

**RANCANG BANGUN *SMART HELM* UNTUK PENGENDARA
MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER**



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh :

RIFQI SYAUKANI AKBAR

NIM : 1513619028

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
TAHUN 2026**

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN *SMART HELM* UNTUK PENGENDARA
MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER**



RIFQI SYAUKANI AKBAR

1513619028

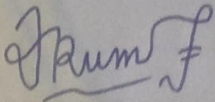
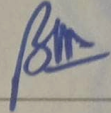
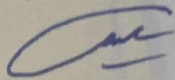
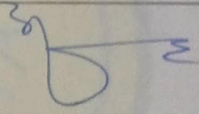
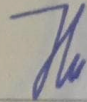
**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Rifqi Syaukani Akbar
Nim : 1513619028
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika / Teknik
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Smart Helm* Untuk Pengendara Motor
Berbasis Mikrokontroler

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan *Lulus /Tidak Lulus*)*
Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 26 Mei 2026.
Tim Penguji,

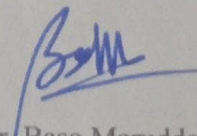
Ketua Penguji	<u>Dr. Arum Setyowati, M.T.</u> NIDN. 0015097301	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	<u>Dr. Baso Maruddani, M.T.</u> NIDN. 0002058301	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	<u>Radimas Putra Muhamad Davi Labib, M.T.</u> NIDN. 0710079402	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Prof. Dr. Efri Sandi, M.T.</u> NIDN. 0002027508	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.</u> NUPTK. 0438774675130243	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIDN. 0002058301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Rifqi Syaukani Akbar
NIM : 1513619028
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun *Smart Helm* Untuk Pengendara Motor
Berdasarkan Mikrokontroler

Menyatakan bahwa Skripsi ini beserta seluruh isinya adalah benar – benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 11 Juni 2026

Yang menyatakan



Rifqi Syaukani Akbar

NIM. 1513619028



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN
Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220
Telepon/Fax. 021 - 4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Rifqi Syaukani Akbar

No.Registrasi : 1513619028

Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika

Alamat Email : rifki99.ra@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT
Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

Yang berjudul :

**RANCANG BANGUN *SMART HELM* UNTUK PENGENDARA MOTOR BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta
berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data
(*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau
media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang
bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan
Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak
cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Juli 2026
penulis,


(Rifqi Syaukani Akbar)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Smart Helm* Untuk Pengendara Motor Berbasis Mikrokontroler” dapat diselesaikan. Penulisan penelitian skripsi ini dibuat dengan tujuan sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan baik dari segi penyusunan bahasan dan lainnya. Kemudian dalam pembuatan penelitian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu dengan kerendahan hati peneliti menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika,
2. Prof. Dr Efri Sandi, S.Pd., M.T.selaku Dosen Pembimbing I,
3. Muhamad Wahyu Iqbal, M.T. selaku Dosen Pembimbing II,
4. Kedua orang tua beserta keluarga di rumah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, dan pengorbanannya.
5. Serta teman - teman yang telah membantu yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Akhir kata peneliti berharap supaya mendapatkan masukan untuk penyempurnaan proposal penelitian skripsi dari tim penguji Seminar Usulan Penelitian. Semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Maret 2026

