



**RANCANG BANGUN FITUR 3D SIMULASI ALUR
KERJA PADA APLIKASI PEMBELAJARAN SISTEM
ELECTRONIC FUEL INJECTION BERBASIS
AUGMENTED REALITY**

SKRIPSI

ANANDA SYAFAKHATUL AZMI

2207431024

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN FITUR 3D SIMULASI ALUR
KERJA PADA APLIKASI PEMBELAJARAN SISTEM
ELECTRONIC FUEL INJECTION BERBASIS
AUGMENTED REALITY**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat – Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

ANANDA SYAFAKHATUL AZMI

2207431024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Syafakhatul Azmi

NIM : 2207431024

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia Digital

Judul skripsi : Rancang Bangun Fitur 3D Simulasi Alur Kerja pada Aplikasi Pembelajaran Sistem Electronic Fuel Injection Berbasis Augmented Reality

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 7 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Ananda Syafakhatul Azmi

NIM 2207431024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Ananda Syafakhatul Azmi

NIM : 2207431024

Program Studi : Teknik Multimedia Digital

Judul Skripsi : Rancang Bangun Fitur 3D Simulasi Alur Kerja pada Aplikasi Pembelajaran Sistem Electronic Fuel Injection Berbasis Augmented Reality

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Jumat, Tanggal 19, Bulan Juni, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan Oleh

Pembimbing I : Sinantya Feranti Anindya, S.T., M.T. ()

Penguji I : Ade Rahma Yuly, S.Kom., M.Ds. ()

Penguji II : Iwan Sonjaya, S.T., M.T. ()

Penguji III : Mira Rosalina, S.Pd., M.T. ()

Mengetahui

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Ketua




Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Fitur 3D Simulasi Alur Kerja pada Aplikasi Pembelajaran Sistem *Electronic Fuel Injection* Berbasis *Augmented Reality*”. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Multimedia Digital, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Malisa Huzaifa, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Multimedia Digital.
3. Ibu Sinantya Feranti Anindya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, kritik, serta saran yang sangat membangun selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Kepala Sekolah, Guru Mata Pelajaran Otomotif, beserta seluruh siswa kelas XI jurusan Teknik Sepeda Motor (TSM) di SMK Negeri 1 Bumijawa, atas kerja sama dan izin yang diberikan selama proses observasi dan pengujian aplikasi.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu, yang selalu memberikan doa yang tiada henti, kasih sayang, serta kerja keras yang luar biasa demi mendukung pendidikan penulis.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Multimedia Digital angkatan 2022, yang telah bersama-sama melewati suka duka masa perkuliahan dan saling mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, penulis berharap skripsi dan aplikasi yang dikembangkan ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi dunia pendidikan kejuruan dan pengembangan teknologi multimedia di Indonesia.

Depok, 9 Juni 2026

Ananda Syafakhatul Azmi

NIM. 2207431024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ananda Syafakhatul Azmi

NIM : 2207431024

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer/Teknik Multimedia Digital

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

RANCANG BANGUN FITUR 3D SIMULASI ALUR KERJA PADA APLIKASI PEMBELAJARAN SISTEM ELECTRONIC FUEL INJECTION BERBASIS AUGMENTED REALITY

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 3 Juli 2026

Yang menyatakan

Ananda Syafakhatul Azmi
NIM. 2207431024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Fitur 3D Simulasi Alur Kerja pada Aplikasi Pembelajaran Sistem *Electronic Fuel Injection* Berbasis *Augmented Reality*

ABSTRAK

Pembelajaran materi sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) menjadi tantangan bagi siswa kelas XI Teknik Sepeda Motor SMK Negeri 1 Bumijawa karena sifatnya yang abstrak dan tertutup oleh blok mesin. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah fitur simulasi interaktif 3D *augmented reality* (AR) sebagai media visual untuk merepresentasikan cara kerja injeksi bensin pada motor secara dinamis. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan siklus pengembangan Villamil-Molina. Pemodelan aset 3D low-poly dirancang menggunakan perangkat lunak Blender, sedangkan pemrograman sistem dibangun pada Unity game engine dengan implementasi arsitektur Model-View-ViewModel (MVVM). Pengujian kelayakan sistem sebagai media pembelajaran dilakukan oleh ahli materi dan ahli media melalui kuesioner skala Likert dengan parameter *Learning Object Review Instrument* (LORI), sementara uji pengalaman pengguna melibatkan 71 siswa menggunakan instrumen *User Experience Questionnaire* (UEQ). Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil validasi LORI mencapai kategori “sangat layak” dengan perolehan persentase ahli media sebesar 92% dan ahli materi 98%. Selanjutnya, hasil pengujian UEQ menunjukkan predikat “excellent” dengan rincian skor Daya Tarik (2,54), Kualitas Pragmatis (2,51), dan Kualitas Hedonis (2,13). Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa fitur EFI Simulator valid secara teknis, layak secara pedagogis sebagai media pembelajaran, serta mendapatkan penerimaan yang sangat positif dari siswa sebagai inovasi media pembelajaran otomotif.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Finite State Machine*, Media Pembelajaran, MVVM, Unity, Villamil-Molina.



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Cara Kerja Sistem Injeksi Bensin	5
2.2 <i>Augmented Reality</i> (AR)	7
2.3 Unity Engine	8
2.4 Substance 3D Painter	9
2.5 <i>Physically Based Rendering</i> (PBR)	10
2.6 Arsitektur MVVM (Model-View-ViewModel)	11
2.7 Blender	12
2.8 Metodologi Villamil-Molina.....	13
2.9 Skala Likert.....	15
2.10 <i>Alpha Testing</i> dan <i>Black Box Testing</i>	16
2.11 <i>Learning Object Review Instrument</i> (LORI) Versi 1.5.....	17
2.12 <i>Beta Testing</i>	19
2.13 <i>User Experience Questionnaire</i> (UEQ)	20
2.14 Perancangan <i>User Interface</i> dan Orientasi Layar pada <i>Mobile AR</i>	24
2.15 Penelitian Terdahulu	25
BAB III.....	29
METODE PENELITIAN	29
3.1 Rancangan Penelitian	29
3.2 Tahapan Penelitian	29
3.2.1 Tahap Pengembangan (<i>Development</i> / Analisis Kebutuhan).....	29
3.2.2 Tahap Praproduksi (<i>Pre-Production</i>).....	32
3.2.3 Tahap Produksi (<i>Production</i>).....	37
3.2.3 Tahap Pascaproduksi (<i>Post-Production</i>).....	39
3.2.4 Tahap Penyerahan (<i>Delivery</i>).....	40
3.3 Objek Penelitian	40
3.4 Sumber Data.....	40
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	41

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.6	Teknik Analisis Data.....	42
BAB IV		46
HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Analisis Kebutuhan	46
4.2	Perancangan Spesifikasi Aset Visual dan Sistem Simulasi	47
4.3	Implementasi Aset 3D dan Fitur Simulasi	79
4.4	Pengujian.....	109
4.4.1	Deskripsi Pengujian	109
4.4.2	Prosedur Pengujian	109
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	114
4.4.4	Analisis Data/Evaluasi Pengujian	126
4.5	Penyerahan Produk (<i>Delivery</i>)	132
BAB V		133
PENUTUP		133
5.1	Kesimpulan	133
5.2	Saran.....	133
DAFTAR PUSTAKA		134



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alur Kerja Sistem EFI.....	5
Gambar 2.2 Model Pengembangan Villamil-Molina.....	14
Gambar 2.3 Struktur Skala UEQ (Schrepp, 2023).....	22
Gambar 3.1 Subproses Simulasi Dasar Sistem EFI.....	34
Gambar 4.1 Arsitektur Informasi Fitur Mode Simulasi.....	56
Gambar 4.2 Diagram User Flow	62
Gambar 4.3 UI Art Style	66
Gambar 4.4 Referensi Gambar Ikon UI	67
Gambar 4.5 Diagram Blok Sistem EFI Simulator	71
Gambar 4.6 Diagram Finite State Machine EFI Simulator.....	73
Gambar 4.7 Class Diagram	76
Gambar 4.8 Model 3D Prototipe.....	80
Gambar 4.9 Animasi Mesin	81
Gambar 4.10 Pengaturan Ekspor Model (.fbx)	81
Gambar 4.11 Interface Engine State	82
Gambar 4.12 Skrip EFIController.....	83
Gambar 4.13 Skrip Running	84
Gambar 4.14 Skrip StandByState	85
Gambar 4.15 Skrip ColdStart.....	86
Gambar 4.16 Skrip OffState.....	87
Gambar 4.17 Model 3D Mentah	87
Gambar 4.18 Model 3D Throttle Body	88
Gambar 4.19 Model 3D Poros Engkol.....	88
Gambar 4.20 Model 3D Final	89
Gambar 4.21 Material Komponen Objek 3D EFI.....	90
Gambar 4.22 Import Settings 3D Model di Substance Painter.....	91
Gambar 4.23 Proses Texturing.....	91
Gambar 4.24 Export Settings Substance Painter.....	92
Gambar 4.25 File Tekstur PBR Metallic Roughness.....	92
Gambar 4.26 Perancangan UI	93
Gambar 4.27 Perancangan UI Builder	93
Gambar 4.28 Skrip EFIInputViewModel.....	94
Gambar 4.29 Fungsi SetIgnitionState	95
Gambar 4.30 Fungsi ReturnToOnState.....	95
Gambar 4.31 Fungsi UpdateIgnitionVisuals()	96
Gambar 4.32 Fungsi PlayButtonSound()	96
Gambar 4.33 Tampilan Unity Event EFIViewModel	97
Gambar 4.34 Skrip EFIController.....	98
Gambar 4.35 Lanjutan Skrip EFIController.....	98
Gambar 4.36 Skrip EngineCore_ECU	99
Gambar 4.37 Skrip EFIDashboardViewModel.....	100
Gambar 4.38 Delegasi Fungsional EFIDashboardViewModel.....	101
Gambar 4.39 Querying Elemen UI Skrip EFIDashboardView.....	101
Gambar 4.40 Fungsi UpdateNeedle Skrip EFIDashboardView	102
Gambar 4.41 Fungsi DrawNeedleShape()	102
Gambar 4.42 Animasi time-based menggunakan Coroutine	103

