

RANCANG BANGUN APLIKASI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID UNTUK MEMPERKENALKAN RAMBU LALU LINTAS

Muhammad Aldho Yunatama¹, Sorikhi², Khurotul Aeni³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Peradaban
aldhoyunatama010@gmail.com¹, sorikhi1979@gmail.com², khaeni988@gmail.com³
Jl. Raya Pagojengan KM 03, Paguyangan, Brebes, Jawa Tengah, Indonesia

Keywords:

Design, Application, Augmented Reality, Android, Traffic Signs

Abstract

The number of vehicles in Indonesia continues to grow every year along with the times. But there are still many drivers who lack knowledge in traffic so that violations often occur until accidents. Augmented Reality is the process of adding virtual content to the real world, in real time. By creating an Augmented Reality application, it can be used as a medium for the community to introduce traffic signs. The main tools used in the research include Unity, Blender, CorelDraw, and Vuforia SDK. The result of this research is an Android-based Augmented Reality application to introduce traffic signs. This application uses the marker-based method, which is to bring up virtual objects required markers. The main feature contained in this application is that it can scan 261 traffic sign markers and also a quiz feature that can be used to train users' understanding in learning traffic signs. Application testing uses 2 methods, namely black box which states the application functions properly and a questionnaire which results in an average respondent's assessment of application functionality reaching 90.4%.

Kata Kunci:

Rancang Bangun, Aplikasi, Augmented Reality, Android, Rambu Lalu Lintas.

Abstrak

Jumlah kendaraan di Indonesia setiap tahunnya terus bertambah seiring dengan perkembangan zaman. Namun masih banyak pengendara yang minim pengetahuan dalam berlalu lintas sehingga sering kali terjadi pelanggaran hingga kecelakaan. Augmented Reality adalah proses penambahan konten virtual ke dunia nyata, secara waktu nyata. Dengan menciptakan aplikasi Augmented Reality, dapat dijadikan sebagai media bagi masyarakat untuk pengenalan rambu lalu lintas. Tools utama yang digunakan pada penelitian diantaranya Unity, Blender, CorelDraw, dan SDK Vuforia. Hasil dari penelitian ini yaitu aplikasi Augmented Reality berbasis Android untuk memperkenalkan rambu lalu lintas. Aplikasi ini menggunakan metode marker-based, yaitu untuk memunculkan objek virtual diperlukan penanda. Fitur utama yang terdapat pada aplikasi ini yaitu dapat memindai 261 penanda rambu lalu lintas dan juga fitur kuis yang dapat digunakan untuk melatih pemahaman pengguna dalam mempelajari rambu lalu. Pengujian aplikasi menggunakan 2 metode, yaitu black box yang menyatakan aplikasi berfungsi dengan baik dan kuesioner yang menghasilkan rata-rata penilaian responden terhadap fungsionalitas aplikasi mencapai 90.4%.

Pendahuluan

Jumlah kendaraan di Indonesia setiap tahunnya terus bertambah seiring dengan perkembangan zaman. Menurut informasi yang dimiliki oleh Korlantas Polri, pada tanggal 2 Juli 2023 jumlah kendaraan bermotor mencapai 156.093.168[1]. Jenis pengendara pun pastinya beraneka ragam, mulai dari pelajar,

pekerja, pedagang dan lain sebagainya. Namun, masih banyak dari pengendara yang minim pengetahuan dalam berlalu lintas. Tidak memahami rambu lalu lintas yang dijumpai ketika berkendara, tentu dapat menimbulkan pelanggaran lalu lintas hingga terjadinya kecelakaan.

Data statistik dari Pusat Informasi Kriminal Nasional (PUSIKNAS) menunjukkan bahwa selama tahun 2022, yaitu sejak tanggal 1 Januari hingga 31 Desember, terdapat sebanyak 139.226 kecelakaan lalu lintas yang terjadi. Total nilai rugi material dari kecelakaan lalu lintas mencapai Rp. 280.353.845.342. Jenis kecelakaan yang paling sering terjadi adalah tabrakan depan-belakang, dengan total sebanyak 17.588 kecelakaan. Cuaca terjadinya kecelakaan lalu lintas yang relatif tinggi yaitu ketika cuaca cerah, hingga 126.753 kejadian. Tipe korban kecelakaan terbagi menjadi tiga, yaitu luka ringan dengan jumlah 165.127 korban, luka berat dengan jumlah 13.417 korban, serta meninggal dunia dengan jumlah 28.144 korban[2].

