. Semakin tinggi pixel kamera dan spesifikasi *smartphone* maka kecepatan scan *marker* akan lebih cepat.
3. *Marker* dan *markerless* dapat di terapkan pada 1 aplikasi.

b. Saran

1. *Markerless augmented reality* penempatan 3D objek harus di atur terlebih dahulu jarak dan rotasinya.
2. Menambahkan alat laboratorium untuk tingkat lanjut.
3. Menambahkan kuis pada aplikasi.

4. Pengembangan desain interface agar lebih menarik.
5. *Markerless* memiliki kelemahan yaitu sulit memunculkan objek 3D dengan kondisi cahaya di bawah standart.

6. Daftar Pustaka

[1] A. Rahayu, T. P. Rahayu, L. Waldi, and B. Kusuma, "Panduan Pratikum Kimia Dasar," 2017.

[2] W. B. Yos F. da Lopes, "MODUL : PENGENALAN PERALATAN LABORATORIUM KIMIA," *module*, pp. 1–6, 2019.

[3] N. Luh *et al.*, *PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA DASAR*. 2013.

[4] Syahril Amin, "PERANCANGAN APLIKASI PENGENALAN ALAT-ALAT PRAKTIK LABORATORIUM KIMIA BERBASIS AUGMENTED REALITY," vol. 5, no. 1, 2020.

[5] H. K. R. Heru Kurniawan Ramadani and Walidini Syaiful Huda, "Game Edukasi Aksara Jawa Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android," *Explore IT! : Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 87–92, 2020, doi: 10.35891/explorit.v12i2.2281.

[6] C. Macariu, A. Iftene, and D. Gîfu, "Learn chemistry with augmented reality," *Procedia Computer Science*, vol. 176, pp. 2133–2142, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.09.250.

[7] S. Y. Chen and S. Y. Liu, "Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course," *Computers in Human Behavior*, vol. 111, no. April, p. 106418, 2020, doi: 10.1016/j.chb.2020.106418.

[8] A. Wardiyah, M.Si., *Modul Bahan Ajar Cetak Farmasi : Pratikum Kimia Dasar*. 2016.

[9] R. D. Anggraeni and R. Kustijono, "PENGEMBANGAN MEDIA ANIMASI FISIKA PADA MATERI CAHAYA DENGAN APLIKASI FLASH BERBASIS

- ANDROID Retno Dian Anggraeni, Rudy Kustijono,” vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2013.
- [10] M. Masri and E. Lasmi, “Perancangan Media Pembelajaran Tata Surya Menggunakan Teknologi Augmented Reality Dengan Metode Markerless,” *Journal of Electrical Technology*, vol. 3, no. 3, pp. 40–47, 2018.
- [11] N. Supriono and F. Rozi, “Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android,” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 3, no. 1, pp. 53–61, 2018, doi: 10.29100/jipi.v3i1.652.
- [12] I. Y. Nasution, *Penerapan algoritma brute force untuk pengenalan gerakan sholat berdasarkan empat madzhab berbasis augmented reality*. 2019.
- [13] G. A. Putra, R. Kridalukmana, and K. T. Martono, “Pembuatan Simulasi 3D Virtual Reality Berbasis Android Sebagai Alat Bantu Terapi Acrophobia,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.1.2017.29-36.
- [14] M. G. B. B. Agarwal, S. P. Tayal, *Software Engineering and Testing: An Introduction (Computer Science)*, vol. 4, no. 3. 2009.
- [15] S. L. R. Abdul Rokhim, “PEMBUATAN APLIKASI MOBILE PEMBELAJARAN ADAB DAN DO’AMENGGUNAKAN METODE ADDIE,” *Spirit*, vol. 12, no. 1, pp. 26–31, 2020, Accessed: Oct. 10, 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.stmik-yadika.ac.id/index.php/spirit/article/view/172/186>