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.43 Tampilan akhir EFI Simulator	103
Gambar 4.44 Penggunaan Unity Event pada Skrip EngineCore_ECU	105
Gambar 4.45 Fungsi UpdateState() Skrip Running	106
Gambar 4.46 Variabel Penyimpan Status	106
Gambar 4.47 Penerapan Edge Triggered	106
Gambar 4.48 Konversi desimal ke teks	107
Gambar 4.49 Variabel penyimpan nilai integer	107
Gambar 4.50 Penerapan Mekanisme Value Caching.....	107
Gambar 4.51 Cabang Repositori AR EFI	108
Gambar 4.52 Tampilan Riwayat Commit pada Branch Simulation_Feature	108
Gambar 4.53 Sebaran Kuesioner Beta Testing	119
Gambar 4.54 Butir Pernyataan UEQ.....	119
Gambar 4.55 Hasil Kuesioner Fitur Simulasi	120
Gambar 4.56 Hasil Pengisian Kuesioner UEQ	121
Gambar 4.57 Data Mean Per Person.....	122
Gambar 4.58 Data Ketidakkonsistenan Jawaban	123
Gambar 4.59 Hasil Mean dari 26 butir pertanyaan UEQ.....	124
Gambar 4.60 Hasil Rata-Rata Kelompok Kualitas Pragmatis dan Hedonis	125
Gambar 4.61 Penggabungan Fitur Simulasi ke dalam Branch Utama.....	132

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3.1 Tabel Komponen Sistem EFI.....	32
Tabel 3.2 Kriteria Validitas dan Kepraktisan.....	44
Tabel 4.1 Spesifikasi Fitur Simulasi Interaktif 3D Sistem EFI.....	46
Tabel 4.2 Referensi Komponen EFI pada Honda Beat FI	48
Tabel 4.3 Spesifikasi Visual Effect.....	53
Tabel 4.4 Wireframe EFI Simulator.....	64
Tabel 4.5 Ikon UI Fitur Simulasi	68
Tabel 4.6 Daftar Sound Effect	79
Tabel 4.7 Hasil Alpha Testing	114
Tabel 4.8 Hasil Penilaian Ahli Media.....	118
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Ahli Materi.....	118
Tabel 4.10 Hasil Evaluasi UEQ	124
Tabel 4.11 Benchmark Hasil Beta Testing	125



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Transkrip Wawancara	136
Lampiran B. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	138
Lampiran C. Hasil Survei Siswa TSM Kelas XI	141
Lampiran D Dokumentasi Analisis Kebutuhan	143
Lampiran E. Hasil Kuesioner Pengujian Ahli Media.....	144
Lampiran F. Hasil Kuesioner Ahli Materi	147
Lampiran G. Chart Hasil UEQ.....	148
Lampiran H. Dokumentasi Pengujian.....	151
Lampiran I. CV Ahli Media.....	152



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri otomotif kini telah beralih sepenuhnya ke teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI) dengan *Engine Control Unit* (ECU) sebagai pusat kendalinya. Meskipun meningkatkan efisiensi, teknologi ini menciptakan kompleksitas baru karena ECU bekerja berdasarkan algoritma pemrosesan data presisi yang abstrak dan sulit dipahami secara konvensional (Singh, 2020). Perkembangan teknologi ini menuntut kesiapan sumber daya manusia yang adaptif dan terampil. Sebagai institusi vokasi yang menghasilkan lulusan yang kompeten, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut untuk menyesuaikan kurikulumnya dengan tren industri. Oleh karena itu, bagi siswa SMK jurusan Teknik Sepeda Motor, memahami mekanisme kerja ECU bukan lagi sekadar teori, melainkan kompetensi dasar yang harus dikuasai untuk memenuhi standar industri otomotif.

Namun, pengajaran sistem EFI di SMK Negeri 1 Bumijawa terkendala oleh keterbatasan media visualisasi. Hasil wawancara dengan Kasroh, guru mata pelajaran Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor, menunjukkan bahwa alat peraga motor injeksi utuh belum memadai untuk meragakan alur logika sistem. Sifat kerja ECU yang abstrak mulai dari aliran data sensor, pemrosesan, hingga perintah ke aktuator sangat sulit divisualisasikan. Kondisi ini menjadi hambatan utama dalam mencapai target Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kompetensi Dasar (KD) 3.6, khususnya pada materi cara kerja injeksi bensin pada sepeda motor.

Permasalahan ini terkonfirmasi secara kuantitatif melalui survei analisis kebutuhan terhadap 58 siswa kelas XI TSM di SMK Negeri 1 Bumijawa. Sebanyak 91,4% siswa mengaku kesulitan membayangkan proses kerja sistem EFI tersebut, dan 86,6% merasa logika sistem sangat sulit dipahami tanpa simulasi visual yang jelas. Data tersebut memunculkan urgensi akan adanya media pembelajaran alternatif. Sebanyak 92,2% siswa secara spesifik membutuhkan media yang lebih interaktif untuk menguasai materi EFI.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ketiadaan alat peraga yang mampu memvisualisasikan alur kerja abstrak ini menjadi hambatan utama bagi guru dalam mengoptimalkan proses kegiatan belajar mengajar di kelas maupun di bengkel praktik.

Menjawab kebutuhan tersebut, fitur 3D simulasi alur kerja sistem EFI yang diintegrasikan dengan *augmented reality* (AR) hadir sebagai solusi yang diusulkan sebagai alternatif media pembelajaran. Penggunaan teknologi 3D dipilih secara khusus karena kemampuannya dalam memvisualisasikan konsep abstrak ke dalam format yang lebih nyata dan spesifik. Penelitian Ye dkk. (2024) menegaskan bahwa lingkungan pembelajaran 3D interaktif memungkinkan siswa untuk tidak sekadar mengamati, tetapi juga berinteraksi langsung dengan materi. Interaksi ini terbukti secara signifikan mampu meningkatkan tingkat pemahaman dan daya ingat (retensi) siswa terhadap konsep yang rumit.

Potensi visualisasi 3D ini dapat didukung lebih lanjut melalui penerapan teknologi AR. Berbagai penelitian terdahulu membuktikan bahwa AR sangat efektif digunakan dalam pendidikan vokasi. Sebagai contoh, Zamuri dkk. (2025) menemukan bahwa modul AR secara signifikan membantu siswa memahami konsep komponen mekanis yang abstrak. Hal ini dimungkinkan karena keunggulan utama AR terletak pada kemampuannya memproyeksikan simulasi 3D tersebut secara langsung di atas objek nyata (Rajput dkk., 2024).

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan visualisasi 3D mekanisme kerja sistem EFI pada media berbasis *augmented reality*. Pendekatan ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara teori abstrak dan praktik lapangan, sehingga siswa tidak sekadar menghafal letak komponen, melainkan dapat mengamati secara langsung simulasi logika operasional dasar sistem EFI.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang aset visual 3D komponen sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) untuk kebutuhan fitur simulasi berbasis *augmented reality*?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana merancang dan membangun sistem interaksi simulasi alur kerja sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) secara dinamis pada fitur tersebut?
3. Sejauh mana tingkat kelayakan fitur simulasi alur kerja sistem EFI tersebut sebagai media pembelajaran berdasarkan pengujian ahli dan pengalaman pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Materi pembelajaran terbatas pada materi cara kerja sistem injeksi motor yang ada pada RPP di KD 3.6.4
2. Sistem yang disimulasikan terbatas pada sistem bahan bakar injeksi (*Electronic Fuel Injection*/EFI) sepeda motor jenis skuter otomatis 110 cc, yaitu Honda Beat FI yang dijadikan sebagai unit praktik utama/media observasi di SMK Negeri 1 Bumijawa.
3. Skenario simulasi dibatasi pada kondisi operasional mesin, meliputi fase *cold start*, *cruising*, akselerasi, deselerasi (*engine braking*), dan beban penuh (*heavy load*), serta tidak membahas simulasi diagnosis kerusakan.
4. Perancangan aset 3D difokuskan secara spesifik pada komponen sensor, ECU, dan aktuator utama.
5. Studi kasus dilakukan terbatas pada lingkup siswa jurusan Teknik Sepeda Motor kelas XI di SMK Negeri 1 Bumijawa.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan:

