



© 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 ALAT PENDETEKSI *MICROSLEEP*
PADA PENGENDARA MOBIL BERBASIS ESP32-S3 CAM
OV5640 DAN SENSOR MAX30102 DENGAN METODE *EYE*
*ASPECT RATIO***

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Haykel Rizki Mafaza

2303321075

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
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



**PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN INTEGRASI
SENSOR MAX30102 SEBAGAI PARAMETER DETEKSI
MICROSLEEP PADA PENGENDARA MOBIL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Haykel Rizki Mafaza

2303321075

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini Adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Haykel Rizki Mafaza

NIM : 2303321075

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Juni 2026



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Haykel Rizki Mafaza
 NIM : 2303321075
 Program Studi : Elektronika Industri
 Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Pendeteksi *Microsleep* Pada Pengendara Mobil Berbasis ESP32-S3 CAM OV5640 dan Sensor MAX30102 dengan Metode *Eye Aspect Ratio*
 Sub Judul Tugas Akhir : Perancangan Perangkat Keras dan Integrasi Sensor MAX30102 sebagai Parameter Deteksi *Microsleep* pada Pengendara Mobil

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa 30 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. ()
 NIP. 199302232019032027

Depok, 30 Juli 2026
 Disahkan oleh
 Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
 NIP. 197803312003122002



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi *Microsleep* Pada Pengendara Mobil Berbasis ESP32-S3 CAM OV5640 dan Sensor MAX30102 dengan Metode Eye Aspect Ratio” tepat waktu. Penulisan ini dilakukan sebagai salah satu syarat mencapai gelar Diploma Tiga. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Dr. Murie Dwiyantri S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
3. Bapak Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D3 Elektronika Industri;
4. Kedua Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik berupa material maupun moral serta doa-doa yang menyertai;
5. Muhamad Hasan selaku rekan tugas akhir dan teman-teman yang telah memberi semangat dan banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;

Akhir kata, penulis berharap Semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga laporan Praktik Kerja Lapangan ini membawa manfaat bagi para pembaca.

Depok, 30 Juni 2026

Haykel Rizki Mafaza



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

*Perancangan Perangkat Keras Dan Integrasi Sensor Max30102 Sebagai Parameter
Deteksi Microsleep Pada Pengendara Mobil.*

ABSTRAK

Microsleep merupakan kondisi tertidur sesaat yang terjadi tanpa disadari dan menjadi salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas akibat menurunnya kewaspadaan pengemudi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem pendeteksi microsleep pada pengendara mobil berbasis ESP32-S3 CAM OV5640 dan sensor MAX30102 dengan metode Eye Aspect Ratio (EAR). Sistem menggunakan kamera OV5640 untuk mendeteksi kondisi mata pengemudi melalui perhitungan nilai EAR sebagai parameter visual, serta sensor MAX30102 yang terintegrasi pada perangkat wearable wristband berbasis ESP32-C3 untuk mengukur detak jantung (BPM) sebagai parameter fisiologis. Data BPM dikirim secara nirkabel menggunakan protokol ESP-NOW menuju unit utama untuk diproses bersama data visual. Apabila sistem mendeteksi kondisi yang mengarah pada microsleep, maka buzzer dan LED merah akan aktif sebagai peringatan dini. Hasil kalibrasi sensor MAX30102 terhadap Pulse Oximeter menunjukkan rata-rata error sebesar 2,88%. Pengujian sensor menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 96,3% dalam pengukuran detak jantung. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dengan berbagai kondisi pencahayaan dan kondisi pengemudi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi aman maupun kondisi microsleep dengan tingkat keberhasilan sebesar 86,67%. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dirancang telah berhasil mengintegrasikan parameter visual dan fisiologis untuk mendeteksi microsleep secara real-time serta memberikan peringatan dini guna meningkatkan keselamatan berkendara.

Kata kunci : Microsleep, Eye Aspect Ratio (EAR), MAX30102, ESP32-S3 CAM, Detak Jantung.

**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

Hardware Design and Integration of the MAX30102 Sensor for Microsleep Detection in Car Drivers.

ABSTRACT

Microsleep is a brief and involuntary sleep episode that occurs without awareness and is one of the major causes of traffic accidents due to reduced driver alertness. This study aims to design and implement a microsleep detection system for car drivers based on the ESP32-S3 CAM OV5640 and MAX30102 sensor using the Eye Aspect Ratio (EAR) method. The system utilizes the OV5640 camera to detect the driver's eye condition through EAR calculation as a visual parameter; while the MAX30102 sensor integrated into an ESP32-C3-based wearable wristband is used to measure heart rate (BPM) as a physiological parameter. BPM data are transmitted wirelessly to the main unit using the ESP-NOW protocol and processed together with visual data. When microsleep indications are detected, the system activates a buzzer and a red LED as an early warning mechanism. The calibration results of the MAX30102 sensor against a Pulse Oximeter showed an average error of 2.88%. Sensor testing achieved an average heart rate measurement accuracy of 96.3%. The overall system was tested through 30 experimental trials under various lighting conditions and driver states. The results demonstrated that the system was able to detect both normal and microsleep conditions with a success rate of 86.67%. Therefore, the proposed system successfully integrates visual and physiological parameters for real-time microsleep detection and provides early warnings to improve driving safety.

