

**APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS
DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS
KENDARAAN BERMOTOR**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

ARIA WICHAKSANA

2201003

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2025

**APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS
DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS
KENDARAAN BERMOTOR**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH:

ARIA WICHAKSANA

2201003

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2025

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS
DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS
KENDARAAN BERMOTOR**

Disusun oleh:

ARIA WICHAKSANA

2201003

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

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II



Ir. Aris Budi Sulistyo, S.T., M.T.

NIP. 19890402 201012 1 006

Tanggal: 21 Juni 2025



Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.

NIP. 19861014 201902 1 002

Tanggal: 23 Juni 2025

Ditetapkan di: Tabanan

**HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS
DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS
KENDARAAN BERMOTOR**


Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

ARIA WICHAKSANA

2201003

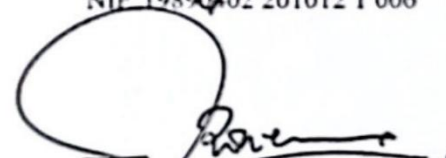
**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 25 JUNI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

Tim penguji


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


Ir. Aris Budi Sulistvo, S.T., M.T.
NIP. 19890402 201012 1 006


I Gusti Bagus Eka Nitivasa, S.T., M.T.
NIP. 19770420 200912 1 002


Riz Rifal Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.
NIP. 19861014 201902 1 002

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


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

Ditetapkan di: Tabanan

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, ARIA WICHAKSANA, Notar. 2201003, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul “**APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS KENDARAAN BERMOTOR**” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan 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 ini 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, 25 Juni 2025



ARIA WICHAKSANA
NOTAR. 2201003

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Bawa Kebaikan Ke Mana Pun Langkahmu Pergi”

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur hamba persembahkan kepada Allah, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Tiada daya dan kekuatan yang kumiliki melainkan atas kehendak-Nya, Tiada ilmu dan kemampuan yang kudapatkan kecuali setetes dari limpahan izin-Nya.

Terima kasih yang tak terhingga kepada Mama tercinta, Wanita luar biasa yang setiap kemudahan dalam langkahku bersumber dari doa-doanya yang tak pernah putus.

Untuk Papah, yang meski raganya telah terbaring hening di rumah keabadian, Tetap hidup sebagai sosok tangguh dalam benakku, panutan dalam diam, semangat dalam kenangan.

Untuk Kakak yang meskipun jarang bersua, namun tiada pernah luput dalam mulutku untuknya berdoa.

Kepada para dosen, guru dalam pendidikan dan kehidupan, Serta sahabat-sahabat terbaik yang hadir dalam kesah dan keluh, Menjadi pelipur dalam hati hancur, menjadi penguat dalam iman yang kadang tersesat.

Semoga langkah-langkah kita selalu dimudahkan, Dalam perjalanan bersama menuju tujuan yang kita sokong di depan, Pada cita-cita mulia serta mengharap ridho-Nya, Aamiin.

KATA PENGANTAR

Limpahan rasa syukur yang tiada henti penulis panjatkan kepada Allah, Tuhan Yang Maha Pemurah yang tetap mencurahkan cinta dan kasih sayang-Nya, meski hamba-Nya ini penuh kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Tiada pernah Ia kekurangan dalam memberi, tiada pernah kasih-Nya tercela dalam menyentuh hati yang rapuh. Dia-lah pemilik segala ilmu, yang dengan kemurahan-Nya telah membukakan pemahaman, menguatkan langkah, dan menuntun penulis hingga dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini yang berjudul **“APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS DESAIN 3D UNTUK PENGUJIAN PERSYARATAN TEKNIS KENDARAAN BERMOTOR”** sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali. Dalam proses penyusunan Kertas Kerja Wajib ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dorongan semangat, serta dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Dengan penuh kerendahan hati dan rasa hormat yang tulus, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Seluruh keluarga tercinta terutama mama, almarhum papah dan kakak yang selalu ada untuk mendukung serta mendoakan.
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Bapak Ir. Aris Budi Sulistyono, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I dan Bapak Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini.
4. Dosen penguji serta Dosen-dosen Program Studi D-III Teknologi Otomotif yang telah memberikan bimbingan dan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Transportasi Darat Bali.
5. Rekan mahasiswa/i Angkatan III yang selalu memberikan semangat.

Penulis berharap seluruh gagasan, temuan, serta hasil pengembangan yang tertuang dalam Kertas Kerja Wajib ini dapat memberikan manfaat yang nyata, tidak hanya sebagai referensi akademik bagi mahasiswa, tetapi juga sebagai kontribusi kecil dalam pengembangan media pembelajaran digital di bidang pengujian kendaraan bermotor. Harapannya, karya ini mampu menjadi pijakan awal bagi pengembangan penelitian lanjutan dan dapat memberikan nilai tambah bagi siapa pun yang membacanya dan memiliki ketertarikan pada bidang serupa.

