

**PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA  
KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *VIRTUAL REALITY*  
PADA ALAT UJI *SMOKE TESTER* DAN *GAS ANALYZER***

**KERTAS KERJA WAJIB**



**DISUSUN OLEH :**

**ADI PAMUNGKAS**  
**2201002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI  
TABANAN  
2025**

**PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA  
KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *VIRTUAL REALITY*  
PADA ALAT UJI *SMOKE TESTER* DAN *GAS ANALYZER***

**KERTAS KERJA WAJIB**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif  
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Teknik



**DISUSUN OLEH :**

**ADI PAMUNGKAS**

**2201002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

**TABANAN**

**2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
KERTAS KERJA WAJIB**

**PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN  
BERMOTOR BERBASIS VIRTUAL REALITY PADA ALAT UJI SMOKE  
TESTER, GAS ANALIZER, DAN HEADLIGHT TESTER**

Disusun Oleh :

**ADI PAMUNGKAS**  
**2201002**

Disetujui untuk diajukan pada  
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib  
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

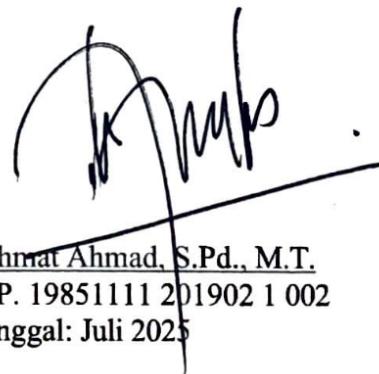
Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II



Yusime Fitasari, S.T., M.Si  
NIP. 19910314 201012 2 001  
Tanggal: Juli 2025



Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T.  
NIP. 19851111 201902 1 002  
Tanggal: Juli 2025

Ditetapkan di : Tabanan

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**KERTAS KERJA WAJIB**  
**PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN**  
**BERMOTOR BERBASIS *VIRTUAL REALITY* PADA ALAT UJI *SMOKE***  
***TESTER* DAN *GAS ANALYZER***

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

**ADI PAMUNGKAS**  
**2201002**

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI**  
**PADA TANGGAL, JULI 2025**  
**DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**Tim Penguji**



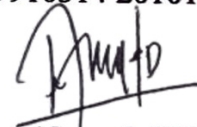
**Adrian Pradana, S.T., M.Si.**  
NIP. 19900130 201012 1 005



**Yusime Fitasari, S.T., M.Si**  
NIP. 19910314 201012 2 001



**Surya Aji Ermanto, M.Si**  
NIP. 19910207 201902 1 002



**Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T.**  
NIP. 19851111 201902 1 002

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI**  
**DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF**



**Adrian Pradana, S.T., M.Si.**  
NIP. 199001302010121005

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Adi Pamungkas, Notar. 2201002, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/ Tugas Akhir dengan judul **“Prototype Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis Virtual Reality Pada Alat Uji Smoke Tester, Gas Analyzer, Dan Headlight Tester”** merupakan karya asli. Seluruh ide di dalam Kertas Kerja Wajib ini adalah hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka, Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja wajib yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 01 Juli 2025

Penulis,



**ADI PAMUNGKAS**

Notar. 2201002

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

**“Kesuksesan bukan milik mereka yang pintar, tetapi milik mereka yang mau berusaha dengan sungguh-sungguh”**

### PESRSEMBAHAN

Dengan segenap rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, kasih, dan kekuatan yang telah dilimpahkan, saya mempersembahkan karya ini kepada:

**Ayah dan Ibu tercinta**, yang tak henti memberikan doa, dukungan, dan cinta tanpa syarat dalam setiap langkah hidup saya.

**Saudara dan adik saya**, yang menjadi sahabat, motivator, sekaligus pengingat untuk terus berjuang dan menjadi lebih baik.

**Seluruh dosen, instruktur, dan pembimbing** di Politeknik Transportasi Darat Bali, yang dengan sabar dan ikhlas menuntun saya dalam proses belajar dan bertumbuh.

Dan yang tak kalah penting, untuk diri saya sendiri-terima kasih telah terus berjalan, meski lelah; tetap berusaha, meski sulit; dan tak pernah berhenti percaya bahwa setiap perjuangan akan membuahkan hasil.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia yang maha kuasa, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul " PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *VIRTUAL REALITY* PADA ALAT UJI *SMOKE TESTER* DAN *GAS ANALYZER*" dapat diselesaikan. Dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mendukung dan memberikan motivasi.
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
3. Bapak Adrian Pradana, A.Ma.PKB., S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali;
4. Ibu Yusime Fitasari, S.T., M.Si. selaku Dosen pembimbing 1;
5. Bapak Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T. selaku Dosen pembimbing 2;
6. Seluruh Dosen dan karyawan/ karyawanati Politeknik Transportasi Darat Bali;

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan berharap adanya saran, masukan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi pembaca.

