



**RANCANG BANGUN SISTEM DAUR ULANG LIMBAH AIR
WUDHU MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**NINING LESTARI
41421120027**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

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



**RANCANG BANGUN SISTEM DAUR ULANG LIMBAH AIR
WUDHU MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : NINING LESTARI
NIM : 41421120027
PEMBIMBING : Ir. IMELDA ULI VISTALINA
SIMANJUNTAK, S.T.,M.T.

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

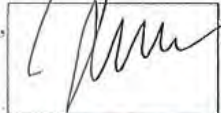
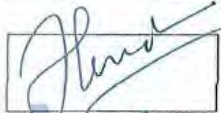
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Nining Lestari
NIM : 41421120027
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Sistem Daur Ulang Limbah Air Wudhu
menggunakan Metode Fuzzy Logic

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:

		Tanda Tangan
Pembimbing	: Ir. Imelda Uli Vistalina Simanjuntak, S.T., M.T	
NUPTK	: 6333761662237163	
Ketua Penguji	: Dr. Hendri, S.T., M.T	
NIDN	: 0315017501	
Anggota Penguji	: Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc.	
NUPTK	: 2146770671130403	

Jakarta, 06 Agustus 2025

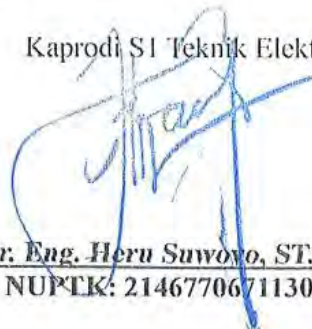
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi S1 Teknik Elektro



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

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 : Nining Lestari
NIM : 41421120027
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Rancang Bangun Sistem Daur Ulang Limbah Air
Wudhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 15 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **18 %** 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,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nining Lestari
N.I.M : 41421120027
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Daur Ulang Limbah Air Wudhu
menggunakan Metode Fuzzy Logic

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, 6 Agustus 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



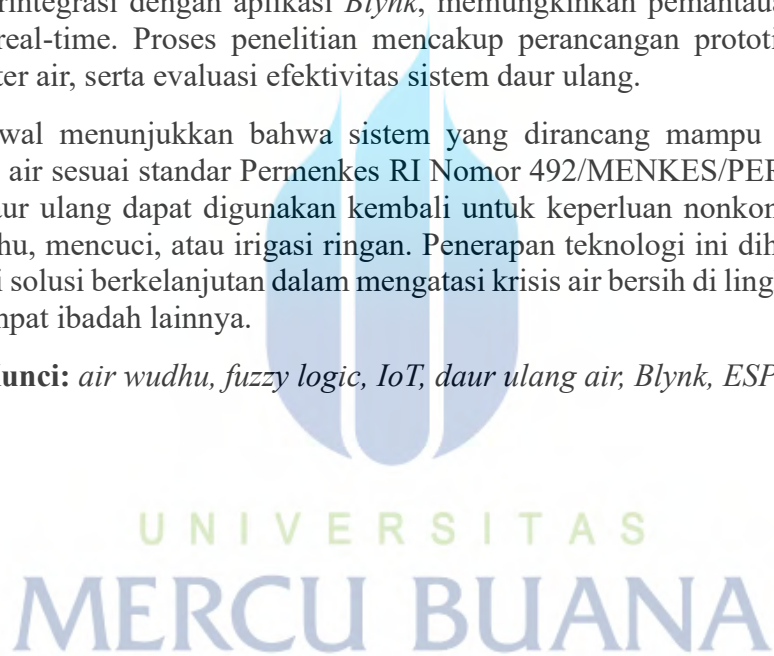
ABSTRAK

Krisis air bersih yang semakin meningkat akibat degradasi kualitas air tanah dan ketidakseimbangan hidrologi lokal memerlukan solusi inovatif dalam pengelolaan sumber daya air. Salah satu potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah limbah air wudhu, yang meskipun relatif bersih, umumnya langsung dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem daur ulang limbah air wudhu berbasis metode *fuzzy logic* dan *Internet of Things (IoT)* menggunakan platform *Blynk*.