Tabanan, 24 Juni 2025

Penulis,



ARIA WICAKSANA

2201003



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 kondisi wilayah penelitian	6
2.2 Objek Penelitian	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	9
3.1 Pemeriksaan Persyaratan Teknis Kendaraan Bermotor.....	9
3.2 Teknologi Multimedia Interaktif	10
3.3 <i>SketchUp</i> dan <i>Unity 3D</i>	11
3.4 Penelitian Terdahulu	13
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	15
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	15
4.1.1 Sumber data.....	15
4.1.2 Teknik pengumpulan data	16
4.2 Metode Analisis Data	20
4.3 Bagan Alir Penelitian.....	20

4.4 Metode Penelitian	21
4.2.1 Analysis	22
4.2.2 <i>Design</i>	23
4.2.3 <i>Development</i>	31
4.2.4 <i>Implementation</i>	44
4.2.5 <i>Evaluation</i>	46
4.5 Timeline Kegiatan	48
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1 <i>Analysis</i>	49
5.1.1 Observasi	49
5.1.2 Wawancara	50
5.2 <i>Design</i>	51
5.2.1 Desain model kendaraan	52
5.2.1 Desain tampilan awal aplikasi	53
5.3 <i>Development</i>	54
5.4 <i>Implementation</i>	59
5.5 <i>Evaluation</i>	60
BAB VI PENUTUP	62
6.1 Kesimpulan	62
6.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 4. 1 Pertanyaan wawancara	17
Tabel 4. 2 Aspek validasi soal	19
Tabel 4. 3 Aspek validasi materi	19
Tabel 4. 4 Tabel penilaian materi	44
Tabel 4. 5 Tabel penilaian soal	45
Tabel 4. 6 Kategori instrumen kuesioner	46
Tabel 4. 7 Hasil uji normalitas	47
Tabel 4. 8 Timeline Kegiatan	48
Tabel 5. 1 Hasil wawancara	51
Tabel 5. 2 Hasil <i>black box testing</i>	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi Politeknik Transportasi Darat Bali kampus Tabanan.....	7
Gambar 2. Contoh Pemodelan dan Pengembangan pada <i>SketchUp</i> dan <i>Unity 3D12</i>	
Gambar 3. Diagram Penelitian.....	21
Gambar 4. Wawancara dengan mahasiswa	23
Gambar 5. Proses desain pada aplikasi <i>SketchUp</i>	25
Gambar 6. Proses desain pada aplikasi <i>SketchUp</i>	26
Gambar 7. Proses ilustrasi pada aplikasi <i>Procreate</i>	27
Gambar 8. <i>Use case diagram</i>	28
Gambar 9. <i>Activity diagram</i> mulai aplikasi.....	30
Gambar 10. <i>Activity diagram</i> pilih kendaraan	30
Gambar 11. <i>Activity diagram</i> pilih komponen.....	30
Gambar 12. <i>Activity diagram</i> membuka halaman contoh kerusakan.....	31
Gambar 13. <i>Activity diagram</i> membuka halaman lampiran.....	31
Gambar 14. Proses pembuatan <i>scene</i> halaman awal.....	32
Gambar 15. Kode navigasi.....	33
Gambar 16. Proses pembuatan <i>scene</i> halaman utama.....	34
Gambar 17. Kode rotasi objek	34
Gambar 18. Kode zoom objek	34
Gambar 19. Tombol navigasi <i>next</i> dan <i>prev</i>	35
Gambar 20. <i>Script</i> pergantian model	36
Gambar 21. <i>Script</i> pergantian model	36
Gambar 22. <i>Script prev button</i>	37
Gambar 23. <i>Script next button</i>	37
Gambar 24. Kode fungsi <i>highlight</i>	38
Gambar 25. Kode <i>reset highlight</i>	39
Gambar 26. Proses pembuatan <i>button</i> pilih komponen	39
Gambar 27. <i>Script</i> klik <i>button</i> komponen.....	40

