

PEMBUATAN APLIKASI BERBASIS *AUGMENTED REALITY* SEBAGAI MEDIA EDUKASI VIRUS SECARA ATRAKTIF DAN INTERAKTIF

Dinan Yulianto^{*1)}, Annur Fitriansyah²⁾, Herman³⁾, Marina Indah Prasasti⁴⁾

1. S1 Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia
2. S1 Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia
3. S1 Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia
4. S2 Kecerdasan Artifisial, Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Augmented Reality; Virus; Pendeteksian *Marker*; *User Acceptance Test*

Keywords: Augmented Reality; Virus; *Marker Detection*; *User Acceptance Test*

Article history:

Received 29 September 2024

Revised 13 Oktober 2024

Accepted 4 November 2024

Available online 4 December 2024

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jupi.v9i4.5478>

* Corresponding author.

Dinan Yulianto

E-mail address:

dinan.yulianto@tif.uad.ac.id

ABSTRAK

Wabah suatu virus secara cepat dan masih mewujudkan dampak yang beragam di setiap aspek kehidupan manusia. Beragam kebijakan sebagai upaya preventif terhadap dampak negatif wabah virus dilakukan seperti vaksinasi, pembatasan sosial, dan edukasi protokol kesehatan. Penelitian ini bertujuan menerapkan *augmented reality* sebagai media edukasi terkait struktur virus dan protokol kesehatan berdasarkan kepustakaan ilmiah secara atraktif dan interaktif. Proses penelitian dilakukan melalui metode *Multimedia Development Life Cycle* yang terdiri dari tahapan: penentuan konsep; perancangan; pengumpulan materi; pembuatan; pengujian; dan pendistribusian hasil aplikasi. Proses pengujian aplikasi dilakukan melalui pendekatan uji pendeteksian *marker* dan *user acceptance test*. Penelitian ini berhasil membuat aplikasi berbasis teknologi *augmented reality* sebagai media edukasi dalam bentuk objek virtual tiga dimensi. Pengujian yang dilakukan oleh pihak ahli medis berhasil mengidentifikasi kelayakan aplikasi sebagai media edukasi. Pengujian pendeteksian *marker* juga berhasil mengidentifikasi penggunaan aplikasi secara optimal berdasarkan jarak baca mulai 150 cm sampai 9 cm, sudut baca mulai 90° sampai 16°, dan persentase luas permukaan *marker* terhalang tidak lebih dari 65%.

ABSTRACT

Virus outbreaks are rapid and have a variety of impacts on every aspect of human life. Vaccination, social restriction, and education on health protocols have been implemented as preventive measures against the effects of the virus outbreak. This research aims to apply augmented reality as an educational medium regarding virus structure and health protocols based on scientific literature attractively and interactively. In this study, a Multimedia Development Life Cycle method was used, which involves determining the concept, designing, collecting materials, assembling, testing, and distributing the applications. The application testing process is carried out through a marker detection test and user acceptance test approach. This research succeeded in developing an application based on augmented reality technology as an educational medium in the form of three-dimensional virtual objects. Tests carried out by medical experts succeeded in identifying the suitability of the application as an educational medium. Marker detection testing also succeeded in identifying the optimal use of the application based on a reading distance ranging from 150 cm to 9 cm, a reading angle ranging from 90° to 16°, and a percentage of the marker surface area blocked by no more than 65%.

I. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang memberikan ancaman serius terhadap kesehatan manusia yaitu penyebaran virus seperti sindrom pernapasan akut parah (SARS-CoV) [1], sindrom pernapasan Timur Tengah MERS-CoV [2], virus Ebola (EBOV) [3], virus avian influenza (AIV) [4], norovirus [5], virus Zika [6], dan virus dengue [7]. Pada Desember 2019, virus SARS-CoV-2 (Covid-19) teridentifikasi sebagai virus baru yang memberikan dampak serius terhadap kesehatan manusia [8]. Sejak 2019 sampai Oktober 2023, World Health Organization mengidentifikasi

Covid-19 menjadi masalah kesehatan secara global yang mengakibatkan lebih dari 771 juta kasus terkonfirmasi dan 6,9 juta kasus kematian [9]. Jumlah kasus yang sangat tinggi didasarkan pada karakter penularan Covid-19 yang sangat cepat dari satu orang ke orang lain [10].

Covid-19 yang mengakibatkan permasalahan kesehatan secara global disikapi oleh pemerintah Indonesia melalui kebijakan penyesuaian perilaku atau gaya hidup masyarakat. Edukasi secara berkelanjutan dan promosi secara masif terkait perilaku atau gaya hidup sehat masyarakat menjadi hal esensial. Program edukasi dan promosi yang dilakukan pemerintah ini sering mengalami masalah disinformasi dan misinformasi di tengah masyarakat. Hal ini telah menimbulkan kepanikan secara berlebihan bahkan penolakan terhadap kebijakan pemerintah [11], [12], [13]. Urgensi lain terkait upaya edukasi dan promosi perilaku hidup sehat yaitu keterbatasan media edukasi yang bersifat atraktif dan memperhatikan tingkat literasi masyarakat.

