



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM IRIGASI
OTOMATIS DENGAN INTEGRASI *MULTI SENSOR* DAN
LOGIKA FUZZY UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN AIR
PADA LAHAN PERTANIAN**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ABDUL AZIZ
41421010027

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



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM IRIGASI
OTOMATIS DENGAN INTEGRASI *MULTI SENSOR* DAN
LOGIKA FUZZY UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN AIR
PADA LAHAN PERTANIAN**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : Abdul Aziz
NIM : 41421010027
PEMBIMBING : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir Ini Diajukan Oleh:

Nama : Abdul Aziz
NIM : 41421010027
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM IRIGASI OTOMATIS DENGAN INTEGRASI *MULTI SENSOR* DAN LOGIKA FUZZY UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN AIR PADA LAHAN PERTANIAN

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

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc
NUPTK : 1356769670130283

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Trie Maya Kadarina, ST, MT
NUPTK : 7235757658230143

Anggota Penguji : Freddy Artadima Silaban, S.Kom, MT
NUPTK : 0460769670130323

Jakarta, 15-Agustus-2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 663975051230132


Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY

Pengecekan *Similarity* dilakukan melalui Tata Usaha Fakultas Teknik dengan mengirimkan email Tugas Akhir hanya BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Abdul Aziz

NIM : 41421010027

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM IRIGASI OTOMATIS DENGAN INTEGRASI *MULTI SENSOR* DAN LOGIKA FUZZY UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN AIR PADA LAHAN PERTANIAN

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem Turnitin pada Sabtu, 16 Agustus 2025 dengan hasil presentase sebesar 12% 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, 16 Agustus 2025

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Aziz
NIM : 41421010027
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM IRIGASI
OTOMATIS DENGAN INTEGRASI *MULTI SENSOR* DAN
LOGIKA FUZZY UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN
AIR PADA LAHAN PERTANIAN

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18-Agustus-2025



Abdul Aziz

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah mendorong penerapan sistem otomatisasi dalam berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah sistem irigasi otomatis yang dapat mengatur kebutuhan air secara mandiri berdasarkan kondisi lingkungan di sekitar lahan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe dengan sistem irigasi otomatis berbasis logika fuzzy menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mampu mengatur pengairan tanaman secara efisien dan adaptif.

Sistem dirancang dengan menggunakan tiga sensor sebagai parameter utama *input*, yaitu sensor HD-38 untuk kelembaban tanah, sensor Ph-4502C untuk pH air, dan sensor HC-SR04 untuk level air pada tandon. Ketiga sensor ini terhubung ke mikrokontroler ESP32 dan dikendalikan menggunakan metode logika fuzzy Mamdani untuk menentukan pengoperasian pompa pengisi dan pompa sprinkler. Kategori fuzzy yang digunakan dalam sistem meliputi: kelembaban tanah (kering, lembab, basah), pH air (asam, normal, basa), dan level air (kosong, sedang, penuh). *Output* berupa status aktif atau tidaknya pompa dikendalikan secara otomatis berdasarkan kombinasi kondisi masukan tersebut.

Hasil pengujian dari prototipe ini menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan secara optimal. Sensor kelembaban tanah memiliki akurasi rata-rata sebesar 93,17%, sensor level air sebesar 96,67%, dan sensor pH air sebesar 96,11%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis *fuzzy logic* ini mampu bekerja secara efektif dalam mengontrol distribusi air, serta dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air pada lahan pertanian.

Kata Kunci: ESP32, *Fuzzy Logic*, Irigasi Otomatis, Kelembaban Tanah, Level Air, pH Air

ABSTRACT

The advancement of technology has driven the implementation of automation systems across various sectors, including agriculture. One such innovation is the automatic irrigation system that autonomously regulates water needs based on the surrounding environmental conditions. This study aims to design and implement an prototype automatic irrigation system based on fuzzy logic using the ESP32 microcontroller, which is capable of efficiently and adaptively managing plant irrigation.

The system is designed using three sensors as the main input parameters, namely the HD-38 sensor for soil moisture, the PH-4502C sensor for water pH, and the HC-SR04 sensor for water level in the reservoir. These sensors are connected to the ESP32 microcontroller and controlled using the Mamdani fuzzy logic method to determine the operation of the filling and sprinkler pumps. The fuzzy categories used in the system include: soil moisture (dry, moist, wet), water pH (acidic, neutral, alkaline), and water level (empty, medium, full). The outputs are the automatic on/off status of the pumps based on the combination of the input conditions.

The test results of this prototype show that the system operates optimally. The soil moisture sensor achieved an average accuracy of 93.17%, the water level sensor 96.67%, and the pH sensor 96.11%. These results demonstrate that the fuzzy logic-based automatic irrigation system is effective in controlling water distribution and can help improve water usage efficiency in agricultural land.