Peraturan terkait rambu lalu lintas sudah disusun pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas. Pada peraturan tersebut sudah dijelaskan secara detail tentang rambu lalu lintas yang ada di Indonesia. Namun, karena masih kurangnya sosialisasi dan penyuluhan terkait rambu lalu lintas, sehingga banyak masyarakat yang belum mengerti. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah media pengenalan yang dapat membantu dan mempermudah dalam mempelajari rambu lalu lintas.

Augmented Reality adalah penerapan dimana elemen-elemen virtual disatukan dengan realitas nyata, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan konten virtual dalam lingkungan nyata mereka. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*, lingkungan sekitar pengguna dapat mengalami peningkatan dalam hal dinamisme dan aspek digital[3]. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*, bisa menjadi pilihan alternatif sebagai sarana dalam memperkenalkan rambu lalu lintas. Penggunaan *Augmented Reality* ini tentu dapat menjadikan proses pengenalan rambu lalu lintas lebih interaktif, sehingga dapat lebih mudah dipahami.

Penggunaan *smartphone* telah menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan dari rutinitas sehari-hari penduduk Indonesia. Salah satu faktor utama yang mendorong adopsi *smartphone* di Indonesia adalah peningkatan aksesibilitas dan penurunan harga perangkat. Semakin banyaknya produsen *smartphone* yang berkompetisi di pasar Indonesia telah membawa beragam pilihan perangkat dengan berbagai rentang harga. Pada tahun 2022, Indonesia menduduki peringkat keempat dalam daftar delapan negara dengan jumlah pengguna *smartphone* terbanyak di dunia. Total tercatat sebanyak 192,15 juta pengguna *smartphone* di dalam negeri[4].

Android yang pada awalnya dikembangkan oleh *Android Inc.*, adalah sistem operasi seluler yang sering digunakan pada perangkat ponsel cerdas. Sistem operasi *Android* mendapatkan popularitas di kalangan pengembang karena sifatnya yang dapat disesuaikan. Sangat efisien untuk membangun aplikasi dalam satu platform dan menyebarkannya di beberapa platform secara bersamaan tanpa perlu khawatir tentang perubahan yang akan dilakukan[5].

Pemanfaatan *smartphone* dengan sistem operasi *Android* untuk *Augmented Reality*, kemungkinan pengalaman interaktif yang lebih mendalam terus berkembang. Perpaduan antara dunia nyata dan dunia virtual memberikan potensi luar biasa untuk mengubah cara pengguna dalam mempelajari rambu lalu lintas.

Dengan mengacu pada informasi awal yang telah diuraikan tentang permasalahan ini, maka diperlukan rancang bangun sebuah aplikasi *Augmented Reality* yang dapat dijadikan media untuk memperkenalkan rambu lalu lintas. Sehingga penulis mengangkat judul “Rancang Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Berbasis *Android* Untuk Memperkenalkan Rambu Lalu Lintas” dengan harapan menjadi sebagai media pembelajaran bagi masyarakat dalam mengenal setiap jenis rambu lalu lintas beserta artinya sehingga menciptakan masyarakat yang taat pada hukum berlalu lintas.

Landasan Teori

A. Rambu Lalu Lintas

Menurut Pasal 1 ayat 1 dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas, definisi dari rambu lalu lintas adalah: “Rambu Lalu Lintas adalah bagian perlengkapan Jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi Pengguna Jalan.”.

Rambu-rambu lalu lintas yang terdapat dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2014 Pasal 3 dibagi menjadi empat jenis, yaitu[6]:

a. Rambu Peringatan

Digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya di jalan atau tempat berbahaya pada jalan dan menginformasikan tentang sifat bahaya. Kemungkinan ada bahaya yang dimaksud merupakan suatu kondisi atau keadaan yang membutuhkan suatu kewaspadaan dari pengguna jalan.

b. Rambu Larangan

Digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang dilakukan oleh Pengguna Jalan.

c. Rambu Perintah

Digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh Pengguna Jalan.

d. Rambu Petunjuk

Digunakan untuk memandu Pengguna Jalan saat melakukan perjalanan atau untuk memberikan informasi lain kepada Pengguna Jalan.

B. Augmented Reality

Realitas tambahan atau sering disebut sebagai *Augmented Reality (AR)*, merupakan teknologi yang mengintegrasikan entitas virtual dua atau tiga dimensi ke dalam lingkungan tiga dimensi sebenarnya dan menampilkan entitas tersebut dalam waktu nyata. Tidak seperti *Virtual Reality (AR)* yang sepenuhnya menggantikan realitas, *Augmented Reality* hanya melengkapi atau meningkatkan realitas. *AR* dapat diterapkan pada semua indra, tidak hanya secara visual, tetapi juga melibatkan pendengaran, sentuhan, dan sebagainya. Objek virtual yang ditampilkan dapat membantu pengguna dalam menjalankan aktivitas di dunia nyata[7].