Metodologi yang digunakan pada project ini ialah sistem filtrasi air sederhana dengan menggunakan bahan alami seperti pasir silika, karbon aktif, dan zeolit, serta pemanfaatan sensor pH, TDS, dan kekeruhan sebagai parameter kualitas air. Data dari sensor diproses menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengevaluasi kelayakan air hasil filtrasi. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*, memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time. Proses penelitian mencakup perancangan prototipe, pengujian parameter air, serta evaluasi efektivitas sistem daur ulang.

Hasil awal menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu meningkatkan kualitas air sesuai standar Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Air hasil daur ulang dapat digunakan kembali untuk keperluan nonkonsumtif seperti berwudhu, mencuci, atau irigasi ringan. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam mengatasi krisis air bersih di lingkungan masjid atau tempat ibadah lainnya.

Kata Kunci: *air wudhu, fuzzy logic, IoT, daur ulang air, Blynk, ESP32.*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

The escalating clean water crisis caused by groundwater quality degradation and local hydrological imbalance necessitates innovative solutions in water resource management. One untapped potential is ablution water waste, which, although relatively clean, is generally discarded without further processing. This study aims to design and develop a recycling system for ablution water waste using fuzzy logic and Internet of Things (IoT) technology integrated with the Blynk platform.

The methodology involves simple filtration using natural materials such as silica sand, activated carbon, and zeolite, along with pH, TDS, and turbidity sensors to monitor water quality parameters. Data from the sensors are processed using fuzzy logic to evaluate the feasibility of the recycled water. The ESP32 microcontroller acts as the control center, integrated with the Blynk application, enabling real-time water quality monitoring. The research process includes prototype design, water parameter testing, and evaluation of the recycling system's effectiveness.

Preliminary results show that the designed system can improve water quality in accordance with the standards set by the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492/MENKES/PER/IV/2010. The recycled water can be reused for non-potable purposes such as ablution, cleaning, or light irrigation. The implementation of this technology is expected to provide a sustainable solution to address the clean water crisis in mosques or other places of worship.

Keywords: *ablution water, fuzzy logic, IoT, water recycling, Blynk, ESP32.*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Daur Ulang Limbah Air Wudhu menggunakan Fuzzy Logic ”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Universitas Mercu Buana, khususnya pada Program Studi Teknik Elektro.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini kepada:

1. Allah SWT atas penyertaan dan kekuatan serta kesehatan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Imelda Uli Vistalina Simanjuntak, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, koreksi dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc. Selaku Kaprodi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana dan Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Semua teman-teman penulis yang selalu memberi saran, masukan, semangat untuk tidak menyerah dan membantu di masa kesulitan, untuk semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan ini, Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan Tugas Akhir ini di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kemajuan Universitas Mercu Buana dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 06 Agustus 2025


Nining Lestari

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Studi Literatur.....	8
2.1.1 Sistem Fuzzy.....	8
2.1.2 Data Sheet Fuzzy Mamani	10

2.1.3 Tahapan FIS Mamdani.....	13
2.2 Referensi Jurnal	14
2.3 Referensi Pendukung.....	22
2.3.1 Sistem Filtrasi	22
2.3.2 Internet of Things.....	23
2.3.3 Blynk.....	23
2.3.4 ESP32.....	25
2.3.5 Sensor pH.....	25
2.3.6 Sensor TDS	26
2.3.7 Sensor Turbidity.....	27
2.3.8 Lampu UV	27
2.3.9 Pompa Air	28
2.3.10 Relay	28
2.3.11 Sensor Ultasonik.....	29
2.3.12 LCD	29
2.3.13 Tangki Air	30
2.3.14 Power Supply.....	31
2.3.15 Stepdown LM2596	31
BAB III.....	32
PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	32
3.1 Gambaran Umum	32
3.2 Perancangan Sistem Fuzzy	33
3.2.1 Tahapan Penerapan Fuzzy Mamdani	35
3.2.2 Tabel Perbedaan Metode Konvensional & Fuzzy Mamdani.....	38
3.2.3 Tahapan Sistem Fuzzy	40
3.3 Blok Diagram	50