1. Menghasilkan rancangan aset visual 3D komponen sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) untuk kebutuhan fitur simulasi berbasis *augmented reality*.
2. Menghasilkan rancangan dan sistem interaksi simulasi alur kerja sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) secara dinamis pada fitur tersebut.
3. Mengetahui tingkat kelayakan fitur simulasi alur kerja sistem EFI tersebut sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli (materi dan media) serta respons pengguna.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Manfaat:

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis secara langsung bagi siswa selaku pengguna akhir yaitu :

Memberikan fasilitas belajar alternatif berupa fitur simulasi visual 3D interaktif yang dapat memfasilitasi visualisasi konsep abstrak dari alur kerja *Engine Control Unit (ECU)* dan sistem EFI. Melalui media ini, siswa diharapkan dapat lebih mudah membayangkan dan mempelajari logika operasional sistem interaksi secara mandiri, sehingga mereka memiliki pemahaman dasar yang lebih matang sebelum melakukan praktik langsung menggunakan mesin di bengkel.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan yang disusun untuk skripsi penelitian ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teori yang relevan dengan penelitian dan penelitian terdahulu sebagai referensi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tahapan pengembangan sistem dengan metode Villamil-Molina serta teknik pengumpulan dan analisis data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan proses perancangan aset 3D, implementasi sistem, dan hasil analisis evaluasi dari responden.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang ditunjukkan kepada pihak terkait.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian fitur 3D simulasi alur kerja sistem EFI dapat disimpulkan bahwa aset visual 3D komponen sistem bahan bakar (Honda Beat FI 110cc) telah berhasil diimplementasikan dan dioptimalkan untuk kebutuhan *augmented reality* (AR). Sistem interaksi simulasi yang dibangun mampu menjalankan komputasi dinamis mencakup skenario *cold start*, *cruising*, akselerasi, deselerasi, dan *power system*. Tingkat kelayakan media pembelajaran ini dinyatakan “Sangat Layak” dengan validasi pakar sebesar 92% dari ahli media dan 98% dari ahli materi. Berdasarkan pengujian lapangan menggunakan UEQ, aplikasi meraih predikat “Excellent” dengan skor Daya Tarik (2,54), Kualitas Pragmatis (2,51), dan Kualitas Hedonis (2,13). Hasil pengujian tersebut menegaskan bahwa fitur ini valid secara teknis, layak secara pedagogis sebagai perangkat bantu visualisasi materi, serta mendapatkan penerimaan yang sangat positif dari siswa sebagai inovasi media pembelajaran otomotif.

5.2 Saran

Meskipun sistem simulasi EFI berbasis *augmented reality* ini telah berhasil dikembangkan dan mencapai tujuan penelitian, masih terdapat beberapa batasan yang dapat disempurnakan di masa mendatang. Dari sisi teknis, peningkatan akurasi detail geometri model 3D melalui teknologi *3D scanning* atau *photogrammetry* diperlukan untuk observasi mekanis yang lebih realistis. Terakhir, cakupan sistem injeksi dapat dikembangkan ke tipe kendaraan lain, seperti motor sport atau kendaraan roda empat, untuk memperkaya wawasan pembelajaran otomotif.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Adobe. (2023) *Adobe Substance 3D Painter Documentation*. Adobe Inc. Tersedia di : <https://experienceleague.adobe.com/en/docs/substance-3d-painter/using/home> (Diakses: 25 Mei 2026).
- Hawari, N. A. dan Putra, E. D. (2022) 'Analisis Perbandingan Metode Multimedia Development Live Cycle Pada Augmented Reality', *Jurnal Media Infotama*, 18(1), hal. 48-55.
- Halderman, J. C. (2020) *Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service*. Edisi ke-6. Boston: Pearson.
- Mahartika, I. dkk. (2023) *Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality*. Yayasan Kita Menulis.
- Wathani, M. R. (2026) *Testing dan Implementasi Sistem Informasi : Teori, Strategi, dan Studi Kasus*. Banjarmasin: Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin.
- Nasution, M. S. A. (2025) 'Virtual Game Learning Media to Understand the Types and Formation of High School Students Identities using the Vilamil Molina Method', *Journal of Technology and Computer (JOTECHCOM)*, 2(4), hal. 268-274.
- Pharr, M., Jakob, W. dan Humphreys, G. (2023) *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation*. Edisi ke-4. MIT Press.
- Rajput, M., Jamadagni, R., Varpe, S., Donkari, T., Mulay, A. dan Dhanal, R. J. (2024) 'Development and implementation of visualization of CPU components using AR', *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 08(05).
- Riduwan. (2012) *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Rohendi, E. (2025) *Sistem Bahan Bakar Injeksi Elektronik (EFI) Sepeda Motor Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish Digital.
- Schrepp, M. (2023) *User Experience Questionnaire Handbook: All you need to know to apply the UEQ successfully in your projects*. Versi 11. Tersedia di: www.ueq-online.org (Diakses: 30 April 2026)
- Singh, D. (2020) 'Electronic fuel injection system', *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 11(11), hal. 2035-2040.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Suranto dan Pramono, J. (2017) *Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor untuk SMK/MAK Kelas XII*. Edisi ke-1. Yogyakarta: ANDI.

Unity Technologies. (2023) *Optimization. Unity User Manual*. Tersedia di: <https://docs.unity3d.com/6000.4/Documentation/Manual/analysis.html> (Diakses: 3 Juni 2026).

Unity Technologies (2026a) *Get started with Unity*. Tersedia di: <https://docs.unity3d.com/6000.5/Documentation/Manual/get-started-with-unity.html> (Diakses: 27 Juni 2026).

Unity Technologies (2026b) *Introduction to MVVM*. Tersedia di: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.dt.app-ui@0.3/manual/mvvm-intro.html> (Diakses: 27 Juni 2026).

Zamuri, M. F., Suhaimi, S. dan Hazrullah. (2025) 'The Effectiveness of an AR Module in Enhancing Achievement and Interest in Learning Mechanical Components', *Journal of ICT in Education (JICTIE)*, 12(1), hal. 101-117.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran A. Transkrip Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban Narasumber
1	Apa tantangan atau masalah yang dihadapi dalam mengajar di jurusan teknik sepeda motor di SMK Negeri Bumijawa?	Kendala dalam pengajaran secara umum (tidak hanya di TSM) adalah minat siswa yang tidak sesuai jurusan, TSM jadi salah satunya jurusan yang kurang diminati siswa, jadi mayoritas siswa yang masuk di jurusan ini hanya karena “yang terpenting sekolah” karena keterbatasan sekolah negeri di daerah bumijawa membuat kebutuhan dan minat siswa tidak linear. Hal ini berdampak pada pembelajaran juga. Siswa cenderung pasif dan memiliki daya tangkap pembelajaran yang rendah.
2	Apa materi pembelajaran yang susah dipahami oleh siswa di mata pelajaran Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor?	Sistem kelistrikan pada motor modern terutama pada bagaimana ECU (<i>Engine Control Unit</i>) bekerja dengan komponen lainnya
3	Mengapa materi tersebut menjadi tantangan?	Karena sifatnya yang abstrak dan meskipun ada praktik secara langsung di bengkel tidak sepenuhnya menggambarkan proses kelistrikan yang terjadi karena tertutup komponen fisik dan proses yang tidak terlihat secara kasat mata, Selain itu banyaknya komponen yang terkait membuatnya sulit diingat.
4	Seperti apa konsep materi mengenai cara kerja ECU ini?	Secara garis besar sistem ini bekerja dengan pola Input, proses dan output dimana sensor bertugas sebagai pendeteksi seperti suhu dan tekanan lalu mengirimkan sinyal Listrik ke Ecu sebagai sistem utama, kemudian actuator yang menjalankan perintah dari ECU seperti menyemprotkan bahan bakar atau mengatur percikan api.
5	Apa tantangan dalam mengajar mata pelajaran Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor? Khususnya pada sistem kelistrikan tersebut?	Tantangan terbesar adalah pada pemahaman siswanya itu sendiri terkait bidang TSM, kurangnya pemahaman dari hal dasar karena materi kelistrikan ini diajarkan di kelas 11 dan 12 menuntut siswa untuk sudah memahami dasar bidang TSM. Guru dari mata pelajaran lain yang berhubungan cara mengajarnya kurang diterima oleh mahasiswa, sehingga itu juga menjadi kendala
6	Bagaimana dan Media apa yang biasa digunakan dalam pembelajaran mengenai sistem kelistrikan tersebut?	Pertama, membaca dan mencatat kedua, penjelasan menggunakan media visualisasi youtube Ketiga, melakukan praktik. Praktik dilakukan dengan pendampingan guru (tidak ada tenaga ahli dari luar)

(Lanjutan)

