



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KONDISI BAN
KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA BERBASIS ESP32
DENGAN LOGIKA *FUZZY***

SKRIPSI

**JOSEPHIN AGRIVADI SILALAH
2110314044**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2025**



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KONDISI BAN
KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA BERBASIS ESP32
DENGAN LOGIKA *FUZZY***

SKRIPSI

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

JOSEPHIN AGRIVADI SILALAH

2110314044

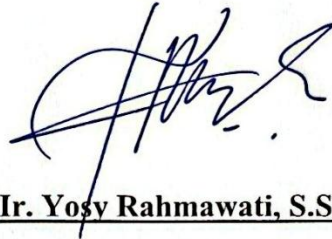
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2025**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

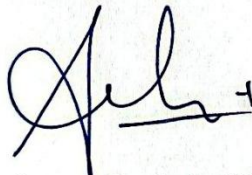
Nama : Josephin Agrivadi Silalahi
NIM : 2110314044
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kondisi Ban
Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis ESP32
dengan Logika *Fuzzy*

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.



Ir. Yosy Rahmawati, S.ST., M.T.

Penguji Utama



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

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Pelaksana Tugas (Plt.) Dekan
Fakultas Teknik



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

Penguji I (Pembimbing)



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

Kepala Program Studi
Teknik Elektro

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 12 Juni 2025

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KONDISI BAN
KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA BERBASIS ESP32
DENGAN LOGIKA *FUZZY***

Josephin Agrivadi Silalahi

NIM. 2110314044

Disetujui oleh,

Pembimbing I



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

Pembimbing II



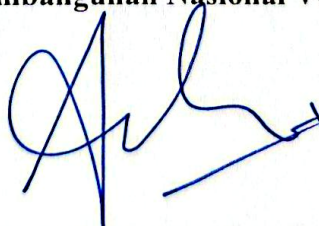
**Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc.,
Ph.D**

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Ir. Achmad Zuchriadi P., 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 : Josephin Agrivadi Silalahi

NIM : 2110314044

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, 22 Juli 2025

Yang menyatakan,



Josephin Agrivadi Silalahi

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Josephin Agrivadi Silalahi

NIM : 2110314044

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 Sistem Pemantauan Kondisi Ban Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis ESP32 dengan 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, 22 Juli 2025

Yang menyatakan,


Josephin Agrivadi Silalahi

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KONDISI BAN KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA BERBASIS ESP32 DENGAN LOGIKA *FUZZY*

Josephin Agrivadi Silalahi

ABSTRAK

Pengembangan teknologi sistem pemantauan kondisi ban kendaraan bermotor menjadi salah satu upaya penting dalam mendukung keselamatan berkendara. Meskipun berbagai sistem pemantauan kondisi ban telah dikembangkan, sebagian besar penelitian dan implementasi saat ini masih terbatas pada pengukuran dua parameter utama, yaitu tekanan dan suhu ban. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kondisi ban kendaraan bermotor roda dua yang mampu mengintegrasikan tiga parameter utama secara *real-time*, yaitu tekanan, suhu, dan kecepatan rotasi ban. Sistem dibangun menggunakan sensor MPX5700AP untuk mengukur tekanan, sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu, dan sensor SS41F untuk menghitung kecepatan rotasi ban. Data dari ketiga sensor tersebut diproses menggunakan model logika *fuzzy* Sugeno untuk melakukan klasifikasi kondisi ban ke dalam tiga kategori, yaitu BAIK, WASPADA, dan BURUK. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MPX5700AP memiliki akurasi sebesar 98.98%, sensor DHT22 sebesar 94.04%, dan sensor SS41F sebesar 96.56%. Selain itu, model logika *fuzzy* Sugeno yang diterapkan berhasil mengklasifikasikan kondisi ban dengan tingkat akurasi 89.29%. Sistem yang dikembangkan juga mampu melakukan pemantauan kondisi ban secara *real-time* dengan rata-rata latensi antar-perangkat sebesar 185 ms.

Kata kunci: *Ban Motor; ESP32; Fuzzy Sugeno; Sistem Pemantauan Ban*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ESP32-BASED TIRE CONDITION MONITORING SYSTEM FOR TWO-WHEELED MOTOR VEHICLES USING FUZZY LOGIC

Josephin Agrivadi Silalahi

ABSTRACT

The development of tire condition monitoring systems for motor vehicles plays an important role in supporting road safety. Although various monitoring systems have been introduced, most existing research and implementations are still limited to measuring only two main parameters: tire pressure and temperature. This study aims to design and build a tire condition monitoring system for two-wheeled vehicles that can integrate three key parameters in real-time, namely pressure, temperature, and tire rotational speed. The system was developed using an MPX5700AP sensor to measure pressure, a DHT22 sensor to detect temperature, and an SS41F sensor to calculate rotational speed. Data collected from these sensors were processed using a Sugeno fuzzy logic model to classify tire conditions into three categories: GOOD (BAIK), MODERATE (WASPADA), and BAD (BURUK). Test results showed that the MPX5700AP sensor achieved an accuracy of 98.98%, the DHT22 sensor reached 94.04%, and the SS41F sensor reached 96.56%. In addition, the implemented Sugeno fuzzy logic model successfully classified tire conditions with an accuracy of 89.29%. The system developed in this study is also capable of real-time monitoring with an average inter-device latency of 185 ms.