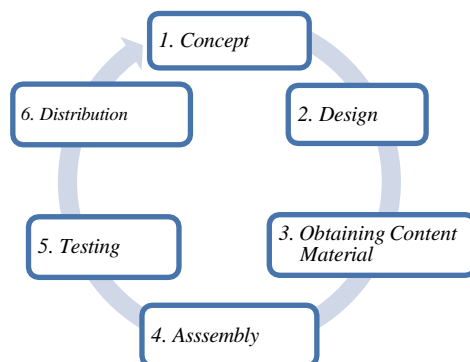
Upaya penyelesaian disinformasi dan misinformasi terkait nilai edukasi dapat dilakukan melalui media yang bersifat atraktif dan interaktif yaitu teknologi *augmented reality* (AR). Implementasi teknologi AR teridentifikasi mampu untuk memvisualisasi konsep abstrak, mengurangi beban kognitif, serta meningkatkan motivasi, minat, bahkan meningkatkan peluang interaksi [14]. Kajian secara lebih lanjut mengidentifikasi teknologi AR berpotensi mewujudkan interaksi yang intensif antara siswa dengan materi pembelajaran [15], siswa dengan pengajar [16], dan sesama siswa [17]. Perkembangan teknologi AR berpotensi mewujudkan upaya penyampaian dan penerimaan edukasi secara lebih optimal [18] sehingga mampu meminimalkan implikasi negatif disinformasi dan misinformasi.

Teknologi AR telah digunakan secara masif dan telah dielaborasi menjadi inovasi pada banyak bidang seperti pada bidang edukasi [19]. Kajian terkait penggunaan teknologi AR sebagai media edukasi virus telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Peneliti [20] mengembangkan teknologi AR dengan mekanisme berbasis lokasi untuk digunakan secara kolektif sebagai media gim edukasi virus. Peneliti [21] mengembangkan media video edukasi berbasis teknologi AR. Peneliti [22] secara khusus mengembangkan media edukasi struktur virus SARS-CoV-2 dalam teknologi *Virtual Reality* (VR). Penelitian lain yang terkait dengan upaya pengendalian wabah virus yaitu peneliti [23] mengembangkan prototipe teknologi AR dengan penginderaan cerdas sebagai edukasi upaya pembatasan sosial secara *realtime*. Peneliti [24] membuat aplikasi dengan AR sebagai upaya olahraga di dalam ruangan untuk menghilangkan kecemasan selama karantina.

Penelitian ini melakukan pengembangan terhadap penelitian terdahulu terkait penggunaan aplikasi AR sebagai media edukasi virus secara atraktif dan interaktif. Aspek atraktif yang diwujudkan melalui penelitian ini berupa poster digital sebagai *marker* atau *trigger* menampilkan aset objek virtual tiga dimensi sebagai representasi struktur virus, aset teks serta audio sebagai penyampaian edukasi struktur virus secara naratif, dan aset video animasi sebagai edukasi upaya pencegahan. Penelitian ini menggunakan empat jenis aset multimedia yang lebih lengkap dalam satu aplikasi AR sebagai media edukasi dibandingkan penggunaan satu atau dua jenis aset multimedia dalam penelitian terdahulu. Aspek interaktif yang diwujudkan melalui penelitian ini berupa mekanisme interaksi pengguna (*zoom in/out* dan rotasi) secara langsung melalui gawai terhadap aset objek virtual struktur virus. Peneliti [20]-[23], tidak mengakomodasi fungsional interaksi aplikasi terhadap aset objek virtual dan peneliti [24] membutuhkan media *VR controller* untuk interaksi terhadap aset objek virtual. Penelitian ini juga melakukan pengujian secara mendalam terkait kemampuan teknis pendeteksian *marker* dan kesesuaian materi edukasi oleh profesional sebagai validasi keabsahan media edukasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian terkait pengembangan aplikasi AR sebagai media edukasi virus dilakukan berdasarkan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo [25]. MDLC versi Luther-Sutopo terdiri atas enam tahapan yaitu *Concept, Design, Obtaining Content Material, Assembly, Testing, and Distribution*.



Gambar. 1. Siklus Pembuatan Produk MDLC versi Luther-Sutopo [20]

Tahap *Concept* selalu pada awal siklus pembuatan produk dan pada tahapan lain secara praktis berpotensi untuk tidak berurutan [26]. Visualisasi dari tahapan MDLC versi Luther-Sutopo dapat dilihat pada Gambar 1. Penjelasan dari setiap tahapan pada siklus MDLC versi Luther-Sutopo yaitu [27]:

- A. *Concept*: Upaya yang dilakukan pada tahap konsep yaitu menentukan tujuan aplikasi, pengguna aplikasi, dan semua aturan dasar aplikasi.
- B. *Design*: Upaya yang dilakukan pada tahap desain yaitu mendefinisikan gaya arsitektur, tampilan, material, dan *story board* sebagai pedoman utama. *Software* lucidchart berbasis daring digunakan untuk membuat *flowchart* dan *sitemap* aplikasi.
- C. *Obtaining Content Material*: Upaya yang dilakukan pada tahap memperoleh materi/aset multimedia yaitu membuat dan/atau membuat materi/aset multimedia. *Software* Adobe Photoshop digunakan untuk membuat aset gambar, *software* Adobe Audition digunakan untuk membuat aset audio, *software* Blender digunakan untuk membuat aset objek virtual 3 dimensi, dan *software* Vuforia berbasis daring untuk membuat *database marker*.
- D. *Assembly*: Upaya yang dilakukan pada tahap pembuatan yaitu mengintegrasikan seluruh materi/aset multimedia menjadi produk akhir dan/atau mengintegrasikan melalui penulisan kode program. *Software* Unity digunakan untuk mengintegrasikan seluruh aset multimedia dan *software* MonoDevelop digunakan untuk menuliskan kode program C# yang mengakomodasi fungsional aplikasi.
- E. *Testing*: Upaya yang dilakukan pada tahap pengujian yaitu memastikan kelayakan produk sebelum digunakan oleh pengguna secara masif.
- F. *Distribution*: Upaya yang dilakukan pada tahap distribusi yaitu mempersiapkan *master installer file* dan mendistribusikan kepada pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Persamaan Concept/Konsep*