7	Menurut Bapak/Ibu, apakah media pembelajaran yang digunakan saat ini sudah cukup membantu siswa memahami materi?	Itu tergantung dari siswa, beberapa siswa ada yang cepat memahami dengan metode pembelajaran tersebut, namun kebanyakan dari mereka susah mencerna materi dengan baik walaupun guru sudah berusaha menjelaskannya berkali kali di pertemuan yang berbeda
8	Bagaimana respon siswa selama pembelajaran berlangsung, khususnya pada materi yang bersifat teknis?	Siswa cenderung pasif dan ketika diberikan pertanyaan mereka bingung. Kebanyakan dari mereka D3 (datang, duduk, diam)
9	Apakah pembelajaran lebih banyak dilakukan secara teori atau praktik? Bagaimana proporsinya?	60% praktik dan 40% teori
10	Apakah media praktik yang digunakan berupa alat simulasi atau menggunakan mesin sepeda motor asli?	Menggunakan mesin sepeda motor asli
11	Bagaimana ketersediaan alat praktik yang ada di sekolah untuk mendukung pembelajaran? Apakah jumlah alat praktik yang tersedia sudah mencukupi untuk seluruh siswa dalam satu kelas?	Alat praktik sudah cukup namun jumlahnya yang kurang, biasanya dilakukan bergantian
13	Apakah pernah digunakan media pembelajaran berbasis teknologi seperti video, animasi, atau aplikasi digital? Jika pernah, bagaimana efektivitasnya?	hanya Video youtube dan quiz online
14	Menurut Bapak/Ibu, apakah diperlukan pengembangan media pembelajaran baru untuk membantu siswa memahami sistem kelistrikan sepeda motor?	Sangat diperlukan, jika ada media pembelajaran baru yang menarik mungkin bisa meningkatkan minat dan pemahaman siswa dalam belajar.
15	Harapan apa yang Bapak/Ibu miliki terhadap media pembelajaran yang ideal untuk materi sistem kelistrikan sepeda motor?	Harapannya dengan adanya metode ajar yang baru bisa meningkatkan pemahaman siswa dan meningkatkan minat siswa dalam belajar dan jumlah siswa yang tertarik di jurusan TSM bertambah



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran B. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMK N 1 Bumijawa
 Bidang Keahlian : Teknologi dan Rekayasa
 Program Keahlian : Teknik Otomotif
 Kompetensi Keahlian : Teknik dan Bisnis Sepeda Motor (C3)
 Mata Pelajaran : Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor
 Kelas / Semester : XI / I
 Tahun Pelajaran : 2023/2024
 Jam Pelajaran : 24 JP (@ 45 Menit)

A. Kompetensi Inti

KI-3 (Pengetahuan) :	Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik dan Bisnis Sepeda Motor . Pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional
KI-4 (Keterampilan) :	Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik dan Bisnis Sepeda Motor . Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi	Klasifikasi Indikator
3.6 Memahami prinsip kerja sistem injeksi bensin	3.6.1 Menjelaskan pengertian injeksi motor 3.6.2 Merinci kelebihan dan kekurangan motor injeksi 3.6.3 Menyebutkan komponen injeksi 3.6.4 Menguraikan cara kerja injeksi pada motor	Kunci Kunci Pendukung Kunci
4.6 Merawat secara berkala pada sistem injeksi bensin	4.6.1 Merancang perawatan secara berkala pada sistem injeksi bensin 4.6.2 Mengoreksi hasil perawatan secara	Kunci Pendukung

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	berkala pada sistem injeksi bensin	
--	------------------------------------	--

C. Tujuan Pembelajaran

Pengetahuan	Keterampilan
Melalui langkah pembelajaran <i>model Discovery Learning</i> dengan pendekatan <i>saintifik</i> peserta didik :	
- Menjelaskan pengertian injeksi motor - Merinci kelebihan dan kekurangan motor injeksi - Menyebutkan komponen injeksi - Menguraikan cara kerja injeksi pada motor Kemudian mengajukan pertanyaan, mengajukan jawaban sementara, mengumpulkan data, menganalisa data, menyusun simpulan untuk dapat mencapai kompetensi pengetahuan (memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi),	- Merancang perawatan secara berkala pada sistem injeksi bensin - Mengoreksi hasil perawatan secara berkala pada sistem injeksi bensin Kemudian mengajukan pertanyaan, mengajukan jawaban sementara, mengumpulkan data, menganalisa data, menyusun simpulan untuk dapat mencapai kompetensi keterampilan (mengamati, mencoba, menyaji, dan menalar), dan sikap (jujur, santun, dan tanggungjawab).

D. Materi Pembelajaran

Materi Faktual dapat diamati dengan indera atau alat	- Menjelaskan pengertian injeksi motor - Merinci kelebihan dan kekurangan motor injeksi - Menyebutkan komponen injeksi - Menguraikan cara kerja injeksi pada motor 
Materi Konseptual Gabungan antar fakta-fakta yang saling berhubungan	Prinsip kerja sistem injeksi bensin
Materi Prinsip Generalisasi hubungan antar konsep-konsep yang saling terkait	- Pengertian Injeksi Motor - Kelebihan Motor Injeksi ✓ Pembakaran Menjadi Lebih Sempurna ✓ Konsumsi BBM Tidak Banyak ✓ Mudah Dalam Melakukan Service - Kekurangan Motor Injeksi

(Lanjutan)

	✓ Sedikit Bengkel Umum Yang Mau Menerima Service Injeksi ✓ Harga yang Relatif Tidak Murah ✓ Sulit Untuk Modifikasi • Komponen Injeksi ✓ ECM (electronic control module) ✓ TP (Trottle position sensor) ✓ BAS (Bank Angle sensor) ✓ MAP (Manifold Absolute Pressure) ✓ Engine oil temperatur ✓ IAT (intake air temperatur sensor) ✓ Fuel Pump ✓ Injector • Cara Kerja Injeksi Pada Motor
Materi Prosedural Sederetan langkah yang sistematis dalam menerapkan prinsip	• Melakukan perawatan berkala sistem bahan bensin injeksi (Electronic Fuel Injection/EFI) • Mengontrol hasil perawatan berkala sistem bahan bakar bensin injeksi (Electronic Fuel Injection/EFI)

E. Pendekatan, Strategi dan Metode

- Pendekatan : Saintifik
- Metode : Diskusi, Tanya Jawab, Demontrasi, Praktek dan Penugasan
- Model : *Problem Based Learning*

F. Alat dan Media Pembelajaran

- Vidio Pembelajaran.
- Slide Powerpoint.
- LCD Proyektor.

G. Sumber Belajar

- Hand Out
- Internet



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta

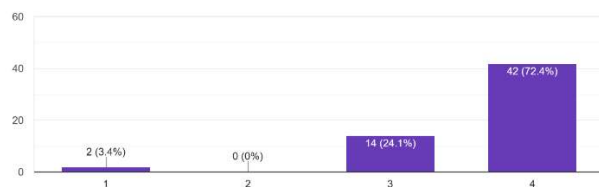
Lampiran C. Hasil Survei Siswa TSM Kelas XI

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

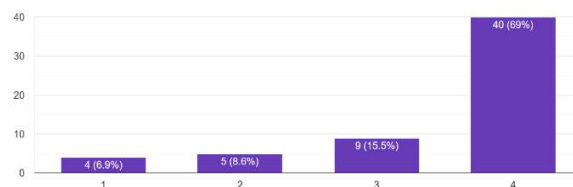
Saat mempelajari sistem EFI, saya kesulitan membayangkan bagaimana cara ECU memproses data dari sensor ke injektor karena komponennya tertutup

58 responses



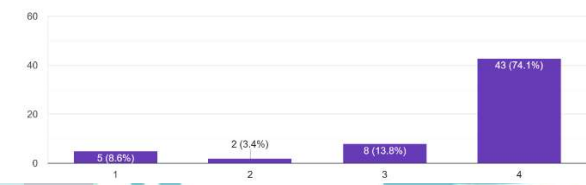
Penjelasan guru mengenai logika "Input-Proses-Output" pada sistem EFI sulit saya pahami tanpa adanya simulasi atau visualisasi

58 responses



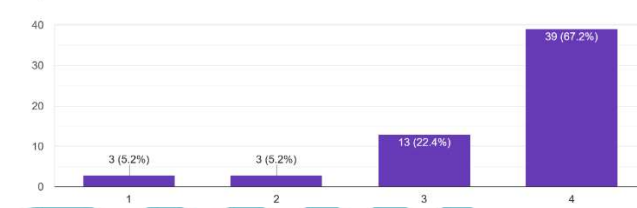
Buku teks dan video YouTube yang ada saat ini belum cukup memberikan gambaran detail mengenai sistem bahan bakar EFI (Electronic Fuel Injection)

58 responses



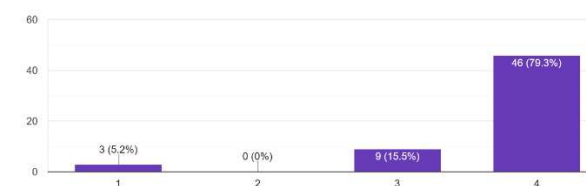
Memahami cara ECU menentukan durasi injeksi bahan bakar adalah materi yang sangat rumit bagi saya.

58 responses



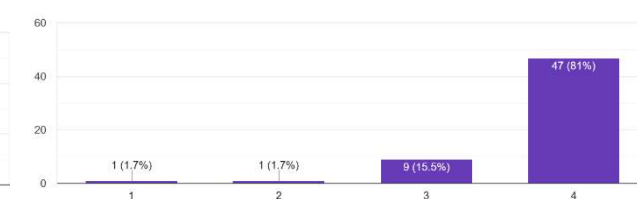
Saya membutuhkan media pembelajaran yang bisa saya gunakan secara mandiri melalui HP untuk mengulang materi di rumah.