Tabanan, 20 Juli 2025

Penulis,



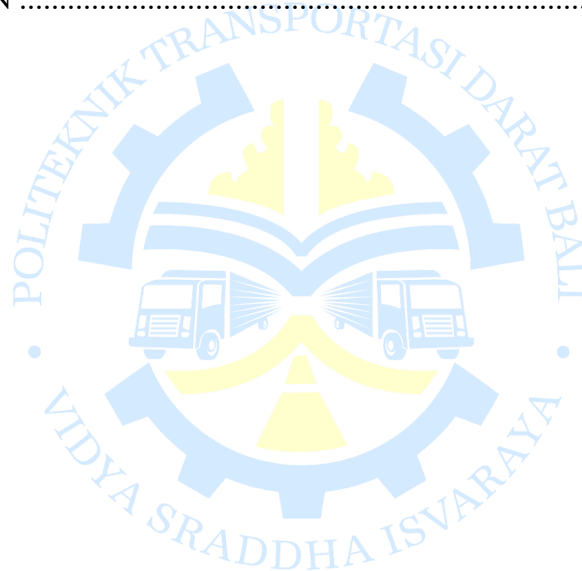
**ADI PAMUNGKAS**

Notar. 2201002

## DAFTAR ISI

MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
INTISARI .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xiii</i>
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II GAMBARAN UMUM .....	4
2.1 Kondisi Wilayah .....	4
2.2 Kondisi Objek .....	4
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	7
3.1 Media Pembelajaran Digital.....	7
3.2 Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor .....	8
3.3 <i>Smoke Tester</i> .....	9
3.4 <i>Gas Analyzer</i> .....	9
3.5 Virtual Reality (VR) .....	10
3.6 <i>Unity</i> .....	11
3.7 <i>SketchUp</i> .....	12
3.8 Penelitian Terdahulu .....	14
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	17
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data .....	17

4.2 Metode Penelitian .....	20
4.3 Metode Analisis Data.....	32
4.4 Bagan Alir Penelitian.....	34
4.5 <i>Timeline</i> Kegiatan .....	39
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
5.1 Deskripsi Hasil Pengembangan .....	40
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
6.1 Kesimpulan .....	50
6.2 Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN .....	55



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penelitian terdahulu.....	14
Tabel 4.1 Angket lembar validitas aspek media .....	18
Tabel 4.2 Angket lembar validitas aspek materi.....	19
Tabel 4.3 Angket penilaian media pembelajaran oleh pengguna .....	19
Tabel 4.4 Pengujian <i>black box testing</i> .....	32
Tabel 4.5 Lima jawaban skala likert .....	33
Tabel 4.6 Interpretasi persentase kelayakan media.....	34
Tabel 4.7 <i>Timeline</i> kegiatan .....	39
Tabel 5. 1 Hasil uji Black box testing.....	44

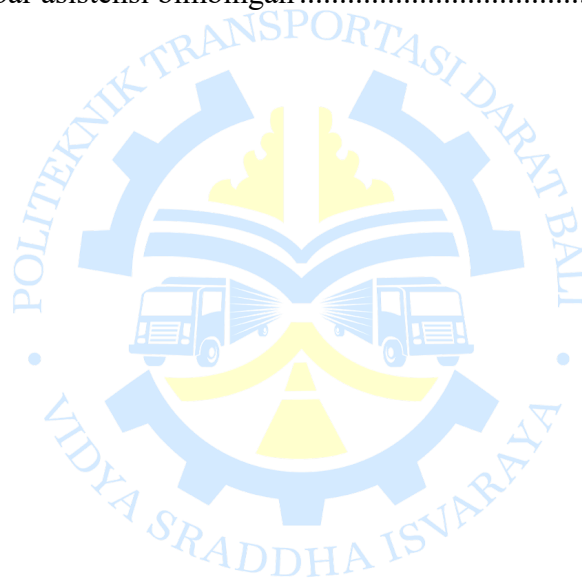


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Politeknik Transportasi Darat Bali Kampus 1 Gianyar.....	4
Gambar 2. Layout gedung uji Poltrada Bali Kampus 1 Gianyar .....	5
Gambar 3. Ambang batas kegelapan asap.....	9
Gambar 4. Ambang batas .....	10
Gambar 5. Model pengembangan ADDIE.....	21
Gambar 6. Usecase diagram.....	23
Gambar 7. <i>Activity</i> diagram proses simulasi .....	24
Gambar 8. <i>Activity</i> diagram penggunaan alat uji .....	25
Gambar 9. <i>Activity</i> diagram interaksi langsung .....	25
Gambar 10. <i>Activity</i> diagram tahap akhir.....	26
Gambar 11. Desain <i>smoke tester</i> .....	27
Gambar 12. Desain <i>gas analyzer</i> .....	27
Gambar 13. Impor desain.....	28
Gambar 14. Penambahan script.....	29
Gambar 15. Penambahan <i>scenes</i> .....	30
Gambar 16. Pelaksanaan build dan run.....	30
Gambar 17. Bagan alir penelitian.....	35
Gambar 18. Kegiatan wawancara .....	40
Gambar 19. Proses validasi kebutuhan media pembelajaran .....	41
Gambar 20. Proses design alat uji <i>Gaz Analyzer</i> .....	43
Gambar 21. Proses validasi ahli materi.....	47
Gambar 22. Diagram validasi ahlli materi .....	47
Gambar 23. Proses pengambilan data .....	48
Gambar 24. Uji coba oleh pengguna.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar validasi ahli media.....	55
Lampiran 2. Perhitungan validasi ahli media.....	57
Lampiran 3. Portofolio ahli media .....	58
Lampiran 4. Lembar validasi ahli materi .....	61
Lampiran 5. Perhitungan validasi ahli materi .....	64
Lampiran 6. Hasil penilaian pengguna.....	65
Lampiran 7. Perhitungan kelayakan oleh pengguna .....	66
Lampiran 8. Dokumentasi kegiatan .....	67
Lampiran 9. Lembar asistensi bimbingan.....	70