Metode Penelitian

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

B. Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini dilaksanakan guna mengeksplorasi penelitian sebelumnya yang telah dilakukan pada bidang *AR* tentang rambu lalu lintas, membantu dalam memilih metode yang cocok untuk digunakan pada penelitian, validasi dan membandingkan hasil dengan penelitian sebelumnya, dan juga untuk referensi maupun pengutipan. Studi literatur juga dilakukan untuk mengetahui data-data terkait rambu lalu lintas yang merupakan fokus utama pada penelitian ini.

b. Observasi

Kegiatan observasi pada penelitian ini, penulis mengamati rambu lalu lintas yang terdapat di jalan raya antara daerah Kecamatan Tonjong hingga Kecamatan Paguyangan, Kabupaten Brebes untuk mengidentifikasi berbagai bentuk dan ukuran rambu lalu lintas yang ada, sehingga dapat membantu dalam memahami variasi bentuk dan ukuran rambu lalu lintas yang mungkin dijumpai dalam lingkungan.

C. Pengolahan Data Awal

a. Pemilihan *Marker*

Pemilihan *marker* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan *QR-code*. Pemilihan *QR-code* sebagai *marker* aplikasi *Augmented Reality* ini karena mudah dikenali warnanya yang terdiri dari hitam putih serta memiliki pola yang unik. Keunikan yang dimiliki *QR-code* menciptakan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengenalan dan pelacakan, sehingga memudahkan aplikasi *Augmented Reality* dalam mengenali *marker*. Namun, untuk membedakan *marker* dari setiap rambu lalu lintas, pada bagian tengah *QR-code* ditampilkan lambang rambu lalu lintas. Cara ini tentu mempermudah pengguna untuk mengetahui objek 3 dimensi yang keluar dari *marker* yang dilacak oleh aplikasi *Augmented Reality*

b. Akuisisi Data Objek

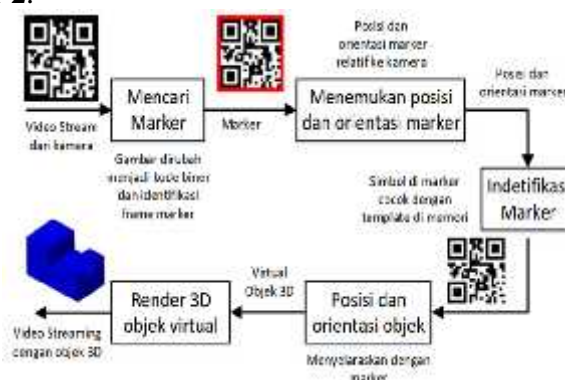
Akuisisi data merupakan langkah untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk mengembangkan objek 3D AR. Data yang diperlukan meliputi pengambilan gambar rambu lalu lintas dari berbagai lokasi di lingkungan nyata yang nantinya digunakan sebagai data referensi selain dari Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2014 dalam menciptakan objek 3D rambu lalu lintas, sudut pandang dan pencahayaan dalam menampilkan objek 3D pada kamera *Augmented Reality*.

c. Menentukan Pose Objek

Menentukan pose objek dalam *Augmented Reality* (AR) adalah proses untuk mengetahui posisi dan orientasi objek virtual dalam lingkungan fisik dunia nyata. Tahap ini juga dapat disebut sebagai kegiatan untuk melakukan estimasi transformasi antara kamera dengan objek dalam ruang 3D.

D. Metode Yang Diusulkan

Dalam penelitian ini, metode berbasis penanda (*Marker-Based*) digunakan oleh penulis pada aplikasi *Augmented Reality* yang telah dibangun. Alur dari metode yang diusulkan dalam penelitian ini dapat ditemukan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Alur Kerja Sistem *Marker-Based Augmented Reality*

E. Eksperimen Penelitian

Secara keseluruhan aplikasi AR dibangun menggunakan bahasa C# dengan menggunakan *game engine Unity, Software Development Kit Vuforia*, dan *text editor Visual Studio 2019*. Objek virtual 3D yang nantinya ditampilkan pada *scene* aplikasi AR, dibuat menggunakan *Blender*. Pembuatan *user interface* pada aplikasi AR ini menggunakan *CoreIDRAW* dan *QR-code* yang digunakan sebagai *marker* dibuat menggunakan *QRCode Monkey*.

Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Kebutuhan

a. Kebutuhan fungsional

Kebutuhan fungsional yang wajib dipenuhi yaitu aplikasi mengenali dan mengidentifikasi berbagai jenis rambu lalu lintas beserta menampilkan artinya, menyediakan fitur kuis guna melatih pemahaman pengguna, serta dapat berfungsi dalam mode *online* maupun *offline*.

b. Kebutuhan Nonfungsional

Kebutuhan nonfungsional dalam membangun aplikasi penelitian ini adalah desain antarmuka yang mudah digunakan, didukung oleh perangkat *Android versi 8.0 (Oreo)* ke atas, kamera perangkat yang diperlukan sebagai media pemindai *marker*, dan juga aplikasi dapat kompatibel dengan perangkat *Android* dengan berbagai merk dan model.

c. Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam melakukan kegiatan penelitian ini, perangkat keras yang digunakan oleh penulis adalah laptop/PC dengan spesifikasi *Processor AMD Ryzen 3 3250U with Radeon Graphics (2.60 GHz)*, kapasitas *RAM 8 GB*, dan Kapasitas *SSD 500 GB*.

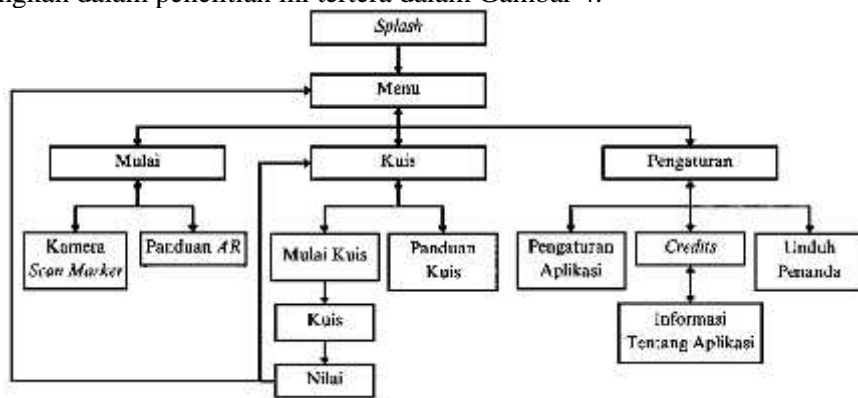
d. Kebutuhan Perangkat Lunak

Beberapa jenis perangkat lunak yang digunakan untuk membangun aplikasi penelitian ini yaitu Sistem Operasi *Windows 11 Home Single Language, Blender 3.5, Vuforia, CoreIDRAW, QRCode Monkey, Unity, Visual Studio 2019*.

B. Desain

a. Struktur Navigasi

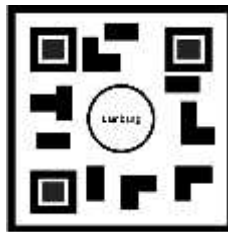
Struktur navigasi adalah bagian dari desain antarmuka pengguna (*UI*) yang merencanakan bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan suatu aplikasi atau situs web. Tampilan struktur navigasi aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini tertera dalam Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Navigasi

b. Desain *Marker*

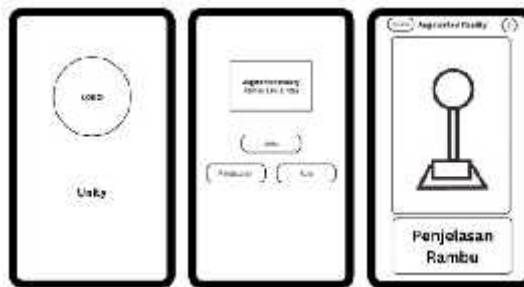
Desain *marker* adalah proses merancang sebuah gambar *marker* yang akan digunakan dalam aplikasi *Augmented Reality* yang dikembangkan dalam penelitian ini. Desain *marker* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain *Marker*

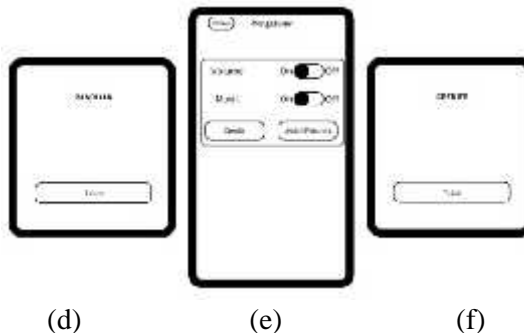
c. Desain Antarmuka

Desain antarmuka merupakan kegiatan merancang bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem komputer atau aplikasi. Tujuan utama desain antarmuka adalah membuat pengalaman pengguna ketika menggunakan aplikasi menjadi lebih efisien, efektif, dan menyenangkan.