Peneliti,

Rifqi Syaukani Akbar

RANCANG BANGUN *SMART HELM* UNTUK PENGENDARA MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER

Rifqi Syaukani Akbar

Dosen Pembimbing : Prof. Dr Efri Sandi, M.T dan Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun dan menguji sistem *Smart Helm* berbasis sistem terdistribusi menggunakan dua unit mikrokontroler ESP32 yang mampu memantau parameter fisiologis pengendara secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun dengan model pengembangan *Research and Development* (R&D) melalui pendekatan *V-Model*. Sistem *Smart Helm* mengintegrasikan sensor MAX30102 pada unit pengirim (*sender*) untuk mengukur detak jantung (*BPM*) dan saturasi oksigen dalam darah (*SpO2*), serta sensor inframerah (TCRT5000) sebagai validasi pemakaian helm guna meminimalisir kesalahan pembacaan (*false alarm*). Data fisiologis tersebut diolah menggunakan algoritma akumulasi waktu (*counter*) untuk mengaktifkan sistem intervensi bertahap, yaitu *buzzer* diaktifkan pada detik ke-5 sebagai peringatan dini dan *vibration motor* pada detik ke-10 sebagai stimulasi fisik apabila terdeteksi parameter fisiologis abnormal. Paket data dikirimkan secara nirkabel melalui protokol ESP-NOW menuju unit penerima (*receiver*) pada kendaraan, yang kemudian diteruskan melalui koneksi *Bluetooth* menuju perangkat Android untuk pemantauan secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat handal dengan rata-rata tingkat akurasi pada kondisi statis mencapai 97,2%. Pada pengujian kondisi dinamis (berkendara), akurasi parameter *BPM* tercatat sebesar 91,37% dan *SpO2* sebesar 96,09%. Meskipun terdapat pengaruh getaran mesin motor (*motion artifact*) saat berkendara, seluruh nilai rata-rata *error* absolut tetap memenuhi kriteria optimal perangkat nirkabel, yaitu sebesar 8,63% untuk detak jantung (*BPM*) (di bawah batas toleransi 10%) dan sebesar 3,91% untuk saturasi oksigen (*SpO2*) (di bawah batas toleransi 4%).

Kata kunci: detak jantung, ESP32, MAX30102, saturasi oksigen, *smart helm*.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF SMART HELM FOR MOTORCYCLES BASED ON MICROCONTROLLER

Rifqi Syaukani Akbar

Supervisor : Prof. Dr Efri Sandi, M.T and Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

ABSTRACT

This study aims to design, develop, and test a distributed Smart Helm system utilizing two ESP32 microcontrollers to automatically monitor the rider's physiological parameters. The research employs a Research and Development (R&D) methodology following the V-Model development approach. The system integrates a MAX30102 sensor on the transmitter unit to measure heart rate (BPM) and blood oxygen saturation (SpO₂), alongside a TCRT5000 infrared sensor for helmet-wearing validation to minimize false readings. Physiological data is processed using a time-accumulation (counter) algorithm to trigger a tiered intervention mechanism: a buzzer is activated at the 5-second mark as an early warning, followed by a vibration motor at the 10-second mark for physical stimulation if abnormal parameters are detected. Data packets are transmitted wirelessly via the ESP-NOW protocol to a receiver unit mounted on the motorcycle, which then relays the information via Bluetooth to an Android device for real-time monitoring. Experimental results demonstrate high system reliability, achieving an average accuracy of 97.2% under static conditions. During dynamic testing (while riding), accuracy reached 91.37% for BPM and 96.09% for SpO₂. Despite motion artifacts caused by motorcycle vibrations during riding, all average absolute error values remained within optimal performance criteria for wireless devices: 8.63% for heart rate (below the 10% tolerance threshold) and 3.91% for blood oxygen saturation (below the 4% tolerance threshold)..

Keywords : ESP32, heart rate,, MAX30102, oxygen saturation, smart helm.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Pembatasan Masalah	7
1.4. Perumusan Masalah	8
1.5. Tujuan Penelitian	8
1.6. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Konsep Pengembangan Produk.....	9
2.1.1. Model V	9
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan.....	12
2.3. Kerangka Teoritik	14
2.3.1. Rancang Bangun	14
2.3.2. Resiko Keselamatan Berkendara.....	15
2.3.3. Detak Jantung.....	16
2.3.4. Saturasi Oksigen	18
2.3.5. Helm.....	20
2.3.6. Helm SNI (Standar Nasional Indonesia).....	21

