



**PROTOTIPE FORKLIFT CERDAS KONTROL *WEB SERVER*  
BERBASIS ESP32 DENGAN IMPLEMENTASI LOGIKA  
FUZZY UNTUK STABILISASI GARPU FORKLIFT**

**TUGAS AKHIR  
APLIKATIF**

**ARYA DAMA PUTA**

UNIVERSITAS  
41424110054  
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2026**



**PROTOTIPE FORKLIFT CERDAS KONTROL *WEB SERVER*  
BERBASIS ESP32 DENGAN IMPLEMENTASI LOGIKA  
FUZZY UNTUK STABILISASI GARPU FORKLIFT**

**TUGAS AKHIR  
APLIKATIF**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
41424110054

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2026**

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARYA DAMA PUTRA

NIM : 41424110054

Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Prototipe Forklift Cerdas Kontrol Web Server Berbasis ESP32 dengan Implementasi Logika Fuzzy untuk Stabilisasi Garpu Forklift”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Februari 2026



Arya Dama Putra

## SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

**Nama** : Arya Dama Putra  
**NIM** : 41424110054  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Judul Tugas Akhir / Tesis**  
**/ Praktek Keinsinyuran** : **PROTOTYPE FORKLIFT CERDAS KONTROL WEB SERVER BERBASIS ESP32 DENGAN IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK STABILISASI GARPU FORKLIFT**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 6 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.  
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS Jakarta, 6 Februari 2026  
MERCU BUANA Administrator Turnitin,



**Itmam Haidi Syarif**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Arya Dama Putra  
NIM : 41424110054  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Prototipe Forklift Cerdas Kontrol *Web Server*  
Berbasis ESP32 dengan Implementasi Logika  
Fuzzy untuk Stabilisasi Garpu Forklift

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjan pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



**Fina Supegina, S.T., M.T.**  
NUPTK : 9550758659230170

**MERCU BUANA**

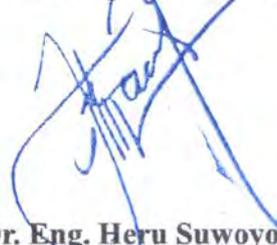
Jakarta, 14 Februari 2026  
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.**  
NUPTK : 6639750651230130

Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.**  
NUPTK : 2146770671130403

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir yang berjudul “ Prototype Forklift Cerdas Kontrol Web Server Berbasis ESP32 dengan Implementasi Logika Fuzzy untuk Stabilisasi Garpu Forklift”. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu kelancaran penulisan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof.Dr.Ir Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universtas Mercu Buana.
2. Ibu Dr.Zulfa Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Heru Suwoyo, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Fina Supegina, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberika bimbingan dan pengarahan selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen S1 Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu kepada penulis dalam setiap mata kuliah yang pernah diajarkan.
6. Kedua orang tua Bapak Imam Tugiyono dan Ibu Eka Yanti yang telah mendoakan, motivasi, dan dukungan baik moral maupun materil.
7. Irma Damayanti selaku kaka perempuan penulis yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Adelia Shinta Anggraini selaku penyemangat yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan doa, dukungan, bantuan, dan waktu serta motivasi kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik yang membangun serta saran untuk menunjang kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 14 Februari 2026



Arya Dama Putra



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI RESPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arya Dama Putra  
NIM : 41424110054  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Prototipe Forklift Cerdas Kontrol *Web Server*  
Berbasis ESP32 dengan Implementasi Logika Fuzzy untuk Stabilisasi Garpu Forklift

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2026

Yang menyatakan,



( Arya Dama Putra )

**PROTOTIPE FORKLIFT CERDAS KONTROL WEB SERVER BERBASIS  
ESP32 DENGAN IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK  
STABILISASI GARPU FORKLIFT**

**ARYA DAMA PUTRA**

**ABSTRAK**

Stabilitas beban merupakan faktor krusial dalam operasional *forklift* di sektor industri dan logistik. Risiko kecelakaan kerja dan kerusakan barang sering kali dipicu oleh perubahan titik berat (*center of gravity*) yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata maupun posisi penempatan beban pada garpu yang tidak presisi. Ketidakstabilan ini jika tidak segera dikoreksi dapat mengakibatkan beban terjatuh atau unit *forklift* terbalik saat bermanuver. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah prototipe *forklift* cerdas berbasis ESP32 yang mampu menjaga stabilitas posisi horizontal garpu secara otomatis. Sistem ini mengimplementasikan algoritma *Fuzzy Logic* metode Mamdani sebagai pusat kendali untuk mengompensasi kemiringan sasis dan menjaga keseimbangan beban secara *real-time* melalui pergerakan motor servo.

