



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK DENGAN
MOTORIZED VALVE MENGGUNAKAN METODE
FUZZY MAMDANI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

MUHAMMAD DWI PRASETIO

41423110024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK DENGAN
MOTORIZED VALVE MENGGUNAKAN METODE
FUZZY MAMDANI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : MUHAMMAD DWI PRASETIO

NIM : 41423110024

PEMBIMBING : FINA SUPEGINA, S.T., M.T.

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : MUHAMMAD DWI PRASETIO
NIM : 41423110024
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK
DENGAN MOTORIZED VALVE MENGGUNAKAN
METODE FUZZY MAMDANI

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

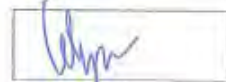
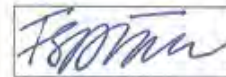
Disahkan oleh:

Pembimbing : Fina Supegina, S.T., M.T.
NUPTK : 9550758659230172

Ketua Penguji : Zendi Iklima, S.T., S.Kom., M.Sc.
NUPTK : 5946771672130282

Anggota Penguji : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.
NUPTK : 7052763664130323

Tanda Tangan



Jakarta, 6 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Dwi Prasetyo
N.I.M : 41423110024
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK
DENGAN MOTORIZED VALVE MENGGUNAKAN
METODE FUZZY MAMDANI

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 06-08-2025



Muhammad Dwi Prasetyo

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

KETERANGAN HASIL SIMILARITY

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 : Muhammad Dwi Prasetyo
NIM : 41423110024
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK
DENGAN MOTORIZED VALVE MENGGUNAKAN
METODE FUZZY MAMDANI

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 15 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **22 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Agustus 2025

Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ABSTRAK

Ketidakpastian serta kompleksitas dalam pengendalian level air pada sistem industrial, khususnya manufaktur di bidang energi, seringkali memicu ketidakefisienan distribusi (kerugian 15-20%) dan ketidakstabilan operasi (30% lebih sering adanya waktu berhenti) akibat keterbatasan kontrol otomatis. Tantangan utama teridentifikasi pada kebutuhan presisi adaptif dalam pengaturan aliran cairan, yang tidak dapat optimal dikendalikan oleh mekanisme valve manual maupun konvensional. Melihat pentingnya efisiensi dan kestabilan dalam pengontrolan level air pada sistem industrial muncul ide untuk merancang suatu miniatur menggunakan *motorized valve* dengan mengadopsi pendekatan kecerdasan buatan berbasis *Fuzzy Logic* Mamdani yang menawarkan fleksibilitas dan kemampuan dalam mentranslasikan variabel ambigu menjadi aksi kontrol yang presisi secara berkelanjutan.

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu ESP 32, *Motorized valve*, Pompa Air 12VDC, Solenoid Valve, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor YF-B10 DN25, DAC MCP4725, Power Supply 12VDC, HMI Nextion, dan relay 5VDC. Pengujian dan analisis sistem menunjukkan bahwa desain miniatur dan box panel telah sesuai dengan perencanaan awal. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui perancangan eksperimen skala miniatur, didukung teknik observasi instrumentasi berbasis ESP32, sensor HC-SR04, serta pengujian daya tanggap, akurasi output valve, response sistem terhadap variasi parameter dan skenario abnormal.

Telah dilakukan pengujian disertai dengan pengumpulan data yang mengintegrasikan analisis respon aktuasi *motorized valve* secara kontinu berbasis pembacaan sensor dan algoritma *fuzzy*, dibandingkan melalui dua membership function, serta dilakukan evaluasi kinerja kontrol yang dihasilkan. Temuan penelitian menunjukkan desain sistem mampu menjaga level cairan pada kisaran optimal 69-73%, waktu respon aktuator cepat terhadap perubahan kondisi cairan, dan sistem *fuzzy* Mamdani berhasil mengurangi fluktuasi serta siklus ON/OFF pompa yang berlebihan, error rata-rata sensor ultrasonik pada ketiga tangki yaitu hanya 0,05%, 0,13%, dan 0,08%, menandakan keandalan implementasi prototipe. Sistem membuktikan keberhasilannya dalam menghadirkan kontrol adaptif dengan hasil yang akurat dan hemat energi, sementara validasi komputasi *fuzzy* dengan dua skenario membership menghasilkan kontrol yang teliti tanpa adanya perbedaan yang mencolok. Dengan demikian, sistem penggunaan *motorized valve* dengan mengadopsi pendekatan kecerdasan buatan berbasis *Fuzzy Logic* Mamdani terbukti handal dan konsisten dalam pengontrolan level air.

