

PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS VIRTUAL REALITY PADA ALAT UJI SMOKE.pdf

by ITentix Plagiarism

Submission date: 13-Aug-2025 04:14AM (UTC-0700)

Submission ID: 2729013298

File name:

PROTOTYPE_SIMULASI_PENGUJIAN_BERKALA_KENDARAAN_BERMOTOR_BERBASIS_VIRTUAL_REALITY_PADA_ALAT_UJI_SMOKE.pdf
(11.55M)

Word count: 11002

Character count: 72972

**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

⁷PROGRAM 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

7
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

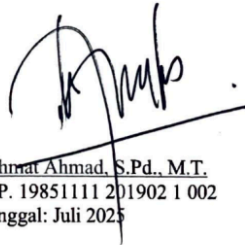
Menyetujui

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 :

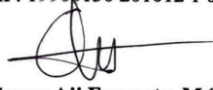
ADI PAMUNGKAS
2201002

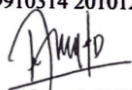
TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL, JULI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

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 ⁷ 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/ karyawan 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,

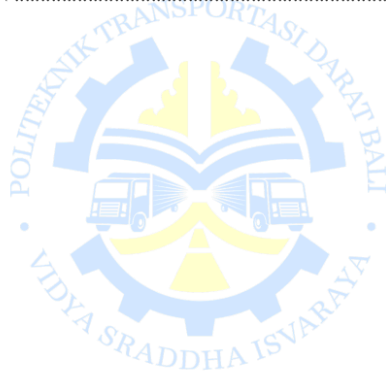


ADI PAMUNGKAS
Notar. 2201002

DAFTAR ISI

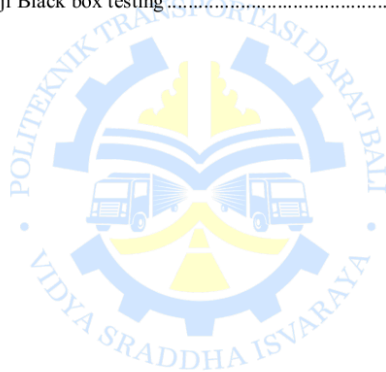
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
8 KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II GAMBARAN UMUM	4
2.1 Kondisi 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 ahli 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 :

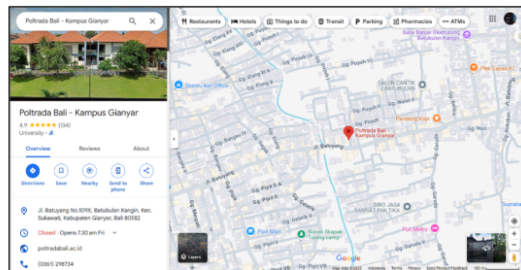
1. Media pembelajaran digital ini dikembangkan khusus untuk perangkat berbasis *VR meta oculus 2*.
2. Mencakup metode pengujian berkala khusus alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.
3. Menggunakan aplikasi Unity 2022.3.62f1 dalam pengembangan media.
4. Media ini dirancang untuk beroperasi menggunakan 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.

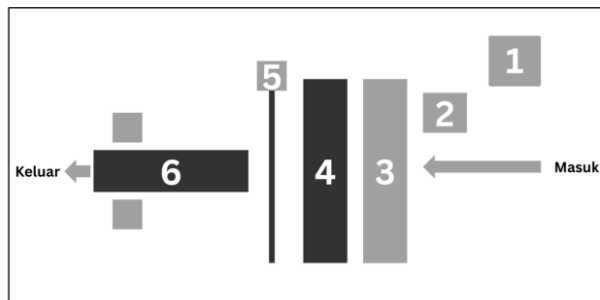


(Sumber : Google Maps)

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>	Sukyong	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 (Mufliah 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	
	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 (CO₂), oksigen (O₂), dan hidrokarbon (HC). Kadar dari CO, CO₂, dan O₂ 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%	100ppm		Kondisi diam (<i>Idle</i>)
	2007-2018	1%	150ppm		
	>2018	0,5%	100ppm		
Kategori N dan Kategori O	< 2007	4%	1100ppm		Kondisi diam (<i>Idle</i>)
	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 langkah	2		4,5%	6000ppm	Kondisi diam (<i>Idle</i>)
Sepeda motor langkah	4	<2010	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 mengeksponnya 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 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	(Budyanto 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&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&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.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber data

Sumber data merujuk pada subjek atau objek yang menyediakan informasi untuk dikumpulkan dalam suatu penelitian (Sinaga et al., 2020). Secara sederhana, sumber data adalah bahan informasi yang dipakai penulis dalam mendapatkan jawaban atas pertanyaan penelitian. Dalam studi berikut, penulis memanfaatkan dua jenis sumber data, yakni data primer serta data sekunder.

a. Data primer

Data primer mengarah terhadap informasi asli yang dikumpulkan langsung dari sumber pertama melalui berbagai teknik pengamatan lapangan, termasuk observasi langsung (Siregar et al., 2022) Data ini bersumber dari narasumber utama yang memberikan informasi baik melalui verbal maupun perilaku nyata (Fikma et al., 2021). Dalam studi ini, pengumpulan data primer dilakukan melalui teknik observasi di Politeknik Transportasi Darat Bali serta penyebaran kuesioner kepada mahasiswa semester IV prodi D-III Teknologi Otomotif.

b. Data sekunder

Data sekunder, sebagaimana dijelaskan oleh (Harahap dan Tirtayasa, 2020), merujuk pada informasi yang diperoleh dari bahan-bahan referensi seperti buku dan sumber dokumen terkait penelitian. Dalam konteks penelitian ini, data sekunder bersumber pada kajian literatur, jurnal-jurnal ilmiah, serta *website* resmi yang kredibel.

2. Teknik pengumpulan data

Teknik yang dipakai dalam pengumpulan data terkait angket dengan skala Likert serta angket terbuka.

a. Instrumen studi lapangan

Pada tahap analisis, dilakukan pengamatan lapangan untuk memperoleh informasi menyeluruh mengenai kebutuhan pengembangan

aplikasi. Selanjutnya peneliti melakukan observasi dengan berdasar pengalaman yang di dapat pada kondisi lapangan di Politeknik Transportasi Darat Bali. Observasi digunakan untuk menganalisis masalah pembelajaran pengujian kendaraan bermotor alat uji kendaraan bermotor

b. Instrumen validasi media dan validasi materi oleh para ahli

Data tentang validasi konten, validasi media, serta validasi materi dikumpulkan melalui angket skala Likert. Indikator penilaian validitas aspek media mencakup sejauh mana media pembelajaran yang digunakan memenuhi kriteria kelayakan secara teknis, tampilan dan visual, berikut merupakan indikator penilaian validitas aspek media pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Angket lembar validitas aspek media

No	Indikator
1	Komposisi pewarnaan yang digunakan
2	Penataan tampilan / <i>layout</i>
3	Sistematika penyajian materi
4	Keterbacaan teks
5	<i>Icon</i> navigasi yang digunakan
6	Tata letak <i>icon</i> navigasi
7	Memiliki daya tarik
8	Kelancaran pengoperasian
9	Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan
10	Kesesuaian ukuran media

(Sumber : Rahmawati, 2014)

Indikator penilaian validitas aspek materi mencakup kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran, keakuratan konsep yang disampaikan, keterkinian informasi yang disajikan, serta relevansinya terhadap kebutuhan peserta didik. Penilaian ini bertujuan untuk memastikan bahwa materi mampu mendukung tercapainya kompetensi yang diharapkan. Indikator-indikator tersebut dirangkum secara sistematis pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Angket lembar validitas aspek materi

No	Indikator
1	Media relevan dengan tujuan pembelajaran
2	Kesesuaian materi
3	Materi mencakup komponen-komponen
4	Materi sesuai dengan standar teknis
5	Media dapat dijadikan sumber pembelajaran awal
6	Materi memuat prosedur penggunaan
7	Ketepatan tata cara penggunaan
8	Ketepatan penulisan
9	Ketepatan penggunaan tanda baca
10	Tingkat keluasaan materi

(Sumber : Nurhaliza, 2023)

c. Instrumen evaluasi pengguna

Aplikasi akan diuji lebih lanjut oleh mahasiswa dalam skala besar. Hal ini merupakan bagian penting dalam penelitian untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap media aplikasi yang dikembangkan. Instrumen evaluasi pengguna ini menggunakan angket dengan kisi-kisi seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Angket penilaian media pembelajaran oleh pengguna

No	Aspek Penilaian	Indikator
1	Kesesuaian Materi	Materi yang disajikan relevan dengan topik pengujian kendaraan bermotor alat uji kendaraan bermotor.
2	Kejelasan Penyampaian	Media pembelajaran mudah dipahami dan informatif.
3	Kualitas Visual	Tampilan media menarik dan mendukung pemahaman.
4	Kemudahan	Media dapat dioperasikan/digunakan dengan mudah tanpa

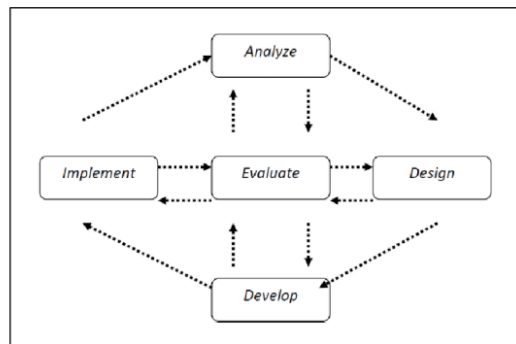
No	Aspek Penilaian	Indikator
	Penggunaan	kesulitan
5	Manfaat Praktis	Media memberikan manfaat langsung dalam proses pembelajaran pengujian berkala pada alat uji

4.2 Metode Penelitian

Penelitian berikut menggunakan metode *Research and Development (R&D)* sebagai kerangka pengembangan produk. Pendekatan ini dipilih disebabkan relevansinya dengan tujuan penelitian dalam menciptakan dan mengevaluasi keefektifan suatu produk inovatif, sebagaimana dikemukakan (Okpatrioka, 2023). Produk yang dikembangkan merupakan media pembelajaran berbasis Android dengan konten spesifik mengenai pengujian kendaraan bermotor alat uji kendaraan bermotor, yang dirancang secara modular melalui *platform Unity*. Proses pengembangan produk mengadopsi model *ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate)* berdasarkan kerangka kerja *Dick & Carey*.