Metodologi penelitian meliputi integrasi sensor MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan *pitch* sasis dan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi keberadaan beban untuk otomatisasi fungsional. Data dari kedua sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler ESP32 menggunakan aturan *fuzzy* untuk menentukan respon koreksi sudut pada motor servo secara halus (*smooth*). Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur monitoring dan kontrol jarak jauh berbasis *Web Server* yang memanfaatkan konektivitas Wi-Fi. Pengujian dilakukan untuk mengukur akurasi pembacaan sensor pada berbagai sudut, responsivitas sistem kendali, serta stabilitas transmisi data pada antarmuka IoT.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MPU6050 memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 2,68%, sedangkan sensor ultrasonik memiliki rata-rata *error* sebesar 3,01%. Implementasi kontrol *Fuzzy* terbukti efektif dalam mempertahankan posisi horizontal garpu meskipun sasis mengalami kemiringan hingga sudut ekstrem. Pada aspek konektivitas, sistem monitoring berbasis *Web Server* mampu menyajikan data secara *real-time* dengan rata-rata *delay* respon sebesar 0,62 detik. Secara keseluruhan, prototipe ini berhasil meningkatkan faktor keamanan operasional *forklift* melalui otomatisasi stabilitas garpu dan sistem pemantauan yang responsif bagi operator.

Kata Kunci: Forklift, ESP32, Fuzzy Logic Mamdani, MPU6050, Web Server.

# WEB SERVER CONTROLLED SMART FORKLIFT PROTOTYPE BASED ON ESP32 WITH FUZZY LOGIC IMPLEMENTATION FOR FORKLIFT FORK STABILIZATION

ARYA DAMA PUTRA

## ABSTRACT

*Load stability is a crucial factor in forklift operations within the industrial and logistics sectors. The risk of workplace accidents and cargo damage is frequently triggered by shifts in the center of gravity caused by uneven road surfaces or imprecise load positioning on the forks. If not promptly corrected, this instability can lead to falling loads or unit tip-overs during maneuvers. This research aims to design an ESP32-based smart forklift prototype capable of automatically maintaining the horizontal stability of the forks. The system implements the Mamdani Fuzzy Logic algorithm as a control center to compensate for chassis tilt and maintain load balance in real-time through servo motor movements.*

*The research methodology involves the integration of an MPU6050 sensor to detect the chassis pitch angle and an HC-SR04 ultrasonic sensor as a load detector for functional automation. Data from both sensors are processed by the ESP32 microcontroller using fuzzy rules to determine smooth angle correction responses for the servo motor. Additionally, the system is equipped with remote monitoring and control features based on a Web Server utilizing Wi-Fi connectivity. Testing was conducted to measure sensor reading accuracy at various angles, control system responsiveness, and data transmission stability on the IoT interface.*

*The test results showed that the MPU6050 sensor had an average error percentage of 2.68%, while the ultrasonic sensor had an average error of 3.01%. The implementation of Fuzzy control proved effective in maintaining the horizontal position of the forks even when the chassis experienced extreme tilt angles. In terms of connectivity, the Web Server-based monitoring system was able to present data in real-time with an average response delay of 0.62 seconds. Overall, this prototype successfully enhances forklift operational safety factors through fork stability automation and a responsive monitoring system for operators.*

*Keywords: Forklift, ESP32, Fuzzy Logic Mamdani, MPU6050, Web Server.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	0
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....	ii
HALAM SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Studi Literatur .....	6
2.2 Referensi Jurnal.....	6
2.3 <i>Web Server</i> .....	12
2.4 Mikrokontroler ESP32 .....	13
2.5 <i>Internet Of Things (IoT)</i> .....	14
2.6 Sensor Ultrasonik.....	15
2.7 Sensor MPU6050 .....	16
2.8 Micro Servo MG996R .....	17
2.9 Driver L298N.....	18
2.10 Micro Servo SG90 .....	19
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM</b> .....	21