2.3.7.	<i>Smart Helm</i>	22
2.3.8.	Arduino IDE.....	23
2.3.9.	Komunikasi Bluetooth Serial	24
2.3.10.	ESP32-C3 Supermini	26
2.3.11.	Modul MAX30102.....	27
2.3.12.	Modul TCRT5000 Sensor Infrared	31
2.3.13.	<i>Buzzer</i>	34
2.3.14.	Modul <i>Charger</i> TP4506.....	37
2.3.15.	Modul Stepup MT3608.....	39
2.3.16.	Baterai Lithium-Ion 18650.....	41
2.3.17.	<i>Battery Management System</i> (BMS) 1s	42
2.3.18.	RF-300 Vibration Motor	44
2.4.	Rancangan Produk	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		52
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	52
3.2.	Metode Pengembangan Produk.....	52
3.3.	Tujuan Pengembangan	53
3.4.	Metode Pengembangan	53
3.5.	Sasaran Produk.....	54
3.6.	Instrumen	55
3.7.	Prosedur Pengembangan	57
3.7.1.	Analisis Kebutuhan	57
3.7.2.	Spesifikasi	58
3.7.3.	Desain Sistem.....	59
3.7.4.	Desain Komponen.....	61
3.7.5.	<i>Coding</i>	63

3.7.6.	Pengujian Unit.....	63
3.7.7.	Pengujian Integrasi.....	63
3.7.8.	Pengujian Sistem.....	64
3.7.9	Pengujian Penerimaan.....	64
3.8.	Teknik Pengumpulan Data.....	65
3.9.	Teknik Analisis Data.....	65
3.9.1.	Pembacaan Sensor Detak Jantung MAX30102	67
3.9.2.	Pembacaan Sensor Saturasi Oksigen MAX30102	68
3.9.3.	Pengujian Koneksi dan Tampilan Bluetooth.....	69
3.9.4.	Pengujian Intergrasi Sistem Secara Keseluruhan.....	69
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1.	Hasil Pengembangan Produk	71
4.1.1.	Analisis Kebutuhan	71
4.1.2.	Spesifikasi	71
4.1.3.	Desain Sistem.....	72
4.1.4.	Desain Komponen.....	74
4.1.5.	<i>Coding</i>	77
4.1.6.	Pengujian Unit.....	79
4.1.7.	Pengujian Integrasi.....	82
4.1.8.	Pengujian Sistem.....	83
4.1.9.	Pengujian Penerimaan.....	85
4.2.	Kelayakan Produk	86
4.2.1.	Aspek Teoritik.....	87
4.2.2.	Aspek Empiris.....	88
4.3.	Efektivitas Produk.....	94
4.3.1.	Efektivitas Sensor Detak Jantung MAX30102	95

4.3.2.	Efektivitas Sensor Saturasi Oksigen MAX30102.....	95
4.3.3.	Efektivitas Tampilan Aplikasi Serial bluetooth terminal.....	96
4.4.	Pembahasan.....	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		102
5.1.	Kesimpulan	102
5.2.	Implikasi.....	103
5.3.	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....		104
LAMPIRAN.....		110
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		121