Keywords : *Microsleep, Eye Aspect Ratio (EAR), MAX30102, ESP32-S3 CAM, Heart Rate.*



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 ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Microsleep.....	5
2.2 Sistem Deteksi Microsleep.....	6
2.3 Detak Jantung sebagai Parameter Microsleep.....	8
2.4 Sistem Wearable Wristband.....	10
2.5 ESP32-S3 DevKit + PSRAM.....	11
2.6 Kamera OV5640	12
2.7 LCD 20x4 I2C	13
2.8 Push Button	14
2.9 Buzzer Active 5V	14
2.10 LED	15
2.11 Saklar.....	16
2.12 Baterai Li-ion 18650	17
2.13 ESP32-C3 SuperMini.....	18
2.14 Sensor MAX30102.....	19
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	21



© 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

3.1	Rancangan Alat	21
a.	Deskripsi alat.....	21
b.	Cara Kerja alat.....	23
c.	Spesifikasi alat.....	25
d.	Diagram blok.....	27
e.	Design Alat.....	30
3.2	Realisasi Alat.....	32
a.	Wiring Diagram.....	33
b.	Perancangan Mekanik	37
c.	Realisasi alat.....	40
d.	Program alat	41
BAB IV	PEMBAHASAN	52
4.1	Pengujian Sensor MAX30102.....	52
a.	Deskripsi Pengujian.....	52
b.	Prosedur Pengujian.....	52
c.	Data Hasil Pengujian.....	53
d.	Analisis Data	54
4.2	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	57
a.	Deskripsi Pengujian.....	57
b.	Prosedur Pengujian.....	58
c.	Data Hasil Pengujian.....	60
d.	Analisis Data	62
BAB V	PENUTUP	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		71
LAMPIRAN.....		72



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Kondisi Pengendara Microsleep.....	5
Gambar 2. 2 Perhitungan nilai EAR.....	7
Gambar 2. 3 Wristband.....	10
Gambar 2. 4 ESP32-S3 PINOUT.....	11
Gambar 2. 5 Kamera OV5640.....	12
Gambar 2. 6 LCD 20X4 I2C.....	13
Gambar 2. 7 Push Button.....	14
Gambar 2. 8 Buzzer.....	15
Gambar 2. 9 LED 10mm.....	16
Gambar 2. 10 Saklar.....	16
Gambar 2. 11 Baterai Li-ion 18650.....	17
Gambar 2. 12 ESP32-C3 SuperMini.....	18
Gambar 2. 13 Sensor MAX30102.....	19
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem.....	23
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem.....	27
Gambar 3. 3 Blok Diagram.....	28
Gambar 3. 4 Design Box.....	30
Gambar 3. 5 Design Box.....	30
Gambar 3. 6 Design Wristband.....	31
Gambar 3. 7 Design Wristband.....	32
Gambar 3. 8 Wiring Diagram Box.....	34
Gambar 3. 9 Wiring Diagram Wristband.....	36
Gambar 3. 10 Box Alat Pendeteksi Microsleep.....	37
Gambar 3. 11 Perancangan Mekanik Wristband Sensor MAX30102.....	39
Gambar 3. 12 Import Library.....	41
Gambar 3. 13 Deklarasi Objek Sensor.....	42
Gambar 3. 14 Komunikasi ESP-NOW.....	42
Gambar 3. 15 Alamat MAC-Address ESP32-S3.....	43
Gambar 3. 16 Inisialisasi Sistem.....	43
Gambar 3. 17 Inisialisasi Komunikasi I2C.....	43



© 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

Gambar 3. 18 Pengecekan Koneksi Sensor.....	44
Gambar 3. 19 Konfigurasi Parameter Sensor	44
Gambar 3. 20 Komunikasi ESP-NOW.....	46
Gambar 3. 21 Pembacaan Sinyal IR.....	47
Gambar 3. 22 Nilai untuk Kondisi Kulit.....	48
Gambar 3. 23 Puncak Sinyal Denyut Jantung.....	48
Gambar 3. 24 Interval Waktu antar denyut	48
Gambar 3. 25 Menemukan 1 denyut	49
Gambar 3. 26 Program Minimal 450 ms antar denyut.....	49
Gambar 3. 27 Waktu denyut terakhir	49
Gambar 3. 28 Rumus Menentukan Nilai BPM	49
Gambar 3. 29 Filter BPM normal.....	49
Gambar 3. 30 Filtering Nilai BPM.....	50
Gambar 3. 31 Pengiriman data melalui ESP-NOW	50
Gambar 3. 32 Menampilkan Data di Serial Monitor.....	51
Gambar 3. 33 Pengulangan Monitoring	51
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Sensor.....	56

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rentang Detak Jantung Berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin.....	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	25
Tabel 3. 2 Variabel Fungsi.....	42
Tabel 4. 1 Prosedur Pengujian Sensor MAX30102.....	52
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor	53
Tabel 4. 3 Prosedur Pengujian Keseluruhan Sistem.....	58
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian pada Pria Muda	60
Tabel 4. 5 Tabel Pengujian pada Pria Dewasa.....	61