58 responses



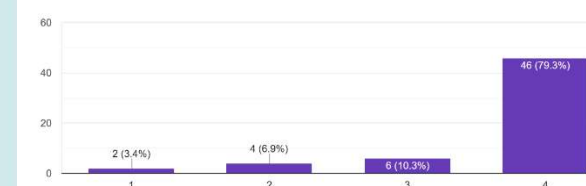
Belajar menggunakan simulasi interaktif (3D) akan lebih menarik dibandingkan hanya mendengarkan ceramah atau mencatat di buku.

58 responses



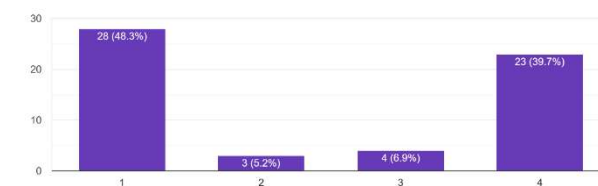
Saya merasa visualisasi komponen mesin secara tembus pandang (transparan) akan membantu saya untuk memahami materi.

58 responses



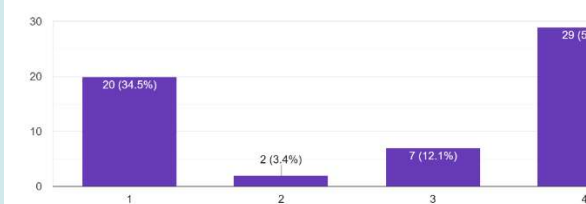
Saya pernah melihat teknologi Augmented Reality di kehidupan sehari-hari.

58 responses



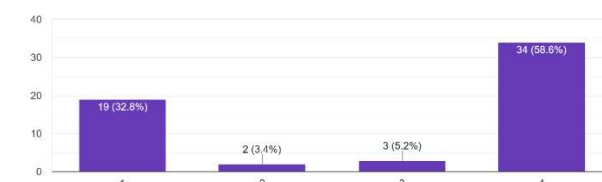
Saya bisa menggunakan aplikasi berbasis Augmented Reality di ponsel pribadi.

58 responses



Saya dapat membedakan Augmented Reality (AR) dengan Virtual Reality (VR).

58 responses





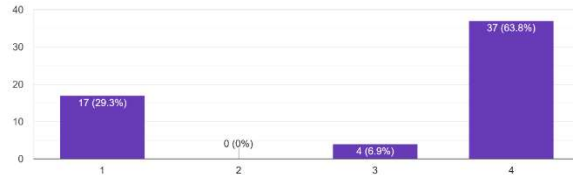
Hak Cipta

(Lanjutan)

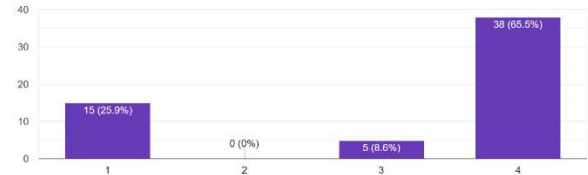
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

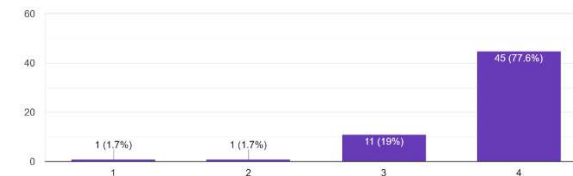
Saya mengetahui bahwa Augmented Reality dapat digunakan sebagai media pembelajaran.
58 responses



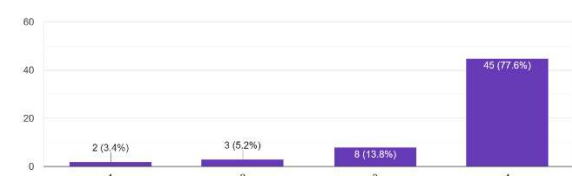
Saya merasa Augmented Reality dapat memberikan visualisasi untuk membantu saya memahami materi pembelajaran.
58 responses



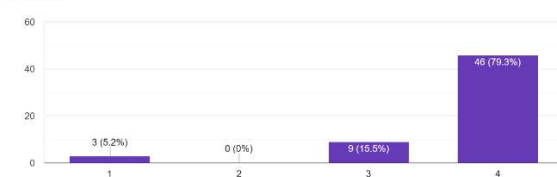
Media pembelajaran yang digunakan saat ini masih kurang menarik untuk membantu pemahaman materi.
58 responses



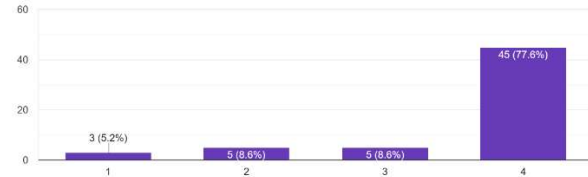
Media pembelajaran yang ada belum menampilkan visual komponen dan alur kerja sistem secara jelas.
58 responses



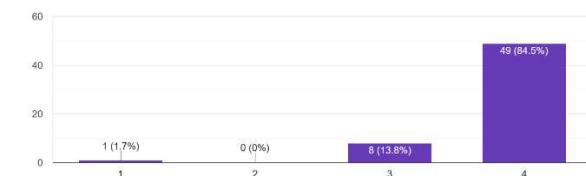
Saya membutuhkan media pembelajaran yang lebih interaktif untuk memahami materi tentang Sistem Bahan Bakar EF1 (Electronic Fuel Injection)
58 responses



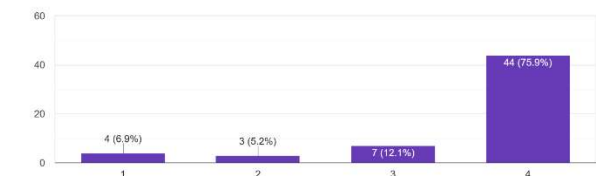
Saya terbiasa menggunakan smartphone dalam kegiatan sehari-hari.
58 responses



Saya tertarik menggunakan aplikasi pembelajaran berbasis Android untuk membantu belajar materi kejuruan.
58 responses



Saya merasa nyaman belajar menggunakan media pembelajaran digital dibandingkan media konvensional.
58 responses



Model HP yang digunakan
Contoh : Samsung Galaxy A26 5G
58 responses

Summarise responses

redmi note 9
Infinix hot 40 pro
Oppo a16
Realme note 50
REDMI 13
Vivo y18
samsung Galaxy a04e
Iphone x
Infinix hot 11 play

Samsung A07
POCO C75
OPPO A5i
Infinix note 12
oppo a31
Netral
infinix smart 9
hp Oppo a15
Realme c31

Oppo a31
Oppo A3x
vivo y 21 a
Vivo y 95
infinik smart 8
oppo
Redmi 10
Infinix hot 11s nfc
infinix hot 10

Realme c63
Infinix 11s nfc
itel A70
REDMI A3
REDMI 10 2022
Redmi 13x
Vivo y01
Redmi 9C
poco c65

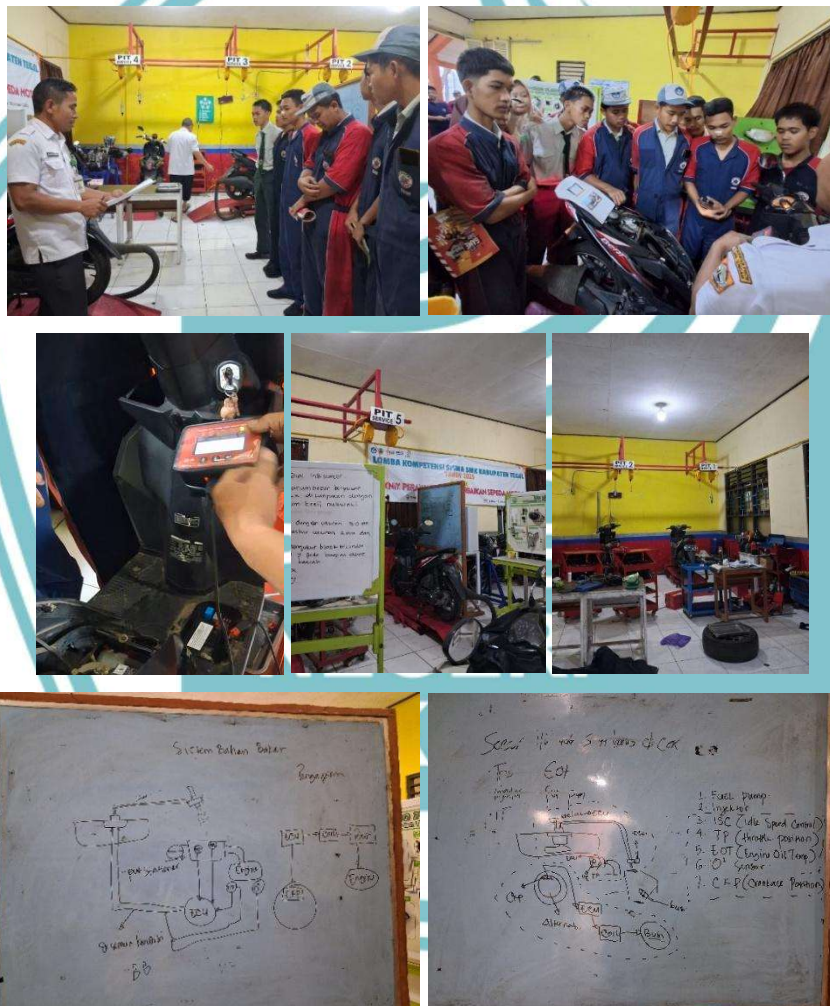
Redmi 9t
Samsung Galaxy A26 5G
REDMI 14C
Infinix hot 30
infinix note 50X
REDMI 10A
netral
OPPO A17K
oppo a38

oppo a38
Redmi not 13 4G
realme 5 i
infinix hot 50
Iphone 13
Redmi 12c
INFINIX NOTE 40 PRO+5G
Redmi 13
redmi a5