## INTISARI

# PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *VIRTUAL REALITY* PADA ALAT UJI *SMOKE TESTER* DAN *GAS ANALYZER*

Oleh

ADI PAMUNGKAS  
2201002

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran digital berbasis *Virtual Reality* (VR) guna membantu mahasiswa memahami proses pengujian berkala kendaraan bermotor, khususnya pada alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE yang mencakup tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Media ini dirancang melalui *platform Unity* dan dimodelkan secara 3D dengan *SketchUp* agar menyerupai kondisi nyata, dengan proses pengujian *black box*. Validasi kelayakan dilakukan oleh ahli materi dan ahli media dengan hasil masing-masing sebesar 94% dan 78%, yang tergolong dalam kategori “Sangat Layak” dan “Layak”. Uji coba pada 25 mahasiswa Program Studi Teknologi Otomotif menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 89,6%, yang menandakan media ini sangat mendukung proses pembelajaran. Dengan pendekatan simulasi interaktif dalam lingkungan VR, aplikasi ini tidak hanya membantu visualisasi prosedur pengujian, tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan pemahaman pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran ini mampu mengatasi keterbatasan metode konvensional dan menjadi solusi inovatif dalam pengajaran teknis di bidang otomotif.

**Kata Kunci:** *Virtual Reality, Smoke Tester, Gas Analyzer, Pengujian Berkala, Media Pembelajaran Digital, ADDIE, Unity.*

## **ABSTRACT**

### ***Prototype Simulation of Periodic Motor Vehicle Inspection Using Virtual Reality on Smoke tester and Gas Analyzer***

*By*

ADI PAMUNGKAS  
2201002

*This study aims to develop a digital learning media based on Virtual Reality (VR) to support students' understanding of periodic motor vehicle inspection, specifically using the smoke tester and gas analyzer tools. The development follows the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The media is built using the Unity platform, with 3D modeling created in SketchUp to simulate real-world conditions. Expert validation resulted in a feasibility score of 94% from content experts and 78% from media experts, indicating the application is in the "Very Feasible" and "Feasible" categories respectively. Field testing with 25 students from the Automotive Engineering Study Program resulted in a user feasibility score of 89.6%, confirming the application's strong support for the learning process. By offering an interactive simulation in a VR environment, the application enhances visualization of testing procedures while increasing student engagement and comprehension. The findings suggest that this media effectively addresses the limitations of conventional teaching methods and provides an innovative solution for technical education in the automotive field.*

**Keywords:** *Virtual Reality, Smoke Tester, Gas Analyzer, Periodic Vehicle Inspection, Digital Learning Media, ADDIE, Unity.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kendaraan merupakan alat transportasi di jalan yang mencakup kendaraan bermotor maupun tidak bermotor. Aspek keselamatan dalam transportasi memegang peranan penting untuk mendukung kelancaran mobilitas masyarakat. Sehubungan dengan hal tersebut, semua kendaraan bermotor diwajibkan memenuhi standar kelayakan teknis dan keselamatan jalan sesuai ketentuan Undang-Undang No. 22 Tahun 2009. Pemenuhan persyaratan ini dilakukan melalui pemeriksaan rutin yang wajib diikuti oleh kendaraan bermotor.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan RI No. 19 Tahun 2021 tentang Uji Berkala Kendaraan Bermotor, pemeriksaan rutin ini bertujuan untuk menjamin bahwa kendaraan memenuhi kriteria keselamatan teknis, berkontribusi pada perlindungan lingkungan dengan meminimalkan polusi dari aktivitas kendaraan, serta meningkatkan kualitas pelayanan publik. Kegiatan pengujian ini mengacu pada ketentuan Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012, yang menyatakan bahwa kendaraan bermotor wajib uji mencakup berbagai jenis, seperti mobil penumpang, kendaraan angkutan barang, bus, kereta gandengan, dan kereta tempelan. Salah satu komponen krusial dalam pemeriksaan ini adalah uji emisi gas buang, yang berperan penting dalam menilai kelayakan kendaraan sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Pengoperasian alat ini membutuhkan keahlian khusus guna memastikan hasil pengukuran yang presisi dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

