



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS KUALITAS DAYA PADA PANEL HUBUNG BAGI
TEGANGAN RENDAH SECARA *REAL-TIME* BERBASIS IoT
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

LAPORAN TUGAS AKHIR

KARIMA LANGGENG FADHILA

41421120053

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS KUALITAS DAYA PADA PANEL HUBUNG BAGI
TEGANGAN RENDAH SECARA *REAL-TIME* BERBASIS IoT
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Karima Langgeng Fadhila

NIM : 41421120053

Pembimbing : Ir. Yosy Rahmawati, S.ST., M.T

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Karima Langgeng Fadhila
N.I.M : 41421120053
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Kualitas Daya pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah Secara *Real-Time* Berbasis IoT 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 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

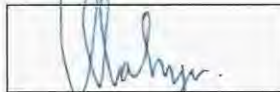
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Ir. Yosy Rahmawati, S.ST., M.T
NIDN/NIDK/NIK : 0620119201



Ketua Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST, MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501



Anggota Penguji : Galang P. N. Hakim S.T., M.T.,
IPM
NIDN/NIDK/NIK : 0304128502



Jakarta, 27 Juli 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Kaprodi S1 Teknik Elektro *h.*



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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Karima Langgeng Fadhila
N.I.M : 41421120053
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Kualitas Daya pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah Secara *Real-Time* Berbasis IoT Menggunakan Metode *Fuzzy logic*

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan tugas akhir yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan memperoleh gelar Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Universitas Mercu Buana, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari laporan tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Strata Satu (S1) di lingkungan Universitas Mercu Buana maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Juli 2023



Karima Langgeng Fadhila

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KUALITAS DAYA PADA PANEL HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH SECARA *REAL-TIME* BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*” dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan memperoleh gelar Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Universitas Mercu Buana disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tugas akhir selesai tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan gelar Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Universitas Mercu Buana. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas terselesaikannya tugas akhir ini kepada :

1. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
2. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Ir. Yosy Rahmawati, S.ST., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu pegawai PT. PLN (Persero) UP3 Cengkareng yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta staff pegawai Jurusan Teknik khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan doa bagi penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	9
2.3 Jaringan Distribusi Tegangan Rendah.....	11
2.4 Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHBTR).....	11
2.5 Arus	13
2.6 Tegangan	14
2.7 Frekuensi	15
2.8 Ketidakseimbangan Beban.....	15
2.9 <i>Fuzzy Logic</i>	18
2.9.1 Metode Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	18
2.9.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	20
2.9.3 Inferensi (<i>Rule</i>) <i>Fuzzy</i>	23

2.9.4	<i>Defuzzyfikasi</i>	24
2.9.4.1	<i>Defuzzyfikasi Metode Mamdani</i>	25
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	26
3.2	Diagram Alir Penelitian	27
3.3	Variabel dan Metode	29
3.4	Sumber Data	29
3.5	Teknik Analisis Data	30
3.6	Sampling Pengambilan Data	30
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Sistem <i>Monitoring</i> PHBTR Secara <i>Real-time</i> Berbasis IoT	36
4.2	Data PHBTR	37
4.3	Data Hasil Pengukuran.....	38
4.3.1	Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu MCC4.....	38
4.3.2	Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu GRL2	39
4.3.3	Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu CKG116	41
4.4	Pembentukan Metode <i>Fuzzy</i>	42
4.4.1	Analisis Kualitas Daya Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>	42
4.4.1.1	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	43
4.4.1.2	<i>Rule Set</i> dari Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i>	48
4.4.2	Analisis Keseimbangan Beban Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>	52
4.4.2.1	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	52
4.4.2.2	<i>Rule Set</i> dari Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i>	56
4.5	Hasil Analisis Kualitas Daya Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>	57
4.5.1	Hasil Analisis Kualitas Daya pada Gardu MCC4	57
4.5.2	Hasil Analisis Kualitas Daya pada Gardu GRL2	59
4.5.3	Hasil Analisis Kualitas Daya pada Gardu CKG116.....	61
4.6	Hasil Analisis Keseimbangan Beban Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i>	63
4.6.1	Analisis Keseimbangan Beban pada Gardu MCC4.....	64
4.6.2	Analisis Keseimbangan Beban pada Gardu GRL2	67
4.6.3	Analisis Keseimbangan Beban pada Gardu CKG116	70

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem tenaga listrik	10
Gambar 2.2 PHBTR 8 jurusan	12
Gambar 2.3 Vektor diagram arus keadaan seimbang	16
Gambar 2.4 Vektor diagram arus keadaan tidak seimbang	16
Gambar 2.5 Representasi linear naik	20
Gambar 2.6 Representasi linear turun	21
Gambar 2.7 Representasi kurva segitiga	22
Gambar 2.8 Representasi kurva trapesium	22
Gambar 2.9 Contoh inferensi <i>fuzzy</i> mamdani	24
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian	28
Gambar 4.1 Panel sistem monitoring PHBTR berbasis IoT	37
Gambar 4.2 Variabel <i>input</i> dan <i>output</i> himpunan <i>fuzzy</i> kualitas daya	43
Gambar 4.3 Grafik fungsi keanggotaan tegangan RST pada gardu MCC4 dan GRL2	44
Gambar 4.4 Grafik fungsi keanggotaan arus RST pada gardu MCC4 dan GRL2	45
Gambar 4.5 Grafik fungsi keanggotaan frekuensi pada gardu MCC4 dan GRL2	45
Gambar 4.6 Grafik fungsi keanggotaan suhu pada gardu MCC4 dan GRL2	46
Gambar 4.7 Grafik fungsi keanggotaan indikasi pada gardu MCC4, GRL2 dan CKG116	47
Gambar 4.8 Grafik fungsi keanggotaan kualitas daya pada gardu MCC4, GRL2 dan CKG116	47
Gambar 4.9 Grafik fungsi keanggotaan arus RST pada gardu CKG116	48
Gambar 4.10 Variabel <i>input</i> dan <i>output</i> himpunan <i>fuzzy</i> keseimbangan beban	53
Gambar 4.11 Grafik fungsi keanggotaan arus R, S, dan T pada gardu MCC4	54
Gambar 4.12 Grafik fungsi keanggotaan keseimbangan beban pada gardu MCC4, GRL2 dan CKG116	55
Gambar 4.13 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.3 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	58