Lampiran D Dokumentasi Analisis Kebutuhan



Gambar D.1 Wawancara Guru Otomotif SMK N 1 Bumijawa



Gambar D.2 Observasi Lapangan dan Metode Pembelajaran Sistem EFI

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran E. Hasil Kuesioner Pengujian Ahli Media

No	Butir Pernyataan	1	2	3	4	5	N/A
A Feedback and Adaptation (Umpan Balik dan Adaptasi)							
1	Kecepatan dan stabilitas respons sistem (visual/audio) saat pengguna mengubah input melalui <i>slider</i> atau tombol navigasi.					✓	
2	Perubahan indikator visual (seperti semprotan injector) berubah secara dinamis dan selaras mengikuti perubahan parameter input yang dilakukan pengguna					✓	
3	Ketepatan sinkronisasi animasi mekanis (seperti putaran <i>crankshaft</i> atau semprotan injektor) dengan perubahan parameter input.					✓	
4	Sistem memberikan umpan balik visual yang konsisten (seperti penggunaan material <i>emissive</i> atau pendaran cahaya) untuk menandakan komponen 3D mana yang sedang dalam status aktif.				✓		
5	Sistem memberikan umpan balik informasi melalui <i>pop-up</i> visual yang secara berurutan dan akurat merepresentasikan alur operasional mesin (mulai dari input pengguna, proses komputasi ECU, hingga output mekanis).				✓		
B Presentation Design (Desain Presentasi)							
6	Aset Visual 3D (Sensor, ECU, Aktuator) memiliki detail tekstur, pencahayaan dan bentuk yang estetis serta representatif					✓	
7	Proporsi dan skala ukuran antar-komponen 3D (Sensor, ECU, Aktuator) di dalam ruang virtual yang terasa selaras dan proporsional.				✓		
8	Tata letak antarmuka (UI) dan penyajian panel informasi tertata dengan rapi sehingga				✓		

(Lanjutan)

	memudahkan fokus pengguna dalam mengamati simulasi						
C	Interaction Usability (Kebergunaan Interaksi)						
9	Navigasi fitur simulasi dapat dioperasikan dengan lancar tanpa kendala teknis.				✓		
10	Keandalan fungsi <i>slider</i> dan tombol yang dapat digeser atau ditekan tanpa adanya jeda (<i>lag</i>) atau malfungsi teknis.				✓		
11	Alur navigasi dan kontrol interaksi pada simulasi dirancang secara intuitif, sehingga tata cara pengoperasiannya mudah dipahami oleh pengguna.				✓		
D	Accessibility (Aksesibilitas)						
12	Keterbacaan tipografi (jenis dan ukuran <i>font</i>) pada layar berukuran kecil (<i>smartphone</i>).				✓		
13	Kontras warna yang optimal antara teks, tombol antarmuka, dan latar belakang 3D ruang mesin.				✓		
14	Kecukupan ukuran area sentuh (<i>hitbox/raycast</i>) pada objek interaktif atau tombol sehingga nyaman dan presisi saat ditekan menggunakan jari.				✓		
E	Reusability (Penggunaan Kembali)						
15	Rancangan modul simulasi dan aset 3D bersifat modular sehingga memungkinkan untuk diadaptasi kembali pada pengembangan media pembelajaran otomotif lainnya.				✓		
16	Desain visual 3D dan simulasi komponen EFI yang disajikan bersifat standar, sehingga berpotensi relevan untuk digunakan kembali pada materi pembelajaran kelistrikan skuter matik merek atau varian sejenis.				✓		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

17	Mekanisme operasional simulasi (seperti transisi status/ <i>state</i> mesin) dirancang secara terstruktur, sehingga fungsionalitas ini dapat dengan mudah diadaptasi atau digunakan kembali untuk pengembangan skenario pembelajaran lainnya				✓		
F	Standards Compliance (Kepatuhan Standar)						
18	Efisiensi manajemen memori dan jumlah poligon aset 3D untuk menjaga stabilitas <i>framerate</i> saat simulasi dirender.				✓		
19	Kesesuaian resolusi antarmuka (<i>UI Scaling</i>) yang mampu beradaptasi pada berbagai ukuran dan rasio layar (<i>aspect ratio</i>) perangkat pengguna secara proporsional.				✓		
20	Struktur modul simulasi dirancang secara terisolasi dan bersih (<i>clean architecture</i>) sehingga siap diintegrasikan ke dalam proyek aplikasi utama (AR) tanpa memicu konflik kode				✓		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran F. Hasil Kuesioner Ahli Materi

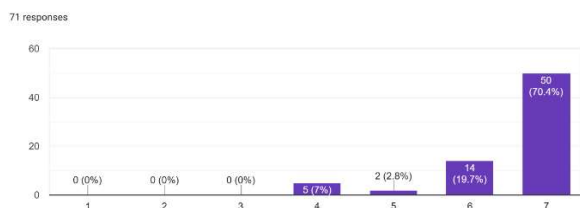
No	Butir Pernyataan	1	2	3	4	5
A Content Quality (Kualitas Konten)						
1	Bentuk visual, proporsi, dan skala ukuran aset 3D komponen utama EFI (Sensor, ECU, Aktuator) dinilai sudah representatif untuk memfasilitasi pengenalan wujud fisik komponen kepada siswa.				✓	
2	Animasi mekanis yang disajikan pada objek 3D divisualisasikan dengan tepat dan sesuai dengan prinsip dasar mekanika otomotif.					✓
2	Alur logika simulasi pada berbagai skenario operasional (seperti <i>cold start</i> atau akselerasi) sudah benar dan sesuai dengan prinsip kerja nyata sistem <i>Electronic Fuel Injection</i> .					✓
3	Data dan informasi pada <i>visual pop-up</i> serta <i>dashboard</i> sudah tepat dalam merepresentasikan hubungan Input-Proses-Output (pengolahan data sensor menjadi durasi injeksi).					✓
B Learning Goal Alignment (Kesesuaian Tujuan)						
4	Materi dan skenario simulasi sistem EFI yang disajikan telah selaras dengan kurikulum jurusan Teknik Sepeda Motor kelas 11					✓
	Kedalaman materi simulasi operasional mesin dinilai efektif dalam melengkapi dan memperkuat pemahaman fundamental siswa terhadap alur kerja EFI yang belum tervisualisasi penuh pada literatur konvensional.					✓
5	Integrasi antara umpan balik visual pada objek 3D dan indikator parameter pada <i>dashboard</i> dinilai memadai untuk membekali pemahaman					✓
	konseptual siswa mengenai alur kerja sistem EFI.					
6	Batasan skenario operasional mesin yang disimulasikan sudah relevan dan memadai sebagai media pembelajaran dasar bagi siswa.					✓
C Motivation (Motivasi)						
7	Visualisasi 3D yang disajikan mampu menyederhanakan konsep abstrak sistem EFI sehingga berpotensi menarik perhatian dan minat belajar siswa.					✓
8	Umpan balik visual (<i>visual feedback</i>) dan tata letak antarmuka efektif dalam mendorong siswa untuk mengeksplorasi cara kerja mesin secara mandiri.					✓
9	Penggunaan simulator interaktif ini efektif dalam membangun kesiapan pemahaman dasar siswa mengenai alur logika sistem EFI					✓



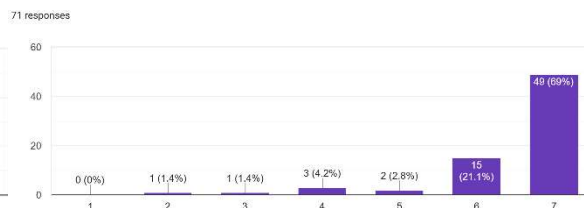
Lampiran G. Chart Hasil UEQ

Hak Cipta :

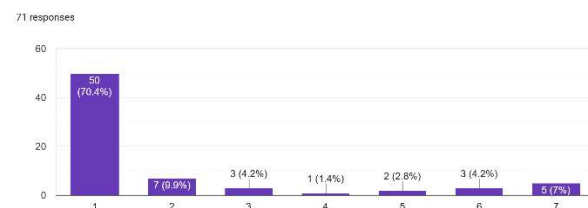
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