Saat ini, metode pelatihan dan pembelajaran mengenai pengujian dengan *Smoke tester* dan *gas analyzer* masih bersifat konvensional, seperti pelatihan langsung di lapangan dan penggunaan buku panduan. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan seperti, biaya operasional tinggi, serta risiko kesalahan akibat kurangnya pengalaman dalam mengoperasikan alat dengan benar. Seiring dengan perkembangan teknologi, *Virtual Reality (VR)* alternatif yang inovatif dalam dunia pendidikan. *VR* membuat manusia merasakan berbagai hal *virtual* menjadi terasa nyata. Pengguna dapat merasakan situasi nyata dalam dunia *virtual*

yang interaktif, tanpa harus berhadapan langsung dengan alat uji yang sebenarnya. Berdasarkan alasan tersebut, penulis mengambil penulisan kertas kerja wajib berjudul **“PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS VR PADA ALAT UJI *SMOKE TESTER* DAN *GAS ANALYZER*”** Diharapkan, inovasi ini tidak hanya menjadi solusi atas keterbatasan metode pelatihan konvensional, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kompetensi di bidang pengujian berkala kendaraan bermotor. Melalui media ini, pengguna dapat mempelajari langkah-langkah pengujian berkala secara visual yang relatif aman, interaktif dan menarik, serta dapat meningkatkan pengetahuan pengujian berkala khususnya alat uji *smoke tester*, dan *gas analyzer* sehingga mendukung terwujudnya keselamatan jalan raya, kelestarian lingkungan, dan pelayanan umum yang lebih baik bagi masyarakat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berlandaskan latar belakang yang peneliti merumuskan permasalahan yaitu dibawah ini :

1. Bagaimana merancang media pembelajaran digital yang interaktif untuk pengujian berkala khususnya alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*?
2. Bagaimana tingkat kelayakan aplikasi pembelajaran digital untuk pembelajaran pengujian berkala khususnya alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berlandaskan latar belakang yang peneliti merumuskan permasalahan dibawah ini:

1. Merancang media pembelajaran digital yang interaktif pengujian berkala khususnya alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.
2. Mengukur tingkat kelayakan aplikasi pembelajaran digital untuk pembelajaran pengujian berkala khususnya alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh pada penulisan Kertas Kerja Wajib ini yaitu:

1. Menghasilkan media pembelajaran digital untuk pengujian berkala kendaraan bermotor pada alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.
2. Meningkatkan variasi pembelajaran melalui *virtual reality* yang interaktif.

#### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan Kertas Kerja Wajib ini yaitu :

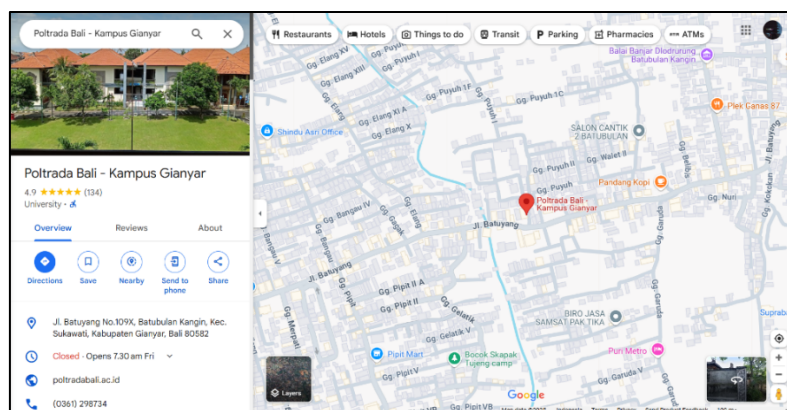
1. Media pembelajaran digital ini dikembangkan khusus untuk perangkat berbasis *VR meta oculus 2*.
2. Mencakup metode pengujian berkala khusus alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.
3. Menggunakan aplikasi Unity 2022.3.62f1 dalam pengembangan media.
4. Media ini dirancang untuk beroperasi menggunakan dukungan laptop atau *PC*.
5. Penelitian ini melibatkan 25 mahasiswa Teknologi Otomotif semester IV yang telah memperoleh mata kuliah teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor sebagai responden uji coba aplikasi.

## BAB II

### GAMBARAN UMUM

#### 2.1 Kondisi Wilayah

Penelitian dilaksanakan di Politeknik Transportasi Darat Bali yang beralamat di Jl. Batuyang 109x Batubulan, Sukawati, Gianyar, Bali. Politeknik Transportasi Darat Bali yang disingkat POLTRADA BALI adalah sebuah perguruan tinggi kedinasan yang terletak di Kabupaten Gianyar, Bali dan Kabupaten Tabanan, Bali di bidang transportasi darat, lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.