Gambar 28. <i>UI scroll drag</i>	40
Gambar 29. <i>UI</i> contoh kerusakan.....	41
Gambar 30. <i>UI</i> lampiran	41
Gambar 31. Kode tampilan contoh kerusakan	41
Gambar 32. Kode lampiran regulasi	42
Gambar 33. <i>Script</i> keluar untuk <i>platform Android</i>	42
Gambar 34. Kode konfirmasi keluar aplikasi	43
Gambar 35. Kondisi praktik dengan model komponen	50
Gambar 36. Kondisi praktik pada bagian bawah kendaraan.....	50
Gambar 37. Desain model kendaraan	53
Gambar 38. Desain model kendaraan	53
Gambar 39. Desain halaman awal aplikasi	54
Gambar 40. Tampilan awal	55
Gambar 41. Halaman transisi berisi pengantar	55
Gambar 42. Halaman utama.....	56
Gambar 43. Tampilan fungsi komponen.....	56
Gambar 44. Tampilan fungsi contoh kerusakan.....	57
Gambar 45. Tampilan fungsi lampiran.....	57
Gambar 46. Pelaksanaan <i>pretest-posttest</i>	59
Gambar 47. Pelaksanaan <i>pretest-posttest</i>	60
Gambar 48. Hasil analisis non parametrik Wilcoxon.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar wawancara.....	68
Lampiran 2. Lembar validasi materi	69
Lampiran 3. Lembar validasi soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	72
Lampiran 4. soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> beserta indikator	75
Lampiran 5. Uji normalitas data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	82



INTISARI

Aplikasi Pembelajaran Interaktif Berbasis Desain 3D untuk Pengujian Persyaratan Teknis Kendaraan Bermotor

Oleh

ARIA WICHAKSANA

2201003

Kebutuhan akan media pembelajaran yang fleksibel, mandiri, dan kontekstual bagi pengujian kendaraan bermotor mendorong pengembangan teknologi digital berbasis visual interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis desain 3D yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam memahami materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor. Metode pengembangan yang digunakan adalah model *ADDIE* yang mencakup tahap analisis kebutuhan pengguna, desain antarmuka, pengembangan konten visual, implementasi, dan evaluasi.

Proses analisis dilakukan dengan mengamati dan mewawancarai mahasiswa sebagai representasi pengujian kendaraan bermotor, yang telah mengikuti praktikum serupa dengan pelatihan teknis dalam diklat. Aplikasi dikembangkan menggunakan perangkat lunak *SketchUp* dan *Unity 3D*, serta dilengkapi fitur interaktif seperti rotasi objek, *highlight* komponen, dan panel informasi hukum serta prosedur pemeriksaan. Validasi dilakukan melalui metode *Black Box* untuk menguji kelayakan fungsionalitas, dan uji efektivitas dilaksanakan menggunakan desain *Pretest-Posttest* pada 66 responden. Hasil uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* menunjukkan peningkatan signifikan, yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini efektif sebagai media pembelajaran teknis. Aplikasi ini dapat digunakan secara fleksibel oleh pengujian kendaraan bermotor sebagai pendamping dalam memahami prosedur pengujian di luar ruang diklat formal, khususnya bagi mereka yang berada di daerah.

Kata kunci: aplikasi pembelajaran, 3D interaktif, pengujian kendaraan bermotor, *ADDIE*, pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.

ABSTRACT

Interactive Learning Application Based on 3D Design for Motor Vehicle Technical Requirements Inspection

By

ARIA WICHAKSANA

2201003

The need for flexible, independent, and contextual learning media for vehicle inspectors has driven the development of digital technology based on interactive visual design. This study aims to design and develop a 3D-based interactive learning application to support understanding of vehicle technical inspection requirements. The development method used is the ADDIE model, which consist of analysis of user needs, interface design, visual content development, implementation, and evaluation.

The analysis process was carried out by observing and interviewing students as representative of vehicle inspectors. Based on their practical experience similar to technical training conducted in official programs. The application was developed using SketchUp and Unity 3D, and includes interactive features such as object rotation, component highlighting, and panels containing legal references and inspection procedures. Functional validation was conducted using Black Box method, while the effectiveness was tested through a Pretest-Posttest design involving 66 respondents. The results of the Wilcoxon Signed-Rank Test indicated a significant improvement, suggesting that this application is effective as a technical learning tool. It can be used flexibly by vehicle inspectors as a supplementary resource for understanding inspection procedures outside formal training environments, particularly for those in remote areas.

Keywords: *learning application, interactive 3D, vehicle inspectors, ADDIE, technical inspection of motor vehicles.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan transportasi merupakan faktor krusial dalam menjamin kelancaran aktivitas masyarakat. Untuk mendukung hal tersebut, setiap kendaraan bermotor harus memenuhi standar teknis dan laik jalan sesuai dengan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009. Hal ini ditegaskan kembali dalam Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021, yang menjelaskan bahwa pengujian persyaratan teknis meliputi evaluasi visual dan manual terhadap komponen kendaraan seperti rem, suspensi, sistem penerangan, dan dimensi kendaraan. Kompleksitas pengujian ini menuntut penguasaan kompetensi teknis yang tinggi bagi para penguji kendaraan bermotor di Unit Pelaksana Uji berkala (UPUBKB) khususnya di daerah dengan keterbatasan sumber daya manusia (Arham *et al.*, 2024).

Pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor merupakan salah satu aspek penting dalam menjamin keselamatan dan kelaikan kendaraan yang beroperasi di jalan raya. Proses ini memerlukan kompetensi penguji yang tidak hanya memahami prosedur, tetapi juga mampu mengidentifikasi kondisi teknis kendaraan sesuai dengan regulasi yang berlaku. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Direktorat Sarana dan Keselamatan Transportasi Jalan, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia pada tahun 2025, dari total 8.253 penguji kendaraan bermotor yang tersebar di seluruh Indonesia, hanya sekitar 7% yang menduduki jenjang fungsional tertinggi, yaitu penguji tingkat 5 (PT5). Sementara itu, sekitar 19,2% berada di jenjang PT2 dan 20,9% di jenjang PT3 (Nugroho, 2025). Artinya hampir 40% dari jumlah penguji nasional berada pada level menengah, yang secara fungsional masih sangat membutuhkan dukungan pembelajaran untuk memperkuat pemahaman terhadap aspek teknis dan prosedural pengujian.

Di sisi lain, pengembangan kompetensi penguji melalui pelatihan formal tidak selalu dapat dilakukan secara rutin, terutama bagi penguji di daerah baik karena lokasi, waktu, maupun ketersediaan anggaran. Dalam kondisi ini, kelahiran media pembelajaran alternatif terutama yang fleksibel, mandiri, serta menyajikan materi secara visual dan kontekstual kiranya dapat ditinjau. Yang nantinya dapat dikembangkan sebagai sarana penyegaran bagi penguji kendaraan bermotor guna memperkuat pemahaman terhadap materi pengujian persyaratan teknis.

Multimedia interaktif berbasis teknologi 3D memungkinkan meningkatkan pemahaman terhadap materi teknis yang kompleks lewat representasi visual (Budiman, As'ari and Ningsih, 2023), serta mendorong motivasi belajar (Iskandar *et al.*, 2023; Krisma & Setyadi, 2022). Teknologi ini memungkinkan pengguna, terutama penguji kendaraan bermotor, untuk memvisualisasikan, dan mengeksplorasi materi pengujian persyaratan teknis dan komponennya secara virtual. Hal ini mendukung percepatan pemahaman terhadap objek pemeriksaan dan regulasi teknis, tanpa harus bergantung pada diklat formal untuk mengakses materi.

Aplikasi berbasis *Unity 3D* memperkuat fleksibilitas dan efektivitas pembelajaran karena memungkinkan simulasi yang realistis, aman dan mandiri (Mughits, 2021; Nelson *et al.*, 2020). Oleh karena itu, media pembelajaran digital interaktif kiranya dapat menjadi sarana strategis untuk menyegarkan dan memperkuat pemahaman terhadap regulasi teknis dan komponen pemeriksaan kendaraan, terutama bagi penguji di daerah yang minim pelatihan dan referensi. Dengan pendekatan visual dan fleksibel, aplikasi ini diharapkan mampu menjembatani keterbatasan akses terhadap sumber belajar konvensional dan mendukung penguatan kompetensi secara mandiri dan berkelanjutan.

Untuk menguji kelayakan awal, Mahasiswa D-III Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali dipilih sebagai responden karena latar belakang dan tujuan yang sejalan, Mahasiswa ini dipersiapkan untuk memiliki kompetensi di dunia pengujian kendaraan bermotor. Mahasiswa ini pula merepresentasikan karakteristik penguji kendaraan bermotor tingkat awal, yaitu sama-sama

membutuhkan adaptasi cepat terhadap regulasi dan pemahaman teknis. Pemilihan mahasiswa juga didasarkan atas kemudahan koordinasi dalam uji coba dan kesesuaian konteks pembelajaran. Mereka memberikan gambaran awal tentang efektivitas aplikasi sebagai alat bantu pembelajaran yang mampu menyajikan materi teknis secara fleksibel, responsif, dan visual. Dengan pendekatan ini, aplikasi diharapkan mampu menjadi solusi alternatif untuk mempercepat penguasaan materi pengujian persyaratan teknis bagi mereka yang belum memiliki akses memadai terhadap pelatihan dan diklat resmi.