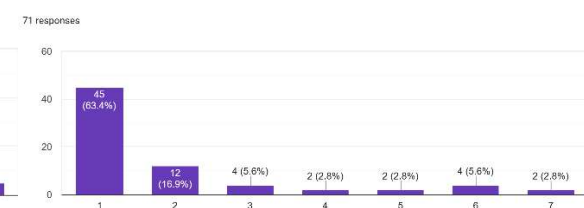
Soal 1



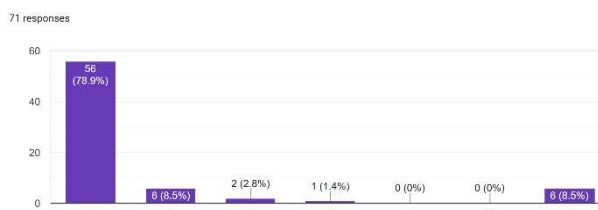
Soal 2



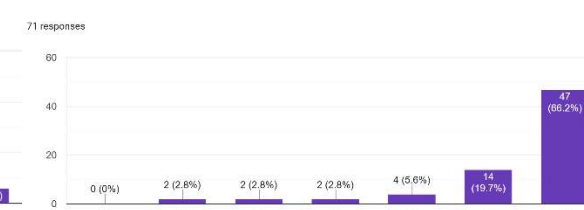
Soal 3



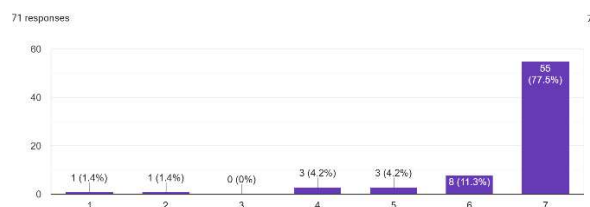
Soal 4



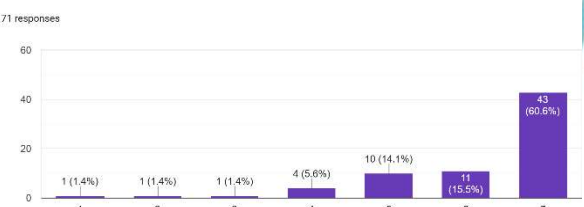
Soal 5



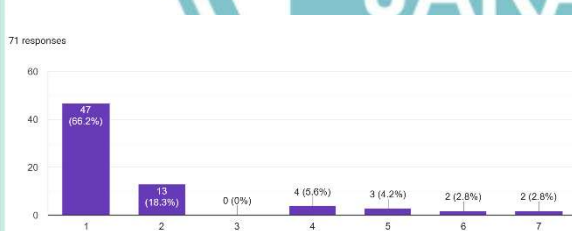
Soal 6



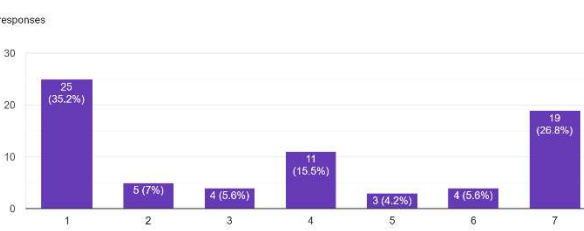
Soal 7



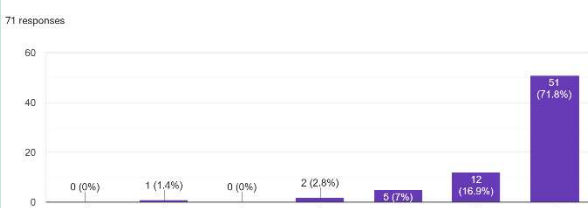
Soal 8



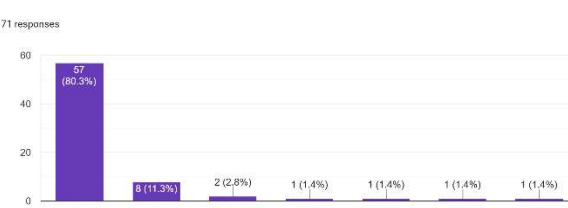
Soal 9



Soal 10



Soal 11



Soal 12

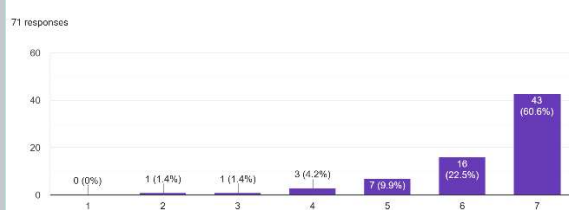


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

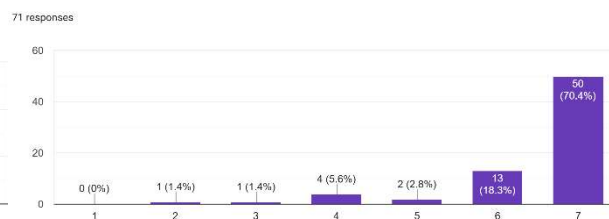
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

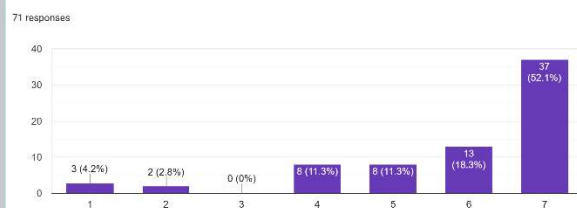
(Lanjutan)



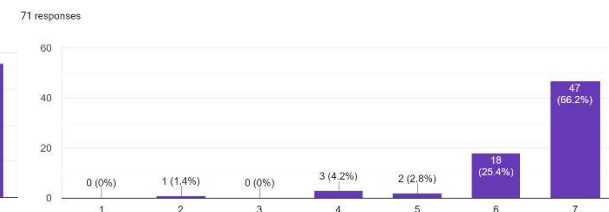
Soal 13



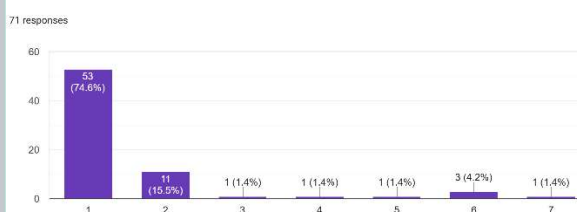
Soal 14



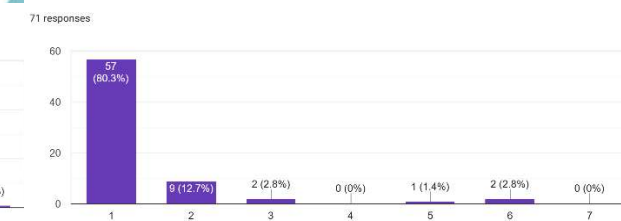
Soal 15



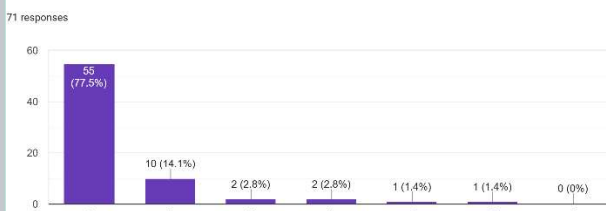
Soal 16



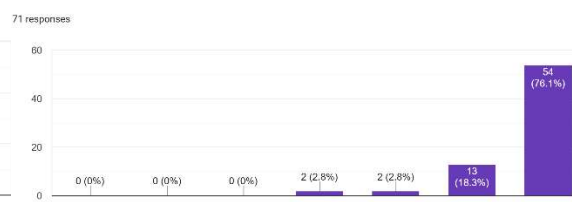
Soal 17



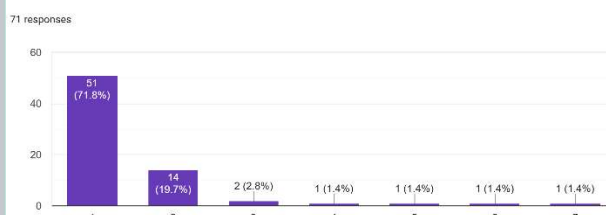
Soal 18



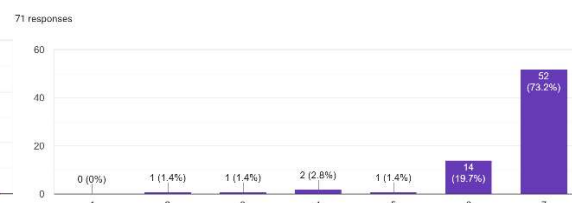
Soal 19



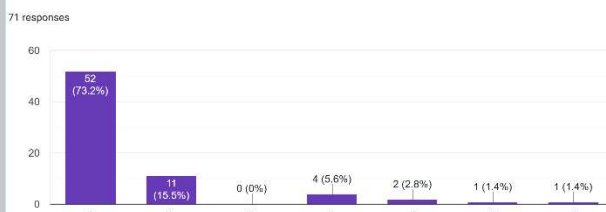
Soal 20



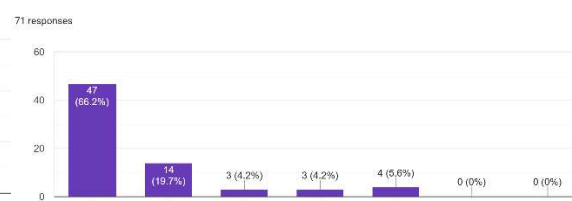
Soal 21



Soal 22

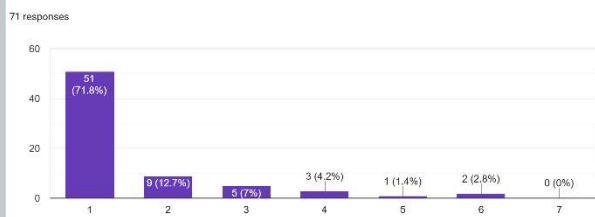


Soal 23

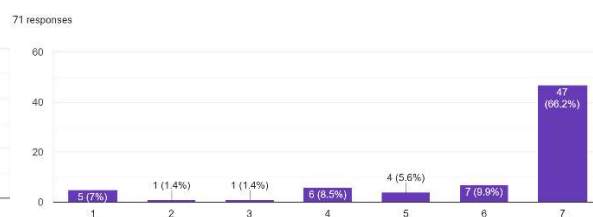


Soal 24

(Lanjutan)



Soal 25



Soal 26

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran H. Dokumentasi Pengujian



Gambar H.1 Dokumentasi Ahli Media



Gambar H.2 Dokumentasi Ahli Materi

Gambar H.3 Dokumentasi *Beta Testing*

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran I. CV Ahli Media

ERLAND FATURRAHMAN

Virtual Reality Specialist

Jakarta, Indonesia | Phone: 081804832307 | Email: erlandinfo@gmail.com | LinkedIn: Erland Faturrahman

PROFESSIONAL SUMMARY

Digital Multimedia Engineering student with 3+ years of experience coordinating website development, software, game development, and VR training projects. Experienced in project planning, documentation, stakeholder communication, and sprint-based development using Unity and collaboration tools.