Kata Kunci: Adaptif, Kestabilan Kontrol Level Air, *Motorized valve*, *Fuzzy Logic* Mamdani

ABSTRACT

Uncertainty and complexity in controlling water levels in industrial systems, particularly in energy manufacturing, often trigger distribution inefficiencies (losses of 15-20%) and operational instability (30% more frequent downtime) due to the limitations of automatic control. The main challenge is identified in the need for adaptive precision in fluid flow regulation, which cannot be optimally controlled by manual or conventional valve mechanisms. Given the importance of efficiency and stability in controlling water levels in industrial systems, the idea emerged to design a miniature model using a motorized valve by adopting an artificial intelligence approach based on Mamdani Fuzzy Logic that offers flexibility and the capability to translate ambiguous variables into precise, continuous control actions.

This system consists of several main components, namely ESP 32, Motorized valve, 12VDC Water pump, Solenoid Valve, HC-SR04 ultrasonic sensor, YF-B10 DN25 sensor, MCP4725 DAC, 12VDC Power Supply, Nextion HMI, and 5VDC relay. System testing and analysis show that the miniature design and panel box are in accordance with the initial planning. This study uses a quantitative approach through miniature scale experimental design, supported by ESP32-based instrumentation observation techniques, HC-SR04 sensors, and responsiveness testing, valve output accuracy, system response to parameter variations and abnormal scenarios.

Testing has been carried out accompanied by data collection that integrates continuous motorized valve actuation response analysis based on sensor readings and fuzzy algorithms, compared through two membership functions, and evaluation of the resulting control performance. The research findings show that the system design is able to maintain the liquid level in the optimal range of 69-73%, the actuator response time is fast to changes in liquid conditions, and the Mamdani fuzzy system successfully reduces fluctuations and excessive pump ON/OFF cycles, the average error of the ultrasonic sensor in the three tanks is only 0.05%, 0.13%, and 0.08%, indicating the reliability of the prototype implementation. The system proves its success in providing adaptive control with accurate and energy-efficient results, while fuzzy computation validation with two membership scenarios produces precise control without any significant differences. Thus, the motorized valve usage system by adopting an artificial intelligence approach based on Mamdani Fuzzy Logic is proven to be reliable and consistent in controlling water levels.

Keywords: *Adaptive, Stability of Water Level Control, Motorized valve, Fuzzy Logic Mamdani.*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini yang berjudul "RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TANK DENGAN *MOTORIZED VALVE* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*". Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana Jakarta. Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, karena berkat bantuan dan dukungan mereka, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa ta'ala yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya.
2. Ayah dan Ibu, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor di Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Dr.Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.,Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Ibu Fina Supegina, S.T., M.T.. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan arahnya dalam membuat Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana di Kampus Warung Buncit & Kampus Meruya.
8. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan, penyusunan serta pembuatan alat. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritikan dan saran yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi

semua pihak dan juga bagi rekan-rekan mahasiswa Universitas Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan juga penulis khususnya.

Jakarta, 6 Agustus 2025

Penulis



Muhammad Dwi Prasetio



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	iii
KETERANGAN HASIL SIMILARITY	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Metode Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Literatur	8
2.2 Referensi Jurnal.....	8
2.3 Perbandingan Studi Literatur	14
2.4 Dasar Teori.....	19
2.4.1 <i>Motorized valve</i>	19
2.4.2 Solenoid Valve	20
2.4.3 ESP32	21
2.4.4 Sensor Ultrasonic HC-SR04	24
2.4.5 Relay.....	26
2.4.6 Electrical Submersible Pump	27
2.4.7 DAC MCP4725	28

