

SKRIPSI
PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KELELAHAN
PENGEMUDI BERBASIS KAMERA DAN PENGIRIMAN
PERINGATAN OTOMATIS JARAK JAUH



Oleh :
Felisius Firstivio Daya Amagta
5103022011

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2026

SKRIPSI
PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KELELAHAN
PENGEMUDI BERBASIS KAMERA DAN PENGIRIMAN
PERINGATAN OTOMATIS JARAK JAUH

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Program Studi

Teknik Elektro



Oleh:

Felisius Firstivio Daya Amagta

5103022011

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA

2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi dengan judul PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KELELAHAN PENGEMUDI BERBASIS KAMERA DAN PENGIRIMAN PERINGATAN OTOMATIS JARAK JAUH ini sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali jika dinyatakan dalam teks. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa laporan skripsi ini adalah hasil karya orang lain, saya menyadari dan menerima konsekuensi bahwa laporan ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 30 Juni 2026



...mahasiswa,

Felisius Firstivio Daya Amagta

NRP. 5103022011

LEMBAR PERSETUJUAN

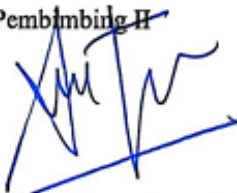
Naskah skripsi berjudul **PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KELELAHAN PENGEMUDI BERBASIS KAMERA DAN PENGIRIMAN PERINGATAN OTOMATIS JARAK JAUH** yang ditulis oleh **Felisius Firstivio Daya Amagta / 5103022011** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.

Pembimbing I



Ir. Andrew Joewono ST., MT., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng.
NIK. 511.97.0291

Pembimbing II

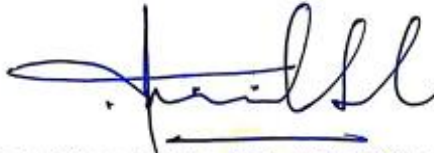


Ir. Drs. Peter R. A., Mkom., IPM., ASEAN Eng.
NIK. 511.88.0136

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh **Felisius Firstivio Daya Amagta / 5103022011** dengan judul **PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI KELELAHAN PENGEMUDI BERBASIS KAMERA DAN PENGIRIMAN PERINGATAN OTOMATIS JARAK JAUH** telah disetujui pada tanggal 30 Juni 2026 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Ir. R. Sitepu, M.Eng., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.89.0154

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Febria Edy Setaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 521.99.0391

Ketua Program Studi



M. Yulian, Ssi MT., IPU.,
ASEAN Eng.

NIK. 511.99.0402

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama: Felisius Firstivio Daya Amagta

NRP : 5103022011

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan judul **“Perancangan Sistem Pendeteksi Kelelahan Pengemudi Berbasis Kamera dan Pengiriman Peringatan Otomatis Jarak Jauh”** untuk dipublikasikan / ditampilkan di Internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik yang berjudul “Perancangan Sistem Pendeteksi Kelelahan Pengemudi Berbasis Kamera Dan Pengiriman Peringatan Otomatis Jarak Jauh”. Laporan skripsi ini merupakan salah satu mata kuliah pada program studi Teknik Elektro yang menjadi syarat kelulusan untuk menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Andrew Joewono ST., MT., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng. Selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing dalam proses penyusunan laporan ini.
2. Ir. Drs. Peter R. A., Mkom., IPM., ASEAN Eng. Selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membimbing dalam proses penyusunan laporan ini.
3. Seluruh Bapak-Ibu dosen Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan dan arahan selama menempuh pendidikan di Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Teman-teman seangkatan Teknik Elektro 2022 Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
5. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dengan tulus dan ikhlas memberikan

motivasi dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.

Demikian skripsi ini disusun. Penulis mohon maaf jika ada kesalahan atau kekurangan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 30 Juni 2026