3.1	Blok Diagram.....	21
3.2	<i>Flowchart</i> Diagram.....	24
3.3	Perancangan Alat.....	25
3.3.1	Perancangan Mekanikal.....	26
3.3.2	Perancangan Wiring Sistem.....	29
3.3.3	Perancangan Skema <i>wiring</i> Motor DC.....	29
3.3.4	Perancangan Skema <i>Wiring</i> Micro Servo MG996R.....	31
3.3.5	Perancangan Skema <i>wiring</i> micro servo SG90 .....	32
3.3.6	Perancangan Skema <i>Wiring</i> Sensor IMU MPU6050.....	33
3.3.7	Perancangan Skema <i>Wiring</i> Sensor Ultrasonik .....	34
3.3.8	Perancangan Skema <i>Wiring Limit Switch</i> .....	35
3.3.9	<i>Script</i> Sistem Konfigurasi Pin .....	35
3.3.10	<i>Script</i> Arduino Sensor Ultrasonik.....	37
3.3.11	<i>Script</i> Arduino Sensor MPU6050.....	38
3.3.12	<i>Script</i> Kendali Micro Servo MG996R.....	39
3.3.13	<i>Script</i> Program Kendali Servo SG90.....	40
3.3.14	<i>Script</i> Program Komunikas Web Server.....	42
3.3.15	Perancangan Tampilan Web Server .....	42
3.3.16	Perancangan Sistem Fuzzy.....	44
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>50</b>
4.1	Hasil Perancangan dan Pengujian Komponen .....	50
4.1.1	Perancangan Alat dan Sistem .....	50
4.1.2	Sensor Ultrasonik .....	52
4.1.3	Sensor MPU6050 .....	53
4.1.4	Pengujian Kecepatan Pemrosesan Data Mikrokontroler ESP32 .....	55
4.1.5	Pengujian Kendali Navigasi Motor DC.....	56
4.1.6	Pengujian Servo ( <i>Lifting</i> dan <i>Tilt</i> ) .....	58
4.1.7	Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> .....	61
4.1.8	Pengujian Tampilan Web Server.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>67</b>
5.1	Kesimpulan .....	67
5.2	Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>71</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka.....	9
Tabel 3. 1 Komponen Prototype .....	27
Tabel 3. 2 Konfigurasi Motor DC .....	30
Tabel 3. 3 Konfigurasi Mikro Servo MG996R .....	31
Tabel 3. 4 Konfigurasi Motor Servo SG90 .....	32
Tabel 3. 5 Koneksi Wiring Sensor MPU605 & ESP32 .....	33
Tabel 3. 6 Koneksi Wiring Sensor Ultrasonik & ESP32.....	34
Tabel 3. 7 Koneksi Limit Switch & ESP32.....	35
Tabel 3. 8 Rules Fuzzy Logic.....	48
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pembacaan Sensor MPU6050.....	54
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kecepatan Pemrosesan Data Mikrokontroler .....	56
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Navigasi .....	57
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Servo (Lifting dan Tilt).....	58
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Output Fuzzy Logic (Defuzzifikasi) .....	62
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Monitoring Web Server IoT.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Web Server .....	12
Gambar 2. 2 Mikrokontroller ESP32 .....	14
Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik .....	15
Gambar 2. 4 Sensor MPU6050 .....	17
Gambar 2. 5 Mikro Servo MG996R .....	18
Gambar 2. 6 Modul L298N.....	19
Gambar 2. 7 Servo SG90 .....	20
Gambar 3. 1 Blok Diagram.....	21
Gambar 3. 2 Flowchart Diagram.....	24
Gambar 3. 3 Rancangan 3D Design.....	26
Gambar 3. 4 Rancangan 3D Design Tampak Samping.....	26
Gambar 3. 5 Wiring Diagram Sistem Keseluruhan.....	29
Gambar 3. 6 Wiring Mikro Servo MG996R.....	31
Gambar 3. 7 Wiring Mikro Servo SG90 .....	32
Gambar 3. 8 Wiring Sensor MPU6050.....	33
Gambar 3. 9 Wiring Sensor Ultrasonik.....	34
Gambar 3. 10 Wiring Limit Switch.....	35
Gambar 3. 11 Konfigurasi Pin .....	36
Gambar 3. 12 Script Sensor Ultrasonik .....	37
Gambar 3. 13 Script Sensor MPU6050.....	39
Gambar 3. 14 Script Mikro Servo MG996R.....	40
Gambar 3. 15 Script Mikro Servo SG90.....	41
Gambar 3. 16 Script Komunikasi Web Server .....	42
Gambar 3. 17 Perancangan Tampilan Web Server.....	43
Gambar 3. 18 Fuzzy Logic.....	44
Gambar 3. 19 Membership function Input Error .....	45
Gambar 3. 20 Membership function Input Perubahan Kesalahan .....	46
Gambar 3. 21 Membership Function Output .....	47
Gambar 4. 1 Prototype Forklift.....	50
Gambar 4. 2 Bagian Depan Forklift.....	51
Gambar 4. 3 Tampilan Sistem Mikrokontroler .....	52

Gambar 4. 4 Garpu Mengangkat Barang .....	59
Gambar 4. 5 Posisi Garpu Saat Stand By.....	59
Gambar 4. 6 Posisi Garpu Miring ke Depan.....	60
Gambar 4. 7 Posisi Garpu Miring ke Belakang .....	60
Gambar 4. 8 Pengujian Fuzzy Logic.....	61
Gambar 4. 9 Tampilan Web Server .....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Library, Konfigurasi Pin, dan Variabel Global .....	71
Lampiran 2. Implementasi Algoritma Fuzzy Mamdani .....	72
Lampiran 3. Konfigurasi Web Server dan Interface Monitoring .....	72
Lampiran 4. Inisialisasi Sensor dan Aktuator .....	73
Lampiran 5. Logika Pembacaan Ultrasonik dan Verifikasi Beban .....	73
Lampiran 6. Kontrol Stabilisasi Garpu (Fuzzy Processing).....	74

