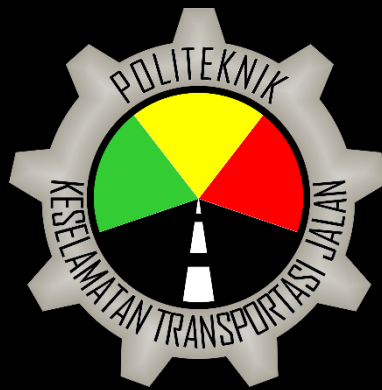


**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK**  
**DENGAN MODE KAMERA *NIGHT VISION* UNTUK**  
**PENGEMUDI MALAM HARI BERBASIS *HYBRID***  
***MEASURES***

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik Terapan

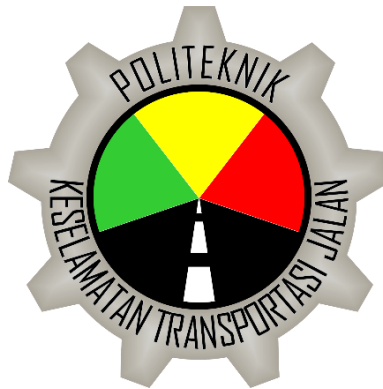


Disusun oleh :  
BAYU SAPUTRA  
22021007

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF**  
**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**  
**TEGAL**  
**2026**

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK**  
**DENGAN MODE KAMERA *NIGHT VISION* UNTUK**  
**PENGEMUDI MALAM HARI BERBASIS *HYBRID***  
***MEASURES***

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik Terapan



Disusun oleh :  
BAYU SAPUTRA  
22021007

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF**  
**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**  
**TEGAL**  
**2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**(RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK DENGAN MODE  
KAMERA NIGHT VISION UNTUK PENGEMUDI MALAM HARI  
BERBASIS HYBRID MEASURES)  
(*DESIGN OF A DROWSINESS WARNING DEVICE WITH NIGHT VISION  
CAMERA MODE FOR NIGHTTIME DRIVERS BASED ON HYBRID  
MEASURES*)**

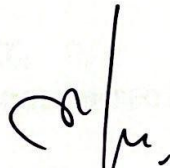
Disusun oleh:

Bayu Saputra

22.02.1007

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



**RIFANO, S.Pd., M.T.**

**NIP. 198504152019021003**

4 Mei 2026

## HALAMAN PENGESAHAN

**(RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK DENGAN MODE  
KAMERA *NIGHT VISION* UNTUK PENGEMUDI MALAM HARI  
BERBASIS *HYBRID MEASURES*)**

*(DESIGN OF A DROWSINESS WARNING DEVICE WITH NIGHT VISION CAMERA  
MODE FOR NIGHTTIME DRIVERS BASED ON HYBRID MEASURES)*

Disusun oleh:

Bayu Saputra

22.02.1007

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 4 Mei 2026

Ketua Sidang

**Raka Pratindy, M.T.**

**NIP. 198508122009021001**

Penguji 1

**Arief Novianto, ST,M.Sc**

**NIP. 197411292006041000**

Penguji 2

**Rifano, M.T.**

**NIP. 198504152019021003**

Tanda Tangan



Tanda Tangan



Tanda Tangan



Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif



**Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.**  
**NIP.198307042009121004**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bayu Saputra

Notar : 22021007

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir saya yang berjudul **"RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK DENGAN MODE KAMERA *NIGHT VISION* UNTUK PENGEMUDI MALAM HARI BERBASIS *HYBRID MEASURES*"** ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam tugas akhir ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa rancangan penelitian tugas akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku

Tegal, 4 Mei 2026

Yang Menyatakan



Bayu Saputra

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian ini yang berjudul **"RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN KANTUK DENGAN MODE KAMERA NIGHT VISION UNTUK PENGEMUDI MALAM HARI BERBASIS HYBRID MEASURES"** Sehubungan dengan itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penuh rasa hormat kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T., MT selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Rifano, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak waktu serta dukungan untuk memberikan masukan, arahan, serta motivasi dalam melakukan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif (TRO) Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
4. Bapak Mamin Safi'i dan Ibu Herda Yusnita sebagai orang tua penulis serta seluruh keluarga yang tak henti-hentinya memberikan dukungan;
5. Teman-teman satu angkatan Taruna Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, atas semangat saling mendukung selama ini.

Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga dengan lapang dada menerima kritik dan saran demi penyempurnaan di masa mendatang

Tegal, 4 Mei 2026

Yang menyatakan



Bayu Saputra

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>3</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>4</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>5</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>9</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>10</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>17</b>
I.1 Latar Belakang.....	17
I.2 Identifikasi Masalah.....	20
I.3 Rumusan Masalah .....	21
I.4 Batasan Masalah .....	21
I.5 Tujuan .....	21
I.6 Manfaat Penelitian.....	22
I.7 Sistematika Penulisan .....	22
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>24</b>
II.1 Kecelakaan.....	24
II.2 Kantuk.....	25
II.3 Hybrid Measures .....	26
II.4 <i>Night Vision</i> .....	27
II.5 Detak Jantung .....	28
II.6 <i>Mouth Aspect Ratio</i> .....	29
II.7 Eye Aspect Ratio .....	30

II.8 Infra Merah ( <i>Infrared</i> ).....	30
II.9 <i>Internet Of Things</i> (IOT) .....	31
II.10 Rancang Bangun.....	32
II.11 Komponen Rancang Bangun.....	32
II.11.1 <i>ESP32</i> .....	32
II.11.2 <i>Raspberry Pi Camera 5MP OV5647 +IR Night Vision Light</i>	33
II.11.3 Sensor MAX30102 .....	35
II.11.4 GPS NEO 7M.....	37
II.11.5 <i>Speaker</i> .....	38
II.11.6 <i>Vibration Motor PWM</i> .....	39
II.11.7 <i>Raspberry Pi 5</i> .....	40
II.11.8 Baterai 18650 .....	41
II.12 <i>Software</i> .....	41
II.12.1 <i>Arduino</i> .....	42
II.12.2 <i>App Circuit Designer</i> .....	43
II.12.3 <i>Python</i> .....	44
II.12.4 <i>Telegram</i> .....	44
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>49</b>
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	49
III.1.1 Lokasi Penelitian .....	49
III.1.2 Waktu Penelitian.....	49
III.2 Metode Penelitian .....	50
III.3 Diagram Alir Penelitian .....	51
III.4 Proses Pengembangan alat.....	52
III.4.1 Desain konsep gelang pendeteksi kantuk .....	52
III.4.2 Desain Konsep kamera pendeteksi kantuk .....	55

III.4.3 Analisis Kebutuhan.....	56
III.5 Proses Pembuatan Alat.....	60
III.5.1 Rangkaian alat pendeteksi denyut jantung .....	61
III.5.2 Program alat deteksi denyut jantung dengan <i>Arduino</i> .....	63
III.5.3 Rangkaian alat deteksi EAR dan MAR dengan <i>Night Vision</i> .	64
III.5.4 Program alat pendeteksi kantuk dengan (EAR) dan (MAR)	65
III.5.5 Diagram Blok sistem keseluruhan alat pendeteksi kantuk..	66
III.5.6 Diagram Alir Proses Kerja Alat Sistem Deteksi Mengantuk .	67
III.6 Data Penelitian .....	69
III.7 Pengumpulan dan Pengambilan Data.....	70
III.8 <i>Teknik Sampling</i> .....	71
III.8.1 <i>Teknik Sampling</i> .....	71
III.8.2 Pengambilan Sampel .....	72
III.9 Instrumen Pengumpulan Data.....	73
III.9.1 Pengujian alat EAR dan MAR.....	73
III.9.2 Pengujian Sensor MAX30102.....	77
III.9.3 Pengujian Menyeluruh Terhadap Performa Sistem Pendeteksi Kantuk .....	79
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>80</b>
IV. 1 Perakitan Alat .....	80
IV.1.1 Rancangan dan Perakitan Gelang Denyut Jantung .....	80
IV.1.2 Perakitan Alat <i>Eye Aspect Ratio</i> dan <i>Mouth Aspect Ratio</i> ..	84
IV.2 Prinsip kerja alat .....	86
IV.3 <i>Pemrograman Software</i> .....	87
IV.3.1 Pemrograman sistem.....	87
IV.3.2 Pemrograman Sistem Pendeteksi Denyut Jantung,	