© 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 LAMPIRAN

L- 1 ESP32-C3 Pinout.....	72
L- 2 Uji Kalibrasi Sensor	72
L- 3 Pengujian Alat	72
L- 4 Tampilan Display Alat.....	73
L- 5 Tampak depan alat.....	73
L- 6 Wiring Box	73
L- 7 Poster Alat	74
L- 8 SOP Alat.....	75
L- 9 Program Wristband.....	76





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

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi permasalahan serius yang mengancam keselamatan pengguna jalan di berbagai negara. Menurut laporan World Health Organization, lebih dari 1,19 juta orang meninggal setiap tahun akibat kecelakaan lalu lintas, dan faktor manusia menjadi penyebab utama terjadinya kecelakaan tersebut [1]. Salah satu faktor yang sering menyebabkan kecelakaan adalah kondisi kelelahan dan kantuk saat mengemudi. Pengemudi yang mengalami kantuk berisiko mengalami *microsleep*, yaitu kondisi tertidur atau kehilangan kesadaran dalam waktu sangat singkat tanpa disadari. Walaupun hanya berlangsung selama beberapa detik, *microsleep* dapat menyebabkan hilangnya kendali kendaraan dan meningkatkan risiko kecelakaan fatal [2].

Microsleep merupakan kondisi yang sulit dikenali oleh pengemudi karena terjadi secara spontan dan tanpa gejala yang jelas. Penelitian menunjukkan bahwa *microsleep* ditandai oleh penurunan tingkat kewaspadaan, berkurangnya respons terhadap lingkungan sekitar, serta meningkatnya durasi penutupan mata [3]. Oleh karena itu, berbagai metode telah dikembangkan untuk mendeteksi kondisi *microsleep* secara dini guna mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam deteksi kantuk adalah metode Eye Aspect Ratio (EAR) yang diperkenalkan oleh Soukupová dan Čech. Metode ini memanfaatkan titik landmark pada area mata untuk menghitung rasio antara jarak vertikal dan horizontal mata sehingga kondisi mata terbuka maupun tertutup dapat dikenali secara real-time [4]. Metode EAR banyak diterapkan karena memiliki tingkat komputasi yang relatif ringan dan dapat diimplementasikan pada perangkat embedded system seperti ESP32-S3 CAM. Penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati et al. menunjukkan bahwa metode EAR mampu mendeteksi kondisi kantuk dengan tingkat akurasi yang baik pada sistem monitoring pengemudi [5].

Meskipun demikian, sistem deteksi kantuk yang hanya menggunakan parameter visual masih memiliki beberapa keterbatasan. Faktor pencahayaan yang



© 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

berubah-ubah, penggunaan kacamata, posisi wajah yang tidak menghadap kamera, serta gangguan lingkungan dapat memengaruhi hasil deteksi kondisi mata [6]. Akibatnya, sistem berpotensi menghasilkan kesalahan deteksi (false positive maupun false negative) yang dapat menurunkan keandalan sistem dalam kondisi nyata.

Untuk meningkatkan akurasi deteksi *microsleep*, diperlukan parameter tambahan yang mampu merepresentasikan kondisi fisiologis pengemudi. Salah satu parameter yang dapat digunakan adalah detak jantung (heart rate). Penelitian Khan et al. menunjukkan bahwa perubahan denyut jantung memiliki hubungan dengan tingkat kelelahan dan kantuk seseorang [7]. Ketika seseorang mulai mengantuk, aktivitas sistem saraf otonom mengalami perubahan yang menyebabkan denyut jantung cenderung menurun dan menjadi lebih stabil dibandingkan saat kondisi waspada. Oleh karena itu, pemantauan detak jantung dapat digunakan sebagai indikator pendukung dalam mendeteksi kondisi *microsleep*.

Sensor MAX30102 merupakan sensor berbasis Photoplethysmography (PPG) yang mampu mengukur detak jantung secara non-invasif dengan memanfaatkan perubahan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh aliran darah pada jaringan tubuh. Sensor ini memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya yang rendah, serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler sehingga banyak digunakan pada perangkat wearable [8]. Penelitian Lee et al. menunjukkan bahwa sensor MAX30102 memiliki performa yang baik dalam pengukuran detak jantung secara real-time pada aplikasi monitoring kesehatan berbasis wearable device [9].

Penelitian sebelumnya oleh Ahmed et al. mengembangkan sistem deteksi kantuk berbasis computer vision menggunakan kamera untuk menganalisis kondisi wajah dan mata pengemudi [10]. Sistem tersebut mampu mendeteksi kantuk secara real-time, namun masih bergantung pada parameter visual sehingga rentan terhadap gangguan pencahayaan dan posisi wajah pengguna. Berdasarkan kelemahan tersebut, penelitian ini mengusulkan integrasi parameter visual menggunakan metode Eye Aspect Ratio (EAR) dengan parameter fisiologis berupa detak jantung yang diperoleh dari sensor MAX30102. Kombinasi kedua parameter tersebut diharapkan mampu meningkatkan akurasi dan keandalan sistem dalam mendeteksi kondisi *microsleep* pada pengendara mobil secara real-time.