1. Model Pengembangan

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan penelitian pengembangan dengan menerapkan model *ADDIE*. Prosedur pengembangan dalam model *ADDIE* terdiri atas beberapa tahapan utama, yaitu: *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Alur setiap tahapan dalam model ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Model pengembangan *ADDIE*

a. Analisis (*Analysis*)

Dalam tahap ini, peneliti mengkaji semua kebutuhan untuk pengembangan aplikasi dengan melakukan kajian literatur dan observasi, yang bertujuan untuk memudahkan peneliti dalam merancang aplikasi. Kajian literatur dipakai dalam mengumpulkan data berbentuk teori-teori yang memperkuat observasi pengembangan ini. Sementara itu, observasi digunakan untuk kebutuhan yang perlu dipahami mencakup kebutuhan mahasiswa, dan kebutuhan untuk mengembangkan aplikasi.

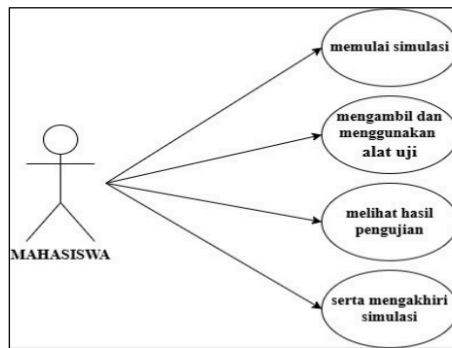
b. Desain (*Design*)

Dalam proses desain sistem, dilakukan pemodelan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan aplikasi secara menyeluruh. Pemodelan ini bertujuan untuk memperjelas fungsi-fungsi utama dalam aplikasi serta alur aktivitas yang terjadi selama simulasi berlangsung. Dua jenis pemodelan yang digunakan adalah usecase diagram dan activity diagram, yang masing-masing berfungsi untuk menggambarkan hubungan antara pengguna dan sistem serta urutan aktivitas yang dilakukan dalam simulasi. Selain itu, dilakukan juga pemodelan tiga dimensi (3D) terhadap alat-alat uji kendaraan bermotor yang digunakan dalam simulasi, yaitu smoke tester dan gas. Pemodelan 3D ini dibuat menggunakan perangkat lunak

SketchUp, dengan tujuan menampilkan representasi visual yang realistis dan interaktif. Model 3D yang dihasilkan akan ditampilkan dalam lingkungan virtual reality (VR), sehingga pengguna dapat berinteraksi langsung dengan objek secara natural menggunakan kontrol gerak. Ketiga jenis pemodelan ini menjadi dasar penting dalam pengembangan aplikasi, agar alur interaksi, visualisasi alat, dan pengalaman pengguna dapat dirancang secara terpadu dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran teknis.

1) Pemodelan *usecase diagram*

Usecase diagram pada Gambar 6 menggambarkan interaksi antara pengguna, yaitu mahasiswa D3 Teknologi Otomotif dengan sistem simulasi berbasis *Virtual Reality (VR)* untuk pengujian kendaraan bermotor. Aplikasi ini mensimulasikan penggunaan dua alat uji utama: *smoke tester* dan *gas analyzer*. Pengguna dapat secara bebas mengambil dan mengarahkan alat ke kendaraan menggunakan *controller VR*. Interaksi bersifat natural dan imersif, tanpa tombol, bergantung pada *gesture* serta deteksi posisi dan *proximity*. Sistem akan menampilkan hasil uji secara otomatis jika prosedur dilakukan dengan benar, dan mereset status alat jika dipindahkan dari posisi optimal. Diagram ini mencakup aksi seperti memulai simulasi, menggunakan alat uji, melihat hasil, dan mengakhiri simulasi. *Usecase diagram* ini menjadi acuan penting dalam merancang alur interaksi dan skenario pembelajaran teknis yang realistis dan terstruktur di lingkungan 3D.



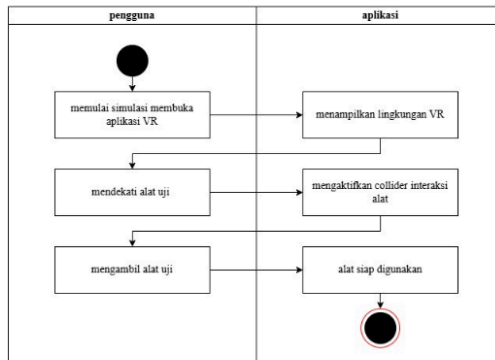
Gambar 6. Usecase diagram

2) Pemodelan activity diagram

Activity diagram pada Gambar 7 menggambarkan alur aktivitas pengguna saat menjalankan simulasi pengujian kendaraan bermotor berbasis *Virtual Reality (VR)*. Mahasiswa sebagai pengguna memulai sesi dengan masuk ke lingkungan simulasi, lalu memilih dan mengambil salah satu dari dua alat uji yang tersedia, yaitu *smoke tester* dan *gas analyzer*.

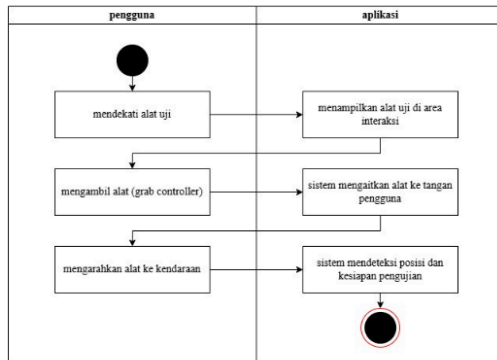
Setiap alat memiliki alur penggunaan berbeda namun prinsip interaksinya serupa: pengguna mengambil alat menggunakan controller dan mengarahkannya ke kendaraan sebagai objek uji. Untuk *smoke tester* dan *gas analyzer*, *probe* diarahkan ke knalpot kendaraan. Ketika posisi sudah sesuai, sistem secara otomatis mendeteksi dan menampilkan hasil pengujian tanpa perlu konfirmasi tambahan. Jika pengguna menarik atau memindahkan alat dari posisi optimal, sistem akan mereset status pengujian kembali ke awal. Setelah semua proses selesai, pengguna dapat keluar dari simulasi dengan menekan tombol home pada *VR controller*. *Activity diagram* ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai urutan aktivitas dalam simulasi dan menjadi acuan penting dalam perancangan alur interaksi pengguna dengan sistem.

Gambar berikut menunjukkan *activity diagram* interaksi antara pengguna dan aplikasi pembelajaran berbasis *VR*. Diagram ini menggambarkan alur kegiatan mulai dari pengguna membuka aplikasi, mendekati alat uji, hingga mengambil alat untuk digunakan, sementara aplikasi merespons dengan menampilkan lingkungan *VR*, mengaktifkan interaksi, dan menyiapkan alat. Diagram ini memberikan gambaran singkat mengenai proses simulasi yang dijalankan dalam aplikasi. *Activity diagram* ditampilkan pada Gambar 7.



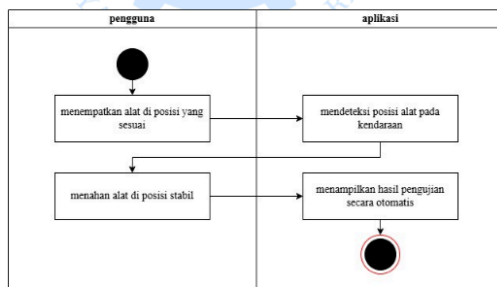
Gambar 7. *Activity diagram* proses simulasi

Gambar berikut merupakan *activity diagram* yang menunjukkan interaksi lanjutan antara pengguna dan aplikasi *VR* dalam penggunaan alat uji kendaraan. Pengguna mendekati dan mengambil alat menggunakan *grab controller*, lalu mengarahkannya ke kendaraan. Sistem merespons dengan mengaitkan alat ke tangan pengguna dan mendeteksi posisi serta kesiapan pengujian. Diagram ini menggambarkan alur penggunaan alat uji secara interaktif dan menyerupai proses nyata. *Activity diagram* ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Activity diagram penggunaan alat uji

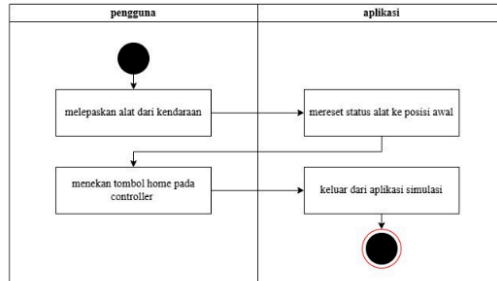
Gambar berikut menunjukkan *activity diagram* proses akhir pengujian dalam simulasi *VR*. Pengguna menempatkan alat uji pada posisi yang sesuai dan menahannya secara stabil. Sistem kemudian mendeteksi posisi alat dan secara otomatis menampilkan hasil pengujian. Diagram ini menggambarkan interaksi langsung antara pengguna dan sistem dalam tahap pengambilan data uji secara *virtual*. *Activity diagram* ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Activity diagram interaksi langsung

Gambar berikut menunjukkan *activity diagram* tahap akhir simulasi. Pengguna melepaskan alat dari kendaraan, lalu menekan

tombol *home* pada *controller* untuk keluar dari aplikasi. Sistem akan mengembalikan status alat ke posisi awal dan menutup simulasi secara otomatis. Diagram aktivitas ditampilkan pada Gambar 10.

