



**RANCANG BANGUN *WEARABLE DEVICE* BERBASIS
SENSOR BENTUK GELANG UNTUK PEKERJA
KONSTRUKSI MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY***

SKRIPSI

FRANSISKA CAROLINE SEBASTIAN SARAGIH

2110314050

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

2026



**RANCANG BANGUN *WEARABLE DEVICE* BERBASIS
SENSOR BENTUK GELANG UNTUK PEKERJA
KONSTRUKSI MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY***

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

**FRANSISKA CAROLINE SEBASTIAN SARAGIH
2110314050**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Fransiska Caroline Sebastian Saragih
NIM : 2110314050
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun *Wearable Device* Berbasis Sensor Bentuk Gelang Untuk Pekerja Konstruksi Menggunakan Logika *Fuzzy*

telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Muhamad Alif Razi, S.Pi., M.Sc.

Penguji Utama



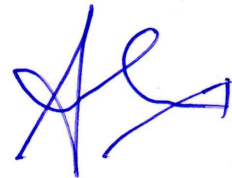
**Andre Suwardana Adiwidya,
S.T, M.T**

Penguji Lembaga



**Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM**

Dekan Fakultas Teknik



**Ir. Achmad Zuchriadi P, S.T.,
M.T.**

Penguji I (Pembimbing)



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

**Koordinator Program Studi
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 12 Januari 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *WEARABLE DEVICE* BERBASIS
SENSOR BENTUK GELANG UNTUK PEKERJA
KONSTRUKSI MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY***

Fransiska Caroline Sebastian Saragih

NIM. 2110314050

Disetujui oleh,

Pembimbing I



**Ir. Achmad Zuchriadi P,
S.T., M.T.**

Pembimbing II



**Ni Putu Devira Ayu Martini,
S.Tr.T., M.Tr.T.**

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Fransiska Caroline Sebastian Saragih

NIM : 2110314050

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 11 Februari 2026

Yang menyatakan,



Fransiska Caroline Sebastian Saragih

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fransiska Caroline Sebastian Saragih

NIM : 2110314050

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN *WEARABLE DEVICE* BERBASIS SENSOR BENTUK GELANG UNTUK PEKERJA KONSTRUKSI MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Februari 2026

Yang menyatakan,



Fransiska Caroline Sebastian Saragih

RANCANG BANGUN *WEARABLE DEVICE* BERBASIS SENSOR BENTUK GELANG UNTUK PEKERJA KONSTRUKSI MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*

Fransiska Caroline Sebastian Saragih

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan *wearable device* berbasis ESP32 untuk pemantauan keselamatan pekerja konstruksi dengan menggabungkan indikator fisiologis dan lingkungan secara *real-time*. Sistem mengintegrasikan sensor detak jantung, konduktivitas kulit (*Galvanic Skin Response*), kadar karbon monoksida (CO), serta modul *Global Positioning System* (GPS) untuk pelacakan lokasi. Data sensor diproses menggunakan logika *fuzzy* Sugeno guna mengklasifikasikan kondisi pengguna menjadi Aman, Waspada, dan Tidak Aman, kemudian dikirim ke platform *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan jarak jauh serta memicu peringatan lokal saat terdeteksi kondisi berisiko. Pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu membaca parameter secara stabil dan model *fuzzy* memberikan akurasi keseluruhan yang tinggi dalam mengklasifikasikan tingkat risiko pada berbagai skenario aktivitas. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem dapat digunakan sebagai dukungan peringatan dini dan pengawasan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang lebih proaktif di lapangan.

Kata kunci: *ESP32, fuzzy Sugeno, IoT, keselamatan konstruksi, sensor multi-parameter, wearable device.*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FUZZY LOGIC-BASED WEARABLE WRISTBAND FOR CONSTRUCTION WORKER SAFETY MONITORING

Fransiska Caroline Sebastian Saragih

ABSTRACT

This study develops an ESP32-based wearable device to support construction safety monitoring by integrating real-time physiological and environmental indicators. The system integrates sensors for heart rate, skin conductance (GSR), carbon monoxide (CO) exposure, and a GPS module for location tracking. Data from these sensors are processed using a Sugeno fuzzy logic model to classify the user's condition into three categories: Safe, Caution, and Unsafe. The classification results are transmitted to an Internet of Things (IoT) platform for remote monitoring, while local alerts are triggered upon detecting hazardous conditions. Experimental results demonstrate stable multi-parameter sensing and high classification accuracy across various activity scenarios. These findings suggest that the proposed system is effective for early-warning support and facilitates more proactive occupational safety and health (OSH) supervision on-site.