<i>Microsleep</i> , dan <i>Yawn</i> Menggunakan Metode <i>Hybrid Measures</i> ...	93
IV.4 Pengujian Alat .....	136
IV.4.1 Pengujian sensor <i>MAX30102</i> dan <i>GPS</i> pada gelang .....	136
IV.4.2 Pengujian Alat EAR dan MAR .....	141
IV.4.3 Pengujian alat deteksi kantuk secara keseluruhan.....	148
<b>BAB V</b> .....	<b>151</b>
<b>PENUTUP</b> .....	<b>151</b>
<b>V.1 Kesimpulan</b> .....	<b>151</b>
<b>V.2 Saran</b> .....	<b>149</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>153</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b> Bpm normal berdasarkan usia .....	28
<b>Tabel II.2</b> Spesifikasi ESP32.....	33
<b>Tabel II.3</b> Spesifikasi Raspicam 5MP OV5647 .....	35
<b>Tabel II.4</b> Spesifikasi Sensor MAX30102.....	36
<b>Tabel II.5</b> spesifikasi Modul GPS Neo 7M.....	37
<b>Tabel II.6</b> Penelitian Relevan.....	46
<b>Tabel III.1</b> Jadwal Penelitian .....	49
<b>Tabel III.2</b> Komponen Pendukung Software .....	56
<b>Tabel III.3</b> Komponen Pendukung Hardware .....	58
<b>Tabel III.4</b> Pengambilan Sampel Penelitian .....	72
<b>Tabel III.5</b> Pengujian kalibrasi GPS.....	75
<b>Tabel III.6</b> Pengujian sudut <i>pitch</i> .....	75
<b>Tabel III.7</b> Pengujian sudut <i>roll</i> .....	76
<b>Tabel III.8</b> Pengujian sudut <i>yawn</i> .....	76
<b>Tabel III.9</b> Pengujian jarak.....	77
<b>Tabel III.10</b> Pengujian Intensitas Cahaya .....	77
<b>Tabel III.11</b> Form Pengujian perbandingan .....	78
<b>Tabel III.12</b> Pengujian Menyeluruh Terhadap.....	79
<b>Tabel IV. 1</b> Tabel Hasil Uji Kalibrasi GPS Neo 7M.....	138
<b>Tabel IV. 2</b> Hasil pengujian pengaruh jarak.....	142
<b>Tabel IV. 3</b> Hasil pengujian intensitas cahaya.....	144
<b>Tabel IV. 4</b> Hasil pengujian sudut pitch .....	145
<b>Tabel IV. 5</b> Hasil pengujian sudut roll.....	146
<b>Tabel IV. 6</b> Hasil pengujian sudut yawn.....	147
<b>Tabel IV. 7</b> Hasil pengujian alat secara keseluruhan .....	148

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II.1</b> Ritme Sirkadian .....	25
<b>Gambar II.2</b> Tampilan Kamera Night Vision .....	28
<b>Gambar II.3</b> Koordinat Mouth Aspect Ratio .....	29
<b>Gambar II.4</b> Koordinat Eye Aspect Ratio .....	30
<b>Gambar II.5</b> Penggolongan Spektrum Sinar .....	31
<b>Gambar II.6</b> ESP32 .....	32
<b>Gambar II.7</b> RaspiCam 5MP OV5647 .....	34
<b>Gambar II.8</b> Sensor MAX30102 .....	36
<b>Gambar II.9</b> Modul GPS NEO-7M .....	37
<b>Gambar II.10</b> Speaker .....	39
<b>Gambar II.11</b> Vibration Motor PWM .....	40
<b>Gambar II.12</b> Raspberry pi 5 .....	40
<b>Gambar II.13</b> Baterai 18650 .....	41
<b>Gambar II.14</b> Software Arduino .....	43
<b>Gambar II.15</b> Website Cirkuit Designer .....	44
<b>Gambar II.16</b> Python .....	44
<b>Gambar II.17</b> Telegram .....	45
<b>Gambar III.1</b> Lokasi Penelitian .....	49
<b>Gambar III.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	51
<b>Gambar III.3</b> Desain konsep gelang pendeteksi kantuk .....	52
<b>Gambar III.4</b> Desain 3D Alat denyut jantung .....	53
<b>Gambar III.5</b> Desain tampak depan .....	54
<b>Gambar III.6</b> Desain tampak samping .....	54
<b>Gambar III.7</b> Desain tampak atas .....	54
<b>Gambar III.8</b> Desain tampak belakang .....	55
<b>Gambar III.9</b> Desain tampak bawah .....	55
<b>Gambar III.10</b> Konsep Peletakan alat pendeteksi .....	55
<b>Gambar III.11</b> Diagram alir proses pengembangan alat .....	59
<b>Gambar III.12</b> Rangkaian alat pendeteksi denyut jantung .....	61
<b>Gambar III.13</b> Tampilan awal aplikasi Arduino IDE .....	63
<b>Gambar III.14</b> Rangkaian Alat Pendeteksi .....	64
<b>Gambar III.15</b> Tampilan Awal Aplikasi RealVNC Viewer .....	66