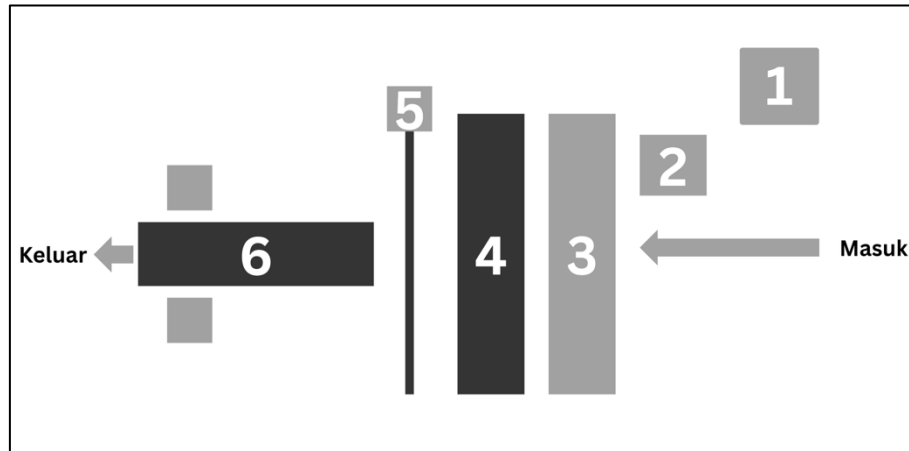


(Sumber : Google Maps)

**Gambar 1.** Peta Lokasi Politeknik Transportasi Darat Bali Kampus 1 Gianyar

#### 2.2 Kondisi Objek

Poltrada Bali mempunyai Gedung Uji khusus digunakan untuk pelatihan dan pengujian berkala kendaraan bermotor. Gedung ini dilengkapi dengan peralatan standar yang diperlukan untuk melakukan pengujian teknis kendaraan, seperti alat uji emisi, alat uji rem, alat uji lampu, dan berbagai perangkat lain yang mendukung proses pengujian berkala kendaraan bermotor. Berikut *layout* Gedung uji pada Poltrada Bali yang berada pada kampus 1 Gianyar dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** *Layout* gedung uji Poltrada Bali Kampus 1 Gianyar

Keterangan :

1. Alat uji sisa asap pembakaran (*CO, HC tester* dan *Smoke tester*);
2. Alat uji kincup roda depan (*Side slip Tester*);
3. Alat uji efisiensi rem utama (*Brake Tester*);
4. Alat uji akurasi penunjuk kecepatan (*Speedometer Tester*);
5. Alat uji daya pancar lampu utama (*Headlight tester*);
6. Kolong uji dan *axle play detector*.

Poltrada Bali saat ini sudah menggunakan peralatan uji teknis berdasarkan peraturan yang terbaru Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021 tentang pengujian berkala kendaraan bermotor dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor KP.4404/AJ.502/DRJD/2022 tentang akreditasi unit pelaksana uji kendaraan bermotor dengan peralatan pendukung dan peralatan bantu dalam melaksanakan pengujian. Berikut merupakan peralatan uji berkala yang terdapat pada Poltrada Bali Kampus 1 Gianyar disajikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Data alat uji di Kampus 1 Gianyar

No	Alat Uji	Merk	Tipe/Model
1	<i>Gas Analyzer</i>	Kiyasaka	AET-4000Q
2	<i>Gas Analyzer</i>	Muller Beam	10000 MX
3	<i>Gas Analyzer</i>	Capelec	CAP 3201- 4GAZ
4	<i>Smoke tester</i>	Kiyasaka	DS-4000Q 2
5	<i>Smoke tester</i>	Sukyoung	SY-OM501

No	Alat Uji	Merk	Tipe/Model
6	<i>Smoke tester</i>	Muller Beam	10000 MX
7	<i>Smoke tester</i>	Capelec	CAP 3201- 4GAZ
8	<i>Side Slip</i>	Muller Beam	10000 MX
9	<i>Speedometer Tester</i>	Muller Beam	10000 MX
10	<i>Brake Tester</i>	Muller Beam	10000 MX
11	<i>Axle load meter</i>	Muller Beam	10000 MX
12	<i>Headlight tester</i>	Muller Beam	7700 MX
13	<i>Headlight tester</i>	Muller Beam	764-5
14	<i>Tint Tester</i>	Advanced	<i>Light Transmittance Meter</i>
15	<i>Sound level Meter</i>	TES 53 H	NESM-142
16	Alat Kedalaman Alur Ban	-	-
17	<i>Axle Play Detector</i>	-	-

(Sumber : Inventaris Gedung Uji Poltrada Bali Kampus Gianyar)



## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1 Media Pembelajaran Digital

Media pembelajaran digital adalah suatu bentuk media edukasi yang beroperasi dengan memproses data digital atau menghasilkan tampilan visual berbasis digital. Media ini memiliki karakteristik khusus dimana seluruh konten pembelajarannya dapat divisualisasi, diakses, serta disebarluaskan melalui berbagai perangkat teknologi digital (Lestari, 2023). Media pembelajaran yang berbentuk digital yaitu tampilan audio visual. Menurut sebuah artikel, media pembelajaran dalam format ini dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa (Sitepu, 2021). Media pembelajaran berbasis digital mengacu pada kombinasi antara media pembelajaran dan teknologi digital. Sistem digital memungkinkan penyampaian informasi secara lebih efisien, tanpa terbatas oleh ruang dan waktu (Silmi dan Hamid, 2023). Oleh karena itu, media pembelajaran adalah pesan yang disampaikan dalam bentuk media sehingga orang dapat memahaminya. Media pembelajaran digital adalah pesan yang disampaikan dalam bentuk digital, seperti aplikasi, situs *web*, dan *e-book*.