Penulis

ABSTRAK

Kelelahan dan *microsleep* merupakan faktor utama penyebab kecelakaan lalu lintas, sehingga diperlukan sistem pengawasan pengemudi secara *real-time*. Penelitian ini merancang sistem pendeteksi kelelahan berbasis *Computer Vision* dan *Internet of Things* (IoT) menggunakan Raspberry Pi 4 dan kamera OV5647 NoIR. Pemrosesan visual menggunakan metode *Haar Cascade* untuk mendeteksi wajah dan algoritma Dlib untuk mengekstraksi anatomi mata untuk menghitung nilai *Eye Aspect Ratio* (EAR). Algoritma dioptimalkan dengan kalibrasi *threshold* dinamis, filter *anti-error* (anti-senyum dan anti-menunduk), serta pemrosesan paralel (*multithreading*). Jika mata terpejam melebihi batas 2,0 detik, sistem langsung membunyikan alarm *buzzer* di kabin dan mengirimkan peringatan jarak jauh melalui Telegram Bot API. Hasil pengujian dari 100 skenario di dalam mobil menunjukkan sistem bekerja sangat akurat dengan tingkat akurasi 92%, presisi 95,65%, dan sensitivitas 88%. Sistem beroperasi stabil pada kecepatan tangkapan visual 15 FPS dengan rata-rata waktu picu alarm *buzzer* 2,39 detik dan latensi pesan Telegram 3,36 detik, mengubahnya menjadi model yang kuat untuk keselamatan armada transportasi.

Kata kunci: Pendeteksi Kelelahan, *Microsleep*, *Computer Vision*, *Eye Aspect Ratio*, *Internet of Things*

ABSTRACT

Fatigue and microsleep are major factors causing traffic accidents, necessitating a real-time driver monitoring system. This study designs a fatigue detection system based on Computer Vision and the Internet of Things (IoT) using a Raspberry Pi 4 and an OV5647 NoIR camera. Visual processing employs the Haar Cascade method to detect faces and the Dlib algorithm to extract eye anatomy for calculating the Eye Aspect Ratio (EAR) value. The algorithm is optimized with dynamic threshold calibration, anti-error filters (anti-smile and anti-head drop), and parallel processing (multithreading). If the eyes are closed beyond the 2.0-second limit, the system immediately triggers a buzzer alarm in the cabin and sends a remote warning via the Telegram Bot API. Test results from 100 in-car scenarios demonstrate that the system works highly accurately, achieving an accuracy rate of 92%, a precision of 95.65%, and a sensitivity of 88%. The system operates stably at a visual capture rate of 15 FPS with an average buzzer alarm trigger time of 2.39 seconds and a Telegram message latency of 3.36 seconds, making it a robust model for transportation fleet safety.

Keywords: Fatigue Detector, Driver Fatigue Detection, Computer Vision, Eye Aspect Ratio, Internet of Things

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Relevansi	4
1.6 Metodologi Alat Realisasi.....	5
1.7 Sistem Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Kelelahan Pengemudi dan Microsleep.....	7
2.2 Pengolahan Citra (Computer Vision)	8
2.3 Deteksi Wajah Menggunakan Haar Cascade	8
2.4 Facial Landmark Detection.....	9
2.5 Eye Aspect Ratio (EAR)	11
2.6 Multithreading pada Pemrosesan Paralel.....	14

2.7	Analisis Geometri Mulut dan Kepala (<i>Anti-Error Filters</i>)	15
2.7.1	Analisis Geometri Mulut (Filter Anti-Senyum)	16
2.7.2	Analisis Kemiringan Kepala (Filter Anti-Menunduk)	16
2.8	Raspberry Pi 4.....	17
2.9	Sistem Internet of Things (IoT) dan Komunikasi API Telegram	19
BAB III METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT		21
3.1	Rancangan Fungsional	21
3.1.1	Perancangan Tata Letak Mekanis dan Akuisisi Visual	21
3.1.2	Perancangan Sistem Manajemen Daya Kelistrikan (<i>Power-Management</i>)	24
3.1.3	Fungsi Pemrosesan Citra dan Filter Kelelahan	27
3.1.4	Perancangan Antarmuka Peringatan Lokal (Aktuator <i>Buzzer</i>) ..	27
3.1.5	Fungsi Pengiriman Peringatan Otomatis Jarak Jauh (IoT).....	28
3.2	Konsep Alur Kerja Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	29
3.2.1	Alur Kerja Program Utama (Deteksi Visual)	29
3.2.2	Alur Kerja Peringatan Lokal (<i>Thread Buzzer</i>)	34
3.2.3	Alur Kerja Peringatan Jarak Jauh (<i>Thread Telegram</i>).....	35
3.2.4	Implementasi Kode Program	38
3.3	Mekanisme Analisis Parameter dan Integrasi Sistem	48
3.3.1	Mekanisme Deteksi Wajah dan Ekstraksi Fitur Anatomi Mata..	49
3.3.2	Mekanisme Analisis <i>Eye Aspect Ratio</i> (EAR) dan Batas Kritis-Toleransi	49
3.3.3	Integrasi Sistem Berbasis Pemrosesan Data Lokal	51
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN		52
4.1	Lingkungan dan Tata Letak Alat Pengujian	52
4.1.1	Spesifikasi Objek Uji	52
4.1.2	Tata Letak Perangkat Keras (<i>Hardware Setup</i>).....	52