Keywords: *ESP32, Sugeno fuzzy logic, IoT, occupational safety, multi-parameter sensor, wearable device.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun *Wearable Device* Berbasis Sensor Bentuk Gelang untuk Pekerja Konstruksi Menggunakan Logika *Fuzzy*” dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa penyusunan tidak akan dapat terlaksana tanpa adanya pengarahan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Lilies selaku orang tua penulis atas doa, dukungan materil dan non materil, serta bimbingan yang diberikan kepada penulis.
2. Yth. Bapak Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan dosen pembimbing pertama, terima kasih atas bimbingan, arahan, serta ilmu yang telah Bapak berikan dalam proses penyelesaian proposal ini.
3. Yth. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini, S.Tr.T., M.Tr.T., selaku dosen pembimbing kedua, terima kasih atas waktu, saran, masukan, serta bantuan yang telah Ibu berikan dalam menyelesaikan proposal ini.
4. Reisyifa Aulia Vandhani dan Fazzya Harizky Pratama selaku teman penulis yang senantiasa mendampingi penulis sejak awal perkuliahan, serta memberikan dukungan serta semangat kepada penulis selama penyelesaian Tugas Akhir.
5. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2021 dan keluarga besar penulis yang turut memberikan motivasi dukungan kepada penulis.

Penulis mengakui bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran penulis terima untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKDEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Keterbaruan Penelitian.....	8
2.2 Konsep Keselamatan dalam Lingkungan Industri.....	8
2.3 <i>Wearable Device</i>	9
2.4 ESP32	9
2.5 Sensor	10
2.5.1 Sensor MAX30102	11
2.5.2 Sensor <i>Galvanic Skin Response</i>	11
2.5.3 Sensor MQ-7.....	12
2.5.4 Sensor Neo-M8N	13
2.6 Arduino IDE	14
2.7 <i>Buzzer</i>	15

2.8 <i>Fuzzy Logic</i>	15
2.8.1 Pengertian <i>Fuzzy Logic</i>	15
2.8.2 Struktur Sistem <i>Fuzzy</i>	16
2.8.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> dan Fungsi Keanggotaan	16
2.8.4 Basis Aturan dan Fungsi Implikasi	19
2.8.5 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Sugeno	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Tahapan Penelitian.....	22
3.2 Identifikasi Masalah	22
3.3 Studi Literatur.....	22
3.4 Pembuatan Program dan Perancangan Alat.....	22
3.5 Skema dan Pengkabelan Alat	25
3.6 Hardware Diagram	26
3.7 Implementasi 3D Desain	28
3.8 Parameter Input Logika <i>Fuzzy</i>	29
3.8.1 Himpunan Logika <i>Fuzzy</i>	31
3.8.2 Fuzzifikasi Parameter Detak Jantung	31
3.8.3 Fuzzifikasi Parameter Konduktivitas Kulit.....	33
3.8.4 Fuzzifikasi Parameter Kadar CO	34
3.8.5 Inferensi (Aturan <i>Fuzzy</i>)	35
3.8.6 Fungsi Keanggotaan Parameter <i>Output</i>	37
3.8.7 Defuzzifikasi	38
3.9 Pengujian Alat	39
3.10 Pengumpulan Data	45
3.11 Jadwal Penelitian	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Perancangan <i>Software</i>	49
4.1.1 Hasil Perancangan <i>Software</i> Arduino IDE.....	49
4.1.2 Hasil Perancangan Thingspeak	51
4.1.3 Hasil Pengiriman Data ke Telegram	52
4.2 Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	53
4.3 Pengujian Sensor MAX30102.....	54
4.4 Pengujian Sensor GSR	56
4.5 Pengujian Sensor MQ-7	59
4.6 Pengujian Sensor NEO-M8N	61
4.7 Hasil Pengumpulan Data	63