Pemanfaatan media pembelajaran digital memberikan berbagai keuntungan, antara lain :

1. Pembelajaran digital menawarkan kemudahan akses dan waktu belajar yang dapat disesuaikan, memungkinkan materi dipelajari kapan pun serta di mana pun dengan perangkat yaitu *smartphone*, komputer, maupun tablet. Dengan demikian, siswa dapat menyesuaikan waktu belajar sesuai kebutuhan dan preferensi mereka (Mukhid, 2013).
2. Menyajikan konten yang menarik dan mudah dipahami pemakaian multimedia yaitu video, animasi, gambar, serta audio membuat penyampaian materi lebih interaktif serta tidak membosankan. Pendekatan berikut membantu siswa menyerap informasi dengan lebih baik, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian (Gunawan dan Ritonga, 2019).

3. Evaluasi dan perbaikan secara *real-time* dengan fitur penilaian otomatis, siswa langsung mendapatkan *feedback* atas jawaban mereka. Hal ini memudahkan mereka dalam memperbaiki kesalahan dan meningkatkan pemahaman secara cepat (Sunaryati et al., 2024).
4. Mendorong partisipasi aktif dalam pembelajaran adanya fitur diskusi *online*, kuis, dan permainan edukatif membuat siswa lebih termotivasi untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan belajar (Muflihah dan Puspita, 2024).
5. Lebih efisien dan mengurangi biaya operasional penggunaan bahan ajar digital mengurangi ketergantungan pada buku cetak, sehingga lebih hemat biaya dan ramah lingkungan. Materi yang tersimpan secara digital juga dapat digunakan berulang kali tanpa batas (Akbar et al., 2023).

### **3.2 Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor**

Pengujian kendaraan bermotor adalah serangkaian kegiatan menguji dan atau memeriksa bagian atau komponen Kendaraan Bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan. Pada Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012 kendaraan bermotor wajib uji meliputi mobil penumpang, mobil barang, mobil bus, kereta gandengan, dan kereta tempelan, diwajibkan menjalani pengujian kendaraan bermotor.

Pengujian Persyaratan Laik Jalan dilakukan dengan pengukuran kinerja minimal kendaraan bermotor berdasarkan ambang batas laik jalan dan wajib menggunakan peralatan uji.

1. Emisi gas buang (kecuali kendaraan bermotor listrik baterai);
2. Tingkat kebisingan suara klakson;
3. Kemampuan rem utama dan parkir;
4. Kincup roda depan;
5. Kemampuan pancar dan arah sinar lampu utama;
6. Akurasi *speedometer*;
7. Kedalaman alur ban;
8. Daya tembus cahaya pada kaca.

### 3.3 Smoke Tester

Pengujian emisi gas buang adalah salah satu aspek penting dalam memastikan kelayakan kendaraan serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu alat uji dalam pengujian ini adalah *Smoke tester*, alat yang berfungsi untuk mengukur tingkat opasitas atau kegelapan asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermesin bakar diesel.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, Dan Kategori L. Setiap Orang yang memiliki Kendaraan Bermotor harus memenuhi Baku Mutu Emisi. Untuk kendaraan bermotor berpengerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel) memiliki ambang batas seperti pada gambar berikut:

Berpengerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel)					
Kategori M, Kategori N dan Kategori O					
JBB ≤ 3,5 ton	< 2010			65% HSU	Percepatan bebas
	2010-2021			40% HSU	
	>2021			30% HSU	
GVW > 3,5 ton	< 2010			65% HSU	Percepatan bebas
	2010-2021			40% HSU	
	>2021			35% HSU	

(Sumber : Permen LHK No. 8 Tahun 2023)

**Gambar 3.** Ambang batas kegelapan asap

### 3.4 Gas Analyzer

Pengujian emisi gas buang adalah salah satu aspek penting dalam memastikan kelayakan kendaraan serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu alat uji dalam pengujian ini adalah *Gas analyzer*, alat yang berfungsi untuk mengukur kadar dari proses pembakaran penggerak motor bakar cetus api (bensin) seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), oksigen (O<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC). Kadar dari CO, CO<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub> pada kendaraan bermotor diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L, berikut ambang batasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		Karbon Monoksida (CO)	Hidrokarbon (HC)	Opasitas	
Berpengerak motor bakar cetus api (bensin)					
Kategori M	< 2007	4%	1000ppm		Kondisi diam ( <i>Idle</i> )
	2007-2018	1%	150ppm		
	>2018	0.5%	100ppm		
Kategori N dan Kategori O	< 2007	4%	1100ppm		
	2007-2018	1%	200ppm		
	>2018	0.5%	150ppm		
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode uji	
		Karbon Monoksida (CO)	Hidrokarbon (HC)		
berpengerak penyalaaan cetus api (bensin)					
Sepeda motor 2 langkah	<2010	4.5%	6000ppm	Kondisi diam ( <i>Idle</i> )	
Sepeda motor 4 langkah		5.5%	2200ppm		
Sepeda motor	2010 - 2016	4%	1800ppm		
	> 2016	3%	1000ppm		

(Sumber : Permen LHK No. 8 Tahun 2023)