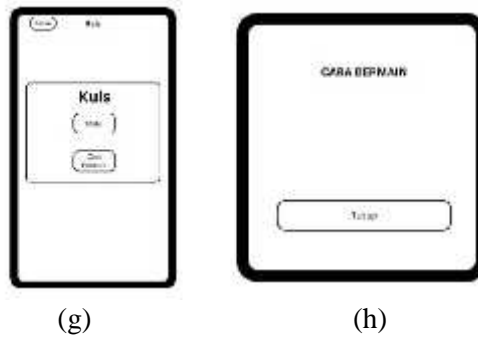
(a) (b) (c)

Gambar 6. (a) Desain Layar *Splash* (b) Desain Halaman Menu (c) Desain Halaman *AR*

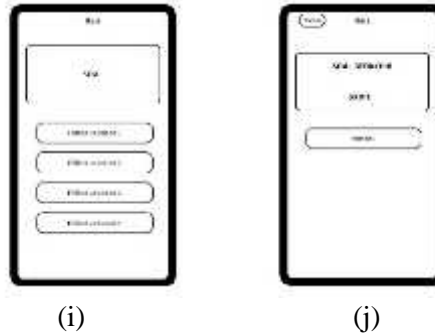


(d) (e) (f)

Gambar 7. (d) Desain Panel Panduan *AR* (e) Desain Halaman Pengaturan (f) Desain Panel *Credits*



Gambar 8. (g) Desain Halaman Awal Kuis (h) Desain Panel Panduan Kuis



Gambar 9. (i) Desain Halaman Kuis (j) Desain Panel Akhir Kuis

d. Desain Objek 3D

Desain objek 3D merupakan proses menciptakan representasi tiga dimensi dari suatu objek atau entitas yang memiliki dimensi panjang, lebar, dan tinggi, sehingga dapat dilihat dan diinteraksikan dari berbagai sudut pandang untuk menciptakan pengalaman yang lebih realistis. Desain objek 3D yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Desain Objek 3D

C. Implementasi

a. Implementasi *Marker*

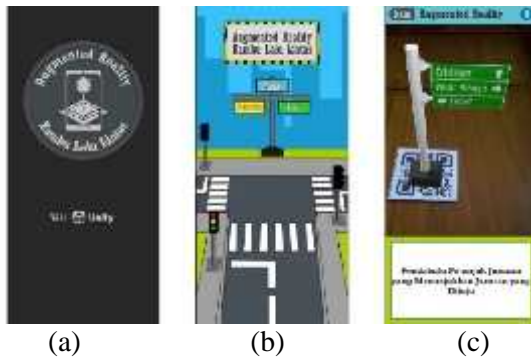
Implementasi *marker* adalah kegiatan menerapkan *marker* yang telah dirancang sebelumnya menjadi *marker* yang siap digunakan pada aplikasi *Augmented Reality* yang dibuat. Hasil Implementasi dapat dilihat pada Gambar 11.



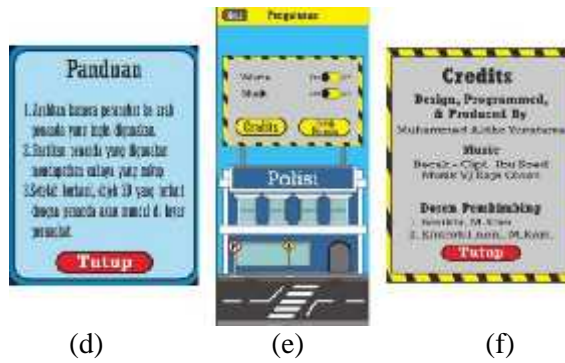
Gambar 11. Implementasi *Marker*

b. Implementasi Antarmuka

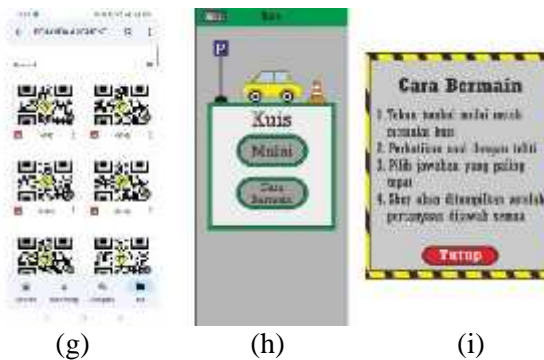
Implementasi antarmuka adalah kegiatan mengubah desain antarmuka yang telah dibuat menjadi aplikasi yang berfungsi dan dapat digunakan oleh pengguna.



