



LAPORAN TUGAS AKHIR



RANTI AULIA PUTRI RAMDANI
41422110106

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN *MONITORING*
GENSET MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*
BERBASIS IOT PADA GEDUNG GRAHA MERAH PUTIH
BUAH BATU**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : Ranti Aulia Putri Ramdani
NIM : 41422110106
**PEMBIMBING : Lukman Medriavin Silalahi, A.Md.,
S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

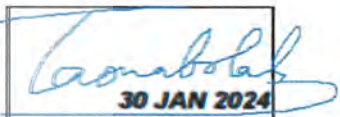
Nama : Ranti Aulia Putri Ramdani
NIM : 41422110106
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol dan *Monitoring* Genset Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis IoT pada Gedung Graha Merah Putih Buah Batu

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

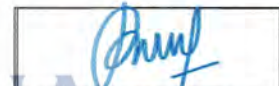
Tanda Tangan

Pembimbing : Lukman Medriavin Silalahi,
A.Md., S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0309059003



30 JAN 2024

Ketua Penguji : Dian Rusdiyanto, ST. MT
NIDN/NIDK/NIK : 8898033420



Anggota Penguji : Ketty Siti Salamah, ST. MT
NIDN/NIDK/NIK : 0430069101



Jakarta, 24-01-2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN/NIDK : 0314089201
Jabatan : Kaprodi S1 Teknik Elektro

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

Nama : Ranti Aulia Putri Ramdani
N.I.M : 41422110106
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Kontrol dan *Monitoring* Genset Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis IoT pada Gedung Graha Merah Putih Buah Batu

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Rabu, 24 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 27% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

MERCU BUANA

Jakarta, 24-01-2024



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

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ranti Aulia Putri Ramdani
N.I.M : 41422110106
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem *Kontrol* dan *Monitoring*
Genset Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*
Berbasis IoT pada Gedung Graha Merah Putih Buah
Batu

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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 24-01-2024



Ranti Aulia Putri Ramdani

ABSTRAK

Suplai energi listrik berperan penting pada Gedung Graha Merah Putih Buah Batu. Oleh karena itu, gedung tersebut perlu menggunakan *generator set* (genset) sebagai catu daya cadangan untuk mengganti catu daya utama dari PLN apabila mengalami pemadaman. Genset sebagai mesin penghasil energi listrik memiliki beberapa komponen yang harus dipantau secara berkala.

Usulan penelitian ini adalah merancang dan menganalisis sistem kendali *Fuzzy Mamdani* dan monitoring genset menggunakan mikrokontroler berbasis IoT. Dengan menggunakan satu power meter untuk *memonitoring* tegangan keluaran PLN dan dua buah sensor tegangan untuk *memonitoring* tegangan baterai *starter*. Data yang didapatkan dari power meter dan sensor tersebut akan diolah oleh ESP32. ESP32 akan mengirimkan data melalui internet untuk ditampilkan pada *Thingspeak*.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah dapat memberikan gambaran mengenai sistem kendali fuzzy mamdani yang diterapkan pada *mikrokontroler* berbasis IoT berfungsi dan bekerja dengan baik untuk memonitoring kondisi genset dan catuan daya dari powermeter di Gedung Graha Merah Putih Buah Batu. Nilai error dari perhitungan dan pengukuran fuzzy yaitu 14,56% sehingga dapat disimpulkan terkait akurasi pengukuran pada MatLab ketika dibandingkan dengan perhitungan manual tidak terlampau jauh perbedaan deviasi.

Kata kunci: Sistem Kendali, *Fuzzy Mamdani*, Genset, ESP32, Sensor Tegangan, MatLab

ABSTRACT

Electrical energy supply plays an important role in the Graha Merah Putih Buah Batu Building. Therefore, the building needs to use a generator set (genset) as a backup power supply to replace the main power supply from PLN when experiencing a blackout. Genset as an electrical energy producing machine has several components that must be monitored regularly.