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

Pada penelitian ini digunakan ESP32-S3 CAM OV5640 sebagai unit pemrosesan utama untuk melakukan pengolahan citra wajah dan perhitungan nilai EAR, sedangkan sensor MAX30102 ditempatkan pada perangkat wearable berbentuk wristband yang menggunakan ESP32-C3 sebagai unit akuisisi data detak jantung. Data fisiologis yang diperoleh kemudian dikirimkan secara nirkabel menuju unit utama untuk diproses bersama data visual. Dengan pendekatan tersebut diharapkan sistem mampu memberikan peringatan dini kepada pengemudi sebelum terjadi kondisi *microsleep* yang berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan sistem pendeteksi *microsleep* pada pengendara mobil berbasis mikrokontroler ESP32-S3 CAM OV5640 yang mengintegrasikan sensor detak jantung MAX30102 dan kamera sebagai media pemantauan kondisi fisiologis dan visual pengemudi?
2. Bagaimana menentukan dan menerapkan nilai ambang batas (threshold) detak jantung berdasarkan perbedaan jenis kelamin pengemudi sehingga dapat digunakan sebagai indikator awal dalam mendeteksi kondisi kantuk yang berpotensi menyebabkan *microsleep*?
3. Bagaimana akurasi kinerja sensor MAX30102 dalam mendeteksi detak jantung pengemudi dalam menentukan parameter *microsleep*?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem yang dirancang difokuskan pada deteksi kondisi *microsleep* pada pengendara mobil dan tidak mencakup jenis kendaraan lain.
2. Penentuan kondisi *microsleep* didasarkan pada kombinasi nilai detak jantung dan durasi penutupan mata, tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti ekspresi wajah, posisi kepala, atau perilaku mengemudi.
3. Nilai ambang batas (threshold) detak jantung ditentukan berdasarkan perbedaan jenis kelamin pengemudi (pria dan wanita) secara umum, tanpa memperhitungkan kondisi kesehatan individu secara spesifik.
4. Sistem peringatan yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada indikator suara (buzzer) dan visual (LED), tanpa integrasi dengan sistem kendaraan secara langsung.



© 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

5. Parameter fisiologis yang digunakan dalam penelitian ini hanya terbatas pada detak jantung yang diukur menggunakan sensor MAX30102, tanpa mempertimbangkan parameter lain seperti kadar oksigen darah (SpO_2) atau sinyal EEG.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan merealisasikan sistem pendeteksi *microsleep* pada pengendara mobil berbasis mikrokontroler ESP32-S3 CAM OV5640 yang terintegrasi dengan sensor detak jantung MAX30102 dan kamera, sehingga mampu memantau kondisi fisiologis dan visual pengemudi secara real-time.
2. Mengimplementasikan sensor MAX30102 pada perangkat wearable (wristband) berbasis ESP32-C3 untuk mengukur detak jantung pengemudi serta menerapkan nilai ambang batas (threshold) berdasarkan jenis kelamin sebagai indikator awal kondisi kantuk.
3. Menguji dan menganalisis kinerja sistem dalam mendeteksi kondisi *microsleep* berdasarkan parameter fisiologis dan visual, guna memastikan sistem bekerja secara efektif dan konsisten.

1.5 Luaran

1. Alat prototype sistem pendeteksi *microsleep* pada pengendara mobil berbasis mikrokontroler ESP32-S3 CAM OV5640 yang terintegrasi dengan sensor detak jantung MAX30102 dan kamera.
2. Laporan Tugas Akhir.
3. Draf Artikel Ilmiah/Jurnal.
4. Draf Hak Cipta.
5. Video tutorial.



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, realisasi, dan pengujian sistem pendeteksi *microsleep* pada pengendara mobil berbasis ESP32-S3 CAM OV5640 dan sensor MAX30102, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang dan direalisasikan sistem pendeteksi *microsleep* yang mengintegrasikan kamera ESP32-S3 CAM OV5640 sebagai parameter visual menggunakan metode Eye Aspect Ratio (EAR) dengan sensor MAX30102 sebagai parameter fisiologis berupa detak jantung (BPM). Sensor MAX30102 diimplementasikan pada perangkat wearable wristband berbasis ESP32-C3 dan mampu mengirimkan data ke unit utama melalui komunikasi ESP-NOW secara real-time sehingga seluruh komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi.
2. Sensor MAX30102 menunjukkan kinerja yang baik dalam pengukuran detak jantung. Berdasarkan hasil kalibrasi terhadap Pulse Oximeter, sensor memperoleh rata-rata error sebesar 2,88% dengan akurasi sebesar 96,3%, sehingga layak digunakan sebagai parameter fisiologis dalam sistem deteksi *microsleep*. Penerapan nilai ambang detak jantung berdasarkan jenis kelamin, yaitu 69 BPM untuk laki-laki dan 74 BPM untuk perempuan, juga mampu mendukung proses identifikasi kondisi pengemudi secara lebih akurat.
3. Integrasi parameter fisiologis berupa detak jantung dan parameter visual menggunakan metode EAR berhasil meningkatkan keandalan sistem dibandingkan apabila hanya menggunakan satu parameter. Kombinasi kedua parameter mampu mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan deteksi (*false positive* maupun *false negative*), sehingga sistem dapat membedakan kondisi aman, waspada, dan bahaya dengan lebih baik.
4. Hasil pengujian keseluruhan sistem sebanyak 30 kali percobaan menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi normal maupun indikasi *microsleep* dengan tingkat keberhasilan sebesar 86,67% dan rata-



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

rata response delay sebesar 644,13 ms. Waktu respons yang kurang dari satu detik menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan akuisisi data, komunikasi nirkabel, pemrosesan data, dan pemberian peringatan secara cepat sehingga sesuai untuk aplikasi pemantauan pengemudi secara *real-time*.

5. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu menghasilkan sistem pendeteksi microsleep yang mengintegrasikan parameter visual dan fisiologis sebagai sistem peringatan dini bagi pengemudi mobil. Sistem mampu memberikan peringatan otomatis melalui LED dan buzzer ketika terdeteksi indikasi microsleep, sehingga berpotensi meningkatkan kewaspadaan pengemudi dan mengurangi risiko kecelakaan akibat kelelahan saat berkendara.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Mengembangkan metode deteksi wajah dan mata agar lebih robust terhadap perubahan pencahayaan, penggunaan kacamata, serta perubahan posisi wajah pengemudi sehingga dapat mengurangi kegagalan deteksi yang masih terjadi pada beberapa pengujian.
2. Menambahkan fitur penyimpanan data dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) sehingga data hasil pengukuran dapat direkam dan dianalisis secara historis melalui cloud atau aplikasi mobile.
3. Melakukan pengujian pada jumlah responden yang lebih banyak dengan variasi usia, jenis kelamin, dan kondisi kesehatan yang berbeda agar diperoleh data yang lebih representatif serta meningkatkan validitas hasil penelitian.
4. Mengembangkan desain perangkat wristband dan box monitoring menjadi lebih ringkas, ergonomis, dan hemat daya sehingga lebih nyaman digunakan dalam jangka waktu yang lama.



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

- Abtahi, M., Hariri, B., & Shirmohammadi, S. (2021). Driver drowsiness monitoring based on eye closure and head movement analysis. *Sensors*, 21(12), 1-17. <https://doi.org/10.3390/s21124035>
- Ahmed, M., Hassan, A., & Rashid, M. (2023). Real-time driver drowsiness detection using computer vision and embedded systems. *International Journal of Intelligent Transportation Systems*, 12(4), 233-241.
- Espressif Systems. (2023). *ESP32-S3 series datasheet*. Espressif Systems. <https://www.espressif.com>
- Khan, M. M., Hasan, M., & Rahman, M. (2022). Heart rate based driver drowsiness detection using wearable sensors. *Sensors*, 22(15), 1-18. <https://doi.org/10.3390/s22155789>
- Lee, J. H., Kim, S., & Park, Y. (2021). Performance evaluation of MAX30102-based wearable heart rate monitoring system. *IEEE Access*, 9, 145201-145210. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3123456>
- National Highway Traffic Safety Administration. (2024). *Drowsy driving research and program plan*. U.S. Department of Transportation. <https://www.nhtsa.gov>
- Rachmawati, D., Nugroho, A., & Saputra, R. (2022). Implementation of eye aspect ratio for driver drowsiness detection. *Journal of Computer Vision Applications*, 5(2), 45-53.
- Rahman, M. H., Islam, M., & Hossain, S. (2024). Driver drowsiness detection using deep learning approaches: A review. *IEEE Access*, 12, 45821-45839. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3367890>
- Soukupová, T., & Čech, J. (2016). Real-time eye blink detection using facial landmarks. In *Proceedings of the 21st Computer Vision Winter Workshop* (pp. 1-8).
- World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications>



© 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

- Ahmed, S., Rahman, M., Islam, M., & Hossain, M. (2023). *Multimodal driver drowsiness detection using physiological and visual features*. IEEE Access, 11, 56789-56801. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10130616>
- Choi, J., Kim, S., Lee, H., & Park, J. (2021). *Driver drowsiness detection based on heart rate variability using wearable devices*. Sensors, 21(24), 8394. <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/24/8394>
- Espressif Systems. (2023). *ESP32-C3 series datasheet*. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-c3_datasheet_en.pdf
- Espressif Systems. (2023). *ESP32-S3 series datasheet*. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3_datasheet_en.pdf
- Hidayat, A., Nugroho, R., & Prakoso, D. (2021). *Design of embedded control system using LED indicator interface*. Journal of Robotics and Control, 2(4), 245-251. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jurnalrobotika/article/download/1047/566>
- Hidayat, A., Nugroho, R., & Prakoso, D. (2021). *Design of embedded control system using push button interface*. Journal of Robotics and Control, 2(4), 245-251. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jurnalrobotika/article/download/1047/566>
- Khan, M. M., Rahman, M. S., Islam, M. A., & Hossain, M. A. (2022). *Driver drowsiness detection using physiological signals: A review*. Sensors, 22(5), 1969. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/5/1969>
- Kumar, R., Singh, P., & Sharma, A. (2021). *Lithium-ion battery management for portable embedded systems*. International Journal of Power Electronics and Drive Systems, 12(4), 2345-2353. <https://ijpeds.iaescore.com/index.php/IJPEDS/article/view/20963/13269>
- Lee, J., Kim, H., & Park, S. (2021). *Design of wearable heart rate monitoring system using MAX30102 sensor*. International Journal of Engineering Research and Technology, 14(3), 112-118.



