



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS OPTIMALISASI JATUH TEGANGAN PADA
GARDU DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE *LOAD
FLOW* ETAP 21.0.1 GUNA MENINGKATKAN MUTU
PELAYANAN DI PT PLN (PERSERO)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**MIFTAHUL FARID
41423110082**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS OPTIMALISASI JATUH TEGANGAN PADA
GARDU DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE *LOAD
FLOW* ETAP 21.0.1 GUNA MENINGKATKAN MUTU
PELAYANAN DI PT PLN (PERSERO)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : MIFTAHUL FARID
NIM : 41423110082
PEMBIMBING : Akhmad Wahyu Dani, ST., MT

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Miftahul Farid
NIM : 41423110082
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Optimalisasi Jatuh Tegangan pada Gardu Distribusi Menggunakan Metode *Load Flow* ETAP 21.0.1 Guna Meningkatkan Mutu Pelayanan di PT PLN (Persero)

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 : Akhmad Wahyu Dani, ST., MT
NUPTK : 7052763664130323

Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si, MT. Ph.D.
NUPTK : 1852754655131132

Anggota Penguji : Triyanto Pangaribowo, ST, MT
NUPTK : 1240756657130123

Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

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

Kaprodi SI 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 : MIFTAHUL FARID
NIM : 41423110082
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS OPTIMALISASI JATUH TEGANGAN PADA GARDU DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE LOAD FLOW ETAP 21.0.1 GUNA MENINGKATKAN MUTU PELAYANAN DI PT PLN (PERSERO)

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 30 Januari 2025** dengan hasil presentase sebesar **9%** 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, 30 Januari 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftahul Farid
N.I.M : 41423110082
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Optimalisasi Jatuh Tegangan pada Gardu Distribusi Menggunakan Metode *Load Flow* ETAP 21.0.1 Guna Meningkatkan Mutu Pelayanan di PT PLN (Persero)

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, 20 Januari 2025



Miftahul Farid

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Saat ini listrik sudah menjadi kebutuhan primer. Sebagai perusahaan listrik di Indonesia, PT PLN (Persero) dituntut untuk dapat melayani kebutuhan listrik pelanggan dengan kualitas terbaik. Salah satu indikator kualitas listrik adalah tegangan. Tegangan yang didistribusikan dari PLN ke pelanggan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Sesuai T6.001 2013, perbedaan tegangan pelayanan tidak boleh lebih dari -10% dan $+5\%$ dari tegangan nominal sistem.

Pada gardu distribusi CP191 tegangan ujung yang terukur adalah 197 V dengan presentase jatuh tegangan sebesar $14,7\%$ dari tegangan nominal. Hal ini menyebabkan kerugian dari pelanggan yang disuplai dari gardu tersebut dan berpengaruh pada kinerja pelayanan PLN. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dari analisis hasil ukur dan perhitungan jatuh tegangan, ditemukan bahwa penyebab dari jatuh tegangan pada gardu CP191 dikarenakan panjang jaringan tegangan rendah (JTR) yang terlalu panjang. Sehingga dibutuhkan rekonfigurasi jaringan dengan mengalihkan sebagian jaringan ke gardu terdekat yaitu gardu CP272.

Setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan, tegangan ujung gardu CP191 mengalami perbaikan menjadi 213 V dengan presentase jatuh tegangan menjadi 8% sesuai standar yang berlaku. Sedangkan untuk gardu CP272 sebagai gardu penampung untuk rekonfigurasi jaringan, tegangan ujungnya semula 216 V berubah menjadi 210 V dan presentase jatuh tegangan yang semula $4,4\%$ berubah menjadi $7,3\%$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rekonfigurasi jaringan merupakan penanganan yang efektif untuk mengatasi jatuh tegangan pada gardu CP191.

Kata Kunci : Distribusi Listrik, Jatuh Tegangan, Panjang Jaringan, Rekonfigurasi Jaringan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Right now, electricity has become a primary need. As an electricity company in Indonesia, PT PLN (Persero) is expected to meet customer electricity needs with the best quality. One indicator of electricity quality is voltage. The voltage distributed from PLN to customers must meet the applicable standards. According to SPLN T6.001 2013, the service voltage difference should not exceed -10% and +5% of the nominal system voltage.