Minat dan motivasi belajar sangat dipengaruhi oleh media pembelajaran yang digunakan (Wahyuni & Perdana, 2024; Pratama *et al.*, 2022). Dalam konteks penguatan kompetensi penguji kendaraan bermotor, pemanfaatan media pembelajaran berbasis 3D interaktif dapat menjadi strategi yang relevan. Aplikasi pembelajaran interaktif adalah media digital yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan materi untuk meningkatkan pemahaman secara mandiri dan responsif (Nelwan, 2020). Pendekatan ini berpeluang mendukung proses pembelajaran yang fleksibel. Teknologi ini memungkinkan visualisasi dan eksplorasi komponen kendaraan yang sebelumnya hanya dapat dilakukan secara langsung. Dengan memanfaatkan perangkat seperti *SketchUp* untuk desain model kendaraan dan *Unity 3D* untuk pengembangan aplikasi, media ini diharapkan mampu menjadi saran bantu yang efisien dalam menjawab tantangan pembelajaran mandiri di lapangan, khususnya bagi penguji di daerah dengan akses terbatas terhadap sumber belajar konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Latar belakang di atas menjadi dasar penentuan rumusan masalah bagi penelitian ini, yakni:

1. Bagaimana merancang aplikasi pembelajaran interaktif berbasis desain 3D yang menyajikan materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor secara visual, fleksibel, dan mandiri?
2. Bagaimana memvalidasi aplikasi, dan bagaimana efektivitas aplikasi pembelajaran berbasis desain 3D interaktif tersebut dalam membantu pemahaman terhadap materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan penelitian berdasarkan masalah yang telah dirumuskan:

1. mengembangkan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis desain 3D untuk menyajikan materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.
2. Melakukan validasi serta mengetahui efektivitas aplikasi pembelajaran tersebut dalam membantu pemahaman terhadap pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat baik secara teoritis dan praktis yaitu:

1. Teoritis, memberikan kontribusi sebagai referensi dalam pengembangan media pembelajaran digital berbasis desain 3D interaktif, khususnya dalam konteks pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.
2. Praktis, menyediakan alternatif media pembelajaran yang dapat membantu pengguna, khususnya penguji kendaraan bermotor, dalam memahami materi pengujian persyaratan teknis secara visual dan mandiri, khususnya bagi

mereka yang berada di daerah dengan keterbatasan akses terhadap materi dan pelatihan teknis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berfokus pada materi *under carriage* dan *upper carriage* pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.
2. Desain terbatas pada jenis kendaraan angkutan barang, kendaraan angkutan barang dipilih karena memiliki banyak jenis karoseri seperti bak terbuka kayu, *dumptruck*, dan bak tertutup atau *box* yang memiliki regulasi berbeda. desain awal kendaraan menggunakan aplikasi *SketchUp*, lalu pengembangan aplikasi menggunakan *Unity*.
3. Uji coba terbatas pada mahasiswa D3 Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali.

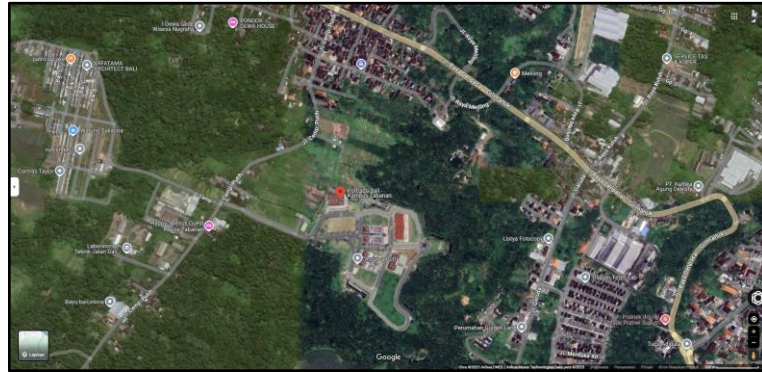
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 kondisi wilayah penelitian

penelitian ini dilaksanakan di politeknik transportasi darat bali kampus Tabanan, yang beralamat di jalan cempaka putih, samsam, Kecamatan Tabanan, Kabupaten Tabanan, Bali. Kampus ini merupakan salah satu unit dari Poltrada Bali. Sebuah perguruan tinggi kedinasan di bawah naungan badan pengembangan sumber daya manusia perhubungan (BPSDMP) kementerian perhubungan republik Indonesia. Sebagai institusi pendidikan vokasi, Poltrada Bali bertujuan untuk mencetak insan perhubungan yang kompeten, unggul, dan berintegritas, khususnya dalam bidang transportasi darat, melalui sistem pendidikan yang terstruktur, disiplin, dan berbasis pada kebutuhan industri.