Pada tahap konsep menentukan tiga aspek fundamental produk multimedia meliputi tujuan aplikasi, pengguna aplikasi, dan semua aturan dasar aplikasi. Tujuan pengembangan aplikasi AR ini adalah mewujudkan media yang bersifat atraktif dan interaktif sebagai edukasi struktur virus dan upaya preventif penyebaran virus. Urgensi terkait ketersediaan media edukasi virus juga bertujuan menyelesaikan keterbatasan alat peraga di sekolah menengah atas yang mengajarkan materi terkait virus. Identifikasi pengguna aplikasi AR ini terbagi menjadi primer dan sekunder. Pengguna primer aplikasi AR adalah guru dan siswa di tingkat sekolah menengah atas yang melaksanakan aktivitas belajar-mengajar terkait virus. Pengguna sekunder aplikasi AR adalah masyarakat secara luas yang berkepentingan terhadap edukasi virus. Konsep aplikasi AR yang memuat nilai edukasi virus mengintegrasikan aspek tekstual, audio, dan visual. Demonstrasi struktur virus dilakukan melalui objek virtual tiga dimensi dengan narasi edukasi secara tekstual dan audio. Demonstrasi upaya preventif penyebaran virus dilakukan melalui animasi tiga dimensi.

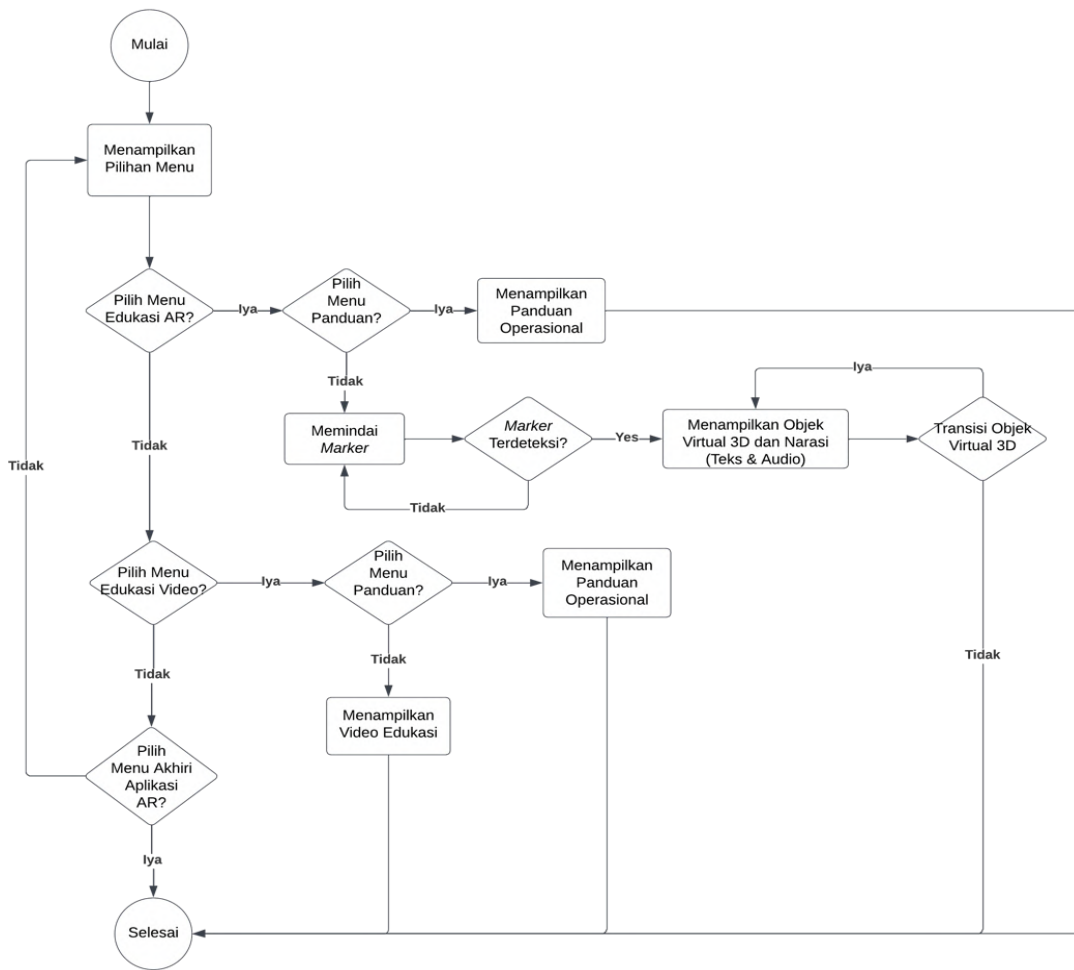
B. *Design/Desain*

Pada tahap desain menggunakan tiga pendekatan yaitu *storyboard*, *flowchart*, dan *sitemap*. Penggunaan *storyboard* bertujuan untuk mewujudkan bahasa visual yang bersifat umum dalam pengembangan perangkat lunak dan media komunikasi kepada semua pihak terlibat [28]. Penggunaan *flowchart* bertujuan untuk mendokumentasi urutan operasional perangkat lunak [29] [30]. Penggunaan *sitemap* untuk menjabarkan hirarki navigasi fungsional pada perangkat lunak [31]. Hasil penetapan *storyboard* dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
 STORYBOARD APLIKASI