<b>Gambar III.16</b>	Diagram Blok sistem keseluruhan alat.....	66
<b>Gambar III.17</b>	Diagram Alir Proses Kerja Alat Sistem Deteksi.....	68
<b>Gambar IV. 1</b>	Perakitan Komponen.....	80
<b>Gambar IV. 2</b>	Peletakan alat dalam casing .....	83
<b>Gambar IV. 3</b>	Hasil Finishing alat denyut jantung .....	84
<b>Gambar IV. 4</b>	Peletakan kedalam Casing .....	85
<b>Gambar IV. 5</b>	Hasil Finishing Alat EAR dan MAR .....	85
<b>Gambar IV. 6</b>	Icon Terminal.....	87
<b>Gambar IV. 7</b>	Konfigurasi dasar .....	88
<b>Gambar IV. 8</b>	Interface Option .....	88
<b>Gambar IV. 9</b>	Tampilan hasil penggunaan Netcut.exe .....	89
<b>Gambar IV. 10</b>	Tampilan website RealVNC Viewer.....	90
<b>Gambar IV. 11</b>	Tampilan Instalasi RealVNC Viewer.....	90
<b>Gambar IV. 12</b>	<i>Tampilan halaman</i> RealVNC Viewer.....	91
<b>Gambar IV. 13</b>	Tampilan Halaman Website Arduino IDE .....	91
<b>Gambar IV. 14</b>	Tampilan Instalasi Software Arduino IDE.....	92
<b>Gambar IV. 15</b>	Tampilan Awal Software Arduino IDE.....	92
<b>Gambar IV. 16</b>	Tampilan Telegram BotFather .....	93
<b>Gambar IV. 17</b>	Library Coding Utama.....	94
<b>Gambar IV. 18</b>	Pengaturan OLED DISPLAY .....	94
<b>Gambar IV. 19</b>	Deklarasikan sensor MAX30102 .....	94
<b>Gambar IV. 20</b>	Deklarasi GPS.....	94
<b>Gambar IV. 21</b>	Vibration Motor dan WIFI Setting .....	95
<b>Gambar IV. 22</b>	Setting NTP.....	95
<b>Gambar IV. 23</b>	Setting MQTT .....	96
<b>Gambar IV. 24</b>	setting konfigurasi Firebase .....	96
<b>Gambar IV. 25</b>	Previous dan Heart rate.....	96
<b>Gambar IV. 26</b>	Fungsi Semaphore.....	97
<b>Gambar IV. 27</b>	Menentukan format waktu .....	97
<b>Gambar IV. 28</b>	Pembagian void loop.....	97
<b>Gambar IV. 29</b>	Sensor Reading (TASK 1).....	98
<b>Gambar IV. 30</b>	Pembacaan GPS (Task 2).....	98
<b>Gambar IV. 31</b>	Komunikasi MQTT (TASK 3).....	99
<b>Gambar IV. 32</b>	Pengaturan Display pada OLED (TASK 4) .....	100