Kampus Tabanan berperan sebagai salah satu pelaksanaan kegiatan akademik dan praktik, khususnya bagi Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif. Poltrada Bali sendiri menaungi tiga Program Studi, yaitu Manajemen Logistik, Manajemen Transportasi Jalan, dan Teknologi Otomotif, yang seluruhnya dirancang untuk mencetak tenaga profesional dan berkompeten di sektor transportasi darat. Dengan lingkungan belajar yang kondusif dan sistem pendidikan yang berorientasi pada praktik langsung, kampus ini mendukung penuh pengembangan kompetensi teknis mahasiswa. Fasilitas pembelajaran yang tersedia meliputi laboratorium praktik, gedung uji kendaraan bermotor, serta gedung kelas modern yang dilengkapi dengan fasilitas penunjang yang baik guna memastikan proses pembelajaran berjalan secara efektif dan optimal termasuk pada bidang pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Citra satelit wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi Politeknik Transportasi Darat Bali kampus Tabanan
(sumber: <https://maps.app.goo.gl/PnhVaQ67CYX9E9cUA>)

2.2 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini terdiri dari dua hal utama yaitu Mahasiswa aktif Program Studi D-III Teknologi Otomotif dan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis desain 3D:

1. Mahasiswa aktif Program Studi D-III Teknologi Otomotif di Politeknik Transportasi Darat Bali, yang dipilih menjadi responden untuk uji coba aplikasi. Mahasiswa ini digunakan sebagai perwakilan kelompok pembelajar dengan karakteristik teknis yang sejalan dengan pengujian kendaraan bermotor tingkat awal, yaitu sama-sama membutuhkan pemahaman cepat terhadap regulasi dan komponen teknis kendaraan. Mereka dikenai perlakuan berupa penggunaan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis desain 3D dan mengikuti proses *Pretest-Posttest* untuk mengukur efektivitas aplikasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* (Subhaktiyasa, 2024), karena mahasiswa tersebut secara langsung terkait dengan materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor.
2. Aplikasi pembelajaran interaktif berbasis desain 3D yang dikembangkan sebagai instrumen utama dalam penelitian ini. Aplikasi ini dirancang menggunakan *SketchUp* dan *Unity 3D* untuk menyajikan materi pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor secara visual, fleksibel, dan kontekstual. Tujuan pengembangan aplikasi ini adalah untuk menjadi alternatif

media bantu bagi pembelajaran pengujian persyaratan teknis kendaraan bermotor, terutama dalam situasi keterbatasan akses terhadap pelatihan, referensi, dan fasilitas praktik yang masih di alami di berbagai daerah.



BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Pemeriksaan Persyaratan Teknis Kendaraan Bermotor

Pengujian kendaraan bermotor merupakan proses krusial yang memastikan kendaraan bermotor memenuhi standar teknis agar laik jalan. Standar ini diatur oleh berbagai peraturan termasuk Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009, Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012, dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021.

Menurut UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 48, kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan wajib memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan. persyaratan teknis meliputi: susunan, perlengkapan, ukuran, karoseri, rancangan teknis, pemuatan, penggunaan, sistem penggandengan, dan penempelan kendaraan bermotor.

PP No. 55 Tahun 2012 Pasal 1 Ayat 9 mendefinisikan pengujian kendaraan bermotor sebagai aktivitas pemeriksaan bagian dan komponen kendaraan, termasuk kereta gandengan dan tempelan, guna memastikan kelayakannya sesuai standar teknis dan laik jalan. pemeriksaan persyaratan teknis juga dilakukan dalam Uji Tipe (Pasal 124), melalui dua metode: pemeriksaan visual dan pemeriksaan manual.

Selain pada Uji Tipe, pemeriksaan persyaratan teknis juga dilakukan pada Uji Berkala, sebagaimana diatur dalam Pasal 143 dan 149, PP No. 55 Tahun 2012. Regulasi ini diperjelas dalam Permenhub No. 19 Tahun 2021, yang menyebutkan bahwa Uji Berkala mencakup pemeriksaan fisik berupa pengujian persyaratan teknis dan laik jalan (Pasal 9).

Pada Bab III, Permenhub No. 19 Tahun 2021, Pasal 10 Ayat 1 dijelaskan bahwa pengujian persyaratan teknis dapat dilakukan dengan atau tanpa peralatan uji. Cakupannya (Pasal 10 Ayat 2) meliputi: susunan, perlengkapan, ukuran, rumah-rumah, dan rancangan teknis. Metode pengujian dapat dilakukan secara visual dan manual (Pasal 10 ayat 3). Pasal 11 merinci setiap kategori pengujian sesuai aspek

teknis dan prosedur yang lebih sistematis, guna mendukung standar keselamatan. Dengan adanya regulasi ini, pemeriksaan persyaratan teknis kendaraan bermotor di Indonesia memiliki standar pelaksanaan terukur, baik dari segi cakupan, metode, maupun struktur pemeriksaan, sehingga mendukung peningkatan keselamatan transportasi jalan.