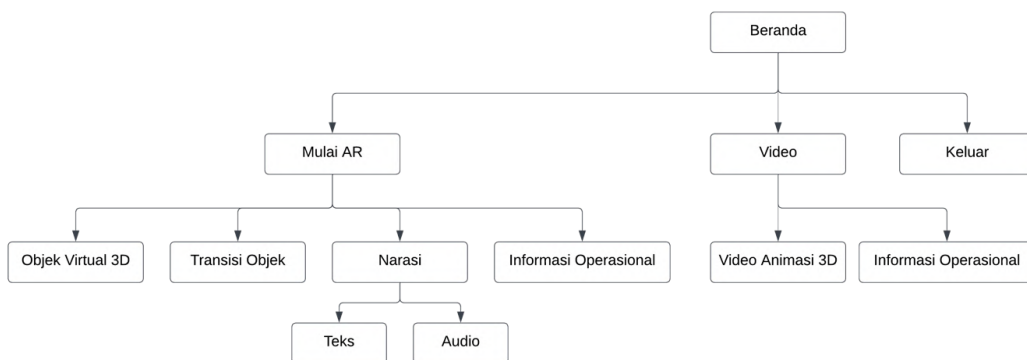
Scene	DESKRIPSI
Scene 1	Halaman beranda menampilkan opsional fungsional aplikasi terkait menampilkan animasi tiga dimensi, menampilkan objek virtual tiga dimensi, dan mengakhiri aplikasi.
Scene 2	Halaman menampilkan animasi tiga dimensi memuat fungsional edukasi struktur virus, transisi struktur virus, narasi virus, dan panduan operasional.
Scene 3	Halaman menampilkan video memuat fungsional edukasi preventif penyebaran virus.

Hasil penetapan *storyboard* dikembangkan dalam bentuk *flowchart* untuk menampilkan urutan sistematis operasi atau fungsional aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2. Flowchart Aplikasi

Hasil penetapan *flowchart* dikembangkan dalam bentuk *sitemap* untuk menampilkan hirarki fungsional atau struktur menu pada aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar. 3. Sitemap Aplikasi

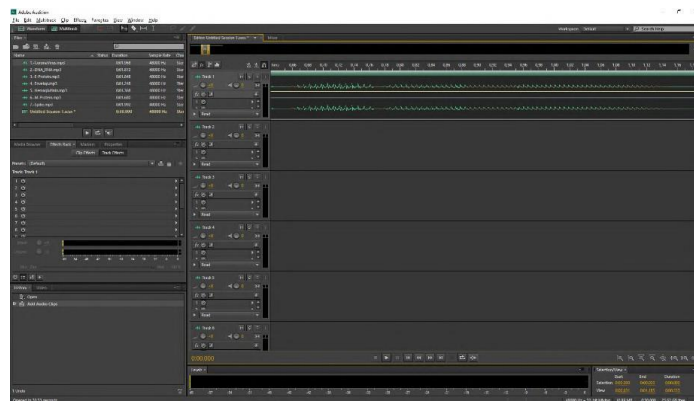
C. Content Material/Memperoleh Materi atau Aset Multimedia

Pada tahap memperoleh aset multimedia dilakukan proses produksi aset gambar, aset audio, dan aset objek virtual tiga dimensi. Penyusunan aset dilakukan secara mandiri untuk mewujudkan nilai orisinalitas. Aset gambar akan difungsikan sebagai media *markerless* sebagai *trigger* menampilkan objek virtual tiga dimensi, media tekstur pada objek virtual virus, media tekstur pada objek virtual manusia, dan media grafis pada antarmuka aplikasi. Upaya produksi aset gambar dapat dilihat pada Gambar 4.



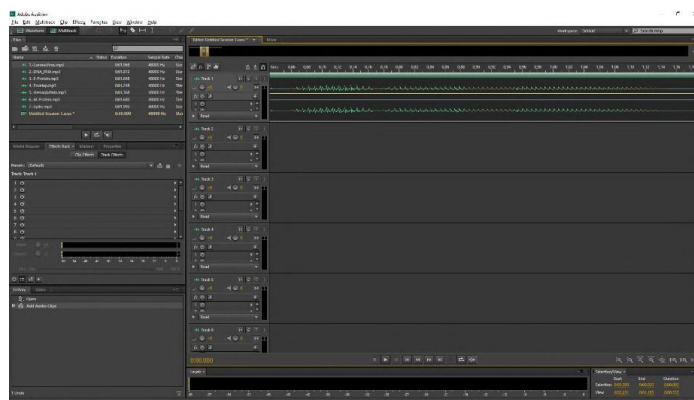
Gambar. 4. Produksi Aset Gambar

Aset audio akan difungsikan sebagai media instrumen musik pendukung terhadap operasional aplikasi dan media pendukung narasi edukasi. Proses produksi aset audio menggunakan media perekaman yang terintegrasi dengan perangkat komputer. Hasil produksi aset audio dilakukan optimalisasi berupa menghilangkan suara bising, serta memperhalus dan menguatkan audio. Upaya produksi aset audio dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar. 5. Produksi Aset Audio

Aset objek virtual tiga dimensi akan difungsikan sebagai media edukasi terkait struktur virus dan upaya preventif penyebaran virus. Media edukasi upaya preventif penyebaran virus secara spesifik memanfaatkan objek virtual tiga dimensi yang diwujudkan kedalam media video edukasi. Upaya produksi aset objek virtual tiga dimensi virus Corona dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar. 6. Produksi Aset Objek Virtual Tiga Dimensi