2.4.8	HMI	29
2.4.9	Software Arduino IDE	30
2.4.10	Software Nextion Editor.....	31
2.4.11	Metode Fuzzy Mamdani.....	31
2.4.12	Membership Function.....	31
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....		38
3.1	Perancangan Alat.....	38
3.1.1	Deskripsi Alat.....	38
3.1.2	Blok Diagram	39
3.1.3	Flowchart.....	40
3.1.4	Perancangan Sistem <i>Fuzzy Logic</i>	43
3.1.5	Desain Prototype	48
3.1.6	Pemilihan Komponen.....	49
3.1.7	Perencanaan Rangkaian.....	50
3.2	Realisasi Alat.....	53
3.2.1	Perencanaan Pemograman Arduino	54
3.2.2	Perencanaan Program <i>Water Pump</i>	55
3.2.3	Perencanaan Program <i>Solenoid Valve</i>	56
3.2.4	Perencanaan Program <i>Sensor Ultrasonik</i>	58
3.2.5	Perencanaan Program Modul MCP4725	59
3.2.6	Perencanaan Tampilan HMI pada Nextion Editor	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		64
4.1	Hasil Perancangan <i>Prototype Smart Tank</i>	64
4.1.1	Hasil Perancangan Box Panel Kontrol	64
4.1.2	Hasil Perancangan Tangki Utama & Tangki Distribusi.....	65
4.1.3	Hasil Perancangan Wadah Sumber Air	66
4.1.4	Hasil Perancangan Jalur Laju Air ke Tangki Utama.....	67
4.1.5	Hasil Perancangan Jalur Laju Air ke Tangki Distribusi.....	68

4.1.6	Hasil Perancangan Lintasan Pembuangan Air	68
4.2	Hasil Perancangan Rangkaian	69
4.2.1	Hasil Perancangan Rangkaian Total	70
4.2.2	Hasil Perancangan Rangkaian Input	70
4.2.3	Hasil Perancangan Rangkaian Ouput	71
4.3	Hasil Perancangan Program	72
4.3.1	Hasil Perancangan Program <i>Water Pump</i> Untuk ESP32	72
4.3.2	Hasil Perancangan Program Solenoid Valve Untuk ESP32.....	74
4.3.3	Hasil Perancangan Program Sensor Ultrasonik Untuk ESP32.....	75
4.3.4	Hasil Perancangan Program Modul MCP4725	76
4.4	Hasil Perancangan HMI	77
4.4.1	Hasil Perancangan Desain HMI <i>Manual Page</i>	77
4.4.2	Hasil Perancangan Desain HMI <i>Auto Page</i>	78
4.4.3	Hasil Perancangan Desain HMI <i>Setting Page</i>	79
4.4.4	Hasil Perancangan Desain HMI <i>Calib Page</i>	80
4.5	Hasil Pengujian Komponen.....	81
4.5.1	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	81
4.5.2	Hasil Pengujian <i>Motorized valve</i>	88
4.6	Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i>	90
4.6.1	Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i> Nilai Bersimpangan	91
4.6.2	Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i> Nilai Tidak Bersimpangan.....	94
4.6.3	Perbandingan Pengujian Pertama dan Kedua.....	97
4.7	Pembahasan.....	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		102
5.1	Kesimpulan.....	102
5.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA		104
LAMPIRAN.....		107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Motorized valve</i>	20
Gambar 2. 2 Solenoid Valve	21
Gambar 2. 3 Pin ESP32.....	22
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	24
Gambar 2. 5 Cara Kerja HC-SR04.....	25
Gambar 2. 6 Relay 4 Pin 5 VDC.....	26
Gambar 2. 7 Relay Modul Pinout	27
Gambar 2. 8 Submersible Pump.....	28
Gambar 2. 9 DAC MCP4725	29
Gambar 2. 10 HMI Nextion	30
Gambar 2.11 Kurva Linear Naik (Sumber : Imam Syafei, 2024).....	32
Gambar 2.12 Contoh Kurva Linear Naik.....	32
Gambar 2.13 Kurva Linear Turun.....	33
Gambar 2.14 Contoh Kurva Linear Turun.....	33
Gambar 2.15 Kurva Segitiga.....	34
Gambar 2.16 Contoh Kurva Segitiga.....	35
Gambar 2.17 Kurva Trapesium.....	35
Gambar 2.18 Contoh Kurva Trapesium.....	36
Gambar 2.19 Kurva-S	37
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	39
Gambar 3. 2 <i>Flowchart System</i> Kerja Alat	40
Gambar 3. 3 <i>Flowchart System</i> Kerja Alat (Lanjutan)	41
Gambar 3. 4 Proses Sistem <i>Fuzzy</i>	43
Gambar 3. 5 Membership Function Input LKTU	45
Gambar 3. 6 Membership Function Output <i>Motorized valve</i>	46
Gambar 3. 7 Membership Function Output <i>Water pump</i>	47
Gambar 3. 8 Aturan Fuzzy	48
Gambar 3. 9 Desain Miniatur.....	49
Gambar 3. 10 Perencanaan Rangkaian Total	50