3.2 Teknologi Multimedia Interaktif

Teknologi telah menjadi bagian integral dalam pendidikan modern, membantu pendidik menyusun pola pembelajaran yang lebih efektif dan menghadirkan media pembelajaran yang interaktif (Purniasih, Darmawiguna and Agustini, 2020). Media ini mencakup perangkat keras dan lunak untuk menyampaikan informasi secara menarik dan efisien (Puspitarini and Hanif, 2019). Penggunaan media yang tepat dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar, sedangkan pembelajaran yang hanya berfokus pada peserta didik tanpa dukungan media cenderung kurang efektif (Iskandar *et al.*, 2023). Motivasi belajar sangat penting karena menjadi pendorong internal untuk mencapai target pendidikan (Krisma and Setyadi, 2022), dan terbukti berpengaruh terhadap hasil akademik (Cahyani and Efgivia, 2021).

Salah satu inovasi penting adalah pemanfaatan teknologi 3D untuk membantu visualisasi konsep kompleks yang sulit dipahami melalui media dua dimensi. Representasi visual 3D memungkinkan peserta didik lebih mudah memahami objek dan struktur teknis (Budiman, As'ari and Ningsih, 2023), seperti dalam pendidikan otomotif yang memerlukan pemahaman terhadap sistem mekanik dan struktur kendaraan. Penggunaan media *3D Exploded View* dalam pembelajaran teknik otomotif terbukti mampu meningkatkan pemahaman terhadap hubungan antar komponen, motivasi belajar, dan prestasi (Ihwanudin *et al.*, 2021). Bahkan dalam konteks promosi otomotif, animasi 3D mampu meningkatkan pemahaman teknis secara visual dan menarik (Musliyana and Mubaraq, 2024).

Teknologi 3D juga diterapkan dalam bentuk simulasi berbasis *game*, yang efektif meningkatkan keterlibatan belajar. Contohnya, simulasi rem mobil

memungkinkan peserta memahami cara kerja komponen secara interaktif (Ardiyanta, 2017). Pelatihan 3D bahkan terbukti meningkatkan pemahaman peserta sebesar 35,05% dalam *modelling* dan 22,55% dalam *scanning* dan *printing* (Syarifudin *et al.*, 2022). media pembelajaran digital berbasis *mobile* juga telah berhasil diterapkan dalam materi kelistrikan otomotif, memungkinkan pembelajaran yang fleksibel tanpa tergantung fasilitas praktik (Puradimaja, 2022). Lebih lanjut, teknologi multimedia interaktif berbasis *Unity 3D* memungkinkan peserta mengeksplorasi materi secara mandiri dalam lingkungan belajar yang kondusif dan menarik (Mughits, 2021). Teknologi ini juga diadopsi luas dalam pelatihan karena menawarkan simulasi yang aman, hemat biaya, dan lebih interaktif dibanding metode konvensional (Nelson *et al.*, 2020). Fleksibilitas media 3D menjadikannya relevan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk teknologi otomotif (Akbar, 2023).

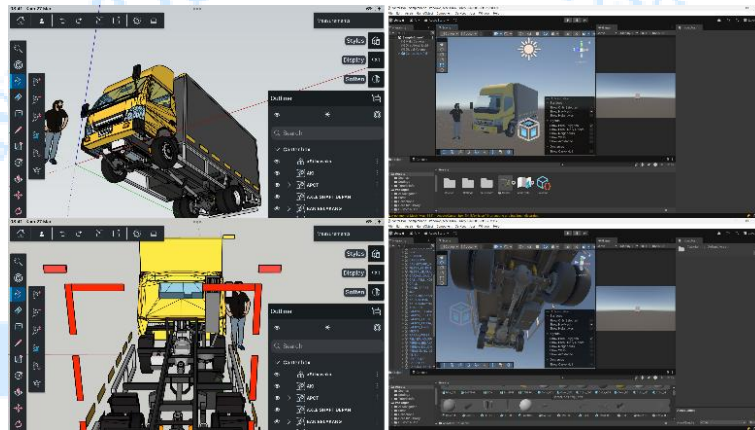
3.3 SketchUp dan Unity 3D

Dalam pembuatan aplikasi pembelajaran berbasis 3D, pemilihan perangkat lunak menjadi hal penting karena mempengaruhi kemudahan serta fleksibilitas dalam pembuatan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *SketchUp* sebagai alat pemodelan visual 3D dan *Unity 3D* yang merupakan *game engine* untuk membangun fitur interaktif yang dapat dijalankan pada berbagai perangkat. *SketchUp* dipilih karena memiliki antarmuka pengguna yang sederhana dan intuitif, sehingga memudahkan pengguna dalam membuat model 3D secara detail dan cepat. *SketchUp* juga mendukung ekspor dalam format *FBX*, *DAE*, dan *OBJ*, yang kompatibel dengan berbagai *platform* pengembangan, termasuk *Unity*.