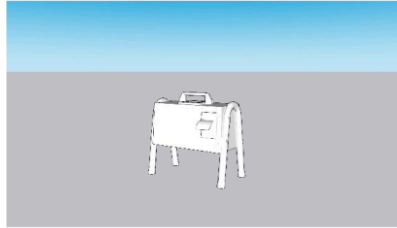


Gambar 10. Activity diagram tahap akhir

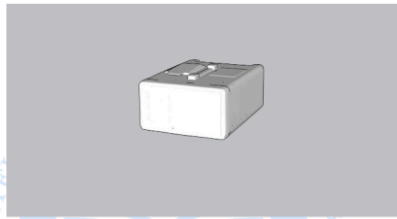
3) Pemodelan 3D

Selanjutnya dilakukan proses pemodelan tiga dimensi (3D) terhadap alat-alat uji kendaraan bermotor, yaitu *Smoke Tester* dan *Gas Analyzer* menggunakan perangkat lunak SketchUp. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk menghasilkan representasi visual yang realistis dan interaktif sebagai bagian dari media pembelajaran digital. Desain dimulai dengan mengumpulkan referensi visual dan teknis dari masing-masing alat uji, seperti bentuk fisik, ukuran proporsional, komponen utama, dan tata letaknya di ruang uji kendaraan bermotor.

Berdasarkan data tersebut, setiap alat dimodelkan secara detail dalam bentuk 3D untuk memastikan kesesuaian dengan kondisi di lapangan. Representasi visual ini diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam memahami bentuk dan fungsi masing-masing alat. Hasil desain 3D dari alat-alat tersebut ditampilkan pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Desain *smoke tester*



Gambar 12. Desain *gas analyzer*

c. Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini, aplikasi dikembangkan menggunakan *unity* berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat pada tahapan sebelumnya, hingga menghasilkan aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat digital. Setelah proses pengembangan selesai, dilakukan pengujian menggunakan metode *black box testing*. Media yang telah diuji kemudian divalidasi oleh ahli untuk memastikan kelayakannya sebelum diimplementasikan kepada pengguna. Adapun proses pengembangan aplikasi dengan menggunakan *unity* berdasarkan desain yang telah dibuat sebagai berikut.

1) Melakukan *import* desain komponen dari *sketch up* ke dalam *unity*

Langkah pertama dilakukan dengan mengimpor desain komponen yang telah dibuat di *SketchUp* ke dalam *Unity*. Proses ini memungkinkan model 3D digunakan sebagai elemen visual dalam pengembangan lingkungan aplikasi di *Unity*, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 13.

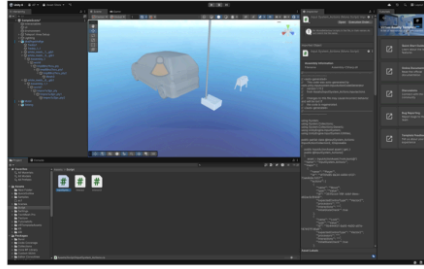


Gambar 13. Impor desain

Pada tahap ini, proses pengembangan aplikasi memasuki fase integrasi antara desain visual dengan lingkungan pengembangan. Komponen alat uji yang sebelumnya telah dirancang secara detail menggunakan perangkat lunak *SketchUp* kemudian diimpor ke dalam *Unity*. Proses impor ini memungkinkan objek 3D yang telah dibuat untuk dimanipulasi lebih lanjut dalam bentuk interaktif, seperti pemberian animasi, penambahan logika interaksi, serta integrasi dengan sistem kontrol *VR*.

2) Menambahkan *script* pada *unity*

Setelah model berhasil diimpor ke dalam *Unity*, tahap selanjutnya adalah menambahkan *script* untuk mengatur fungsi dan interaksi dalam aplikasi. Penambahan *script* ini penting guna memberikan logika pemrograman yang mendukung alur kerja sistem.

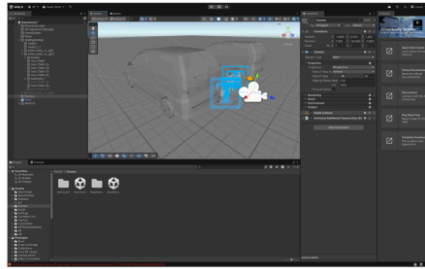


Gambar 14. Penambahan script

Dalam proses ini, berbagai *script* ditulis menggunakan bahasa pemrograman C#, yang berfungsi untuk mengatur perilaku objek, respons terhadap input pengguna, serta interaksi antar elemen dalam aplikasi. *Script* digunakan untuk membuat tombol interaktif, mengatur animasi komponen alat uji, menampilkan informasi *pop-up* saat objek disentuh, hingga menangani pergerakan kamera atau *XR Rig* dalam mode VR.

3) Menambahkan *scenes* pada *unity*

Tahap berikutnya adalah menambahkan *scenes* pada *Unity* untuk membagi alur aplikasi menjadi beberapa tampilan atau lingkungan kerja. Setiap *scene* merepresentasikan bagian berbeda dari aplikasi yang dapat diatur secara terpisah, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 15.

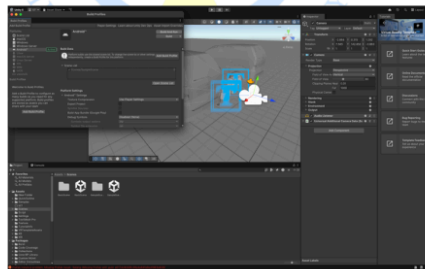


Gambar 15. Penambahan *scenes*

Scene dalam konteks ini berfungsi sebagai ruang atau halaman kerja yang memuat berbagai elemen visual dan interaktif sesuai kebutuhan. Misalnya, satu scene dirancang khusus untuk tampilan menu utama, sementara scene lainnya digunakan untuk area simulasi alat uji, panduan penggunaan.

4) Penentuan platform dan pelaksanaan Build dan Run

Tahap ini meliputi penentuan *platform* tujuan dan proses *Build and Run* untuk menjalankan aplikasi pada perangkat yang dipilih, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pelaksanaan *build* dan *run*

Setelah semua proses mulai dari desain komponen, penambahan *script*, hingga pengaturan scene selesai dirapikan, berikutnya adalah masuk ke tahap *build* and *run* yang merupakan proses

menggabungkan seluruh *project* jadi satu aplikasi utuh yang bisa dijalankan langsung di perangkat. Sebelum itu, dilakukan penentuan *platform* yang akan digunakan berdasarkan dimana aplikasi ini akan dijalankan, apakah di *windows* untuk laptop/PC, atau android di HP dan *meta quest* di perangkat VR meta.

d. Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi melibatkan 25 mahasiswa semester 4 Program Studi Teknologi Otomotif di Politeknik Transportasi Darat Bali yang telah menerima materi teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor. Setelah media dinyatakan valid dan memenuhi kriteria kelayakan, dilakukan penilaian oleh pengguna untuk memastikan kesesuaiannya dengan kebutuhan pembelajaran. Respons pengguna menjadi indikator utama keberhasilan produk. Temuan dari seluruh tahapan ini akan menjadi dasar untuk perbaikan pada fase evaluasi guna menyempurnakan media sebelum diterapkan secara lebih luas.

e. Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi, peneliti akan memperbaiki dan menyempurnakan semua kelemahan yang ada pada aplikasi. Apabila tidak terdapat revisi serta masukan dan koreksi pengguna, maka produk dinyatakan layak untuk didistribusikan.

2. Pengujian model

Tahap penting terhadap penelitian pengembangan yaitu melakukan uji produk. Tujuan uji coba ini adalah agar mengevaluasi kelayakan produk yang telah dirancang.

a. *Black box testing*

Pengujian *black box testing* merupakan metode yang digunakan untuk memeriksa fungsi aplikasi. Fokus pengujian *black box testing* terletak pada pemeriksaan elemen aplikasi yang dapat diakses pengguna, termasuk *interface*, alur operasi, dan performa tiap fungsi (Amalia et al., 2021). Proses evaluasi dilakukan dengan menguji *input* dan *output* aplikasi untuk memverifikasi apakah hasil yang dikeluarkan sesuai dengan ekspektasi. Tujuan penggunaan *black box testing* adalah dalam meyakinkan jika setiap bagian selaras pada alur yang sudah ditentukan serta memastikan bahwa kesalahan yang terjadi dapat

ditangani oleh sistem (Luh et al., 2020). Adapun skema pengujian *black box testing* yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian *black box testing*

No	Prosedur Pengujian	Tujuan Yang Ingin Dicapai	Hasil Uji Coba	Kesimpulan
1	Aksi	Hasil yang diharapkan dari aksi yang dilakukan	Keterangan dari proses pengujian dan hasil yang diharapkan	Kesimpulan dari aksi yang dilakukan (sesuai/tidak)

(Sumber : Nurudin et al., 2019)

b. *Validasi ahli*

Proses validasi ahli melibatkan beberapa tahap penilaian oleh para ahli. Tahap awal meliputi validasi oleh ahli materi terhadap relevansi materi pembelajaran. Validasi materi dilakukan kepada ahli materi teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor dari Program Studi Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali dengan kriteria memiliki sertifikat kompetensi pengujian kendaraan bermotor dan memiliki latar belakang kualifikasi akademik. Dan validasi oleh ahli media terhadap aspek visual dan antarmuka aplikasi. Validasi media dilakukan kepada ahli media yang direkomendasikan dengan kriteria memiliki pengalaman dalam pengembangan media digital dan menguasai *software* desain.

c. Uji coba

Uji coba yang dilakukan yakni uji coba yang melibatkan 25 mahasiswa semester 4 program studi teknologi otomotif pada Politeknik Transportasi Darat Bali yang telah mendapatkan materi teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor.

4.3 Metode Analisis Data

Data yang dikumpulkan melalui instrumen-instrumen tersebut perlu dianalisis agar dapat memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang telah ditetapkan.

1. Analisis data instrumen studi lapangan

Data yang diperoleh dari mahasiswa melalui observasi kemudian dikaji menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap kebutuhan, pengalaman, dan persepsi pengguna. Analisis ini tidak hanya menggambarkan situasi yang ada, tetapi juga mengidentifikasi permasalahan dan peluang yang dapat ditindaklanjuti. Hasil kajian tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam merumuskan arah dan prioritas pengembangan aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan nyata pengguna.