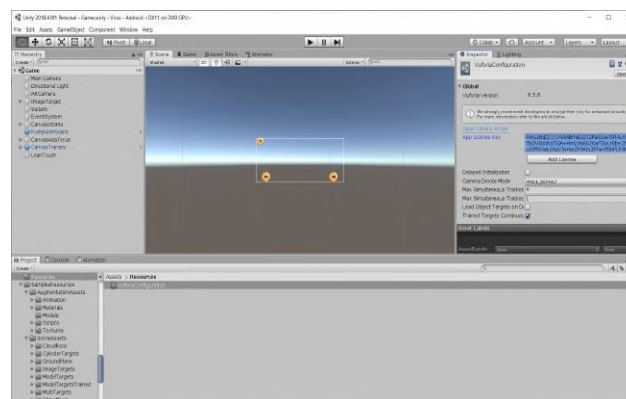
D. Assembly/Pembuatan Produk

Pada tahap pembuatan produk dilakukan integrasi seluruh aset multimedia menjadi aplikasi dengan teknologi AR. Proses integrasi pertama berupa penyusunan *marker* dengan mengunggah hasil aset gambar ke dalam laman web Vuforia. Hasil aset gambar yang diunggah ke dalam laman web Vuforia dilakukan analisis untuk memenuhi nilai *image ratings* sebesar lima bintang sebagai representasi kualitas pendeteksian dan pelacakan. Hasil *marker* dari laman web Vuforia dapat dilihat pada Gambar 7.



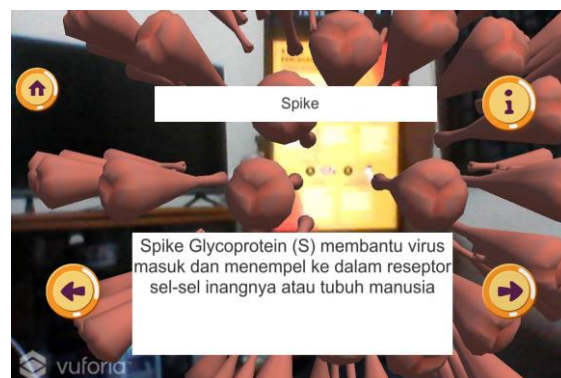
Gambar. 7. Hasil Produksi Marker

Proses integrasi kedua berupa pemberian hak akses terhadap *software* Unity terkait penggunaan *marker* di dalam *database* laman web Vuforia. Pemberian hak akses dilakukan dengan menyalin *license key* dari *database marker* di dalam laman web Vuforia dan menempatkan *license key* ke dalam *software* Unity. Upaya pemberian hak akses terhadap *software* Unity dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar. 8. Proses Integrasi Database Marker

Proses integrasi ketiga berupa penyusunan seluruh aset multimedia terhadap *marker*. Media *marker* akan menampilkan objek virtual, video animasi, teks naratif, dan audio naratif berdasarkan skenario/*scene* yang telah ditetapkan pada tahapan desain. Setiap skenario yang memuat fungsional aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman C# melalui *software* MonoDevelop. Hasil integrasi seluruh aset multimedia dan penulisan kode program yang memenuhi ketercapaian skenario dilakukan *debugging* untuk mengidentifikasi potensi kesalahan dan menganalisis kesesuaian alur operasional aplikasi. Hasil pengembangan aplikasi AR sebagai edukasi struktur virus dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar. 9. Proses Integrasi Database Marker

E. Testing/Pengujian Produk

Pada tahap pengujian produk dilakukan proses evaluasi terkait kemampuan fungsional pendeteksian *marker* dan kesesuaian media edukasi berdasarkan ahli. Interpretasi pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

1) Uji Pendeteksian *Marker*

Proses pengujian dilakukan terhadap *marker* yang dicetak secara *portrait* dengan ukuran 21cm x 29,7cm. Uji pendeteksian terdiri dari empat tahap yaitu rerata durasi, rerata jarak minimum, rerata sudut minimum, dan rerata luas minimum [27] dengan hasil ketercapaian sebagai berikut:

a. Hasil rerata durasi pendeteksian

Pengujian durasi pendeteksian bertujuan mengidentifikasi waktu tunggu dari suatu perangkat atau *smartphone* dalam mendeteksi *marker* sampai menampilkan objek virtual pertama kali. Proses uji durasi pendeteksian dengan 30 kali iterasi pengujian terhadap *marker* berhasil mengidentifikasi rerata waktu tunggu yang dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
 HASIL RERATA PENGUJIAN DURASI PENDETEKSIAN

<i>Smartphone</i>	JARAK (CM)	DURASI (DETIK)
Infinix Hot 11S	150	0,5
Vivo V5	150	0,8

b. Hasil pendeteksian jarak minimum

Pengujian jarak minimum pendeteksian bertujuan mengidentifikasi batas *smartphone* terhadap *marker*. Proses uji jarak minimum pendeteksian dilakukan dengan menggerakkan *smartphone* mulai dari jarak terjauh dan mendekati *marker*. Proses uji pendeteksian jarak minimum dengan 30 iterasi terhadap setiap *marker* berhasil mengidentifikasi rerata jarak minimum yang dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3
 HASIL RERATA PENGUJIAN PENDETEKSIAN JARAK MINIMUM

<i>Smartphone</i>	JARAK AWAL (CM)*	JARAK AKHIR (CM)**
Infinix Hot 11S	150	7,5
Vivo V5	150	9,0