© 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

<https://www.ijert.org/research/design-of-wearable-heart-rate-monitoring-system-using-max30102-IJERTV10IS030080.pdf>

OmniVision Technologies. (2022). *OV5640 CameraChip sensor datasheet*.
https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/OV5640_datash eet.pdf

Prasetyo, R., Wijaya, A., & Santoso, B. (2022). *Implementation of LCD I2C display on embedded monitoring system*. Journal of Electronics and Telecommunication Engineering, 6(2), 85-92.
<https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/tele/article/download/2921/1897>

Pratama, D., Nugraha, A., & Saputra, R. (2022). *Design of real-time monitoring system using ESP32 microcontroller*. Journal of Applied Engineering and Technological Science, 3(1), 45-53.
<https://ejournal.umri.ac.id/index.php/jaets/article/download/3046/1797>

Putra, A., Firmansyah, M., & Nugroho, H. (2023). *IoT-based heart rate monitoring system using ESP32 and MAX30102*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 14(5), 678-685.
https://thesai.org/Downloads/Volume14No5/Paper_83-IoT_Based_Heart_Rate_Monitoring_System.pdf

Rachmawati, D., Alfaridzi, M. F., & Nugroho, A. (2022). *Deteksi kantuk pada pengemudi mobil menggunakan Eye Aspect Ratio*. Jurnal SINARFe7, 5(2), 89-96. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/363>

Saputra, R., Prasetyo, A., & Wijaya, B. (2021). *Implementation of buzzer as warning indicator on embedded monitoring system*. Journal of Electronics and Instrumentation Technology, 5(2), 75-82.
<https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JEI/article/download/2671/1172>

Saputra, R., Prasetyo, A., & Wijaya, B. (2021). *Implementation of electronic switch on embedded monitoring system*. Journal of Electronics and Instrumentation Technology, 5(2), 75-82.
<https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JEI/article/download/2671/1172>

Satria, R., Kurniawan, A., & Setiawan, D. (2022). *Implementation of ESP32 microcontroller for real-time monitoring system*. Journal of Physics:



© 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

Conference Series, 2193(1), 012001.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2193/1/012001/pdf>

Soukupová, T., & Čech, J. (2016). *Real-time eye blink detection using facial landmarks*. Proceedings of the 21st Computer Vision Winter Workshop, 1-8.
<https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf>





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



Haykel Rizki Mafaza

Anak ke 1 dari 2 bersaudara, lahir di Jakarta, 20 April 2005. Lulus dari SD Al-irsyad Al-Islamiah pada tahun 2017, SMPN 4 Kota Bekasi pada tahun 2020, SMA Martia Bhakti pada tahun 2023. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri pada tahun (2023-2026). Penulis menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Jakarta dengan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Microsleep Pada Pengendara Mobil Berbasis ESP32 – S3 CAM OV5640 dan Sensor MAX30102 dengan Metode *Eye Aspect Ratio*” untuk memperoleh Diploma Tiga di Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

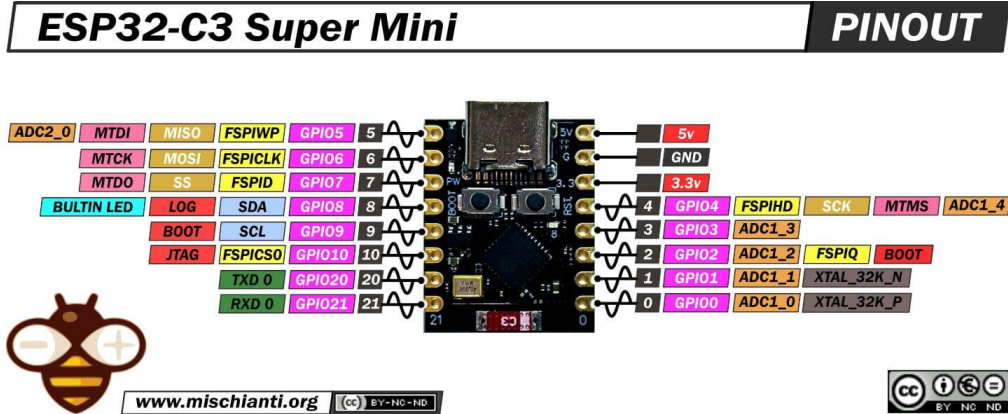


Hak Cipta :

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

L- 1 ESP32-C3 Pinout





© 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

L- 4 Tampilan Display Alat



L- 5 Tampak depan alat



L- 6 Wiring Box





Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

L- 7 Poster Alat



LATAR BELAKANG

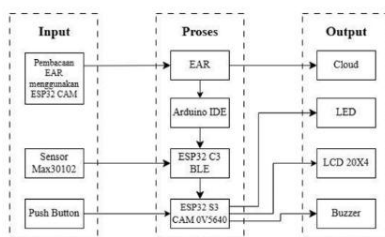
Kecelakaan lalu lintas menjadi permasalahan yang cukup kompleks dan serius di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Mengacu pada data Badan Pusat Statistik (BPS), selama periode tahun 2024 tercatat lebih dari 150.000 kasus kecelakaan lalu lintas dengan lebih dari 26.000 korban meninggal dunia. Tingkat kecelakaan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, dengan faktor terbesar adalah faktor manusia yaitu sebesar 61%, faktor kendaraan 9%, dan faktor lingkungan 30%. Faktor manusia yang dominan yaitu karena kelelahan dan mengantuk dalam perjalanan. Berkendara mobil dalam kondisi mengantuk dapat menyebabkan pengendara mengalami penurunan kewaspadaan hingga tertidur secara singkat tanpa disadari (*microsleep*), sehingga kehilangan kontrol kendaraannya.