Unity 3D digunakan sebagai *platform* pengembangan aplikasi karena mendukung pemrograman berbasis *C#*, dan dapat menghasilkan aplikasi lintas *platform* untuk *desktop* (*Windows*, *macOS*) maupun *mobile* (*Android*, *iOS*). *Unity 3D* memiliki versi gratis (*Unity Personal*) yang dapat digunakan secara legal untuk keperluan riset dan pendidikan. *Unity 3D* juga mendukung integrasi langsung

dengan model 3D dari *SketchUp*, serta menyediakan banyak fitur untuk mengelola interaksi pengguna, animasi objek, hingga *user interface (UI)*.

Dengan mempertimbangkan kelebihan teknis, kemudahan penggunaan, ketersediaan versi gratis yang legal, peneliti memilih *SketchUp* dan *Unity* dalam penelitian ini untuk membuat aplikasi pembelajaran interaktif berbasis 3D untuk pengujian teknis kendaraan bermotor. Contoh pemodelan dan pengembangan pada aplikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Pemodelan dan Pengembangan pada *SketchUp* dan *Unity 3D*

3.4 Penelitian Terdahulu

Referensi dari penelitian ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang dijadikan referensi.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Masukan dan Luaran	Gap Research
1	(Firdausi, 2024)	Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Pemeriksaan Persyaratan Teknis pada <i>Upper Carriage</i> Berbasis <i>Virtual Tour 3D Simulation</i>	Masukan: Penggunaan model 3D interaktif untuk pemeriksaan <i>upper carriage</i> kendaraan bus. Penekanan pada dasar hukum per komponen. Luaran: Aplikasi berbasis web yang menampilkan model 3D kendaraan penumpang dengan fitur klik untuk menampilkan dasar hukum.	Penelitian Aplikasi hanya mencakup <i>upper carriage</i> , tidak menyentuh komponen <i>under carriage</i> dan tidak memuat prosedur pemeriksaan serta contoh kerusakan. Penelitian ini mengembangkan aplikasi <i>mobile offline</i> untuk kendaraan barang dengan cakupan informasi lebih luas.
2	(Puradimaja, 2022)	Desain Simulator Digital 3D pada Pembelajaran Kelistrikan Teknik Otomotif di Sekolah Menengah Kejuruan.	Masukan: Perancangan simulator digital 3D untuk sistem kelistrikan kendaraan berbasis <i>mobile</i> . Mahasiswa dapat mengakses pembelajaran secara mandiri. Luaran : Aplikasi <i>mobile</i> interaktif yang memungkinkan klik pada komponen kelistrikan untuk menampilkan informasi teknis.	Fokus hanya pada satu sistem kendaraan, yaitu kelistrikan. Penelitian ini mencakup berbagai teknis dan struktur kendaraan dalam satu aplikasi.
3	(Ihwanudin <i>et al.</i> , 2021)	Pengembangan Media 3D <i>Exploded View</i> pada <i>Asynchronous Learning</i>	Masukan: Pengembangan media 3D <i>exploded view</i> berbasis <i>AR</i> untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran teknik otomotif Luaran: Media pembelajaran 3D yang telah divalidasi, memberikan peningkatan signifikan terhadap motivasi dan hasil pembelajaran.	Relevan dalam pengembangan media 3D berbasis <i>ADDIE</i> . Namun terbatas pada sistem rem dan belum mencakup seluruh aspek pemeriksaan teknis serta dasar hukum resmi dari Kementerian Perhubungan
4	(Marjuni <i>et al.</i> , 2022)	<i>Development of the Android-</i>	Masukan:	Penelitian hanya fokus pada topik

No	Penulis	Judul Penelitian	Masukan dan Luaran	Gap Research
		<i>Based Mobile Application "MyWheel Alignment" for Wheel Alignment Topics in Automotive Technology Courses at Vocational Colleges</i>	Pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis <i>Android</i> untuk topik <i>Wheel Alignment</i> dengan pendekatan multimedia interaktif. Luaran: Aplikasi <i>MyWheel Alignment</i> yang dinilai sangat membantu siswa memahami prinsip kerja <i>spooring</i> serta meningkatkan minat belajar	<i>wheel alignment</i> dan tidak menyentuh aspek prosedur pemeriksaan teknis kendaraan secara menyeluruh. Tidak menyajikan regulasi.
5	(Ermawan and Subari, 2022)	Perancangan <i>Augmented Reality</i> Bidang Otomotif untuk Siswa SMK Jurusan Teknik Sepeda Motor	Masukan: <i>Augmented Reality</i> berbasis <i>Unity</i> untuk memvisualisasikan komponen sepeda motor secara interaktif Luaran: aplikasi <i>AR</i> yang dapat menampilkan komponen mesin dan bodi sepeda motor	Penelitian tidak membahas aspek pemeriksaan teknis maupun regulasi, hanya fokus kepada pengenalan komponen