**Smartphone* mampu menampilkan objek virtual

** *Smartphone* sudah tidak mampu menampilkan objek virtual

c. Hasil pendeteksian sudut minimum

Pengujian sudut minimum pendeteksian bertujuan mengidentifikasi sudut *smartphone* terhadap *marker*. Proses uji sudut minimum pendeteksian dilakukan dengan menetapkan *smartphone* mulai dari sudut 90° dan mengubah sudut sampai 0°. proses uji pendeteksian sudut minimum dengan 30 iterasi terhadap setiap *marker* berhasil mengidentifikasi sudut minimum yang dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4
 HASIL RERATA PENDETEKSIAN SUDUT MINIMUM

<i>Smartphone</i>	SUDUT AWAL*	JARAK AKHIR (CM)**
Infinix Hot 11S	90°	13°
Vivo V5	90°	16°

**Smartphone* mampu menampilkan objek virtual

** *Smartphone* sudah tidak mampu menampilkan objek virtual

d. Hasil pendeteksian luas maksimum

Pengujian luas maksimum pendeteksian bertujuan mengidentifikasi luas permukaan dari *marker* yang mampu dideteksi. Proses uji luas maksimum dilakukan dengan menghalangi proses pendeteksian terhadap setiap *marker* dengan persentase luas permukaan sebesar 25%, 50%, 75%, dan 90%. Hasil rerata pendeteksian luas maksimum dapat dilihat pada Tabel 5

TABEL 5
 HASIL RERATA PENGUJIAN PENDETEKSIAN JARAK MINIMUM

<i>Smartphone</i>	LUAS PERMUKAAN			
	25%	50%	75%	90%
Infinix Hot 11S	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
Vivo V5	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

2) Uji Media

Proses pengujian media dilakukan melalui penyampaian kuesioner terhadap seorang dokter profesional yang memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun untuk memvalidasi materi di dalam aplikasi sebagai media edukasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

HASIL PENGUJIAN MEDIA

No.	OBJEK VIRTUAL	NARASI OBJEK VIRTUAL	VALIDITAS	
			OBJEK VIRTUAL	NARASI
1		Virus <i>Corona</i> termasuk ke dalam keluarga virus <i>Coronaviridae</i> dan ordo <i>Nidovirales</i> . <i>Corona</i> berasal dari bahasa latin yang artinya mahkota. Hal ini merujuk ke struktur protein <i>spike</i> pada permukaan virus sehingga tampak seperti mahkota. Virus ini masuk ke dalam kelompok RNA (<i>Ribonukleat acid</i>) memiliki diameter 65-125 nanometer, berbentuk bulat, tidak tersegmentasi dan berantai tunggal dengan genom berukuran 26-32 kilobita, terbesar di antara virus RNA yang diketahui hingga tahun 2022 dan diketahui dapat menginfeksi hewan maupun manusia.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
2		RNA (<i>Ribonukleat acid</i>) merupakan bahan genetik yang berfungsi sebagai penyimpan informasi genetik. Masa virus ini menyerang sel hidup, RNA yang dibawa masuk ke bagian sel yang terbungkus membran plasma (<i>sitoplasma</i>) dalam tubuh, yang selanjutnya ditranslasi oleh sel inang untuk menghasilkan virus-virus baru atau melakukan replikasi.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
3		E-Protein (<i>protein envelope</i>) berfungsi membantu perakitan partikel virus baru dan pelepasan virus setelah menginfeksi sel pada tubuh manusia.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
4		<i>Envelope</i> (selubung) yang tersusun atas <i>lipid bilayer</i> . <i>Envelope</i> berfungsi sebagai pelindung dan sebagai tempat terdapatnya protein-protein yang dibutuhkan virus untuk menginfeksi sel tubuh manusia.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
5		<i>Hemagglutinin-esterase dimer</i> (HE) digunakan dalam mekanisme invasi (penyerbuan) ke dalam reseptor sel-sel inangnya juga membantu pelekatan dan penghancuran reseptor asam sialat tertentu yang dijumpai di permukaan sel inang.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
6		M-Protein (Protein membran) berperan penting dalam proses perakitan virus, mengenalkan virus pada tubuh dan membentuk <i>envelope</i> .	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>
7		<i>Spike Glycoprotein</i> (S) membantu virus masuk dan menempel ke dalam reseptor sel-sel inangnya atau tubuh manusia.	<i>Valid</i>	<i>Valid</i>

F. *Distribution/Pendistribusian Produk*

Pada tahap distribusi produk dilakukan dengan menyimpan aplikasi ke dalam format *.apk yang memungkinkan instalasi ke dalam perangkat berbasis sistem operasi Android. Proses distribusi aplikasi AR telah dilakukan secara langsung kepada guru mata pelajaran Sains (Biologi) di salah satu sekolah menengah atas Yogyakarta. Aplikasi AR akan difungsikan sebagai media edukasi pembelajaran virus pada tahun akademik mendatang.

Penelitian ini berhasil mengembangkan teknologi AR dengan pendekatan MDLC versi Luther-Sutopo [25]. Pengembangan teknologi AR sebagai luaran penelitian didasarkan terhadap kajian ilmiah terdahulu yang memuat topik edukasi virus melalui teknologi AR. Ringkasan kajian penelitian terdahulu dan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7
 RINGKASAN KAJIAN PENELITIAN