Gambar 3. 11 Perencanaan Rangkaian Input	51
Gambar 3. 12 Perencanaan Rangkaian Output	53
Gambar 3. 13 Tampilan Awal Arduino IDE	54
Gambar 3. 14 Tampilan pemilihan board Arduino IDE	54
Gambar 3. 15 Transfer Coding Program ke ESP32	55
Gambar 3. 16 Tampilan Awal Nextion Editor	61
Gambar 3. 17 Tampilan Konfigurasi Device di Nextion Editor	61
Gambar 3. 18 Tampilan Section Ketika Sudah Dibuatkan Design HMI	62
Gambar 4. 1 Hasil Implementasi Desain Box Panel Kontrol.....	64
Gambar 4. 2 Hasil Implementasi Desain Tangki Utama & Distribusi.....	65
Gambar 4. 3 Hasil Implementasi Desain Wadah Sumber Air	66
Gambar 4. 4 Hasil Implementasi Desain Lintasan Air ke Tangki Utama.....	67
Gambar 4. 5 Hasil Implementasi Desain Lintasan Air ke Tangki Distribusi.....	68
Gambar 4. 6 Hasil Implementasi Desain Lintasan Air ke Wadah Sumber Air.....	69
Gambar 4. 7 Hasil Implementasi Rangkaian Total Elektrik	70
Gambar 4. 8 Hasil Implementasi Rangkaian <i>Input</i> Elektrik	71
Gambar 4. 9 Hasil Implementasi Rangkaian <i>Output</i> Elektrik.....	72
Gambar 4. 10 Tampilan HMI Kondisi <i>Water Pump</i> OFF.....	73
Gambar 4. 11 Tampilan HMI Kondisi <i>Water Pump</i> ON	73
Gambar 4. 12 Tampilan <i>Manual Page</i> HMI.....	77
Gambar 4. 13 Tampilan <i>Auto Page</i> HMI.....	78
Gambar 4. 14 Tampilan <i>Setting Page</i> HMI	79
Gambar 4. 15 Tampilan <i>Calibration Page</i> HMI.....	81
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Nilai Pembacaan dan Kapasitas Air TU	83
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Nilai Pembacaan dan Kapasitas Air TD1	85
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Nilai Pembacaan dan Kapasitas Air TD2	87
Gambar 4. 19 Tampilan Rule Viewer	90
Gambar 4. 20 Tringular <i>Fuzzy Membership Function</i> Pengujian 1	93
Gambar 4. 21 Grafik Pengujian 1 <i>Fuzzy Auto</i> : Level, Valve, dan Pompa	93
Gambar 4. 22 Tringular <i>Fuzzy Membership Function</i> pengujian 2	95
Gambar 4. 23 Grafik Pengujian 2 <i>Fuzzy Auto</i> : Level, Valve, dan Pompa	96
Gambar 4. 24 Perbandingan Level Air & Valve Pengujian 1 vs Pengujian 2	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Fungsi Pin ESP 32	22
Tabel 3. 1 Parameter <i>Fuzzy Set</i> LKTU	45
Tabel 3. 2 Derajat Keanggotaan <i>Motorized valve</i>	46
Tabel 3. 3 Derajat Keanggotaan <i>water pump</i>	47
Tabel 3. 4 Aturan <i>Fuzzy</i>	48
Tabel 3. 5 Program <i>Water pump</i>	56
Tabel 3. 6 Program Solenoid Valve	57
Tabel 3. 7 Program Sensor Ultrasonik HC-SR04	58
Tabel 3. 8 Program Modul MCP4725.....	59
Tabel 3. 9 Perencanaan <i>Page HMI</i>	62
Tabel 4.1 Hasil Program <i>Solenoid Valve</i>	74
Tabel 4. 2 Program Sensor Ultrasonik HC-SR04	75
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 TU	82
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 TD1	84
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 TD2	86
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Motorized valve</i>	88
Tabel 4. 7 Hasil Kalkulasi <i>Output Fuzzy</i> dan ESP32.....	91
Tabel 4. 8 <i>Membership Function</i> dan <i>Setting Motorized valve</i> Pengujian 1	92
Tabel 4. 9 <i>Membership Function</i> dan <i>Setting Motorized valve</i> Pengujian 2	95
Tabel 4. 10 Pengujian Kondisi 1	99
Tabel 4. 11 Pengujian Kondisi 2	100