The proposal of this research is to design and analyze a Mamdani Fuzzy control system and monitor generators using an IoT-based microcontroller. By using one power meter to monitor the PLN output voltage and two voltage sensors to monitor the starter battery voltage. The data obtained from the power meter and sensor will be processed by ESP32. ESP32 will send data via the internet to be displayed on Thingspeak.

The results obtained in this study are able to provide an overview of the mamdani fuzzy control system applied to the IoT-based microcontroller functioning and working properly to monitor the condition of the generator and power supply from the powermeter at Graha Merah Putih Buah Batu Building. The error value of fuzzy calculations and measurements is 14,56% so it can be concluded that the accuracy of measurements in MatLab when compared to manual calculations is not too far the difference in deviation.

Keywords: Control System, Fuzzy Mamdani, Generator, ESP32, Voltage Sensor , MatLab

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya yang begitu besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Genset Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis IoT pada Gedung Graha Merah Putih Buah Batu”** tepat pada waktunya. Tidak lupa sholawat serta salam semoga selalu terlimpah curahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Adapun tujuan dituliskan laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1). Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini tidak jauh dari dukungan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan
2. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc selaku Kaprodi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
3. Bapak Lukman Medriavin Silalahi, ST.MT selaku pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu kesuksesan pelaksanaan proses tugas akhir.
4. Bapak Asep selaku Building Manager Gedung Graha Merah Putih Buah Batu Bandung
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
6. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis harapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini. Penulis berharap kedepannya laporan ini dapat bermanfaat untuk para pembaca.

Jakarta, 24 Januari 2024

Penulis

(Ranti Aulia Putri Ramdani)



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/ COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah/Ruang Lingkup.....	4
1.5 Sistematika	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Keterbaruan Penelitian	15

2.3	Dasar Teori	16
2.3.1	<i>Generator Set</i>	16
2.3.2	Prinsip Kerja <i>Generator Set</i>	17
2.3.3	Komponen <i>Generator Set</i>	17
2.3.4	Perangkat Pendukung Genset.....	18
2.3.5	<i>Mikrokontroller</i>	20
2.3.6	ESP32.....	20
2.3.7	<i>Converter TTL RS485</i>	21
2.3.8	Sensor Tegangan	21
2.3.9	<i>Internet of Things (IoT)</i>	22
2.3.10	<i>Thingspeak</i>	22
2.3.11	Metode <i>Fuzzy</i>	23
BAB III	.....	28
PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	.....	28
3.1	Diagram Alir.....	28
3.2	Blok Diagram Sistem	31
3.3	Perancangan Hardware.....	32
3.3.1	Spesifikasi alat	32
3.3.2	Perakitan Alat.....	35
3.4	Perancangan <i>Software</i>	37
3.4.1	Pemrograman ESP32	37
3.4.2	Inference <i>Fuzzy Mamdani</i>	38
BAB IV	.....	48
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	48
4.1	Hasil Perancangan Hardware	48