Keywords: *ESP32; Motorcycle Tire; Sugeno Fuzzy; Tire Monitoring System*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kondisi Ban Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis ESP32 dengan Logika *Fuzzy*” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan, bantuan, dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Yth. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini, S.Tr.T., M.Tr.T. selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran, masukan, serta bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Yth. Ibu Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak nasihat, masukan, dan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Teman-teman Teknik Elektro UPN Veteran Jakarta angkatan ‘21 yang selalu mendukung penulis selama menyelesaikan tugas akhir.
5. Keluarga yang selama ini senantiasa mendoakan dan selalu memberikan dukungan kepada penulis.

Skripsi tersebut masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi isi, maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan penelitian tersebut di masa mendatang. Penulis berharap tulisan tersebut dapat memberikan sumbangan pemikiran dan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat.

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 AKADEMIS	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	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Ban Kendaraan	7
2.3 Mikrokontroler ESP32	9
2.4 Sensor Tekanan MPX5700AP.....	10
2.5 Sensor Suhu DHT22.....	11
2.6 Sensor <i>Hall Effect</i> SS41F	12
2.7 LCD 20x4 I2C	12
2.8 <i>Buzzer</i>	13
2.9 ESP-NOW	13
2.10 Logika <i>Fuzzy</i>	14

2.10.1 Pengertian Logika <i>Fuzzy</i>	14
2.10.2 Tahapan Logika <i>Fuzzy</i>	15
2.10.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	16
2.10.4 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	16
2.10.5 Basis Aturan <i>Fuzzy</i> dan Fungsi Implikasi <i>Fuzzy</i>	19
2.10.6 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Sugeno	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Tahapan Penelitian	22
3.2 Model Sistem Penelitian.....	23
3.3 Desain Alat	23
3.3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.2 Desain <i>Transmitter</i>	24
3.3.3 Desain <i>Receiver</i>	25
3.4 Desain Program	26
3.4.1 Algoritma Sistem	26
3.4.2 Parameter <i>Input</i>	27
3.4.3 Himpunan Logika <i>Fuzzy</i>	28
3.4.4 <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Tekanan	29
3.4.5 <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Suhu.....	30
3.4.6 <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Kecepatan	31
3.4.7 Inferensi <i>Fuzzy</i>	32
3.4.8 <i>Defuzzifikasi</i>	34
3.5 Pembuatan Program dan Alat.....	35
3.6 Pengujian Alat	35
3.7 Pengumpulan Data	37
3.8 Pengolahan dan Analisis Data.....	38
3.8.1 Analisis Perangkat Keras	38
3.8.2 Analisis Metrik Evaluasi Model	41
3.9 Ilustrasi Implementasi Alat	45
3.10 Jadwal Penelitian	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	48
4.1.1 Perangkat <i>Transmitter</i>	48
4.1.2 Perangkat <i>Receiver</i>	49