Microsleep merupakan kondisi tertidurnya seseorang dalam waktu singkat yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi dan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, terutama pada pengemudi. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi microsleep berbasis Eye Aspect Ratio (EAR) menggunakan ESP32-S3 CAM OV5640 yang terintegrasi dengan sensor detak jantung MAX30102.

TUJUAN PENELITIAN

- Merancang dan membangun sistem pendeteksi microsleep berbasis ESP32-S3 CAM OV5640 dengan memanfaatkan sensor MAX30102 dan kamera sebagai pendeteksi kondisi pengemudi.
- Menentukan dan mengimplementasikan batas detak jantung berdasarkan jenis kelamin sebagai parameter awal indikasi microsleep.
- Menerapkan metode Eye Aspect Ratio (EAR) berbasis cloud untuk mendeteksi microsleep melalui kondisi mata serta mengaktifkan buzzer dan LED sebagai sistem peringatan.
- Menganalisis kinerja dan akurasi sistem deteksi microsleep berdasarkan kombinasi parameter detak jantung dan kondisi mata.

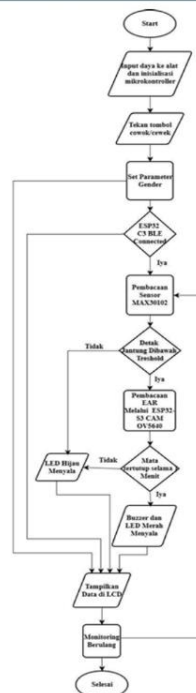
DIAGRAM BLOK ALAT



Pada bagian input, sistem menerima data dari ESP32-S3 CAM OV5640 untuk memperoleh nilai Eye Aspect Ratio (EAR), sensor MAX30102 untuk membaca detak jantung dan saturasi oksigen, serta push button untuk memilih gender pengemudi. Data tersebut diproses oleh ESP32-S3 CAM OV5640 sebagai pengendali utama, sedangkan ESP32-C3 BLE berfungsi sebagai media komunikasi nirkabel antarperangkat.

Pada bagian output, hasil pemrosesan ditampilkan melalui LCD 20x4, LED sebagai indikator visual, dan buzzer sebagai alarm ketika terdeteksi kondisi microsleep. Selain itu, data juga dikirim ke cloud untuk keperluan penyimpanan dan pemantauan jarak jauh.

ALUR KERJA SISTEM



SPESIFIKASI ALAT

Dimensi dan Berat

Dimensi Box Utama	± 22 cm × 15 cm × 9 cm
Dimensi Modul Sensor	± 2,5 cm × 2 cm
Berat Keseluruhan Alat	± 250 gram
Jenis Catu Daya	Baterai Li-ion Rechargeable

PENYUSUN :

Haykel Rizki Mafaza - 2303321075
Muhamad Hasan - 2303321005

PEMBIMBING :

Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.



L- 8 SOP Alat

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

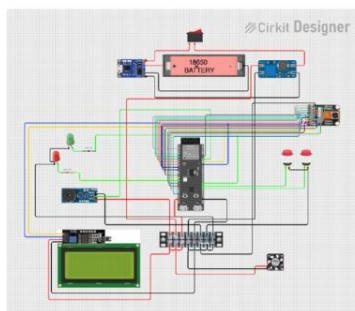
- ESP32 - S3 CAM OV5640
- ESP32 - C3 Mini BLE
- Sensor MAX30102
- Push Button
- LCD 20 x 4
- LED Merah & Hijau
- Buzzer
- Baterai Li-ion Rechargeable



DESAIN ALAT



WIRING DIAGRAM



PENGOPERASIAN ALAT

- Pastikan alat, server, dan jaringan WiFi dalam kondisi aktif serta seluruh komponen telah terhubung dengan baik.
- Nyalakan alat, kemudian tunggu hingga proses inisialisasi dan koneksi ke server selesai.
- Pilih jenis kelamin pengguna menggunakan push button yang tersedia.
- Kenakan wristband pada pergelangan tangan hingga sensor MAX30102 menempel dengan baik pada kulit.
- Posisikan wajah di depan kamera ESP32-S3 CAM OV5640 dengan jarak yang telah ditentukan.
- Pastikan wajah terdeteksi dan informasi sistem ditampilkan pada LCD.
- Gunakan alat dalam kondisi mata terbuka sebagai kondisi normal.
- Amati respons sistem melalui tampilan LCD, LED indikator, dan buzzer.