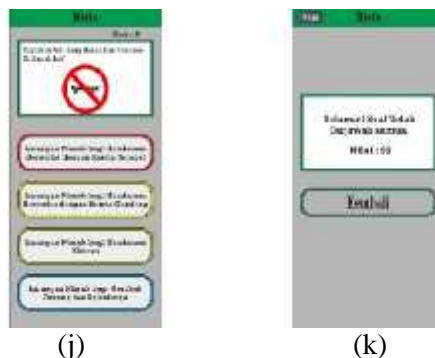
Gambar 12. (a) Implementasi Layar *Splash* (b) Implementasi Halaman Menu (c) Implementasi Halaman AR



Gambar 13. (d) Implementasi Panel Panduan AR (e) Implementasi Halaman Pengaturan (f) Implementasi Panel *Credits*



Gambar 14. (g) Implementasi Halaman Unduh *Marker* (h) Implementasi Halaman Awal Kuis (i) Implementasi Panel Panduan Kuis



Gambar 15. (j) Implementasi Halaman Kuis (k) Implementasi Panel Akhir Kuis

c. Implementasi Objek 3D

Implementasi Objek 3D merupakan kegiatan menerapkan objek 3D yang telah dirancang ke dalam aplikasi yang telah dibangun. Ketika *marker* dipindai oleh pengguna menggunakan aplikasi yang dibangun, maka akan muncul objek 3D virtual. Hasil implementasi objek 3D pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Implementasi Objek 3D

D. Pengujian

a. Pengujian Alpha

Pengujian *alpha* adalah tahap pengujian yang dirancang untuk memvalidasi kelancaran dan bebas dari kesalahan pada aplikasi yang diperiksa. Pada penelitian ini, pendekatan pengujian *alpha* aplikasi AR yang digunakan adalah *Black Box Testing*. Pengujian *Black Box* dalam aplikasi yang telah dibangun dilakukan pada *smartphone Realme 3* dengan spesifikasi resolusi layar 1520x720, kamera belakang 13MP+2MP, versi *Android 10*, *Prosesor Mediatek Helio P60*, *CPU cores Octa (8)*, *RAM 3 GB* dan *ROM 32 GB* untuk menguji aplikasi ini dan hasilnya tertera dan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Black Box*

No.	Komponen Yang Diuji	Hasil Yang Diharapkan	Kesimpulan
1	Layar <i>Splash</i>	Saat awal aplikasi dijalankan menampilkan layar <i>splash</i>	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
2	Menu	Aplikasi menampilkan halaman menu utama	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
3	Mulai	Aplikasi mengaktifkan kamera untuk proses <i>scan marker</i> dan panduan penggunaan	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
4	Panduan AR	Aplikasi menampilkan panel panduan dalam menggunakan aplikasi AR	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
5	Pengaturan	Aplikasi menampilkan pengaturan	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
6	<i>Credits</i>	Aplikasi menampilkan panel <i>credits</i>	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
7	Unduh Penanda	Aplikasi mengarahkan pengguna menuju peramban guna menampilkan daftar <i>marker</i> yang digunakan	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
8	Kuis	Aplikasi menampilkan halaman dengan tombol mulai kuis dan panduan kuis	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
9	Panduan Kuis	Aplikasi menampilkan panel panduan kuis	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
10	Mulai Kuis	Aplikasi menampilkan kuis beserta 4 pilihan jawaban	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
11	Nilai	Aplikasi menampilkan hasil nilai dari kuis yang telah dijawab dengan benar	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil

b. Pengujian Beta

Pengujian *beta* merupakan pengujian yang dilakukan secara langsung di lingkungan yang sesungguhnya dengan menyebarkan kuesioner kepada pengguna untuk mendapatkan penilaian terhadap aplikasi yang telah dibangun. Dalam penelitian ini, pengujian *beta* pada aplikasi AR yang dikembangkan dilakukan melalui kuesioner yang disebarkan kepada pengguna. Hasil dari kuesioner akan dihitung berdasarkan 7 pertanyaan dengan menggunakan skala *Likert* yang berkisar dari 1 hingga 5. Dengan menggunakan

skala *Likert*, penulis akan memperoleh persentase hasil dari setiap jawaban kuesioner. Rumus yang digunakan dalam skala *Likert*:

$$P = \frac{S}{\text{Skorideal}} \times 100$$

Penjelasan:

P = Mewakili nilai persentase yang diperlukan.

S = Hasil perkalian antara frekuensi jawaban dan skala jawaban.