Keywords: ESP32, Fuzzy Logic, Automatic Irrigation, Soil Moisture, Water Level, Water pH

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Irigasi Otomatis Dengan Integrasi Multi Sensor Dan Logika Fuzzy Untuk Efisiensi Pengelolaan Air Pada Lahan Pertanian” dengan lancar. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta yaitu kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril dan materil, serta semangat yang tiada henti.
2. Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan saran, ilmu dan fasilitas dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, masukan dan saran yang sangat berguna hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Trie Maya Kadarina, ST, MT selaku Ketua Dosen Penguji dan Freddy Artadima Silaban, S.Kom, MT selaku Anggota Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan kritik membangun demi penyempurnaan penelitian ini.
5. Sahabat saya, Betrik Sesyanto Hadi Wibowo yang banyak membantu dan mendukung dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, serta teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dan semangat.
6. Sofya Widya Utami, yang dengan ketulusan dan dukungannya telah menjadi penyemangat serta memberikan motivasi dalam setiap proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi pengembangan di bidang teknik elektro.

Jakarta, 18 Agustus 2025



Abdul Aziz



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Kelembaban Tanah	15
2.2.1 Sensor Kelembaban Tanah	15
2.2.2 Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif.....	16
2.2.3 Sensor Kelembaban Tanah <i>Electromagnetic Induction</i> (EMI)....	17
2.3 pH Air	17
2.3.1 Sensor pH Air	18
2.4 Ketinggian Air	18
2.4.1 Sensor Ketinggian Air Ultrasonik HC-SR04.....	19

2.5	Logika Fuzzy	20
2.5.1	Fuzzifikasi	20
2.5.2	Inferensi Fuzzy	23
2.5.3	Defuzzifikasi	23
2.6	Mikrokontroler ESP32.....	24
2.7	Relay	24
2.8	Pompa DC	25
2.9	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	26
2.10	Solar Charge Controller (SCC).....	27
2.11	Baterai.....	27
2.12	Liquid Crystal Display (LCD).....	28
BAB III		29
PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM		29
3.1	Blok Diagram Sistem	29
3.2	Perancangan Perangkat Keras	30
3.3	Perancangan Elektrik.....	31
3.4	Perancangan Software	33
3.5	Perancangan Logika Fuzzy.....	33
3.6	Diagram Flowchart.....	46
BAB IV		48
HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Hasil Perancangan Alat.....	48
4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik	49
4.3	Pengujian Sensor pH Air	50
4.4	Pengujian Sensor Kelembaban Tanah	52
4.5	Pengujian Logika Fuzzy Dengan Simulasi Matlab	54
BAB V		56
KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor Kelembaban Tanah	16
Gambar 2. 2 Sensor pH Air	18
Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik HC-SR04	19
Gambar 2. 4 Representasi Keanggotaan Linear Naik dan Linear Turun	21
Gambar 2. 5 Representasi Keanggotaan Segitiga	22
Gambar 2. 6 Representasi Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	22
Gambar 2. 7 Mikrokontroler ESP32	24
Gambar 2. 8 Relay.....	25
Gambar 2. 9 Pompa DC	25
Gambar 2. 10 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	26
Gambar 2. 11 Solar Charge Controller (SCC)	27
Gambar 2. 12 Baterai Li-Po	28
Gambar 2. 13 LCD 16x2	28
Gambar 3. 1 Desain Hardware.....	31
Gambar 3. 2 Perancangan Elektrik.....	31
Gambar 3. 3 Program Fuzzifikasi di Arduino IDE	33
Gambar 3. 4 Grafik Membership Function Water Level.....	34
Gambar 3. 5 Grafik Membership Function pH Air	35
Gambar 3. 6 Grafik Membership Function Kelembaban Tanah	36
Gambar 3. 7 Grafik Membership Function Output Pompa Filling	37
Gambar 3. 8 Grafik Membership Function Output Pompa Sprinkler.....	38
Gambar 3. 9 Inferensi Rules Fuzzy	39
Gambar 3. 10 Defuzzifikasi Fuzzy.....	45
Gambar 3. 11 Diagram Flowchart.....	46
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat	48
Gambar 4. 2 Pengujian Level Air.....	50
Gambar 4. 3 Pengujian pH Air.....	51
Gambar 4. 4 Pengujian Kelembaban Tanah	53
Gambar 4. 5 Hasil Simulasi Matlab	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur	6
Tabel 3. 1 Konfigurasi Pin Keseluruhan	32
Tabel 3. 2 Himpunan Level Air.....	34
Tabel 3. 3 Himpunan pH Air	35
Tabel 3. 4 Himpunan Kelembaban Tanah	36
Tabel 3. 5 Himpunan Output Pompa Filling	37
Tabel 3. 6 Himpunan Output Pompa Sprinkler	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Level Air	49
Tabel 4. 2 Variabel Level Air	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian pH Air	51
Tabel 4. 4 Variabel pH Air.....	52
Tabel 4. 5 Pengujian Kelembaban Tanah	52
Tabel 4. 6 Variabel Kelembaban Tanah.....	54
Tabel 4. 7 Pengujian Logika Fuzzy.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemrograman Arduino IDE	61
Lampiran 2 Pengecekan Similarity	68
Lampiran 3 Pengerjaan Alat.....	69