At the CP191 distribution substation, the measured end voltage is 197 V with a voltage drop percentage of 14.7% from the nominal voltage. This causes losses for the customers supplied by that substation and affects PLN's service performance. Therefore, improvements need to be made to address this issue. From the analysis of the measurements and voltage drop calculations, it was found that the cause of the voltage drop at the CP191 substation is due to the excessively long low voltage network (JTR). Thus, a network reconfiguration is needed by diverting part of the network to the nearest substation, which is the CP272 substation.

After the network reconfiguration, the voltage at the end of the CP191 substation improved to 213 V with a voltage drop percentage of 8% according to the applicable standards. Meanwhile, for the CP272 substation, which serves as a reservoir for the network reconfiguration, the initial voltage of 216 V changed to 210 V, and the voltage drop percentage increased from 4.4% to 7.3%. This result shows that network reconfiguration is an effective way to address voltage drop issues at the CP191 substation.

Keywords: *Electricity Distribution, Voltage Drop, Network Length, Network Reconfiguration*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, yang selalu memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Semoga shalawat dan salam selalu dilimpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, suri tauladan bagi kita semua.

Tugas Akhir dengan judul “Analisis Optimalisasi Jatuh Tegangan pada Gardu Distribusi Menggunakan Metode *Load Flow* ETAP 21.0.1 Guna Meningkatkan Mutu Pelayanan di PT PLN (Persero)”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.

Tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan istri yang sudah memberikan doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Akhmad Wahyu Dani, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan semangat selama proses penyusunan tugas akhir ini, serta teman-teman seperjuangan yang selalu mengingatkan, mendukung dan memberikan motivasi sepanjang proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga, tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Jakarta, 20 Januari 2025

Penulis,



Miftahul Farid
41423110082

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/ <i>COVER</i>	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	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Proses Distribusi Tenaga Listrik	14
2.3 Klasifikasi Sistem Jaringan Distribusi Berdasarkan Ukuran Tegangan.....	16
2.4 Sistem Jaringan Tegangan Rendah	17
2.5 Segitiga Daya	23
2.5.1 Daya Aktif (Nyata)	24
2.5.2 Daya Semu	25
2.5.2 Daya Reaktif	25
2.6 Jatuh Tegangan.....	25
2.6.1 Penghitungan Jatuh Tegangan	26
2.7 Penanganan Jatuh Tegangan	28
2.7.1 Pecah Beban atau <i>Load Break</i>	28

2.7.2	Pengubahan Tap Changer Trafo	28
2.7.3	Penambahan Gardu Sisip	29
2.7.4	Rekonfigurasi Jaringan	29
2.8	ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>)	29
2.9	Master Jardis	30
BAB III RANCANGAN PENELITIAN		32
3.1	Metode Penelitian.....	32
3.2	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian	33
3.3	Perhitungan Jatuh Tegangan	34
3.4	Perancangan Penanganan Jatuh Tegangan	34
3.5	Simulasi ETAP	35
3.6	Metode <i>Load Flow Analysis</i>	35
BAB IV PEMBAHASAN		37
4.1	<i>Single Line Diagram</i>	37
4.2	Data Aset Gardu Distribusi	39
4.2.1	Profil Gardu Distribusi CP191.....	39
4.3	Data Pengukuran Beban Trafo CP191	41
4.3.1	Data Pengukuran Beban Trafo CP191	41
4.4	Analisis dan Perhitungan Jatuh Tegangan.....	42
4.4.1	Perhitungan dan Simulasi Jatuh Tegangan	42
	Dimana,.....	43
4.4.2	Analisis Penyebab Jatuh Tegangan.....	45
4.5	Analisis Penanganan Jatuh Tegangan	49
4.5.1	Analisis Penanganan dengan Pecah Beban.....	49
4.5.2	Analisis Penanganan dengan Pengubahan Tap Changer Trafo	50
4.5.3	Analisis Penanganan dengan Gardu Sisip	56
4.5.3	Analisis Penanganan dengan Rekonfigurasi Jaringan	57
4.6	Simulasi Perhitungan Jatuh Tegangan Menggunakan <i>Software</i> ETAP	
21.0.1	61
4.6.1	Simulasi Jatuh Tegangan Gardu CP191 Sebelum Rekonfigurasi Jaringan.....	61
4.6.2	Simulasi Jatuh Tegangan Gardu CP191 Sesudah Rekonfigurasi Jaringan.....	62
4.6.3	Simulasi Jatuh Tegangan Gardu CP272 Sebelum Rekonfigurasi Jaringan.....	64