4.1.3	Skenario Pengujian Sistem	55
4.2	Pengujian Sistem Daya dan Keamanan Kelistrikan (<i>Hardware-Integration</i>).....	55
4.2.1	Penggunaan Modul USB <i>Step-down</i>	56
4.2.2	Instalasi Pengaman Kelistrikan (<i>Relay dan Fuse</i>).....	57
4.3	Pengujian Waktu Inisialisasi Sistem (<i>Startup Time</i>)	57
4.3.1	Waktu Inisialisasi Modem MiFi Andromax M2s.....	58
4.3.2	Waktu <i>Booting</i> Raspberry Pi 4.....	59
4.4	Pengujian Akurasi Sistem (Confusion Matrix)	60
4.5	Analisis Evaluasi Kegagalan Sistem (Analisis <i>False Negative</i> - dan <i>False Positive</i>).....	65
4.6	Pengujian Waktu Respon Peringatan Lokal (Buzzer)	68
4.7	Pengujian Kinerja Peringatan Jarak Jauh (Internet of Things)...	70
BAB V PENGUKURAN DAN PENGUJIAN		74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....		77
LAMPIRAN		80
Lampiran 1. Jadwal Gantt Chart Penelitian		80
Lampiran 2. Rencana Anggaran Biaya		81
Lampiran 3. Program		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Facial Landmark[6].....	10
Gambar 2.2 Contoh dari EAR[8].....	12
Gambar 2.3 Raspberry Pi 4[14].....	18
Gambar 3.1 Penempatan Raspi di bawah dashboard	22
Gambar 3.2 usb stepdown, kabel yang digunakan untuk daya raspi dan- Mifi saklar on/off, serta kabel LAN untuk monitor UI dari- sistem	22
Gambar 3.3 letak kamera pada sudut pandang pengemudi Siang hari.....	23
Gambar 3.4 letak kamera pada sudut pandang pengemudi malam hari.....	23
Gambar 3.5 Diagram Blok Rangkaian.....	24
Gambar 3.6 relay dan fuse untuk wirring	25
Gambar 3.7 pemempatan relay & fuse dibawah dashboard	25
Gambar 3.8 saklar untuk on off	26
Gambar 3.9 Step Down DC 12V to DC 5V Converter[16]	27
Gambar 3.10 buzzer tampak atas	28
Gambar 3.11 buzzer tampak samping.....	28
Gambar 3.12 flowchart program utama	33
Gambar 3.13 Flowchart Program Thread Buzzer	35
Gambar 3.14 Flowchart Program Thread Telegram.....	37
Gambar 4.1 Posisi Pemasangan Kamera OV5647 pada Dashboard Mobil	53
Gambar 4.2 Penempatan Unit Raspberry Pi 4 di Balik Panel Dashboard...	54
Gambar 4.3 Sudut Pandang Antara Jarak pengemudi dan Kamera.....	54
Gambar 4.4 Pengukuran Output Tegangan dari USB Stepdown untuk- Raspberry Pi.....	56
Gambar 4.5 Pengukuran Output Tegangan dari USB Stepdown untuk- Mifi Andromax M2s	57

Gambar 4.6 Rangkaian Keamanan Kelistrikan (Sekring dan Relay)	57
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Waktu Startup MiFi Sebesar 45,07 Detik ..	58
Gambar 4.8 Indikator Awal MiFi Menyala (Kiri) dan Indikator MiFi- Siap Digunakan (Kanan).....	59
Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Waktu Booting Raspberry Pi 4 Sebesar- 1 Menit 7,73 Detik	59
Gambar 4.10 Kegagalan Sistem (False Negative) Saat Wajah Menunduk- Miring Kanan	66
Gambar 4.11 Kegagalan Sistem (False Negative) Saat Wajah Menunduk- Miring Kanan	66
Gambar 4.12 Kegagalan Sistem (False Positive) Membunyikan Alarm- Saat Pengemudi Tertawa	67
Gambar 4.13 Kegagalan Sistem (False Positive) Membunyikan Alarm- Saat Pengemudi Melirik Speedometer	68
Gambar 4.14 Tangkapan Layar Riwayat Pesan Peringatan pada Bot- Telegram "Driver 1"	72

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rincian Hasil Pengujian Sistem dengan Confusion Matrix	62
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Waktu Respon Peringatan Lokal (Buzzer)	69
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Jeda Waktu Transmisi Notifikasi Telegram ...	71