4.2	Hasil perancangan <i>Software</i>	49
4.3	Pengujian	49
4.5.1	Pengujian pada saat Genset 1 On.....	50
4.5.2	Pengujian pada saat Genset 2 <i>On</i>	53
4.5.3	Pengujian pada saat Genset 1 dan Genset 2 <i>On</i>	57
4.5.4	Pengujian pada saat Genset 1 dan Genset 2 <i>Off</i>	59
4.4	Pengujian Penampil Data <i>Thingspeak</i>	61
4.5	Pengujian <i>Matlab</i>	63
4.5.1	Pengujian pada saat genset 1 <i>On</i>	63
4.5.2	Pengujian pada saat genset 2 <i>On</i>	64
4.5.3	Pengujian pada saat Genset 1 dan Genset 2 <i>On</i>	65
4.5.4	Pengujian pada saat Genset 1 dan Genset 2 <i>off</i>	66
4.6	Pengujian Metode Fuzzy Mamdani.....	67
BAB V	.....	84
KESIMPULAN & SARAN	.....	84
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	.....	86
LAMPIRAN	.....	89
	Lampiran 1. Spesifikasi Genset.....	89
	Lampiran 2. Program Arduino IDE	90
	Lampiran 3. Hasil Pengecekan Turnitin	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Blok Diagram Jurnal 1	7
Gambar 2. 2 Blok Diagram Jurnal 2	8
Gambar 2. 3 Blok Diagram Jurnal 3	10
Gambar 2. 4 Blok Diagram Jurnal 4	12
Gambar 2. 5 Blok Diagram Jurnal 5	13
Gambar 2. 6 Blok Diagram Keterbaruan Penelitian	15
Gambar 2. 7 Generator Set.....	16
Gambar 2. 8 Baterai	18
Gambar 2. 9 Deepsea	19
Gambar 2. 10 Power Meter	20
Gambar 2. 11 ESP32	20
Gambar 2. 12 Converter TTL RS485.....	21
Gambar 2. 13 Sensor Tegangan.....	21
Gambar 2. 14 Thingspeak	22
Gambar 2. 15 Grafik Keanggotaan Kurva Linier.....	24
Gambar 2. 16 Grafik Keanggotaan Segitiga	25
Gambar 2. 17 Grafik Keanggotaan Trapesium	26
Gambar 2. 18 Grafik Keanggotaan Bahu.....	26
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Lanjutan Flowchart	29
Gambar 3. 3 Lanjutan Flowchart	30
Gambar 3. 4 Blok Diagram	31
Gambar 3. 5 Diagram Blok Arsitektur	35
Gambar 3. 6 Gambar Rangkaian Alat Monitoring.....	36
Gambar 3. 7 Diagram Alir Pemrograman Arduino IDE	37
Gambar 3. 8 Diagram Alir Inference Fuzzy Mamdani	38
Gambar 3. 9 Derajat Keanggotaan Tegangan Keluaran PLN	39
Gambar 3. 10 Derajat Keanggotaan Daya Terpakai.....	41

Gambar 3. 11 Derajat Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 1	42
Gambar 3. 12 Derajat Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 2	43
Gambar 3. 13 Derajat Keanggotaan Kondisi Genset	44
Gambar 3. 14 Aturan Fuzzy	47
Gambar 3. 15 Hasil Aturan Fuzzy	47
Gambar 4. 1 Rancangan Alat Monitoring Genset	48
Gambar 4. 2 Tampilan Thingspeak	49
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Aturan 2	50
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Aturan 9	51
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Aturan 12	51
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Aturan 18	52
Gambar 4. 7 Genset 1 On	52
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Thingspeak Genset 1 On	53
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Aturan 3	54
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Aturan 10	54
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Aturan 13	55
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Aturan 19	55
Gambar 4. 13 Genset 2 On	56
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Thingspeak Genset 2 On	56
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Aturan 1	57
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Aturan 8	58
Gambar 4. 17 Genset 1 dan 2 On	58
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Thingspeak Genset 1 dan Genset 2 On	59
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Aturan 15	59
Gambar 4. 20 Genset Off	60
Gambar 4. 21 Hasil Pengujian Thingspeak Genset 1 dan Genset 2 Off	60
Gambar 4. 22 Grafik Tegangan RST & Daya	61
Gambar 4. 23 Angka Tegangan RST & Daya	62
Gambar 4. 24 Grafik Tegangan Baterai 1 & 2	62
Gambar 4. 25 Angka Tegangan Baterai 1 & 2	63

Gambar 4. 26 Hasil Defuzzifikasi.....	63
Gambar 4. 27 Hasil Pengujian Matlab Genset 1 On.....	64
Gambar 4. 28 Hasil Pengujian Matlab Genset 2 On.....	65
Gambar 4. 29 Hasil Pengujian Matlab Genset 1 dan Genset 2 On.....	66
Gambar 4. 30 Hasil Pengujian Matlab Genset 1 dan Genset 2 Off.....	67
Gambar 4. 31 Daerah Hasil Komposisi.....	78
Gambar 4. 32 Hasil Pengujian Matlab.....	82