2. Analisis data instrumen validasi oleh para ahli

Data yang dikumpulkan dari ahli media dan ahli materi melalui angket kemudian dianalisis dengan metode *rating scale* menggunakan skala likert yang disajikan dalam bentuk daftar pertanyaan. Rentang penilaiannya adalah dari 1 hingga 5, di mana bobot 1 dikategorikan sebagai sangat tidak setuju (STS), bobot 2 menunjukkan tidak setuju (TS), bobot 3 mencerminkan Ragu (RG), bobot 4 menunjukkan setuju (S), dan bobot 5 menggambarkan sangat setuju (SS) (Tarmuji et al., 2021).

Tabel 4.5 Lima jawaban skala likert

Bobot / Skala	Pilihan Jawaban
1	Sangat Tidak Setuju (STS)
2	Tidak Setuju (TS)
3	Ragu (RG)
4	Setuju (S)
5	Sangat Setuju (SS)

(Sumber : Sugiyono, 2013)

Dengan sistem perhitungan sebagai berikut :

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteriaum}} \times 100\% \quad (4.1)$$

(Sumber : Syaukani, 2022)

Keterangan:

P = Persentase kelayakan media

Skor kriteriaum = Skor maksimum per *item* × jumlah *item* pertanyaan ×

jumlah responden

Setelah hasil perhitungan didapatkan, skor tersebut diinterpretasikan menggunakan skala interpretasi sebagai berikut :

Tabel 4.6 Interpretasi persentase kelayakan media

Skor Presentasi (%)	Interpretasi
$0 \leq 20$	Tidak Layak
$21 \leq \text{skor} \leq 40$	Kurang Layak
$41 \leq \text{skor} \leq 60$	Cukup Layak
$61 \leq \text{skor} \leq 80$	Layak
$81 \leq \text{skor} \leq 100$	Sangat Layak

(Sumber: Arikunto dan Suharsimi, 2013)

3. Analisis data evaluasi pengguna

Data yang diperoleh dari mahasiswa melalui kuesioner evaluasi pengguna dianalisis menggunakan teknik *rating scale* dengan skala Likert, mengikuti kriteria yang tertera pada Tabel 4.5, serta perhitungan sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\% \quad (4.2)$$

(Sumber : Syaukani, 2009)

Keterangan:

P = Persentase kelayakan media

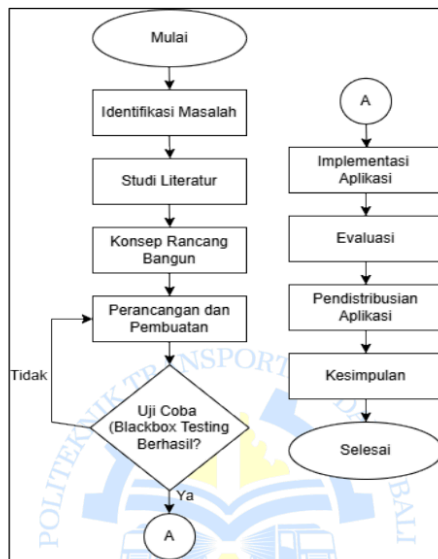
Skor kriteria = Skor maksimum per *item* × jumlah *item* pertanyaan × jumlah responden

Setelah hasil perhitungan didapatkan, skor tersebut diinterpretasikan menggunakan skala interpretasi seperti pada Tabel 4.6.

4.4 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian menggambarkan langkah-langkah sistematis yang dilakukan selama proses pengembangan. Alur lengkap dari setiap tahapan dapat

5
dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Bagan alir penelitian

Penjelasan mengenai bagan alir penelitian sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah

Langkah pertama dalam penelitian adalah mengidentifikasi masalah secara langsung pada lokasi penelitian, khususnya terkait pelaksanaan pembelajaran teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor di Politeknik Transportasi Darat Bali. Setelah itu, dilakukan survei pendahuluan melalui wawancara terbuka kepada mahasiswa guna mengumpulkan informasi tentang kendala yang dihadapi selama pembelajaran teknik pengujian kendaraan bermotor serta kebutuhan pengembangan media pembelajaran untuk mendukung proses belajar. Berdasarkan masalah yang ditemukan, penulis mencari solusi dengan merumuskan ide atau metode untuk mengatasinya.

2. Studi literatur

Dalam melakukan studi literatur, penulis mengumpulkan referensi yang relevan dengan topik penelitian, mencakup peraturan perundang-undangan terkait Pengujian Kendaraan Bermotor, pedoman tentang teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor, serta jurnal ilmiah dan penelitian sebelumnya yang mendukung pengembangan aplikasi pembelajaran ini. Semakin banyak sumber literatur yang dikaji, semakin luas pula wawasan yang diperoleh penulis. Melalui tahap studi literatur ini, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai penelitian yang akan dilakukan.

3. Konsep rancang bangun

Tahap perancangan konsep merupakan proses untuk merumuskan tujuan pengembangan materi pembelajaran sekaligus mengidentifikasi target pengguna dari hasil penelitian. Berikut disajikan tabel yang menjelaskan rancangan konten pembelajarannya. Adapun konsep konten pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Konsep konten pembelajaran

Judul	Simulasi pengujian berkala kendaraan bermotor berbasis <i>virtual reality</i>
Tujuan	Menyediakan media pembelajaran yang memudahkan pengguna dalam memahami konsep dan praktik pengujian kendaraan bermotor khususnya pada alat uji <i>smoke tester</i> dan <i>gas analyzer</i> dengan fitur-fitur menarik seperti interaksi dan sensasi praktik langsung.
Pengguna akhir	Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif di Politeknik Transportasi Darat Bali
Input	Foto, Teks, Video
Output	Foto, Teks, Video

Aplikasi ini akan memberikan informasi terkait teknik pengujian berkala kendaraan bermotor dengan konsep simulasi yang interaktif dan menarik pada alat uji *smoke tester* dan *gas analyzer*.

4. Perancangan dan pembuatan aplikasi

Pada tahap ini, peneliti mulai merancang aplikasi dengan Unity berdasarkan *use case diagram*, *activity diagram* serta *storyboard* yang telah dibuat, hingga menghasilkan aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat android dan VR.

5. Uji coba aplikasi menggunakan metode *black box testing*

Setelah proses pengembangan aplikasi selesai dilakukan, maka akan dilakukan pengujian sistem dengan metode *black box testing*. Apabila terdapat kekurangan atau kegagalan dalam hasil uji coba, maka diperlukan perancangan ulang agar sesuai dengan target yang telah ditetapkan sebelumnya.

6. Implementasi aplikasi

Tahap implementasi adalah tahap dimana aplikasi mulai dipakai oleh pengguna. Pada fase awal evaluasi dilakukan oleh ahli media dengan menggunakan kuesioner untuk menguji aplikasi kemudian dilanjut dengan pengujian isi materi oleh ahli materi, tahap yang terakhir pengujian oleh pengguna yaitu mahasiswa semester IV Program Studi D-III Teknologi Otomotif di Politeknik Transportasi Darat Bali. Pelaksanaan implementasi dilakukan setelah melalui verifikasi bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan memenuhi semua kriteria tujuan pengembangan. Dalam tahap pengujian ini, berbagai aspek dinilai untuk mengukur tingkat kelayakan aplikasi bagi pengguna.

7. Evaluasi

Setelah uji coba dengan mahasiswa telah dilaksanakan selanjutnya akan dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap aplikasi berdasarkan hasil kuesioner yang telah dilakukan ditahap implementasi. Pada tahap evaluasi, peneliti akan memperbaiki dan menyempurnakan semua kelemahan pada aplikasi jika ada. (di uraikan lagi, dengan mengaitkan pada uji coba aplikasi baik black box, implementasi dan koreksi dari ahli media dan ahli materi)

8. Pendistribusian aplikasi

Tahapan ini dilakukan apabila aplikasi sudah melalui pengujian *black box testing* dan tahapan evaluasi, apabila hasil evaluasi menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi standar kelayakan dan memiliki fungsionalitas yang baik, maka tahap ini dapat dilakukan. Aplikasi ini akan disebarluaskan melalui

Google Drive yang dapat diakses oleh mahasiswa/i.

9. Kesimpulan

Tahap kesimpulan akan merangkum seluruh temuan pada penelitian yang telah dilakukan. Pada tahap ini peneliti menyajikan jawaban atas pertanyaan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, disertai dengan saran atau rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.



4.5 Timeline Kegiatan

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 Bulan (Maret–Juni 2025) dengan rincian tahapan sebagai berikut:

Tabel 4.7 Timeline kegiatan

No	Kegiatan	Bulan						
		Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	
1	Pentuan Judul	■	■					
2	Pengajuan Judul	■	■					
3	Studi Literatur		■					
4	Menentukan Metode		■					
5	Penyusunan bab I s/d III		■					
6	Seminar Proposal			■				
7	Pengumpulan Data			■				
8	Perancangan Aplikasi				■			
9	Uji coba dan evaluasi					■		
10	Analisis dan Pengolahan data						■	
11	Membuat Kesimpulan dan Saran							■
12	Sidang KKW/ Tugas Akhir							■

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Hasil Perancangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian aplikasi pembelajaran ini adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Hasil dari setiap fase pengembangan aplikasi pembelajaran ini berdasarkan model ADDIE ini disajikan dalam uraian berikut:

1. *Analysis* (Analisis)

Pada tahap ini dilakukan wawancara terhadap kebutuhan pengguna, serta pemilihan *software* yang akan digunakan.

a. Analisis kebutuhan pengguna

Informasi diperoleh melalui wawancara terbuka kepada Mahasiswa/i semester IV Program Studi Teknologi Otomotif yang telah mengikuti pembelajaran terkait. Kegiatan wawancara tersebut ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Kegiatan wawancara

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, ditemukan beberapa permasalahan utama yang dirasakan mahasiswa selama proses pembelajaran berlangsung. Adapun permasalahan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1) Minimnya visualisasi proses pengujian kendaraan bermotor

Responden menyampaikan bahwa materi pengujian kendaraan bermotor terdiri atas sejumlah langkah teknis yang memerlukan pemahaman tentang cara kerja alat serta standar pengukuran yang digunakan. Namun, penyampaian materi yang masih terbatas pada teks dan gambar dianggap kurang mampu membantu responden memahami keseluruhan proses dengan jelas. Ketiadaan visualisasi yang menggambarkan alur kerja membuat mahasiswa mengalami kesulitan dalam membayangkan tahapan pengujian kendaraan bermotor, terutama bagi mereka yang cenderung belajar melalui media visual.