Peneliti	TEKNOLOGI	ASET MULTIMEDIA	INTERAKSI	PENGUJIAN	HASIL
D. Rapp, <i>et. al.</i> [20]	AR + Location	Objek virtual, dan teks	-	Pengujian usabilitas	Aplikasi mampu menampilkan edukasi objek virtual terkait berbagai jenis virus
V. Sutanto, <i>et. al.</i> [21]	AR	Animasi video	-	Pengujian fungsional	Aplikasi mampu menampilkan edukasi video terkait asal usul, gejala, dan pencegahan Covid-19
M. Calvelo, <i>et. al.</i> [22]	VR	Objek virtual	-	-	Aplikasi mampu menampilkan edukasi objek virtual struktur Covid-19
J. Cao, <i>et. al.</i> [23]	AR + Pengindraan Cerdas	Informasi virtual	-	Pengujian fungsional dan pengujian usabilitas	Aplikasi mampu menampilkan informasi grafis terkait jarak pengguna dengan objek/pengguna lain
H. Yang, <i>et. al.</i> [24]	AR + VR	Objek virtual	Sentuhan dengan <i>VR controller</i>	Pengujian fungsional dan pengujian usabilitas	Aplikasi mampu menampilkan edukasi dan interaksi terhadap objek virtual Covid-19
Penelitian yang dilakukan	AR	Objek virtual, animasi video, audio, dan teks	Sentuhan langsung melalui gawai	Pengujian fungsional dan pengujian materi	Aplikasi mampu menampilkan edukasi objek virtual struktur Covid-19, menampilkan informasi teks dan audio struktur Covid-19, serta menampilkan video animasi perilaku sehat

Penelitian ini fokus terhadap pengembangan teknologi AR sebagai media edukasi struktur SARS-CoV-2 dan perilaku sehat dalam pandemi Covid-19 melalui penggunaan empat jenis aset multimedia serta interaksi pengguna secara langsung terhadap aset objek virtual. Pengujian hasil aplikasi fokus terhadap kelayakan fungsional berupa kemampuan pendeteksian *marker* dan keabsahan materi pada aplikasi sebagai media edukasi yang bernilai sah.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mewujudkan aset multimedia berupa gambar, audio, video animasi, dan objek virtual tiga dimensi sebagai komponen penyusun aplikasi berbasis *augmented reality* sebagai media edukasi struktur virus serta protokol kesehatan. Integrasi seluruh aset multimedia yang terdiri dari gambar, audio, video animasi, objek virtual tiga dimensi berhasil mewujudkan nilai atraktif aplikasi. Interaksi pengguna terhadap objek virtual sebagai representasi setiap struktur virus sebagai proses edukasi berhadapan dengan Aset Multimedia asil mewujudkan nilai interaktif aplikasi.

Pengujian aset multimedia oleh ahli atau seorang dokter menetapkan kelayakan aplikasi sebagai media edukasi yang bernilai valid. Pengujian fungsional terkait kemampuan pendeteksian *marker* dalam menampilkan objek virtual pertama kali juga berhasil mengidentifikasi praktik terbaik operasional yaitu jarak baca mulai 150 cm sampai 9 cm, sudut baca mulai 90° sampai 16°, dan persentase luas permukaan terhalangi tidak lebih dari 65%. Setiap upaya pendeteksian mampu menampilkan objek virtual dengan durasi kurang dari 1 detik.

Pengembangan penelitian perlu dilakukan untuk mewujudkan kedalaman fungsional dan kedalaman nilai edukasi. Kedalaman fungsional aplikasi yang berpotensi dikembangkan yaitu menerapkan prinsip gamifikasi dan kedalaman media yang berpotensi ditingkatkan yaitu keberagaman aset multimedia terkait virus. Aspek pengujian fungsional juga perlu ditingkatkan dengan memperhatikan kemampuan pelacakan *marker* dan variabel intensitas cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ludwig and A. Zarbock, "Coronaviruses and SARS-CoV-2: A Brief Overview," *Anesth Analg*, vol. 131, no. 1, pp. 93–96, Jul. 2020, doi: 10.1213/ANE.0000000000004845.
- [2] Y. Yan, L. Chang, and L. Wang, "Laboratory testing of SARS-CoV, MERS-CoV, and SARS-CoV-2 (2019-nCoV): Current status, challenges, and countermeasures," *Rev Med Virol*, vol. 30, no. 3, May 2020, doi: 10.1002/rmv.2106.
- [3] S. T. Jacob *et al.*, "Ebola Virus Disease," *Nat Rev Dis Primers*, vol. 6, no. 1, p. 13, Feb. 2020, doi: 10.1038/s41572-020-0147-3.
- [4] C.-W. Lee and Y. M. Saif, "Avian Influenza Virus," *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*, vol. 32, no. 4, pp. 301–310, Jul. 2009, doi: 10.1016/j.cimid.2008.01.007.
- [5] M. de Graaf, J. van Beek, and M. P. G. Koopmans, "Human Norovirus Transmission and Evolution in a Changing World," *Nat Rev Microbiol*, vol. 14, no. 7, pp. 421–433, Jul. 2016, doi: 10.1038/nrmicro.2016.48.
- [6] S. Ios, H.-P. Mallet, I. Leparac Goffart, V. Gauthier, T. Cardoso, and M. Herida, "Current Zika Virus Epidemiology and Recent Epidemics," *Med Mal Infect*, vol. 44, no. 7, pp. 302–307, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.medmal.2014.04.008.
- [7] S. Hasan, S. Jamdar, M. Alalowi, and S. Al Ageel Al Beaiji, "Dengue Virus: A Global Human Threat: Review of Literature," *J Int Soc Prev Community Dent*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2016, doi: 10.4103/2231-0762.175416.
- [8] Z. Du *et al.*, "Risk for Transportation of Coronavirus Disease from Wuhan to Other Cities in China," *Emerg Infect Dis*, vol. 26, no. 5, pp. 1049–1052, May 2020, doi: 10.3201/eid2605.200146.