4.1.3 Implementasi Perangkat Keras	51
4.2 Hasil Pemrograman	52
4.3 Hasil Pengujian Alat.....	52
4.3.1 Hasil Pengujian Sensor MPX5700AP	52
4.3.2 Hasil Pengujian Sensor DHT22	55
4.3.3 Hasil Pengujian Sensor SS41F	57
4.3.4 Hasil Pengujian Fungsional Komponen Lainnya	60
4.4 Hasil Pengumpulan Data	62
4.5 Evaluasi Model.....	66
4.6 Analisis Kinerja Sistem secara Keseluruhan.....	75
BAB 5 PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis ban.....	7
Gambar 2.2 Ilustrasi ban dengan tekanan udara yang berbeda-beda	8
Gambar 2.3 Bagian ESP32	9
Gambar 2.4 <i>Pinout</i> ESP32.....	10
Gambar 2.5 Sensor MPX5700AP	11
Gambar 2.6 Sensor DHT22	11
Gambar 2.7 Sensor SS41F	12
Gambar 2.8 LCD 20x4	12
Gambar 2.9 <i>Buzzer</i>	13
Gambar 2.10 Tahapan algoritma logika <i>fuzzy</i>	15
Gambar 2.11 Grafik representasi linear naik dan persamaannya	17
Gambar 2.12 Grafik representasi linear turun dan persamannya	17
Gambar 2.13 Grafik representasi kurva segitiga dan persamannya	17
Gambar 2.14 Grafik representasi kurva trapesium dan persamaannya	18
Gambar 2.15 Grafik representasi kurva bentuk bahu	18
Gambar 2.16 Grafik representasi kurva sigmoid.....	18
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	22
Gambar 3.2 Desain dan model sistem	23
Gambar 3.3 Ilustrasi perangkat <i>transmitter</i>	24
Gambar 3.4 Skema rangkaian <i>transmitter</i>	24
Gambar 3.5 Ilustrasi perangkat <i>receiver</i>	25
Gambar 3.6 Skema rangkaian <i>receiver</i>	25
Gambar 3.7 Diagram alir pemrograman sistem.....	26
Gambar 3.8 Lanjutan diagram alir pemrograman sistem	27
Gambar 3.9 Grafik himpunan <i>fuzzy</i> untuk parameter tekanan	30
Gambar 3.10 Grafik himpunan <i>fuzzy</i> untuk parameter suhu	31
Gambar 3.11 Grafik himpunan <i>fuzzy</i> untuk parameter kecepatan.....	32
Gambar 3.12 Grafik fungsi keanggotaan untuk parameter <i>output</i>	34
Gambar 3.13 Ilustrasi implementasi <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> pada kendaraan ..	46
Gambar 4.1 Perangkat <i>transmitter</i>	48
Gambar 4.2 Komponen perangkat <i>transmitter</i>	49
Gambar 4.3 Perangkat <i>receiver</i>	50
Gambar 4.4 Komponen perangkat <i>receiver</i>	50
Gambar 4.5 Implementasi perangkat <i>transmitter</i> pada pelek ban	51
Gambar 4.6 Implementasi <i>receiver</i> pada dasbor motor.....	51
Gambar 4.7 Hasil pengujian sensor MPX5700AP	52
Gambar 4.8 Hasil pengujian sensor DHT22.....	55
Gambar 4.9 Hasil pengujian sensor SS41F	58
Gambar 4.10 <i>Confusion matrix</i> untuk hasil pengumpulan data	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	4
Tabel 3.1 Parameter <i>input</i> sistem	27
Tabel 3.2 Himpunan <i>fuzzy</i>	28
Tabel 3.3 <i>Fuzzifikasi</i> parameter tekanan	29
Tabel 3.4 <i>Fuzzifikasi</i> parameter suhu	30
Tabel 3.5 <i>Fuzzifikasi</i> parameter kecepatan.....	31
Tabel 3.6 Matriks basis aturan <i>fuzzy</i>	32
Tabel 3.7 Skenario pengumpulan data (1–4).....	37
Tabel 3.8 Skenario pengumpulan data (5–8).....	37
Tabel 3.9 <i>Confusion matrix</i> untuk kelas BAIK.....	42
Tabel 3.10 <i>Confusion matrix</i> untuk kelas WASPADA	42
Tabel 3.11 <i>Confusion matrix</i> untuk kelas BURUK.....	42
Tabel 3.12 Rencana jadwal penelitian.....	47
Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor MPX5700AP	53
Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor DHT22	56
Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor SS41F	58
Tabel 4.4 Hasil pengujian komponen lainnya	60
Tabel 4.5 Data hasil pengujian ESP32	61
Tabel 4.6 Hasil pengumpulan data skenario pertama.....	62
Tabel 4.7 Hasil pengumpulan data skenario kedua	63
Tabel 4.8 Hasil pengumpulan data skenario ketiga.....	63
Tabel 4.9 Hasil pengumpulan data skenario keempat.....	64
Tabel 4.10 Hasil pengumpulan data skenario kelima.....	64
Tabel 4.11 Hasil pengumpulan data skenario keenam	65
Tabel 4.12 Hasil pengumpulan data skenario ketujuh	65
Tabel 4.13 Hasil pengumpulan data skenario kedelapan	66
Tabel 4.14 Hasil perhitungan <i>accuracy</i> , <i>precision</i> , <i>recall</i> , dan <i>F1 score</i>	68
Tabel 4.15 Hasil perhitungan mode rerata untuk masing-masing metrik evaluasi	68
Tabel 4.16 Performa model dengan parameter <i>input</i> tekanan dan suhu.....	70
Tabel 4.17 Performa model dengan parameter <i>input</i> tekanan dan kecepatan	70
Tabel 4.18 Performa model dengan parameter <i>input</i> tekanan	70
Tabel 4.19 Hasil perhitungan mode rerata dengan parameter <i>input</i> tekanan dan suhu	72
Tabel 4.20 Hasil perhitungan mode rerata dengan parameter <i>input</i> tekanan dan kecepatan.....	72
Tabel 4.21 Hasil perhitungan mode rerata dengan parameter <i>input</i> tekanan	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian Alat dan Pengumpulan Data

Lampiran 2. Data Hasil Pengujian Sensor MPX5700AP

Lampiran 3. Data Hasil Pengujian Sensor DHT22

Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Sensor SS41F

Lampiran 5. Data Pengujian Statistik

Lampiran 6. Kode Pemrograman Perangkat *Transmitter*

Lampiran 7. Kode Pemrograman Perangkat *Receiver*

Lampiran 8. Hasil Pengumpulan Data

Lampiran 9. Data Pendukung Analisis *Confusion Matrix*

Lampiran 10. Lembar Pernyataan Responden

Lampiran 11. Lembar Validasi Kondisi Ban oleh Teknisi

Lampiran 12. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1

Lampiran 13. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2