<b>Gambar IV. 33</b> Sinkronisasi waktu NTP TIME (TASK 5) .....	100
<b>Gambar IV. 34</b> Komunikasi Firebase (TASK 6).....	101
<b>Gambar IV. 35</b> SETUP Coding alat pendeteksi denyut jantung .....	102
<b>Gambar IV. 36</b> Import Library Alat Pendeteksi EAR dan MAR.....	104
<b>Gambar IV. 37</b> Camera Import.....	106
<b>Gambar IV. 38</b> Konfigurasi MQTT .....	106
<b>Gambar IV. 39</b> Fungsi Kirim Telegram.....	107
<b>Gambar IV. 40</b> MQTT CALLBACK .....	108
<b>Gambar IV. 41</b> Konfigurasi Sensitivitas dan kalibrasi EAR & MAR .....	109
<b>Gambar IV. 42</b> Fungsi untuk mereset data kalibrasi.....	110
<b>Gambar IV. 43</b> Fungsi Stop Kalibrasi .....	110
<b>Gambar IV. 44</b> Perhitungan ambang batas kalibrasi.....	111
<b>Gambar IV. 45</b> Penerapan threshold data kalibrasi .....	112
<b>Gambar IV. 46</b> Pengumpulan data kalibrasi .....	112
<b>Gambar IV. 47</b> Fungsi Reset Calibration .....	113
<b>Gambar IV. 48</b> Simpan data kalibrasi ke bentuk JSON .....	114
<b>Gambar IV. 49</b> Fungsi load calibration data JSON.....	114
<b>Gambar IV. 50</b> Fungsi setting camera .....	115
<b>Gambar IV. 51</b> Fungsi hitung tingkat kantuk.....	116
<b>Gambar IV. 52</b> Fungsi menghaluskan nilai riwayat tingkat kantuk .....	116
<b>Gambar IV. 53</b> Fungsi create alarm .....	117
<b>Gambar IV. 54</b> Fungsi menjaga keberadaan file alarm .....	118
<b>Gambar IV. 55</b> Fungsi memainkan alarm.....	118
<b>Gambar IV. 56</b> Fungsi menghentikan alarm .....	119
<b>Gambar IV. 57</b> Fungsi Mediapipe analisis wajah .....	119
<b>Gambar IV. 58</b> Fungsi fitur EAR dan MAR.....	120
<b>Gambar IV. 59</b> Fungsi run_face_mp.....	120
<b>Gambar IV. 60</b> Fungsi menambahkan informasi ke tampilan.....	121
<b>Gambar IV. 61</b> Fungsi menambahkan tampilan .....	122
<b>Gambar IV. 62</b> Fungsi analisis parameter secara real-time .....	123
<b>Gambar IV. 63</b> Fungsi lanjutan notifikasi .....	124
<b>Gambar IV. 64</b> Fungsi inialisasi mediapipe.....	124
<b>Gambar IV. 65</b> Inialisasi DrowsinessDetector.....	125
<b>Gambar IV. 66</b> Fungsi start_detection .....	125

<b>Gambar IV. 67</b>	Fungsi menonaktifkan sistem .....	126
<b>Gambar IV. 68</b>	Fungsi share_loop-camera .....	126
<b>Gambar IV. 69</b>	Fungsi generate_frames .....	127
<b>Gambar IV. 70</b>	Fungsi susunan streaming live.....	128
<b>Gambar IV. 71</b>	Fungsi pantauan koneksi mqtt dan bpm ke frontend web..	128
<b>Gambar IV. 72</b>	Fungsi mode antara manual dan auto .....	129
<b>Gambar IV. 73</b>	Fungsi toggle_system.....	129
<b>Gambar IV. 74</b>	Fungsi memulai kalibrasi pada web.....	130
<b>Gambar IV. 75</b>	Fungsi stop_calibration_api.....	131
<b>Gambar IV. 76</b>	Fungsi api_calculate_thresholds().....	131
<b>Gambar IV. 77</b>	Fungsi penerapan ambang batas .....	132
<b>Gambar IV. 78</b>	Fungsi api-reset-calibration() .....	132
<b>Gambar IV. 79</b>	Fungsi status kalibrasi .....	133
<b>Gambar IV. 80</b>	Fungsi `api_set_sensitivity()` .....	133
<b>Gambar IV. 81</b>	Fungsi menghentikan alarm .....	134
<b>Gambar IV. 82</b>	Fungsi memainkan seluruh sistem .....	135
<b>Gambar IV. 83</b>	Grafik perbandingan sensor MAX30102 dengan Oximeter..	137

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Codingan sensor MAX30102 dengan GPS Neo 7M untuk pembacaan denyut jantung.....	157
<b>Lampiran 2</b> Codingan pendeteksi EAR dan MAR dengan Raspberry Pi 5 berbasis Kamera dengan notifikasi Telegram, Website Local , Github dan Firebase.....	177
<b>Lampiran 3</b> Monitor kamera deteksi kantuk menggunakan web HTML (:5000) .....	217
<b>Lampiran 4</b> Tampilan Coding Github HTML.....	264
<b>Lampiran 5</b> Pengaruh Jarak.....	289
<b>Lampiran 6</b> Dokumentasi Sudut Yawn.....	290
<b>Lampiran 7</b> Dokumentasi Sudut roll.....	291
<b>Lampiran 8</b> Dokumentasi Sudut Pitch.....	291
<b>Lampiran 9</b> Intensitas Cahaya.....	292
<b>Lampiran 10</b> Dokumentasi pengambilan data GPS.....	293
<b>Lampiran 11</b> Pengujian secara keseluruhan.....	294
<b>Lampiran 12</b> Dokumentasi pengumpulan data denyut jantung.....	295