4.8 Evaluasi Model.....	74
4.9 Analisis Sistem Secara Keseluruhan	78
BAB 5 PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Wearable Device</i>	9
Gambar 2.2 ESP32	10
Gambar 2.3 Sensor MAX30102	11
Gambar 2.4 Sensor <i>Galvanic Skin Response</i>	12
Gambar 2.5 Sensor MQ-7	13
Gambar 2.6 Sensor NEO-M8N	14
Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE	14
Gambar 2.8 <i>Buzzer</i>	15
Gambar 2.9 Representasi Kurva Segitiga dan Fungsi Keanggotaannya	17
Gambar 2.10 Representasi Kurva Trapesium dan Fungsi Keanggotaannya	17
Gambar 2.11 Representasi Kurva Gaussian dan Fungsi Keanggotaannya	18
Gambar 2.12 Representasi Kurva Sigmoid dan Fungsi Keanggotaannya	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	21
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Algoritma Alat	23
Gambar 3.3 Rangkaian Perancangan Alat	26
Gambar 3.4 <i>Hardware</i> Diagram	27
Gambar 3.5 Desain 3D <i>Wearable Device</i>	29
Gambar 3.6 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Untuk Detak Jantung	32
Gambar 3.7 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Untuk Konduktivitas Kulit	34
Gambar 3.8 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Untuk Kadar CO	35
Gambar 3.9 Grafik Fungsi Keanggotaan <i>Output</i>	38
Gambar 4.1 Hasil Perancangan <i>Software</i>	49
Gambar 4.2 Tampilan Grafik Sistem Monitoring	51
Gambar 4.3 Tampilan <i>Link</i> Google Maps	52
Gambar 4.4 Hasil Data di Telegram	53
Gambar 4.5 Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	54
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan MAX30102 dan Oximeter	56
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Sensor GSR dan Multimeter	58
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan MQ-7 dan Detektor Gas	60
Gambar 4.9 Grafik Titik Koordinat NEO-M8N dan Google Maps	63
Gambar 4.10 <i>Heatmap Confusion Matrix</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian-Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Parameter <i>Input</i> Sistem.....	30
Tabel 3.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	31
Tabel 3.3 Fuzzifikasi Parameter Detak Jantung	31
Tabel 3.4 Fuzzifikasi Parameter Konduktivitas Kulit	33
Tabel 3.5 Fuzzifikasi Parameter Kadar CO	34
Tabel 3.6 Tabel Inferensi <i>Fuzzy</i>	36
Tabel 3.7 Klasifikasi Biner <i>Singleton</i>	37
Tabel 3.8 Skema Pengujian	42
Tabel 3.9 Struktur <i>Confusion Matrix</i>	45
Tabel 3.10 Hasil Pengumpulan Data Sistem <i>Wearable</i> Pekerja	46
Tabel 3.11 Jadwal Penelitian	47
Tabel 4.1 Pengujian Sensor MAX30102	55
Tabel 4.2 Pengujian Sensor GSR.....	57
Tabel 4.3 Pengujian Sensor MQ-7.....	59
Tabel 4.4 Pengujian Sensor NEO-M8N	61
Tabel 4.5 Hasil Pengumpulan Data Skenario Pertama	64
Tabel 4.6 Hasil Pengumpulan Data Skenario Kedua.....	65
Tabel 4.7 Hasil Pengumpulan Data Skenario Ketiga	69
Tabel 4.8 Hasil Pengumpulan Data Skenario Keempat.....	72
Tabel 4.9 Komponen Evaluasi Sistem	76
Tabel 4.10 Evaluasi Sistem.....	76
Tabel 4.11 Hasil <i>Micro Average</i> , <i>Macro Average</i> , dan <i>Weighted Average</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2. Kode Prototipe *Wearable Device*

Lampiran 3. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1

Lampiran 4. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2