2) Keterbatasan akses terhadap materi pembelajaran digital yang interaktif

Responden juga mengungkapkan bahwa mereka kesulitan untuk mengakses ulang materi pembelajaran di luar jam praktik. Situasi ini menunjukkan bahwa peluang untuk menghadirkan inovasi pembelajaran yang lebih interaktif masih belum dimanfaatkan secara optimal. Permasalahan tersebut telah dikaji dan divalidasi oleh seorang validator yang memiliki pengalaman dalam kegiatan belajar mengajar pada bidang pengujian berkala kendaraan bermotor dan menyatakan bahwa hambatan tersebut benar adanya. Kegiatan validasi dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Proses validasi kebutuhan media pembelajaran

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan pengembangan media pembelajaran digital yang dapat menyajikan gambaran visual yang lebih jelas mengenai proses pengujian kendaraan bermotor dan mendukung mahasiswa dalam melanjutkan proses pembelajaran, baik selama kegiatan di kelas maupun secara mandiri di luar jam perkuliahan.

b. Analisis teknologi

Teknologi 3D interaktif dan simulasi *real-time* seperti yang tersedia dalam *engine Unity* atau *Unreal Engine* memungkinkan penciptaan visualisasi prosedural. Visualisasi ini tidak hanya menunjukkan bentuk alat, tetapi juga alur kerja pengguna (*user flow*), tampilan digital panel, dan animasi interaksi (seperti pemasangan probe, pembacaan angka uji, dan evaluasi hasil).

Dengan integrasi teknologi *realitas virtual* (VR) atau *augmented reality* (AR), pengalaman belajar dapat diperluas ke dalam dunia imersif, di mana pengguna bisa merasakan langsung seolah sedang mengoperasikan alat. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman, tapi juga mengasah keterampilan teknis sebelum praktik di lapangan.

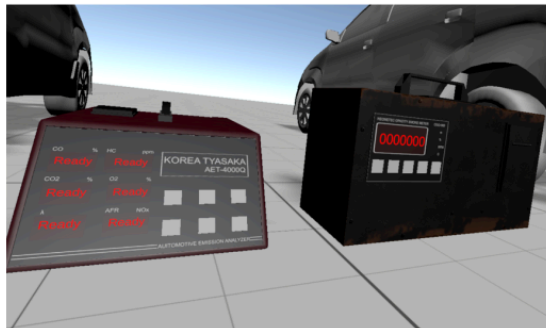
2. *Design* (Desain)

Tahap desain merupakan langkah kedua dalam proses pengembangan media pembelajaran. Pembuatan desain antarmuka dengan memperhatikan prinsip desain seperti keakuratan dengan benda aslinya, tata letak, dan elemen lainnya yang sesuai dengan karakteristik media pembelajaran. Adapun storyboard yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 20. Desain yang dibuat meliputi dua alat uji, yaitu *Gas Analyzer* dan *Smoke Tester*, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 21.

Storyboard

No	Scene	Deskripsi Tampilan
1	Menu Utama	Pilih alat : Smoke Tester atau Gas Analyzer
2	Pemasangan Probe	Pengguna diarahkan untuk mengambil probe dan memasukkannya ke lubang knalpot kendaraan
3	Pembacaan Data	Nilai pada monitor alat uji naik turun sebelum angka akhir tampil
4	Penutup	Lanjut ke alat lain / Kembali

Gambar 20. Storyboard simulasi pengujian



Gambar 21. Proses *design* alat uji *Gaz Analyzer* dan *Smoke Tester*

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan, dilakukan proses pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis digital sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Pengembangan ini mencakup pembuatan antarmuka pengguna, integrasi model 3D alat uji kendaraan bermotor (*Smoke Tester* dan *Gas Analyzer*), serta implementasi fitur-fitur interaktif dalam aplikasi. Seluruh komponen yang telah dikembangkan selanjutnya disatukan menjadi satu kesatuan aplikasi yang utuh dan siap diuji coba.

a. Pengujian produk

Aplikasi media pembelajaran yang telah dikembangkan kemudian diuji dengan uji *black box testing*. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi seluruh fungsionalitas yang ada pada aplikasi tersebut. Hasil

dari uji *black box testing* dapat dilihat sebagai berikut:

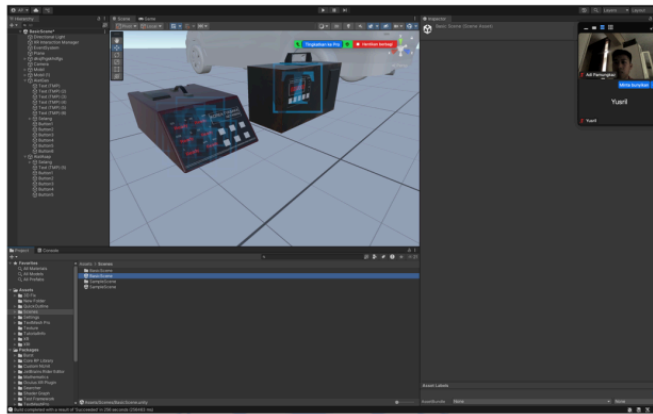
Tabel 5. 1 Hasil uji *Black box testing*

No	Skenario Pengujian	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Objek alat uji ditampilkan saat user masuk	Pakai VR headset dan arahkan pandangan ke area alat	Smoke Tester dan Gas Analyzer,	Valid
2	Alat uji didekati secara virtual oleh <i>user</i>	Bergerak ke arah alat uji menggunakan <i>controller</i>	User mendekat & visual alat tetap jelas	Valid
3	Mode pengujian masing-masing alat uji dimasuki oleh <i>user</i>	Mendekat ke alat uji, aktifkan mode uji	Sistem masuk ke mode uji alat uji <i>gas analyzer</i>	Valid
4	Probe dimasukkan ke knalpot kendaraan virtual pada <i>Smoke Tester</i>	Arahkan dan masukkan probe ke knalpot kendaraan	Probe terpasang, sistem mendeteksi pemasangan (<i>gas analyzer</i>)	Valid
5	Hasil pengujian ditampilkan setelah alat merespons	Lihat panel output hasil di VR	Panel hasil menunjukkan data valid & akurat (<i>gas analyzer</i>)	Valid
6	Probe dimasukkan ke knalpot kendaraan virtual pada <i>Gas Analyzer</i>	Arahkan dan masukkan probe ke knalpot kendaraan	Probe terpasang, sistem mendeteksi pemasangan	Valid
7	Hasil pengujian ditampilkan setelah alat merespons	Lihat panel output hasil di VR	Panel hasil menunjukkan data valid & akurat (<i>gas analyzer</i>)	Valid
9	Hasil simulasi di-reset	Lepaskan probe dari knalpot kendaraan (<i>gas analyzer</i>) Geser	Data pengujian kembali ke kondisi awal (<i>gas analyzer</i>)	Valid
10	Simulasi diulang dengan parameter baru	Jalankan ulang simulasi dengan skenario berbeda	Hasil simulasi sesuai data baru (<i>gas analyzer</i>)	Valid
11	Mode alat uji ditinggalkan oleh <i>user</i>	Melakukan teleportasi ke are alat uji lain melalui <i>controller</i>	Keluar dari mode alat, kembali ke area alat uji lain	Valid

b. Tahap validasi oleh ahli media

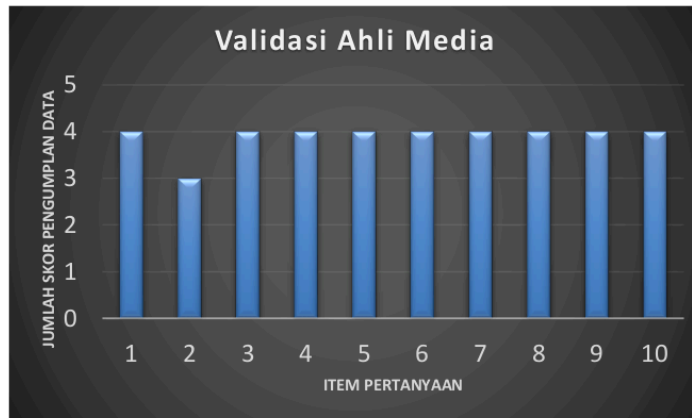
Penilaian media dilakukan untuk mengevaluasi media pembelajaran,

dengan fokus pada aspek kemudahan penggunaan dan navigasi, estetika, integrasi berbagai media, serta kualitas teknis. Penilaian ini diserahkan kepada seorang ahli yang memiliki pengalaman dalam pengembangan media digital dan menguasai *software* desain, pada penelitian ini dibantu oleh bapak Yusril Chalif Arrahmam yang telah memiliki banyak pengalaman dalam pengembangan media digital seperti AR dan VR yang dapat dilihat pada lampiran 3. Ahli tersebut kemudian mengisi angket berisi 10 pertanyaan yang dirancang khusus untuk mengukur kualitas media pembelajaran, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Proses validasi ahli media

Media pembelajaran ini telah divalidasi oleh ahli media dan dinyatakan layak. Dari 10 indikator hasil penilaian diperoleh 9 indikator dengan nilai “Baik” dan 1 indikator dengan nilai “Cukup”, dari hasil validasi ini mencapai persentase kelayakan 78% dalam kategori layak digunakan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Diagram validasi ahli media