**Gambar 4.** Ambang batas

### 3.5 Virtual Reality (VR)

*Virtual Reality (VR)* atau realitas *virtual* merupakan sebuah teknologi imersif yang mampu menciptakan simulasi lingkungan digital tiga dimensi. Pengguna yang menggunakan perangkat *VR* akan merasakan pengalaman yang mendalam dan dibawa masuk ke dalam dunia *virtual* tersebut (Imam Thohari et al., 2019). Untuk memasuki dunia ini memerlukan alat penunjang seperti *VR headset*. *VR* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Meta Oculus Quest 2* yang berjalan. Di ini berjalan pada elemen-elemen penting yang terdapat dalam *Virtual Reality*, antara lain:

#### 1. *Virtual world*

Elemen ini merupakan komponen esensial dari suatu lingkungan simulasi digital berbasis komputer, yang dirancang untuk memungkinkan pengguna membentuk representasi *virtual* diri (*avatar*) guna melakukan interaksi dan eksplorasi di dunia maya. Interaksi avatar dikendalikan melalui alur skenario atau naskah digital (*script*) yang telah ditentukan.

#### 2. *Immersion*

Elemen kedua tidak kalah penting yakni membuat pengguna mampu merasakan berbagai sensasi di dalam dunia maya bagaikan yang dirasakan di dunia nyata. *Immersion* terbagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- a. *Metal Immersion*, di mana pengguna bisa merasakan kehidupan yang nyata di dalam dunia *virtual*.
- b. *Physical Immersion*, di mana pengguna bisa merasakan bahwa fisiknya berada di dalam suasana *virtual world*.
- c. *Mentally Immersion*, di mana pengguna merasakan sensasi untuk larut di dalam *virtual world*.

### 3. *Sensory feedback*

Komponen ini berperan dalam mentransmisikan pengalaman dunia *virtual* kepada indra pengguna. Melalui elemen ini, pengguna dapat mengalami persepsi visual, auditori, serta sensasi taktil yang dihasilkan oleh lingkungan *virtual*.

### 4. *Interactivity*

Elemen ini berfungsi sebagai sistem responsif terhadap tindakan maupun keberadaan pengguna, yang dimanifestasikan melalui interaksi dengan objek-objek dalam lingkungan *virtual*.

## 3.6 *Unity*

*Unity* merupakan sebuah mesin pengembangan (*game engine*) dan lingkungan pengembangan terintegrasi yang banyak digunakan untuk menciptakan berbagai jenis aplikasi interaktif, khususnya permainan digital. *Platform* ini menawarkan berbagai fitur canggih yang memungkinkan pengembang membuat konten untuk beragam perangkat secara efisien. (Pradiftha A, 2021). Berikut adalah beberapa komponen utama dan kegunaan dari *Unity*:

### 1. *Game engine*

*Unity* merupakan platform pengembangan perangkat lunak (*game engine*) yang mendukung pembuatan aplikasi interaktif maupun permainan digital dengan berbagai tingkat kompleksitas. Engine ini menyediakan beragam fitur terintegrasi, seperti pemrosesan grafis 2D dan 3D, sistem fisika, animasi, audio, serta komponen lainnya yang menunjang proses pengembangan secara menyeluruh.

## 2. *Editor*

*Unity* menyediakan editor visual yang komprehensif, yang dirancang untuk memfasilitasi pengembang dalam merancang, memodifikasi, dan mengelola proyek secara efisien. Melalui editor ini, pengguna dapat menyusun elemen-elemen seperti objek, *scrip*, serta efek visual dalam antarmuka yang interaktif dan mudah.

## 3. *Cross-Platform Development*

Salah satu keuntungan besar dari *Unity* adalah kemampuannya untuk menargetkan berbagai platform, termasuk *PC*, konsol permainan, ponsel pintar, tablet, *web*, *VR*, dan *AR*. Ini berarti pengembang dapat membuat satu permainan dan mengekspornya ke berbagai *platform* tanpa perlu mengubah banyak kode.

## 4. *Scripting*

*Unity* menggunakan bahasa pemrograman *C#* untuk scripting. Ini memberikan fleksibilitas dan kekuatan kepada pengembang untuk membuat logika permainan, mengontrol perilaku objek, dan berinteraksi dengan komponen lain dari permainan.

## 5. *Kemampuan Visualisasi*

Selain untuk pembuatan permainan, *Unity* juga digunakan untuk visualisasi 3D dalam berbagai bidang seperti arsitektur, desain produk, dan simulasi. Ini memungkinkan pengguna untuk membuat presentasi interaktif dari model 3D mereka.

### 3.7 *SketchUp*

*SketchUp* adalah perangkat lunak pemodelan tiga dimensi yang dikembangkan khusus untuk memenuhi kebutuhan berbagai profesi kreatif dan teknis. Berbeda dengan program *CAD* 3D konvensional yang kompleks, *SketchUp* menawarkan pendekatan yang lebih mudah dipahami dan digunakan. (WT Bhirawa, 2021) Berikut adalah keunggulan *SketchUp*:

#### 1. Antarmuka pengguna *user friendly*

Salah satu daya tarik utama *SketchUp* adalah antarmuka pengguna yang

ramah pengguna dan mudah dipahami. Ini memungkinkan pengguna, terlepas dari tingkat keahlian mereka, untuk dengan cepat membuat desain 3D tanpa belajar kurva pembelajaran yang curam.