## INTISARI

Seiring meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia diiringi dengan meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas, faktor terbesar kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia, khususnya kondisi pengemudi yang mengantuk atau kelelahan. Kondisi ini dapat menurunkan tingkat konsentrasi dan memicu terjadinya *microsleep* yang berbahaya. Berdasarkan data dari [pusiknas.polri.go.id](http://pusiknas.polri.go.id), terhitung dari 1 Januari 2025 hingga 3 Agustus 2025 tercatat ada 81,215 jumlah kecelakaan lalu lintas, dan penyebabnya adalah 95 % dari manusia, 5% dari kendaraan, 1% dari infrastruktur/jalan yang berarti menandakan bahwa hampir dari semua kasus kecelakaan diakibatkan oleh *human error* atau kelalaian manusia dalam berkendara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi kantuk pengemudi berbasis *hybrid measures* dengan mengintegrasikan indikator fisiologis dan perilaku.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D), yang meliputi 2 sistem utama. Sistem pertama menggunakan ESP32 yang terhubung dengan sensor denyut jantung MAX30102 serta GPS Neo 7 dan peringatan dini berupa getaran kemudian sistem kedua menggunakan Raspberry Pi 5 yang terhubung ke kamera *OV5647 IR* sebagai analisis visual dan juga sebagai pusat pengolahan data, sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung (*beats per minute*), serta metode *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan *Mouth Aspect Ratio* (MAR) untuk mendeteksi kondisi mata dan aktivitas menguap. Sistem juga dilengkapi dengan kamera *night vision* untuk mendukung deteksi pada kondisi minim cahaya, serta fitur peringatan berupa buzzer, *vibration motor*, dan notifikasi berbasis *Internet of Things* (IoT).

Hasil dari penelitian ini sistem mampu mendeteksi kantuk secara real-time dengan error BPM 7,27% (masih toleransi), deteksi visual tetap optimal pada kondisi minim cahaya, serta akurasi GPS dengan deviasi 8,45 meter. Sistem peringatan juga responsif terhadap kondisi *microsleep*.

Kata Kunci: kantuk pengemudi, *microsleep*, *hybrid measures*, deteksi kantuk, detak jantung, EAR, MAR, *night vision*, IoT, GPS

## **ABSTRACT**

*The increasing number of motor vehicles in Indonesia is accompanied by a rising risk of traffic accidents, where the majority are caused by human factors, particularly driver drowsiness and fatigue. These conditions can reduce concentration and trigger dangerous microsleep episodes. Based on data from [pusiknas.polri.go.id](http://pusiknas.polri.go.id), from January 1, 2025 to August 3, 2025, a total of 81,215 traffic accidents were recorded, with 95% caused by human factors, 5% by vehicle factors, and 1% by road infrastructure, indicating that most accidents are due to human error or driver negligence. Therefore, this study aims to design and develop a driver drowsiness detection system based on hybrid measures by integrating physiological and behavioral indicators.*

*The research method used is Research and Development (R&D), consisting of two main systems. The first system uses an ESP32 connected to a MAX30102 heart rate sensor and a Neo-7 GPS module with vibration-based early warning. The second system uses a Raspberry Pi 5 connected to an OV5647 IR camera for visual analysis and as the main data processing unit, along with a MAX30102 sensor to measure heart rate (beats per minute), and the Eye Aspect Ratio (EAR) and Mouth Aspect Ratio (MAR) methods to detect eye conditions and yawning activity. The system is also equipped with a night vision camera to support detection under low-light conditions, as well as warning features including a buzzer, vibration motor, and Internet of Things (IoT)-based notifications.*

*The results show that the system is capable of detecting driver drowsiness in real time with a heart rate error of 7.27% (within acceptable tolerance), while visual detection remains effective under low-light conditions. In addition, the GPS module achieves an average deviation of 8.45 meters, indicating sufficient accuracy for location tracking. The warning system, including vibration, alarm, and notifications, is also responsive in detecting microsleep conditions.*

**Keywords:** *driver drowsiness, microsleep, hybrid measures, drowsiness detection, heart rate, EAR, MAR, night vision, IoT, GPS*