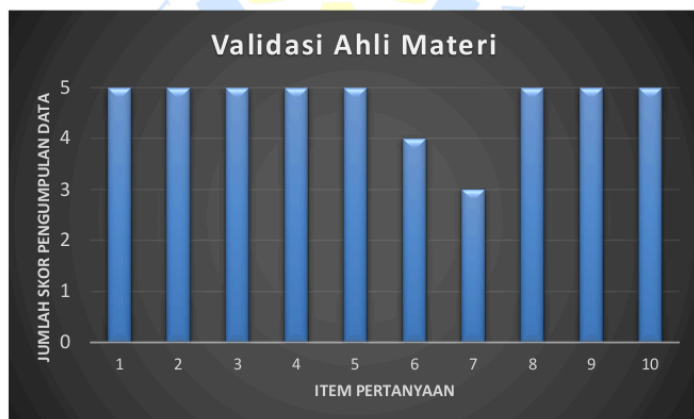
c. Tahap validasi oleh ahli materi

Penilaian ahli materi sangat penting untuk mengevaluasi kelayakan konten, yang ditinjau dari kesesuaian materi. Penilaian ini dilakukan oleh seorang ahli materi dalam bidang teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor dari program studi Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali. Kriteria yang harus dimiliki ahli tersebut adalah sertifikat kompetensi pengujian kendaraan bermotor dan latar belakang kualifikasi akademik yang relevan. Validasi ini dilakukan oleh bapak Asep Eka Nugraha selaku Kepala Laboratorium Teknologi Otomotif



Gambar 24. Proses validasi ahli materi

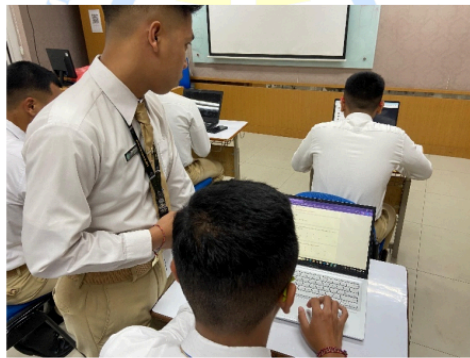
Data penilaian dikumpulkan melalui angket yang berisi 10 pertanyaan. Dari 10 soal penilaian pada media pembelajaran, hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa 8 soal memperoleh skor “Sangat baik”, 1 soal “Baik”, dan 1 soal “Cukup”. Secara keseluruhan, ini menghasilkan persentase kelayakan sebesar 94%, yang menempatkan media pembelajaran dalam kategori sangat layak untuk digunakan. Berikut adalah hasil dari validasi yang telah dilakukan



Gambar 25. Diagram validasi ahli materi

4. *Implementation* (Implementasi) dan *Evaluation* (Evaluasi)

Media pembelajaran yang telah dirancang dan dikembangkan selanjutnya akan melalui uji coba di lapangan. Proses ini dimulai setelah media tersebut mendapatkan validasi kelayakan dari para ahli materi dan media. Uji coba oleh pengguna ini melibatkan 25 Mahasiswa Teknologi Otomotif semester IV yang telah memperoleh mata kuliah teknik pengujian kendaraan bermotor peralatan pengujian kendaraan bermotor. Mahasiswa yang terlibat dalam uji coba dipilih karena dianggap memiliki pengetahuan yang relevan dan dapat memberikan umpan balik yang akurat terkait media yang diuji. Tujuan utama dari uji coba ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan media pembelajaran, baik dari segi kualitas tampilan produk maupun kesesuaian materinya. Kuesioner yang diberikan kepada responden telah melalui proses validasi oleh validator untuk memastikan bahwa pertanyaan-pertanyaan tersebut relevan, jelas, dan akurat sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 26. Pemberian kuesioner kepada pengguna

Hasil uji coba pengguna terhadap 5 soal oleh 25 mahasiswa menunjukkan hasil yang signifikan, dengan skor akhir pengumpulan data berjumlah 560 lalu dibagi dengan jumlah skor kriterium dan dikalikan 100% sehingga mendapatkan persentase tingkat pencapaian menunjukkan angka sebesar 89,6%, yang dapat diinterpretasikan sebagai media yang sangat layak untuk digunakan. Adapun dokumentasi pelaksanaan kuesioner dan diagram hasil uji coba kelayakan

pengguna dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Uji coba oleh pengguna

Diagram batang di atas menggambarkan jumlah skor pengumpulan data berdasarkan lima item pertanyaan yang digunakan dalam evaluasi yang dilakukan oleh pengguna. Masing-masing item menunjukkan hasil skor yang relatif tinggi dan merata, mencerminkan bahwa seluruh aspek yang diukur melalui kuesioner telah memperoleh tanggapan positif dari responden. Nilai-nilai tersebut mencerminkan tingkat penerimaan dan efektivitas aplikasi dalam menyampaikan materi pembelajaran sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Berdasarkan evaluasi oleh pengguna media, Tidak ada kritik atau evaluasi yang ditemukan. Namun, terdapat saran untuk pengembangan selanjutnya meliputi :

- a. Pengguna berharap media ini dapat dikembangkan dengan langkah penggunaan alat yang lebih lengkap serta fitur tambahan.
- b. Pengguna menyarankan agar media ini dapat menyimulasikan seluruh alat uji yang digunakan dalam pengujian laik jalan kendaraan bermotor

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Prototype Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis Virtual Reality pada Alat Uji Smoke Tester dan Gas Analyzer”, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan Media Pembelajaran

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sebuah prototype media pembelajaran digital berbasis *Virtual Reality* (VR) yang interaktif dan realistis, dengan fokus pada alat uji *Smoke Tester* dan *Gas Analyzer*. Pengembangan dilakukan menggunakan model *ADDIE* yang meliputi tahapan analisis kebutuhan pengguna, desain sistem dan antarmuka, pemodelan alat uji berbasis 3D, integrasi dalam platform *Unity*, hingga pengujian fungsionalitas melalui *black box testing*. Aplikasi ini mampu menyimulasikan prosedur pengujian secara visual, menarik, dan mendekati kondisi lapangan, sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap proses pengujian berkala kendaraan bermotor.

2. Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran

Tingkat kelayakan media ini berada dalam kategori sangat layak. Pengujian *black box* menunjukkan hasil valid sebesar 100% (sangat layak). Uji coba terhadap 25 responden menunjukkan skor kelayakan sebesar 89,6%, yang tergolong dalam kategori “Sangat Layak”.

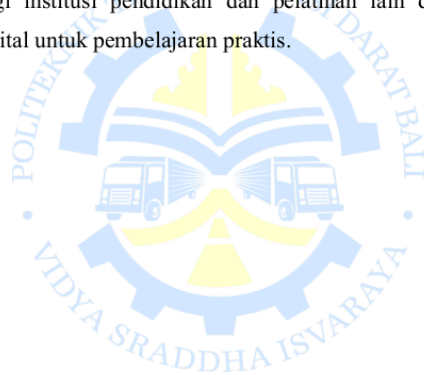
6.2 Saran

Agar manfaat media pembelajaran digital ini semakin luas dan berdampak signifikan, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Media pembelajaran digital ini diharapkan dapat mencakup seluruh alat uji yang digunakan dalam pengujian berkala kendaraan bermotor.
2. Media pembelajaran digital ini diharapkan dapat terus dikembangkan dengan menambah fitur-fitur baru, seperti forum diskusi, serta penambahan materi

animasi pada alat uji lain agar cakupan pembelajaran semakin luas dan menarik bagi pengguna.

3. Media pembelajaran ini diharapkan dapat dikembangkan dengan aplikasi atau platform lain yang lebih ringan dan memiliki ukuran yang lebih kecil agar dapat dijalankan oleh perangkat lain yang sebelumnya tidak mendukung.
4. Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengukur efektivitas aplikasi ini dalam jangka panjang, serta melakukan evaluasi terhadap kendala-kendala yang mungkin dihadapi selama implementasi, sehingga aplikasi dapat terus diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.
5. Aplikasi dapat dijadikan model pengembangan media pembelajaran digital untuk bidang-bidang pengujian lainnya, sehingga menjadi inspirasi dan referensi bagi institusi pendidikan dan pelatihan lain dalam mengadopsi teknologi digital untuk pembelajaran praktis.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggy Pradiftha Junfithrana, (2021). Rancang Bangun Program Aplikasi Virtual Reality Pada Pembelajaran Praktikum Secara Online Berbasis Oculus. *Jurnal Teknik Elektro*, 7-10
- Akbar, Ariani, Zulhawati, Haryani, Zani, Husnita, Firmansyah, Sa'dianoor, Karuru, Hamsiah, 2023. *PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN ERA DIGITAL*.
- Amalia, A., Putri Hamidah, S.W., Kristanto, T., 2021. Pengujian Black Box Menggunakan Teknik Equivalence Partitions Pada Aplikasi E-Learning Berbasis Web. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)* 3, 269–274. <https://doi.org/10.47065/bits.v3i3.1062>
- Arikunto, Suharsimi, 2013. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azis, Pribadi, Nurcahya, 2020. Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android. *Jurnal IKRA-ITH Informatika* 4.
- Budiyanto, A., Nur Arifah, F., Waluyo, S., 2020. "Jurnal TRANSFORMASI (Informasi & Pengembangan Iptek)" (STMIK BINA PATRIA) MEDIA PEMBELAJARAN ENGINE TUNE-UP TEKNIK KENDARAAN RINGAN KELAS XI SMK N JUMO TEMANGGUNG, *Jurnal TRANSFORMASI*.
- Chumbara, G., Setiawan, I., Korespondensi, P., 2024. *Jurnal Restikom : Riset Teknik Informatika dan Komputer Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Otomotif dan Pengenalan Komponen-komponen pada Mesin Mobil Berbasis Android* 6, 1–14.
- Fikma, I., Rozi, F., Kotabumi, U.M., 2021. *PENEGAKAN HUKUM TERHADAP PELAKU PENGANCAMAN PORNOGRAFI (Study Kasus Polres Lampung Utara)*¹. *Jurnal Hukum, Legalita* 1.
- Gunawan, Ritonga, 2019. *Media Pembelajaran Berbasis Industri 4.0*.
- Hadi, N., Hendra Dani Saputra, Hasan Maksum, Irma Yulia Basri, Ramdani, S.D., 2023. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia* 1, 251–266. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i2.59>
- Harahap, Tirtayasa, 2020. Pengaruh Motivasi, Disiplin dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. Angkasa Pura II (Persero) Kantor Cabang Kualanamu. *Jurnal Ilmiah Magister Manajemen* 3.
- Jatmoko, D., Untoro, P., Primartadi, A., Purwanto, J., Efendi, Y., 2020. Rancang bangun media pembelajaran edo (otomotif education) terintegrasi dengan