FITUR ALAT

- Sistem mampu mendeteksi kondisi *microsleep* pada pengendara mobil secara *real-time* menggunakan metode *Eye Aspect Ratio* (EAR) melalui kamera OV5640.
- Sensor MAX30102 digunakan untuk membaca denyut jantung (BPM) dan kadar oksigen dalam darah (SpO₂) sebagai parameter pendukung deteksi kelelahan pengemudi.
- Menggunakan ESP32-S3 CAM sebagai mikrokontroler utama untuk memproses data sensor dan citra wajah secara *real-time*.
- LED hijau digunakan sebagai indikator kondisi normal, sedangkan LED merah dan buzzer aktif ketika sistem mendeteksi kondisi kantuk atau *microsleep*.
- LCD digunakan untuk menampilkan informasi nilai BPM, status kondisi mata, dan status sistem monitoring secara langsung (*real-time*).

PENYUSUN :

Haykel Rizki Mafaza - 2303321075
Muhamad Hasan - 2303321005

PEMBIMBING :

Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.



© 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

L- 9 Program Wristband

```
#include <Wire.h>
#include <WiFi.h>
#include <esp_now.h>
#include "MAX30105.h"

MAX30105 particleSensor;

// =====
// BPM VARIABLE
// =====

long lastBeat = 0;

float bpm = 0;
float stableBPM = 0;

long previousIR = 0;

bool rising = false;

unsigned long lastPrint = 0;

// =====
// ESP-NOW DATA
// =====

typedef struct
{
    float bpm;
    long ir;
} SensorData;
```




© 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

```
SensorData dataSend;
```

```
// GANTI DENGAN MAC ADDRESS ESP32-S3
```

```
uint8_t receiverAddress[] =
```

```
{
```

```
  0x14,
```

```
  0xC1,
```

```
  0x9F,
```

```
  0x2C,
```

```
  0x90,
```

```
  0x2C
```

```
};
```

```
// =====
```

```
// SETUP
```

```
// =====
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```
  Wire.begin(8, 9);
```

```
  Wire.setClock(400000);
```

```
  Serial.println();
```

```
  Serial.println("=====");
```

```
  Serial.println("MAX30102 HEART RATE MONITOR");
```

```
  Serial.println("ESP32-C3");
```

```
  Serial.println("=====");
```

```
// =====
```

```
// SENSOR START
```

```
// =====
```



© 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

```

if (!particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST))
{
    Serial.println("MAX30102 NOT FOUND");
    while (1);
}

Serial.println("MAX30102 CONNECTED");

particleSensor.setup(
    20, // LED brightness
    1, // sample average
    2, // LED mode
    100, // sample rate
    411, // pulse width
    4096 // ADC range
);

particleSensor.setPulseAmplitudeRed(0x24);
particleSensor.setPulseAmplitudeIR(0x24);
particleSensor.setPulseAmplitudeGreen(0);

// =====
// ESP-NOW
// =====

WiFi.mode(WIFI_STA);

Serial.print("MAC Address C3 : ");
Serial.println(WiFi.macAddress());

if (esp_now_init() != ESP_OK)
{
    Serial.println("ESP-NOW INIT FAILED");
  }

```




© 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

```

while (1);
}

esp_now_peer_info_t peerInfo = {};

memcpy(
  peerInfo.peer_addr,
  receiverAddress,
  6);

peerInfo.channel = 0;
peerInfo.encrypt = false;

if (esp_now_add_peer(&peerInfo) != ESP_OK)
{
  Serial.println("PEER ADD FAILED");
  while (1);
}

Serial.println("ESP-NOW READY");
Serial.println("PLACE FINGER");
}

// =====
// LOOP
// =====

void loop()
{
  long irValue = particleSensor.getIR();

  // =====
  // NO FINGER

```



© 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

```
// =====
if (irValue < 25000)
{
    dataSend.bpm = 0;
    dataSend.ir = irValue;

    esp_now_send(
        receiverAddress,
        (uint8_t *)&dataSend,
        sizeof(dataSend));

    Serial.println("NO FINGER");

    delay(50);
    return;
}

// =====
// PEAK DETECTION
// =====
long diff = irValue - previousIR;

if (diff > 60)
{
    rising = true;
}

if (diff < -60 && rising)
{
    rising = false;

    if (millis() - lastBeat > 450)
```




© 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

```
{
    long delta = millis() - lastBeat;

    lastBeat = millis();

    bpm = 60.0 / (delta / 1000.0);

    if (bpm > 50 && bpm < 120)
    {
        if (stableBPM == 0)
        {
            stableBPM = bpm;
        }
        else
        {
            stableBPM =
                (0.8 * stableBPM) +
                (0.2 * bpm);
        }
    }
}

previousIR = irValue;

// =====
// SEND DATA
// =====

if (millis() - lastPrint > 200)
{
    lastPrint = millis();
}
```



© 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

```
dataSend.bpm = stableBPM;
dataSend.ir = irValue;

esp_err_t result = esp_now_send(
    receiverAddress,
    (uint8_t *)&dataSend,
    sizeof(dataSend));

Serial.print("IR=");
Serial.print(irValue);

Serial.print(" BPM=");
Serial.print(stableBPM);

if (result == ESP_OK)
    Serial.println(" SENT");
else
    Serial.println(" SEND FAIL");
}

delay(5);
}
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**