2. Fleksibilitas dalam desain arsitektur

*SketchUp* sebagai alat yang sangat berguna dalam merancang dan memvisualisasikan proyek arsitektur. Kemampuan untuk membuat model bangunan secara realistis memungkinkan para profesional merancang dengan akurasi yang tinggi sebelum memulai konstruksi.

3. Didukung ekosistem berkembang

Dengan dukungan komunitas pengguna yang besar, *SketchUp* memiliki ekosistem yang berkembang dengan tambahan *plugin* dan *ekstensi*. Ini memberikan pengguna kemampuan untuk menyesuaikan pengalaman mereka dan menambahkan fungsionalitas tambahan sesuai kebutuhan.

4. Kemudahan berbagi dan kolaborasi

*SketchUp* memungkinkan pengguna untuk dengan mudah berbagi desain mereka dengan orang lain dan bahkan berkolaborasi secara *real-time*. Fitur-fitur ini memfasilitasi kerja tim di seluruh dunia dan mengubah cara desainer bekerja bersama.

### 3.8 Penelitian Terdahulu

**Tabel 3.1** Penelitian terdahulu

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1	(Hadi et al., 2023)	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif	Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran berbasis aplikasi Android untuk mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif menggunakan platform Unity Metode pengembangan menggunakan model <i>ADDIE</i> . Aplikasi ini terbukti efektif sebagai solusi pembelajaran fleksibel dan mudah diakses.	Penelitian sebelumnya berfokus pada pengembangan media pembelajaran yang praktis, dengan tujuan utama memudahkan akses dan penggunaan dalam proses belajar mengajar. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh penulis memiliki tujuan yang lebih spesifik, yaitu menciptakan aplikasi pembelajaran digital yang tidak hanya praktis tetapi juga valid dan layak berdasarkan penilaian ahli. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengutamakan kepraktisan, tetapi juga menekankan keandalan dan kelayakan produk sebagai media pembelajaran yang efektif.

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
2	(Budiyanto et al., 2020)	Media Pembelajaran Engine Tune-Up Teknik Kendaraan Ringan Kelas XI SMK N Jumo Temanggung	Hasil penilaian dari peserta didik jurusan Teknik Kendaraan Ringan kelas XI di SMK N Jumo Temanggung menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android ini memenuhi kriteria kelayakan dan keefektifan. Media ini terbukti mampu memfasilitasi pengajaran materi <i>Engine Tune-Up</i> oleh guru secara lebih menarik serta meningkatkan pemahaman belajar siswa	Penelitian sebelumnya menggunakan <i>Multimedia Development Life Cycle (MDLC)</i> sebagai model pengembangan, yang secara khusus dirancang untuk pembuatan produk multimedia. Model ini bersifat linear dan berorientasi pada penyelesaian produk multimedia dengan pendekatan teknis. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan pendekatan <i>Research and Development (R&amp;D)</i> dengan model <i>ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)</i> . Model ini lebih bersifat iteratif dan evaluatif, memungkinkan revisi di setiap tahapannya untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
3	(Jatmoko et al., 2020)	Rancang bangun media pembelajaran <i>edo</i> ( <i>automotif education</i> ) terintegrasi dengan operasi android pada mata kuliah teknologi motor bensin	Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berbasis Android bernama <i>EDO</i> untuk mata kuliah Teknologi Motor Bensin. Metode <i>R&amp;D</i> dengan uji coba pada mahasiswa menunjukkan hasil validasi 77% (ahli materi) dan 84% (ahli media), serta kelayakan pengguna 78-80%. Simpulannya, <i>EDO</i> efektif sebagai media pembelajaran berbasis Android.	Penelitian sebelumnya mengembangkan aplikasi pembelajaran yang hanya berfokus pada penyampaian materi tanpa dilengkapi mekanisme evaluasi pembelajaran. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam mengukur pemahaman dan efektivitas belajar pengguna. Sementara itu, penelitian yang dilakukan penulis melakukan penyempurnaan signifikan dengan mengintegrasikan fitur kuis interaktif sebagai alat evaluasi hasil belajar.
4	(Chumbara et al., 2024)	Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Otomotif dan Pengenalan Komponen pada Mesin Mobil Berbasis Android	Diharapkan bahwa aplikasi ini dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa tentang materi otomotif. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat menjadi referensi bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih canggih berbasis teknologi.	Penelitian ini menggunakan pemrograman visual berbasis blok, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang memakai bahasa Dart. Pendekatan baru ini lebih mudah digunakan (tanpa perlu keahlian <i>coding</i> khusus), lebih cepat dalam pengembangan, dan lebih cocok untuk tujuan pendidikan. Keunggulan utamanya adalah memungkinkan siapa saja untuk membuat dan menyesuaikan aplikasi pembelajaran sesuai kebutuhan.