4.6.4 Simulasi Jatuh Tegangan Gardu CP272 Setelah Rekonfigurasi Jaringan.....	65
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70



U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Wilayah Kerja PLN UP3 Ciputat	2
Gambar 2.1 Skema Sistem Tenaga Listrik.....	15
Gambar 2.2 Skema Sistem Distribusi Tenaga Listrik Dari Pembangkit Sampai Konsumen	16
Gambar 2.3 Sistem Distribusi Primer dan Sekunder	17
Gambar 2.4 Gardu Distribusi Tipe Beton	19
Gambar 2.5 Gardu Distribusi Tipe Portal RMU	20
Gambar 2.6 Transformator Distribusi Tiga Fasa	21
Gambar 2.7 Segitiga Daya	24
Gambar 2.8 Tampilan Workspace dari <i>Software</i> ETAP 21.0.1	30
Gambar 2.9 Tampilan Master Jardis	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Contoh Hasil <i>Load Flow Analysis</i> ETAP.....	36
Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Anoda.....	38
Gambar 4.2 Sipil Gardu CP191	40
Gambar 4.3 <i>Nameplate</i> Trafo Gardu CP191.....	40
Gambar 4.4 Peta Jaringan Gardu CP191.....	41
Gambar 4.5 Simulasi <i>Load Flow</i> Jaringan Gardu CP191 <i>Exsisting</i>	44
Gambar 4.6 Simulasi <i>Load Flow</i> Jaringan Ujung Gardu CP191 <i>Exsisting</i>	44
Gambar 4.7 Letak Jatuh Tegangan pada Jaringan Gardu CP191.....	49
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Pengubahan Tap Changer Trafo	55
Gambar 4.9 Gardu Distribusi di Sekitar Gardu CP191.....	56
Gambar 4.10 Peta Jaringan Gardu Terdekat dengan Lokasi Jatuh Tegangan CP191	58
Gambar 4.11 Single Line Diagram Simulasi Jaringan CP191	62
Gambar 4.12 Single Line Diagram Simulasi Jaringan CP191 Sesudah Rekonfigurasi Jaringan.....	63
Gambar 4.13 Single Line Diagram Simulasi Jaringan CP272 Sebelum Rekonfigurasi Jaringan.....	64
Gambar 4.14 Single Line Diagram Simulasi Jaringan CP272 Sesudah Rekonfigurasi Jaringan.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekap Jurnal Studi Literatur	10
Tabel 2.2 Vektor Group dan Daya Transformator	21
Tabel 2.3 Karakteristik Kabel Pilin NFA2X-T	26
Tabel 4.1 Profil dan Spesifikasi Transformator CP191	39
Tabel 4.2 Data Pengukuran Beban Trafo CP191	42
Tabel 4.3 Tabel Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan CP191.....	45
Tabel 4.4 Tabel Tahanan Jenis Kabel Tembaga	48
Tabel 4.5 Tabel Nilai Tegangan Tap Trafo.....	50
Tabel 4.6 Hasil Simulasi Perubahan Tap Trafo pada <i>Software</i> ETAP 21.0.1....	54
Tabel 4.7 Hasil Ukur Gardu Terdekat CP191	57
Tabel 4.8 Perbandingan Jatuh Tegangan Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi Jaringan	66