Currently working as a VR Specialist at Esco Lifesciences, delivering VR training simulations for pharmaceutical equipment. Certified in Product Management, Product Lifecycle Management, Agile Scrum, and Unity Certified Associate Game Developer.

EDUCATION

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA (2021 - 2025)

Bachelor of Applied Science (D4), Digital Multimedia Engineering - GPA 3.67

KEY SKILL

Project Management

- Project planning and scheduling, roadmap and milestone tracking
- Basic risk identification and mitigation planning
- Stakeholder management and cross-functional communication
- Scope management and change request handling
- Basic understanding of Software Development Life Cycle (SDLC)

Agile and Collaboration

- Familiar with Agile and Scrum (sprint planning, backlog management, daily stand-ups, retrospectives)
- Experience tracking tasks and progress using Notion, Trello, Google Sheets; adaptable to Jira and Azure DevOps
- Used to prepare simple dashboards, status reports, and meeting minutes

Technical

- Unity (2D/3D, VR/AR), basic C# scripting, React JS, Node.js, supabase, firebase.
- understanding of CI/CD concepts and version control (Git)
- networking and troubleshooting knowledge from IT Support experience

Tools

- Project and Collaboration: Notion, Trello, Google Sheets/Excel, Microsoft 365, Microsoft Teams, Slack, Zoom
- Development and Design: Unity, Maya 3D, Adobe After Effects, Adobe Animate, Visual Studio Code
- Project Management Exposure: Jira (issue and backlog tracking), Primavera (project scheduling concepts), Confluence (documentation)

EXPERIENCE

PT ESCO LIFESCIENCES – Bintan, Indonesia

Virtual Specialist (June 2025 – present)

- Coordinate the development of VR training simulations for pharmaceutical isolator equipment using Unity and Meta Quest devices.
- Gather requirements from engineering, QA, and operations teams, and translate them into features, user stories, and task lists.
- Support project planning by breaking down work, helping estimate effort, and tracking progress against internal deadlines and demo schedules.
- Prepare and maintain project documentation: user flows, feature lists, test scenarios, build notes, and change logs in shared workspaces.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

PT GLOBAL ONKOLAB FARMA – Jakarta, Indonesia

Unity Developer (September 2024 - December 2024)

- Developed a VR simulator for isolator machine operation training as part of the company's internal training program.
- Created and maintained the Game Design Document and feature specifications to ensure a clear development process.
- Collaborated with IT and infrastructure teams to ensure VR builds complied with device and environment requirements (Meta Quest).
- Participated in iteration cycles: testing, gathering user feedback, logging issues, and prioritizing fixes for subsequent builds.

PT Nutrifood – Jakarta, Indonesia

IT Support (March 2019 - August 2019)

- Resolved LAN and desktop issues for internal users to minimize downtime.
- Recorded incidents and solutions, helping build a simple knowledge base for recurring issues.
- Coordinated with vendors for hardware repair and replacement, following up until completion.

PROJECT MANAGEMENT EXPERIENCE (ACADEMIC & PERSONAL)

Explore: The Rare Animal Of Nusantara

Project Manager & Game Developer

- Coordinate the development of Game Education The Rare Animal of Nusantara in Unity
- Gather requirements from reading journal about animal in Nusantara and translate them into features, user stories, and task lists.
- Support project planning by breaking down work, helping estimate effort, and tracking progress against internal deadlines and demo schedules.
- Prepare and maintain project documentation: flows, feature lists, test scenarios, build notes, and change logs in shared workspaces.

Explore: The Rare Animal Of Nusantara

Project Manager & Game Developer

- Coordinate the development of Game Education The Rare Animal of Nusantara in Unity
- Gather requirements from reading journal about animal in Nusantara and translate them into features, user stories, and task lists.
- Support project planning by breaking down work, helping estimate effort, and tracking progress against internal deadlines and demo schedules.
- Prepare and maintain project documentation: flows, feature lists, test scenarios, build notes, and change logs in shared workspaces.

ARMADAT: AR Rumah Adat

Project Manager & AR Developer

- Managed the development of an Augmented Reality application about Indonesian traditional houses.
- Coordinated content, 3D assets, and development tasks to ensure each feature was delivered on time.
- Prepared documentation of features, user journey, and interactions, and presented the final product to lecturers/stakeholders.

Rise of Singo sari" (2D Platformer)

Project Manager & Game Designer

- Designed core mechanics (dash, attack, double attack, double jump) and implemented them in Unity.
- Managed a small backlog of features and bugs, iterating based on testing and feedback.
- Took dual roles as Game Programmer and Game Designer to ensure gameplay aligned with narrative and art direction.

(Lanjutan)

LEADERSHIP AND ORGANIZATION EXPERIENCE

Poros FM – Depok, Indonesia

Head of IT Division (February 2023 – February 2024)

- Led the IT division supporting campus radio operations and digital content.
- Prepared annual work plans, delegated tasks to members, and ensured programmers ran on schedule.

Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika dan Komputer – Depok, Indonesia

Staff/Member (February 2022 - February 2023)

- Supported activities related to education and technology for students.
- Helped organise workshops and create digital learning materials.

Other Volunteer Roles (Head of Public Relations, IT Consultant, Event Committees)

- Planned events, coordinated with speakers and organizers, and handled communication with participants.
- Strengthened experience in meeting planning, communication, and follow-up on action items.

INDEPENDENT STUDY – KAMPUS MERDEKA

Infinite Learning – Game Developer Program

(August 2023 – December 2023)

- Learned end-to-end game creation: system design, gameplay & mechanics, game UI, AI, and documentation.
- Practiced asset management, task division, and presentation skills, including pitching game ideas and explaining design decisions.
- Strengthened understanding of story, plot, and narrative in game projects.

Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika dan Komputer – Depok, Indonesia

Staff/Member (February 2022 - February 2023)

- Supported activities related to education and technology for students.
- Helped organize workshops and create digital learning materials.

Other Volunteer Roles (Head of Public Relations, IT Consultant, Event Committees)

- Planned events, coordinated with speakers and organizers, and handled communication with participants.
- Strengthened experience in meeting planning, communication, and follow-up on action items.

SKILLS

- Product Management – Great Learning
- Project Management – Google Certification
- Product Lifecycle Management – Great Learning
- Agile Scrum Foundation – Simplilearn
- Independent Study Program Batch 5 – Game Development – MSIB
- Unity Certified Associate – Game Developer

Technical & Soft Skills

- Soft Skills: Communication, Teamwork, Leadership, Empathy, Adaptability
- Project & Product: Game Design, Game Development, Product Management, basic Agile & Scrum
- Tools: Unity, Maya 3D, Adobe After Effects, Adobe Animate, Visual Studio Code, Microsoft 365, Teams, Slack, Zoom, React JS, Node.js, Supabase, Firebase, WordPress.
- Languages: Indonesian (native), English (professional working proficiency)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



ANANDA SYAFAKHATUL AZMI

Penulis dilahirkan di Tegal pada tahun 2004. Lulus dari SDN Karangjambu 01 tahun 2016, SMP Negeri 1 Bojong tahun 2019 dan SMA Negeri 1 Bojong tahun 2022. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di program studi Teknik Multimedia Digital, jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Selama menempuh studi sarjana, penulis aktif mengembangkan minat di bidang akademik maupun non akademik. Penulis pernah menjadi finalis di ajang kompetisi informatika nasional politeknik pada tahun 2024 di bidang pengembangan gim. Penulis juga berkesempatan untuk berpartisipasi dalam program studi independen di PT Agate Internasional pada tahun 2024.

Penulis berhasil menyelesaikan program sarjana ini dengan menyusun skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Fitur 3D Simulasi Alur Kerja pada Aplikasi Pembelajaran Sistem *Electronic Fuel Injection* Berbasis *Augmented Reality*”. Melalui karya ilmiah ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi keilmuan dan praktis yang bermanfaat bagi bidang media pembelajaran interaktif di masa depan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