3.4 Flowchart Sistem.....	52
3.5 Alat dan Bahan	54
3.6 Rangkaian Skematik Alat	55
3.7 Code Program Rancangan	56
3.8 Skenario Pengujian.....	66
BAB IV	68
HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Hasil Perancangan	68
4.2 Pengujian PH.....	69
4.3 Pengujian TDS.....	70
4.4 Pengujian Turbidity (Kekeruhan).....	71
4.5 Pengujian Sensor Ultrasonik (Level Air)	72
4.6 Pengujian Sistem <i>Fuzzy</i>	72
4.7 Analisis Perbandingan Hasil Metode Konvensional dan Fuzzy Mamdani .	75
4.8 Pengujian Hasil Prototipe Alat	76
4.9 Pembahasan	82
BAB V.....	86
KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Sheet Fuzzy	13
Tabel 2. 2 Studi Literatur	22
Tabel 3. 1 Perbedaan metode konvensional dan Fuzzy	40
Tabel 3. 2 Fuzzy Rule.....	46
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan	55
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor pH	70
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor TDS.....	71
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Turbidity	71
Tabel 4. 4 Pengujian Level Air.....	72
Tabel 4. 5 Pengujian Sistem Fuzzy	74
Tabel 4. 6 Perbandingan Metode Konvensional & Fuzzy.....	75
Tabel 4. 7 Pengujian Alat	82
Tabel 4. 8 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan di Ajukan	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan Fuzzy	14
Gambar 2. 2 Internet Of Things	23
Gambar 2. 3 Blynk	24
Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32	25
Gambar 2. 5 Sensor pH	26
Gambar 2. 6 Sensor TDS	26
Gambar 2. 7 Sensor Turbidity	27
Gambar 2. 8 Lampu Ultraviolet	28
Gambar 2. 9 Pompa Air DC	28
Gambar 2. 10 Relay.....	29
Gambar 2. 11 Sensor Ultrasonik	29
Gambar 2. 12 LCD I2C	30
Gambar 2. 13 Tangki Air.....	30
Gambar 2. 14 Power Supply	31
Gambar 2. 15 Stepdown LM2596.....	31
Gambar 3. 1 Tampilan Fuzzy Logic Designer Matlab	41
Gambar 3. 2 Grafik input output rancangan fuzzy.....	42
Gambar 3. 3 Membership Function Input pH	43
Gambar 3. 4 Membership Function Input TDS	44
Gambar 3. 5 Membership Function Input Kekeruhan	44
Gambar 3. 6 Membership Function Input Level Air.....	45
Gambar 3. 7 Membership Function Output Kelayakan Air	45
Gambar 3. 8 Rule	48
Gambar 3. 9 Blok Diagram	50
Gambar 3. 10 Perancangan Sistem	52
Gambar 3. 11 Flowchart Sistem.....	53
Gambar 3. 12 Rangkaian Skematik Alat	56
Gambar 3. 13 Inisialisasi Library.....	57
Gambar 3. 14 Variabel Ambang Batas	58
Gambar 3. 15 Virtual Pin Blynk.....	58

Gambar 3. 16 Fungsi Pembacaan Sensor	59
Gambar 3. 17 Fungsi Fuzzy Logic	60
Gambar 3. 18 Pembacaan Semua Sensor	63
Gambar 3. 19 Fungsi Kontrol Manual	63
Gambar 3. 20Tampilan Fungsi LCD	64
Gambar 3. 21 Fungsi setup	65
Gambar 3. 22 Fungsi Loop	66
Gambar 3. 23 Blynk Connected	66
Gambar 4. 1 Prototipe Alat.....	68
Gambar 4. 2 Blynk Conneted.....	76
Gambar 4. 3 Dasboard Blynk.....	77
Gambar 4. 4 Pengujian LCD	77
Gambar 4. 5 Pengujian Relay	78
Gambar 4. 6 Pengujian Air Limbah Wudhu.....	79
Gambar 4. 7 Pengujian Air Bersih	79
Gambar 4. 8 Pengujian Air Bercampur Bedak.....	80
Gambar 4. 9 Pengujian Air Sabun.....	80
Gambar 4. 10 Air Alkalin	81