Gambar 4.14 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.3 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	58
Gambar 4.15 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.5 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	60
Gambar 4.16 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.5 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	60
Gambar 4.17 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.7 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	62
Gambar 4.18 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.7 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	62
Gambar 4.19 Hasil analisis keseimbangan beban pada tabel 4.2 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	64
Gambar 4.20 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.2 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	65
Gambar 4.21 Hasil analisis keseimbangan beban pada tabel 4.4 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	67
Gambar 4.22 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.4 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	68
Gambar 4.23 Hasil analisis keseimbangan beban pada tabel 4.6 kolom 1 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	70
Gambar 4.24 Hasil analisis kualitas daya pada tabel 4.6 kolom 2 menggunakan metode <i>fuzzy</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekap Perbandingan Penelitian Terkait	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Teknis PHB – TR	13
Tabel 2.3 Persentase Ketidakseimbangan Arus Antar Fasa	17
Tabel 3.1 <i>Timeline</i> tahapan proses analisis kualitas daya	26
Tabel 3.2 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu MCC4 Siang Hari	31
Tabel 3.3 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu MCC4 Malam Hari	31
Tabel 3.4 Rata-Rata Pengukuran Beban Trafo pada Gardu MCC4	32
Tabel 3.5 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu GRL2 Siang Hari	32
Tabel 3.6 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu GRL2 Malam Hari	33
Tabel 3.7 Rata-Rata Pengukuran Beban Trafo pada Gardu GRL2	33
Tabel 3.8 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu CKG116 Siang Hari	34
Tabel 3.9 Laporan Pengukuran Beban Trafo pada Gardu CKG116 Malam Hari	34
Tabel 3.10 Rata-Rata Pengukuran Beban Trafo pada Gardu CKG116	35
Tabel 4.1 Spesifikasi PHBTR	37
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu MCC4	38
Tabel 4.3 Rata-Rata Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu MCC4	39
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu GRL2	40
Tabel 4.5 Rata-Rata Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu GRL2	40
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu CKG116	41
Tabel 4.7 Rata-Rata Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu CKG116	42
Tabel 4.8 Variabel <i>Input</i> kualitas daya pada Gardu MCC4 dan GRL2	44
Tabel 4.9 Variabel <i>Output</i> kualitas daya pada Gardu MCC4, GRL2 dan CKG116	46
Tabel 4.10 Variabel <i>Input</i> kualitas daya pada Gardu CKG116	48
Tabel 4.11 <i>Rules</i> Himpunan <i>Fuzzy</i> untuk Kualitas Daya	49
Tabel 4.12 Variabel <i>Input</i> keseimbangan beban pada Gardu MCC4	53
Tabel 4.13 Variabel <i>Input</i> keseimbangan beban pada Gardu GRL2	54
Tabel 4.14 Variabel <i>Input</i> keseimbangan beban pada Gardu CKG116	55

Tabel 4.15 Variabel <i>Output</i> keseimbangan beban pada Gardu MCC4, GRL2 dan CKG116	55
Tabel 4.16 <i>Rules</i> Himpunan <i>Fuzzy</i> untuk Keseimbangan Beban	56
Tabel 4.17 Hasil Analisis Data Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu MCC4 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	59
Tabel 4.18 Hasil Analisis Data Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu GRL2 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	61
Tabel 4.19 Hasil Analisis Data Pengukuran Kualitas Daya pada Gardu GRL2 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	63
Tabel 4.20 Hasil Analisis Data Pengukuran Keseimbangan Beban pada Gardu MCC4 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	65
Tabel 4.21 Tabel Rata-Rata Arus dan nilai a, b, c Gardu MCC4	66
Tabel 4.22 Hasil Analisis Data Pengukuran Keseimbangan Beban pada Gardu GRL2 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	68
Tabel 4.23 Tabel Rata-Rata Arus dan nilai a, b, c Gardu GRL2	69
Tabel 4.24 Hasil Analisis Data Pengukuran Keseimbangan Beban pada Gardu CKG116 Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	71
Tabel 4.25 Tabel Rata-Rata Arus dan nilai a, b, c Gardu CKG116	72

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Perhitungan Arus Lisrik	14
Persamaan 2.2 Perhitungan Tegangan	14
Persamaan 2.3 Perhitungan Beban Rata-Rata	17
Persamaan 2.4 Perhitungan Koeffisien a, b, dan c	17
Persamaan 2.5 Perhitungan % Ketidakseimbangan beban	18



UNIVERSITAS
MERCU BUANA