- operasi android pada mata kuliah teknologi motor bensin 10, 61–70.
<https://doi.org/10.30738/jtv.v10i1.12088>
- Luh, N., Suwirmayanti, G.P., Komang, I., Aryanto, A.A., Ngurah, I.G.A., Putra, W., Sukerti, N.K., Hadi, R., Studi, P., Komputer, S., 2020. Penerapan Helpdesk System dengan Pengujian Blackbox Testing Implementation Of Helpdesk System With Blackbox Testing. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS* 2, 55–64.
- Mufliah, M., Puspita W, D.M.A., 2024. Peningkatan Motivasi Belajar Siswa melalui Inovasi Pembelajaran SKI Berbasis Smart TV di MTs Irsyadun Nasyi'in. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)* 4, 1539–1554. <https://doi.org/10.53299/jppi.v4i4.802>
- Mukhid, 2013. *Desain Teknologi dan Inovasi Pembelajaran*.
- Nurhaliza, 2023. *DESAIN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS APLIKASI SCRATCH DI TINGKAT SMP*.
- Nurudin, M., Jayanti, W., Saputro, R.D., Saputra, M.P., Yulianti, Y., 2019. Pengujian Black Box pada Aplikasi Penjualan Berbasis Web Menggunakan Teknik Boundary Value Analysis. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang* 4, 143. <https://doi.org/10.32493/informatika.v4i4.3841>
- Okpatrioka, 2023. Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *DHARMA ACARIYA NUSANTARA : Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya* 1, 86–100.
- Rahmawati, S., 2014. *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BASIS ANDROID PADA MATERI PELUANG UNTUK SISWA SMK*.
- Silmi, T.A., Hamid, A., 2023. Urgensi Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi 7.
- Sinaga, Wiranatha, Yoga, 2020. Analisis Pengaruh Beban Kerja dan Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. Ital Fran's Multindo Food Industries Cabang Bali Analysis of Influence of Work Load and Working Environment on Employee Performance in PT. Ital Fran's Multindo Food Industries Subdivision Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 8.
- Siregar, Y.S., Darwis, M., Baroroh, R., Andriyani, W., 2022. Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan Media Pembelajaran yang Menarik pada Masa Pandemi Covid 19 di SD Swasta HKBP 1 Padang Sidempuan. *Jurnal Ilmiah Kampus Mengajar* 69–75.
<https://doi.org/10.56972/jikm.v2i1.33>
- Sitepu, 021. *Media Pembelajaran Berbasis Digital. PROSIDING SEMINAR*

NASIONAL PENDIDIKAN DASAR. <https://doi.org/10.34007/ppd.v1i1.195>

Sugiyono, 2013. METODE PENELITIAN KUANTITATIF KUALITATIF DAN R&D.

Sunaryati, Kurniati, Nurhaliza, Safitri, Lestari, 2024. ANALISIS PEMANFAATAN QUIZ SEBAGAI SOLUSI DALAM EVALUASI PEMBELAJARAN DI SEKOLAH DASAR. Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar 9.

Tarmuji, A., Astuti, N.R.D.P., Anwar, M.D., 2021. Pengembangan Prototipe Aplikasi Kurir Antarjemput Kotak Amal LazisMu Umbulharjo Menggunakan Metode User Centered Design. Building of Informatics, Technology and Science (BITS) 3, 375–383. <https://doi.org/10.47065/bits.v3i3.1120>

WT Bhirawa, SE, ST, MT, MM. (2021). Penggunaan Google Sketch Up Software Dalam Merancang Kopling Flens



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar validasi ahli media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

A. Identitas

Judul Penelitian : Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Digital Untuk Kalibrasi Alat Uji Smoke Tester dan Gas Analyzer
Peneliti : Adi Pamungkas
Validator : Yusril
Instansi : Binus

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrument ini adalah untuk mengukur kelayakan media.

C. Petunjuk Pengisian

- Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian Bapak tentang Rancangan Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis *Virtual Reality* pada Alat Uji *Smoke Tester* dan *Gas Analyzer* yang sedang dikembangkan
- Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan dengan skala penilaian sebagai berikut :
Skor 5 : Sangat Setuju
Skor 4 : Setuju
Skor 3 : Cukup
Skor 2 : Kurang Setuju
Skor 1 : Sangat Kurang Setuju
- Mohon diberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai pendapat Bapak. Mohon memberikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan
- Terima kasih atas kesediaan Bapak dalam mengisi lembar validasi ini. Semoga Bapak selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan.

D. Tabel Penilaian

No	Indikator	Skor Validasi				
		1	2	3	4	5
1	Komposisi pewarnaan yang digunakan				√	
2	Penataan tampilan / layout			√		
3	Sistematika penyajian materi				√	
4	Keterbacaan Teks				√	
5	Icon navigasi yang digunakan				√	

No	Indikator	Skor Validasi				
		1	2	3	4	5
6	Tata letak <i>icon</i> navigasi				√	
7	Memiliki daya tarik				√	
8	Kelancaran Pengoperasian				√	
9	Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan				√	
10	Kesesuaian ukuran media				√	

E. Komentar/ Saran

1. Perbanyak Interaksi
2. Mobil tolong diberi material

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, produk pengembangan ini dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi.
2. Layak digunakan untuk uji coba sesuai revisi.
3. Tidak Layak digunakan untuk uji coba

Mohon di lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak.

Tabanan, 18 Juni 2025



Yusrii

Lampiran 2. Perhitungan validasi ahli media

Pertanyaan	Skor	Kriterium
1	4	5
2	3	5
3	4	5
4	4	5
5	4	5
6	4	5
7	4	5
8	4	5
9	4	5
10	4	5
JUMLAH	39	50

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\%$$

$$P = \frac{39}{50} \times 100\%$$

$$P = 78\%$$

Lampiran 3. Portofolio ahli media

CURRICULUM VITAE

Yusril Chalif Arrahman

About me

Telephone : +6283831252133
Address : Jl. Dupak Timur 2 no 75 Surabaya, East Java
Email : yusrilchalif@gmail.com
GPA : 3,34
Github : github.com/yusrilchalif

My name is Yusril Chalif Arrahman, Fresh Graduated from Game Technology Department at the Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya. Currently I become Freelancer at PT Ruang Raya Indonesia as Game Designer and have had an internship at PT Octagon Indonesia as Game Programmer. I am someone who is disciplined in time and always works hard to avoid deadlines, I am also easy to adapt in new environments and always ready to learn new things and make it a challenge for me to complete it.

Education

Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (PENS) Undergraduate of Game Technology	2017 - Present
<ul style="list-style-type: none">• Got a GPA of 3.34• Undergraduate Thesis : AR-Based New Normal Campaign App Development	
SMKN 4 Surabaya Multimedia	2014 - 2017
<ul style="list-style-type: none">• Final Project create interactive learning media with Adobe Flash	

Experience

Internship at PT Octagon Studio (Bandung, Indonesia) (01/2020 - 02/2020)
Game Programmer


- During my internship, I got an assignment to make AR Drawing App using ARKit and VR Destroy Box games using HTC Vive devices. here, even though I was an intern as a game programmer, I also learned a lot of new things related to AR & VR technology. here I make all games from game ideas to games so for 2 months I did an internship.

Mentor in Game Developer Program at Tutor Teknik (Indonesia) (05/2020 - 01/2021) *Mentor*

- In this job, I became a mentor for a trainer event aimed at the public using Unity 3D as a game engine. Apart from being a mentor, I also make modules that are used in training.

Lecturer Assistant in Community Service Workshop Activities (06/2020 - 03/2021)
Asistant

- In this job, I serve as a lecturer assistant in this case helping lecturers create training modules using the Vuforia SDK and demonstrate them. Some of the activities that I have participated in include AR workshops in collaboration with the nursing faculty of the University of Muhammadiyah Jakarta, AR Workshops with the Ministry of Health of the Republic of Indonesia, and the last AR workshop with ASO School of Engineering Binus University.

 Dipindai dengan CamScanner

Freelancer at PT Ruang Raya Indonesia (Ruang Guru) (Jakarta, Indonesia) (09/2021 –04/2022)
Game Designer

- I work as a freelance game designer, even so the task I get is not to design games but to game layouts and game layout updates that need to be revised and check games in the application. Besides that, I was also given the task of creating an Instagram filter to promote the company's new campaign.

Junior Lead Unity Developer at ShintaVR (Jakarta, Indonesia) (05/2022-12/2022)
Unity Developer (VR)

- I work at ShintaVR as a unity developer who is responsible for completing a previously planned VR project using Unity and OpenXR SDK for the device used is oculus quest 2.

AR/VR Visualizer at Binus University (06/2022-now)
Unity Developer (VR)

- Build Metaverse Binus with Unity game engine and spatial.io
- Create SOP about Metaverse development on Binus University

Projects

Binary AR

Unity Programmer

- Binary AR, is a binary number learning application. There are several features available in this application such as learning materials, quiz questions, and the feature of displaying binary numbers in AR mode.

AR Automatic Machine Car Simulator

Unity Programmer

- This simulator was created in collaboration with PT Astra Daihatsu which is used to train employees during the training period.

AR Book for Elementary School

Unity Programmer

- This project collaborated with my lecturer, Mr. Mohammad Zikky, S.ST., MT to create an AR feature in the book he wrote, the AR feature in this book is in the form of 3D animation which explains the summary of the material for each semester.

AR Nascar Game

Project Manager

- This project is a final semester assignment, where in this project I serve as a project manager who manages other members so that the project runs well

AR-Based New Normal Campaign App Development

Android Studio Programmer

- This application is made with the android studio which combines face detection (AI) and AR technology, the purpose of this application is to increase public awareness in implementing health protocols, this application will detect people who wear masks or not, if they do not use masks, visualization will appear. Covid-19 virus using AR technology

VR LCR Meter

Unity Programmer

- This project is in collaboration with the Dean of the creative multimedia department (PENS), using Oculus Quest Devices, my team and me developed an interactive module that is used for practicum for SMK students about LCR Meters.