Skorideal = Hasil perkalian jawaban skala tertinggi dengan ukuran sampel.

Hasil perhitungan persentase nilai yang diperlukan tersebut kemudian dikonversi kedalam pernyataan predikat menggunakan interpretasi skala *Likert*, seperti yang tertera dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Interpretasi Skala *Likert* Pengguna

No.	Interpretasi	Persentase Nilai
1	Sangat Setuju	81-100%
2	Setuju	61-80%
3	Netral	41-60%
4	Tidak Setuju	21-40%
5	Sangat Tidak Setuju	0-20%

Penelitian ini menggunakan metode *accidental sampling* untuk mengumpulkan data dari 25 responden dengan rentang usia antara 14-51 tahun. Metode *accidental sampling* dipilih karena memberikan kemudahan dalam pengumpulan data dari individu yang secara tidak sengaja atau secara praktis tersedia pada saat penelitian berlangsung.

Setelah menyelesaikan survei pengguna untuk aplikasi yang telah dibangun, hasilnya mencakup perhitungan persentase untuk setiap pertanyaan, dan dihitung menggunakan rumus skala *Likert* yang diuraikan di bawah ini:

1. Apakah aplikasi mudah untuk digunakan?

Tabel 3. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-1

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
1	Sangat Setuju	5	14	70	$P = (112/125) \times 100$ $= 89,6\%$
	Setuju	4	9	36	
	Netral	3	2	6	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	112	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa pengguna mengalami kemudahan dalam penggunaan setelah mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 89,6% dari tanggapan pengguna aplikasi.

2. Apakah semua fungsi aplikasi bekerja dengan baik?

Tabel 4. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-2

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
2	Sangat Setuju	5	16	80	$P = (114/125) \times 100$ $= 91,2\%$
	Setuju	4	7	28	
	Netral	3	2	6	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	114	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa semua fungsi aplikasi bekerja dengan baik setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 91,2% dari tanggapan pengguna aplikasi.

3. Apakah tampilan aplikasi nyaman digunakan?

Tabel 5. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-3

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
3	Sangat Setuju	5	12	60	$P = (110/125) \times 100$ $= 88\%$
	Setuju	4	11	44	
	Netral	3	2	6	

	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	110	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa tampilan aplikasi nyaman digunakan setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 88% dari tanggapan pengguna aplikasi.

4. Apakah objek 3D yang ditampilkan aplikasi menarik?

Tabel 6. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-4

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
4	Sangat Setuju	5	16	80	$P = (113/125) * 100$ $= 90,4\%$
	Setuju	4	6	24	
	Netral	3	3	9	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	113	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa objek 3D yang ditampilkan aplikasi menarik setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 90,4% dari tanggapan pengguna aplikasi.

5. Apakah aplikasi menampilkan objek 3D sesuai dengan penanda?

Tabel 7. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-5

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
5	Sangat Setuju	5	21	105	$P = (121/125) * 100$ $= 96,8\%$
	Setuju	4	4	16	
	Netral	3	0	0	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	121	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa aplikasi menampilkan objek 3D sesuai dengan penanda setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 96,8% dari tanggapan pengguna aplikasi.

6. Apakah aplikasi memberikan petunjuk penggunaan dengan jelas?

Tabel 8. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-6

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
6	Sangat Setuju	5	9	45	$P = (108/125) * 100$ $= 86,4\%$
	Setuju	4	15	60	
	Netral	3	1	3	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	108	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju jika aplikasi memberikan petunjuk penggunaan dengan jelas setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 86,4% dari tanggapan pengguna aplikasi.

7. Apakah aplikasi menyediakan materi rambu lalu lintas dengan jelas?

Tabel 9. Perhitungan Persentase Pertanyaan Ke-7

Pertanyaan	Keterangan	Skor	Frekuensi	S	Hasil
7	Sangat Setuju	5	14	70	$P = (113/125) * 100$ $= 90,4\%$
	Setuju	4	10	40	
	Netral	3	1	3	
	Tidak Setuju	2	0	0	
	Sangat Tidak Setuju	1	0	0	
Jumlah			25	113	

Dari persentase nilai yang disebutkan di atas, bisa diperoleh kesimpulan pengguna sangat setuju bahwa aplikasi menyediakan materi rambu lalu lintas dengan jelas setelah pengguna mencoba aplikasi tersebut. Hal ini terlihat dari hasil skala *Likert* yang mencapai 90,4% dari tanggapan pengguna aplikasi.