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur Jurnal 1	6
Tabel 2. 2 Lanjutan Studi Literatur Jurnal 1	7
Tabel 2. 3 Studi Literatur Jurnal 2.....	8
Tabel 2. 4 Lanjutan Studi Literatur Jurnal 2	9
Tabel 2. 5 Studi Literatur Jurnal 3.....	9
Tabel 2. 6 Lanjutan Studi Literatur 3	10
Tabel 2. 7 Studi Literatur Jurnal 4.....	11
Tabel 2. 8 Lanjutan Studi Literatur 4	12
Tabel 2. 9 Studi Literatur Jurnal 5.....	13
Tabel 2. 10 Lanjutan Studi Literatur Jurnal 5	14
Tabel 2. 11 Keterbaruan Penelitian	15
Tabel 2. 12 Lanjutan Keterbaruan Penelitian.....	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi ESP 32 WROOM.....	32
Tabel 3. 2 Lanjutan Spesifikasi ESP 32 WROOM.....	33
Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor Tegangan	33
Tabel 3. 4 Spesifikasi Power Meter.....	34
Tabel 3. 5 Spesifikasi Baterai.....	35
Tabel 3. 6 Rincian pin I/O	36
Tabel 3. 7 Derajat Keanggotaan Tegangan Keluaran PLN	39
Tabel 3. 8 Derajat Keanggotaan Daya Terpakai.....	40
Tabel 3. 9 Derajat Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 1	42
Tabel 3. 10 Derajat Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 2.....	43
Tabel 3. 11 Derajat Keanggotaan Genset 1	44
Tabel 3. 12 Aturan Fuzzy	45
Tabel 3. 13 Lanjutan Aturan Fuzzy	46
Tabel 4. 1 Kondisi Genset Saat Simulasi	49
Tabel 4. 2 Parameter Pengujian Genset 1 On.....	50

Tabel 4. 3 Parameter Pengujian Genset 2 On.....	53
Tabel 4. 4 Parameter Pengujian Genset 1 dan Genset 2 On.....	57
Tabel 4. 5 Parameter Pengujian Genset 1 dan Genset 2 Off	59
Tabel 4. 6 Pengujian Matlab Genset 1 On.....	64
Tabel 4. 7 Pengujian Matlab Genset 2 On.....	65
Tabel 4. 8 Pengujian Matlab Genset 1 dan Genset 2 On.....	66
Tabel 4. 9 Pengujian Matlab Genset 1 dan Genset 2 Off.....	67
Tabel 4. 10 Nilai Alpha Masing - Masing Rules.....	76
Tabel 4. 11 Lanjutan Nilai Alpha Masing - Masing Rules.....	77



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus Keanggotaan Kurva Linier.....	25
Rumus 2.2 Rumus Keanggotaan Kurva Segitiga	25
Rumus 2.3 Rumus Keanggotaan Kurva Trapesium	26
Rumus 2.4 Rumus Keanggotaan Kurva Bahu	27
Rumus 3.1 Rumus Keanggotaan Tegangan Undervoltage	39
Rumus 3.2 Rumus Keanggotaan Tegangan Normal	40
Rumus 3.3 Rumus Keanggotaan Tegangan Overvoltage	40
Rumus 3.4 Rumus Keanggotaan Daya Kurang Dari <60%	41
Rumus 3.5 Rumus Keanggotaan Daya Lebih Dari <60%	41
Rumus 3.6 Rumus Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 1 Low	42
Rumus 3.7 Rumus Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 1 Normal	42
Rumus 3.8 Rumus Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 2 Low	44
Rumus 3.9 Rumus Keanggotaan Tegangan Baterai Genset 2 Normal	44