- [9] World Health Organization, "WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard," World Health Organization. Accessed: Oct. 12, 2023. [Online]. Available: <https://covid19.who.int/>
- [10] L. Ouyang, N. Wang, J. Irudayaraj, and T. Majima, "Virus on Surfaces: Chemical Mechanism, Influence Factors, Disinfection Strategies, and Implications for Virus Repelling Surface Design," *Adv Colloid Interface Sci*, vol. 320, p. 103006, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.cis.2023.103006.
- [11] Rizma Adlia Syakurah and Jesica Moudy, "Pengetahuan terkait Usaha Pencegahan Coronavirus Disease (COVID-19) di Indonesia," *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, vol. 4, no. 3, pp. 333–346, Jul. 2020.
- [12] S. Tasnim, M. M. Hossain, and H. Mazumder, "Impact of Rumors and Misinformation on COVID-19 in Social Media," *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, vol. 53, no. 3, pp. 171–174, May 2020, doi: 10.3961/jpmp.20.094.
- [13] J. Y. Cuan-Baltazar, M. J. Muñoz-Perez, C. Robledo-Vega, M. F. Pérez-Zepeda, and E. Soto-Vega, "Misinformation of COVID-19 on the Internet: Infodemiology Study," *JMIR Public Health Surveill*, vol. 6, no. 2, p. e18444, Apr. 2020, doi: 10.2196/18444.
- [14] M. Akçayır and G. Akçayır, "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature," *Educ Res Rev*, vol. 20, pp. 1–11, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.edurev.2016.11.002.
- [15] K.-F. Hsiao, N.-S. Chen, and S.-Y. Huang, "Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents," *Interactive Learning Environments*, vol. 20, no. 4, pp. 331–349, Aug. 2012, doi: 10.1080/10494820.2010.486682.
- [16] T. Zarraonandia, I. Aedo, P. Díaz, and A. Montero, "An augmented lecture feedback system to support learner and teacher communication," *British Journal of Educational Technology*, vol. 44, no. 4, pp. 616–628, Jul. 2013, doi: 10.1111/bjet.12047.
- [17] A. M. Kamarainen *et al.*, "EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips," *Comput Educ*, vol. 68, pp. 545–556, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.018.
- [18] M. Mahmoud Saleh, M. Abdelkader, and S. Sadek Hosny, "Architectural education challenges and opportunities in a post-pandemic digital age," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 14, no. 8, p. 102027, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.asej.2022.102027.
- [19] B. S. Hantono, L. E. Nugroho, and P. I. Santosa, "Meta-Review of Augmented Reality in Education," in *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, IEEE, Jul. 2018, pp. 312–315. doi: 10.1109/ICITEED.2018.8534888.
- [20] D. Rapp, J. Muller, K. Bucher, and S. von Mammen, "Pathomon: A Social Augmented Reality Serious Game," in *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, IEEE, Sep. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/VS-Games.2018.8493437.
- [21] V. Sutanto, M. F. Azmi, D. Alferian, U. H. Mulyani, F. I. Maulana, and F. Permana, "Learning Media Application about Covid-19 with Augmented Reality Technology," in *2022 IEEE International Conference of Computer Science and Information Technology (ICOSNIKOM)*, IEEE, Oct. 2022, pp. 01–05. doi: 10.1109/ICOSNIKOM56551.2022.10034867.
- [22] M. Calvelo, Á. Piñeiro, and R. Garcia-Fandino, "An Immersive Journey to the Molecular Structure of SARS-CoV-2: Virtual Reality in COVID-19," *Comput Struct Biotechnol J*, vol. 18, pp. 2621–2628, 2020, doi: 10.1016/j.csbj.2020.09.018.
- [23] J. Cao, H. Mehmood, X. Liu, S. Tarkoma, E. Gilman, and X. Su, "Fighting Pandemics With Augmented Reality and Smart Sensing-Based Social Distancing," *IEEE Comput Graph Appl*, vol. 43, no. 1, pp. 65–75, Jan. 2023, doi: 10.1109/MCG.2022.3229107.
- [24] H. Yang, J. Li, J. Liu, Y. Bian, and J. Liu, "Development of an Indoor Exergame Based on Moving-Target Hitting Task for COVID-19 Epidemic: A Comparison Between AR and VR Mode," *IEEE Trans Games*, vol. 14, no. 3, pp. 511–521, Sep. 2022, doi: 10.1109/TG.2021.3118035.
- [25] Iwan Binanto, *Multimedia Digital - Dasar Teori dan Pengembangannya*, 1st ed. Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [26] S. L. Rahayu, Fujiati, and R. Dewi, "Educational Games as A learning media of Character Education by Using Multimedia Development Life Cycle (MDLC)," in *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, IEEE, Aug. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/CITSM.2018.8674288.
- [27] I. P. Satwika, W. Untoro, A. A. A. P. Ardyanti, and W. Sujarwo, "Novelty Luther-Sutopo method for game development," *J Phys Conf Ser*, vol. 1402, no. 6, p. 066029, Dec. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/6/066029.
- [28] C. van der Lelie, "The value of storyboards in the product design process," *Pers Ubiquitous Comput*, vol. 10, no. 2–3, pp. 159–162, Apr. 2006, doi: 10.1007/s00779-005-0026-7.
- [29] I. Nassi and B. Shneiderman, "Flowchart techniques for structured programming," *ACM SIGPLAN Notices*, vol. 8, no. 8, pp. 12–26, Aug. 1973, doi: 10.1145/953349.953350.
- [30] Ned Chapin, *Encyclopedia of Computer Science*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd., 2003.
- [31] M. W. Newman and J. A. Landay, "Sitemaps, storyboards, and specifications," in *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, New York, NY, USA: ACM, Aug. 2000, pp. 263–274. doi: 10.1145/347642.347758.