Dari data yang tertera pada tabel pernyataan yang diisi oleh responden, dilakukan perhitungan rata-rata secara keseluruhan. Hasil dari pengolahan kuesioner dengan perhitungan rata-rata ditampilkan dalam Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Pengolahan Skala

No Pertanyaan	Nilai Persentase	Keterangan
1	89,6%	Sangat Setuju
2	91,2%	Sangat Setuju
3	88%	Sangat Setuju
4	90,4%	Sangat Setuju
5	96,8%	Sangat Setuju
6	86,4%	Sangat Setuju
7	90,4%	Sangat Setuju
Rata-Rata	90,4%	Sangat Setuju

Berdasarkan hasil dari Tabel 10 hasil perhitungan secara keseluruhan pengolahan kuesioner berjumlah 7 pertanyaan dengan 25 responden didapat total persentase adalah 632,8%, dan diperoleh rata-rata nilai persentase yaitu 90,4%. Berdasarkan pengujian *beta*, didapatkan hasil persentase 90,4%, sehingga aplikasi dinilai sangat baik dan dapat diimplementasikan.

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Aplikasi *Augmented Reality* berbasis *Android* yang telah dikembangkan dapat digunakan, berfungsi, dan menampilkan objek virtual rambu lalu lintas beserta penjelasannya dengan baik. Hal ini diperkuat oleh rata-rata persentase penilaian responden terkait fungsionalitas aplikasi, yang mencapai 90,4%.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis ajukan terhadap penelitian agar dapat lebih baik lagi, yaitu:

1. Aplikasi yang telah dikembangkan secara eksklusif berfungsi pada sistem operasi *Android*, sehingga disarankan agar aplikasi yang dibangun kedepannya dapat berjalan pada sistem operasi lainnya.
2. Menambahkan pilihan bahasa yang digunakan pada aplikasi.
3. Objek virtual yang ditampilkan tidak hanya rambu, namun sekaligus objek lain yang dapat mendukung arti rambu yang muncul ketika *marker* dipindai.

Referensi

- [1] Korps Lalu Lintas Polri, "JUMLAH DATA KENDARAAN PER POLDA," *Electronic Registration Identification*, 2023. <http://rc.korlantas.polri.go.id:8900/eri2017/laprekappolda.php> (accessed Jul. 03, 2023).
- [2] Pusiknas, "STATISTIKA LAKA LANTAS," *Pusat Informasi Kriminal Nasional*, 2021. https://pusiknas.polri.go.id/laka_lantas (accessed Aug. 24, 2023).
- [3] B. R. Momintan, E. Darwiyanto, and J. H. Husen, "Pemodelan User Interface Aplikasi Pengenalan Rambu Lalu Lintas dengan Augmented Reality berdasarkan User Experience untuk Anak Usia Dini," *e-Proceeding Eng.*, vol. Vol.6, No., no. 2, pp. 9267–9277, 2019.
- [4] S. Sadya, "Pengguna Smartphone Indonesia Terbesar Keempat Dunia pada 2022," *Data Indonesia*, 2023. <https://dataindonesia.id/digital/detail/pengguna-smartphone-indonesia-terbesar-keempat-dunia-pada-2022> (accessed Jul. 16, 2023).
- [5] A. Sarkar, A. Goyal, D. Hicks, D. Sarkar, and S. Hazra, "ANDROID APPLICATION DEVELOPMENT: A BRIEF OVERVIEW OF ANDROID PLATFORMS AND EVOLUTION OF SECURITY SYSTEMS," *Proc. Third Int. Conf. I-SMAC*, pp. 73–79, 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9243441/>
- [6] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas," 2014.
- [7] R. Putra, A. Erlansari, and D. Andreswari, "Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Media Pembelajaran Rambu Lalu Lintas Pada Anak Usia Dini Dengan Metode Marker Based," *Rekursif*, vol. 8, no. 1, pp. 71–80, 2020.
- [8] J. M. Christoffel, V. Tulenan, and R. Sengkey, "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode User Defined Target," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 3, pp. 349–356, 2019.

- [9] D. P. Rohe, "An Optical Test Simulator Based on the Open-Source Blender Software," *Sandia Natl. Lab.(SNL-NM)*, pp. 1–23, 2019, [Online]. Available: <https://docs.blender.org/>
- [10] H. Faizah and N. Fathonah, "Pelatihan Pendesainan Spanduk dengan Memanfaatkan Software CorelDraw sebagai Bekal Berwirausaha bagi Pemuda Karang Taruna Se-Kecamatan Gondang," *JPP IPTEK (Jurnal Pengabd. dan Penerapan IPTEK)*, vol. 3, no. 2, pp. 75–82, 2019, doi: 10.31284/j.jpp-iptek.2019.v3i2.694.