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Kategori Kondisi Detak Jantung	17
2.2.	Kategori Kondisi SpO ₂	19
2.3.	Spesifikasi ESP32	26
2.4.	Pin - Pin Modul MAX30102	28
2.5.	Spesifikasi Modul MAX30102	29
2.6.	Spesifikasi Modul TCRT5000	31
2.7.	Rincian konfigurasi pin modul charger TP4506	37
2.8.	Spesifikasi Modul Step-Up MT3608	39
2.9.	Pin Konfigurasi BMS 1s	42
3.1.	Spesifikasi Sistem <i>Smart Helm</i>	56
3.2.	Komponen Sistem	59
3.3.	Konfigurasi Sistem	60
3.4.	Hasil Pembacaan Detak Jantung Modul MAX30102	65
3.5.	Hasil Pembacaan Saturasi Oksigen Modul MAX30102	66
3.6.	Kriteria Pengujian antarmuka Bluetooth	67
3.7.	Pengujian Integrasi Sistem Keseluruhan	67
4.1.	Spesifikasi Akhir Sistem	68
4.2.	Hasil Pengujian Sistem	80
4.3.	Uji Akurasi Sensor <i>Detak Jantung</i> MAX30102 Kondisi Diam	85
4.4.	Uji Akurasi Sensor <i>Detak Jantung</i> MAX30102 Kondisi Bergerak	86
4.5.	Uji Akurasi Sensor Saturasi Oksigen MAX30102 Kondisi Diam	87
4.6.	Uji Akurasi Sensor Saturasi Oksigen MAX30102 Kondisi Bergerak	88
4.7.	Hasil Kriteria Pengujian Antarmuka Bluetooth	89
4.8.	Hasil Pengujian Integrasi Sistem Secara Keseluruhan	90
4.9.	Perbandingan Penelitian Relevan Dengan <i>Smart Helm</i>	95

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Langkah-langkah model pengembangan V-Model	10
2.2.	Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE ver 2.3.6	24
2.3.	Tampilan <i>Software serial bluetooth terminal</i>	25
2.4.	Pinout ESP32 DevKitC V4	26
2.5.	Bentuk Fisik Sensor MAX30102	28
2.6.	<i>Wiring</i> Rangkaian Modul MAX30102 dengan ESP32	29
2.7.	Gambar Fisik Modul TCRT5000	31
2.8.	<i>Wiring</i> rangkaian sensor MAX30102 dengan ESP32	32
2.9.	Bentuk Fisik <i>Buzzer</i>	34
2.10.	<i>Wiring</i> Modul <i>Buzzer</i> dengan ESP32	35
2.11.	Bentuk Fisik Modul TP4506	36
2.12.	<i>Bentuk Fisik Modul Step-Up MT3608</i>	38
2.13.	<i>Wiring</i> Modul Step-Up MT3608	39
2.14.	Bentuk Fisik Baterai Li-on 18650	41
2.15.	Bentuk Fisik BMS 1s	42
2.16.	Bentuk Fisik Motor Vibrator DC	43
2.17.	<i>Wiring</i> Vibration Motor Dengan ESP32	45
2.18.	Blok Diagram Sender	46
2.19.	Blok Diagram Receiver	47
2.20.	Diagram Alir Sender	48
2.21.	Diagram Alir Receiver	49
3.1.	Tampak depan desain alat menggunakan SketchUp	52
3.2.	Tampak samping desain alat menggunakan SketchUp	58
3.3.	Tampak Dalam Desain Alat Menggunakan SketchUp	58
3.4.	Skematik Rangkaian	59
4.1.	Penggabungan Rangkaian <i>Input</i> dan <i>Output</i>	70
4.2.	Penempatan Komponen Pada Sistem <i>Smart Helm</i>	71
4.3.	Penempatan Sensor dan Aktuator pada Bagian Interior Helm.	72

4.4.	Tampilan Antarmuka Aplikasi Serial bluetooth terminal	72
4.5.	Library Yang Digunakan Pada Sistem	74
4.6.	Inisialisasi Variabel	75
4.7.	Variabel Pengolahan Sinyal Biometrik dan Filter Data	76
4.8.	Uji Coba Pembacaan Sinyal	77
4.9.	Grafik Pembacaan Saturasi Oksigen dan Oximeter	77
4.10.	Nilai Kalibrasi Offset	78
4.11.	Pengujian Integrasi	79
4.12.	Pengujian Sistem	80
4.13.	Uji Coba Sistem Pada Pengendara Motor	82
4.14.	Konfigurasi Modul MAX30102	84



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Dokumentasi Penelitian	104
2	Program Receiver	106
3	Program Sender	108