Instagram Filter Ruangguru

Spark AR Creator

- This Instagram filter is used to promote the company's new program that uses the brand ambassador of the South Korean boy band, Treasure.

POLRI Metaverse

Unity Developer

- This project is a collaboration with the National Police Headquarters to create a metaverse ecosystem that will be used to protect heads of state from around the world at the G20 event.

Mandiri AR Game

Unity Developer (AR)

- This project is working with Mandiri Bank, to make games like Pokemon Go. but the user only collects coins which can later be exchanged for certain prizes

Committee Experience

Developer Student Club PENS

2018

Mentor AR/VR Division

Become a mentor in the AR/VR division whose job is to create training modules and demonstrate them to training participants.

Competence and Skill

- Unity Developer
- Game Developer
- C#
- Swift
- iOS
- AR (Augmented Reality)
- Adaptive
- Discipline
- Innovative

 Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 4. Lembar validasi ahli materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

A. Identitas

Judul Penelitian : Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis
Virtual Reality pada Alat Uji *Smoke Tester*, *Gas Analyzer*,
dan *Headlight Tester*

Peneliti : Adi Pamungkas

Validator : Asep Eka Nugraha, A.Ma Pkb.

Instansi : Politeknik Transportasi Darat Bali

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrument ini adalah untuk mengukur kelayakan materi.

C. Petunjuk Pengisian

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian Bapak tentang Rancangan Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis *Virtual Reality* pada Alat Uji *Smoke Tester* dan *Gas Analyzer* yang sedang dikembangkan
2. Jawaban diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan dengan skala penilaian sebagai berikut :
Skor 5 : Sangat Setuju
Skor 4 : Setuju
Skor 3 : Cukup
Skor 2 : Kurang Setuju
Skor 1 : Sangat Kurang Setuju
3. Mohon diberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai pendapat Bapak. Mohon memberikan komentar atau saran pada tempat yang telah disediakan
4. Terima kasih atas kesediaan Bapak dalam mengisi lembar validasi ini. Semoga Bapak selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan.

D. Tabel Penilaian

No	Indikator	Skor Validasi				
		1	2	3	4	5
1	Media relevan dengan tujuan pembelajaran tentang alat uji <i>smoke tester</i> dan <i>gas analyzer</i> ,					✓
2	Ketersediaan simulasi pada alat uji <i>smoke tester</i> dan <i>gas analyzer</i> .					✓
3	Materi mencakup komponen-komponen pengujian berkala kendaraan bermotor pada alat uji <i>smoke tester</i> dan <i>gas analyzer</i>					✓
4	Materi sesuai dengan standar teknis dan regulasi yang berlaku.					✓
5	Media dapat dijadikan sumber pembelajaran awal					✓
6	Materi memuat prosedur penggunaan pada alat uji <i>smoke tester</i> dan <i>gas analyzer</i>				✓	
7	Simulasi dapat menjadi gambaran umum			✓		
8	Materi dapat diaplikasikan secara praktis dalam kegiatan belajar					✓
9	Simulasi disajikan secara sistematis dan mudah dipahami.					✓
10	Membantu proses pengembangan <i>Computer Base Learning</i>					✓

E. Komentar/ Saran

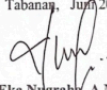
Revisi sesuai arahan!

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, produk pengembangan ini dinyatakan:

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi.
2. Layak digunakan untuk uji coba sesuai revisi.
3. Tidak Layak digunakan untuk uji coba

Mohon di lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak.

Tabanan, Juni 2025



Asen Eka Nugraha, A.Ma.Pkb.
NIP. 19861014 201902 1 002

Lampiran 5. Perhitungan validasi ahli materi

Pertanyaan	Skor	Kriterium
1	5	5
2	5	5
3	5	5
4	5	5
5	5	5
6	4	5
7	3	5
8	5	5
9	5	5
10	5	5
JUMLAH	47	50

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\%$$

$$P = \frac{47}{50} \times 100\%$$

$$P = 94\%$$

Lampiran 6. Hasil penilaian pengguna

Timestamp	NAMA	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5
09/07/2025 8:07:07	Rara fitria wardani	5	5	5	5	5
09/07/2025 8:00:23	Defran	3	4	3	4	3
09/07/2025 8:04:56	Dharma	5	4	4	3	4
09/07/2025 8:05:49	Nanang	4	3	4	3	4
09/07/2025 8:06:42	Cahyana	4	3	3	3	4
09/07/2025 8:08:06	Candra	3	4	3	3	4
09/07/2025 8:08:33	Miranda	5	4	4	3	3
09/07/2025 8:08:51	Wahyu	4	3	4	4	4
09/07/2025 8:09:12	Dzakwan	3	4	4	3	4
09/07/2025 8:14:05	Yulia	3	4	3	4	3
09/07/2025 8:17:21	Dzikri	4	3	4	3	4
09/07/2025 8:17:38	Reni	4	3	4	4	4
09/07/2025 8:17:56	Shifa	3	4	3	4	4
09/07/2025 8:18:13	Genta	4	4	4	4	4
09/07/2025 8:18:28	Dellenia	3	4	4	3	4
09/07/2025 8:18:43	Diona	3	4	3	4	4
09/07/2025 8:18:57	Rival	4	3	3	4	3
09/07/2025 8:20:16	Wiksa	4	3	4	4	4
09/07/2025 8:20:32	Mahesa	4	4	3	4	4
09/07/2025 8:20:47	Lubis	4	4	3	4	3
09/07/2025 8:21:03	Novi	4	3	3	4	3
09/07/2025 8:21:18	Naufal	4	3	4	4	4
09/07/2025 8:21:35	Indira	4	3	4	4	4
09/07/2025 8:21:49	Angga	4	5	4	4	4
09/07/2025 8:22:05	Alfiatus	4	4	4	3	4

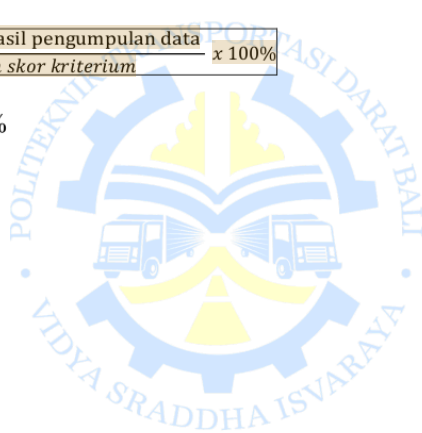
Lampiran 7. Perhitungan kelayakan oleh pengguna

Pertanyaan	Skor	Kriterium
1	105	125
2	131	125
3	113	125
4	109	125
5	102	125
JUMLAH	560	625

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\%$$

$$P = \frac{560}{625} \times 100\%$$

$$P = 94\%$$



Lampiran 8. Dokumentasi kegiatan







Lampiran 9. Lembar asistensi bimbingan

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/ TUGAS AKHIR		
KODE FR.01.011	Tanggal Berlaku : 16 Mei 2023	Revisi : -	Hal. : 1 / 2

**ASISTENSI KERTAS KERJA WAJIB/ TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

Nama : Adi Pamungkas
 Notar : 2201002
 Program Studi : D III – Teknologi Otomotif
 Dosen Pembimbing : Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T
 Judul KKW/TA : Prototype Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis Virtual Reality Pada Alat Uji Smoke Tester, Gas Analyzer, dan Headlight. Tester

Asistensi Ke-	Tanggal Asistensi	Evaluasi	Revisi	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Senin, 13 Juni 2025	Evaluasi design pada media pembelajaran digital	Melakukan revisi terkait kesesuaian design pada media pembelajaran digital dengan alat yang sebenarnya yang ada pada gedung uji di Poltrada Bali.	
2	Rabu, 16 Juni 2025	Evaluasi Tata Naskah dan diskusi gelombang sidang kkw	Melakukan perbaikan Tata Naskah dan memutuskan pengambilan gelombang sidang kkw	
3	Rabu 18 Juni 2025	Evaluasi Tata Naskah	Melakukan perbaikan pada Tata Naskah	
4	Rabu, 2 Juli 2025	Evaluasi Design alat uji	Melakukan penyesuaian	

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/ TUGAS AKHIR		
KODE FR.01.011	Tanggal Berlaku : 16 Mei 2023	Revisi : -	Hal. : 1 / 2

**ASISTENSI KERTAS KERJA WAJIB/ TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

Nama : Adi Pamungkas
 Notar : 2201002
 Program Studi : D III – Teknologi Otomotif
 Dosen Pembimbing : Yusime Fitasari, S.T., M.Si
 Judul KKW/TA : Prototype Simulasi Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Berbasis Virtual Reality Pada Alat Uji Smoke Tester, Gas Analyzer, dan Headlight Tester

Asistensi Ke-	Tanggal Asistensi	Evaluasi	Revisi	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Senin, 13 Juni 2025	Evaluasi design pada media pembelajaran digital	Melakukan revisi terkait kesesuai design pada media pembelajaran digital dengan alat yang sebenarnya yang ada pada gedung uji di Poltrada Bali.	
2	Rabu, 16 Juni 2025	Evaluasi Tata Naskah dan diskusi gelombang sidang kkw	Melakukan perbaikan Tata Naskah dan memutuskan pengambilan gelombang sidang kkw	
3	Rabu 18 Juni 2025	Evaluasi Design alat uji	Interaksi antara contoler dengan design alat uji disesuaikan	
4	Rabu, 2 Juli 2025	Evaluasi Design alat uji	Penyesuaian animasi dengan keadaan didunia nyata	

PROTOTYPE SIMULASI PENGUJIAN BERKALA KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS VIRTUAL REALITY PADA ALAT UJI SMOKE.pdf

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	palcomtech.ac.id Internet Source	1%
2	dkv.binus.ac.id Internet Source	1%
3	bakrie.ac.id Internet Source	1%
4	www.gridoto.com Internet Source	1%
5	id.scribd.com Internet Source	1%
6	Submitted to UIN Raden Intan Lampung Student Paper	1%
7	jurnal.ppi.ac.id Internet Source	1%
8	digilib.ptdisttd.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On