

TUGAS AKHIR

ANALISIS SUSUT DAYA PADA PENYULANG WIRATNO PT PLN UP3 SURABAYA UTARA



Disusun Oleh :

KRISNA SYAPUTRA

NBI : 1452000033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SUSUT DAYA PADA PENYULANG WIRATNO
PT PLN UP3 SURABAYA UTARA**



Disusun Oleh :

KRISNA SYAPUTRA

NBI : 1452000033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Krisna Syaputra
NBI : 1452000033
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : Analisis Susut Daya pada Penyulang Wiratno
PT PLN UP3 Surabaya Utara

Menyetujui,

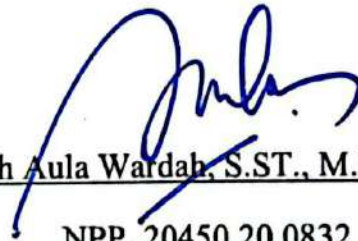
Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Gatut Budiono, M.Sc.

NPP. 20450.89.0181



Izzah Aula Wardah, S.ST., M.Eng. Sc.

NPP. 20450.20.0832

Mengetahui,

Dekan

Ketua

Fakultas Teknik

Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ir. Sannyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.

NPP. 20410.90.0197



Ir. Puji Slamet, M.T.

NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Krisna Syaputra
NBI : 1452000033
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“Analisis Susut Daya Pada Penyulang Wiratno PT PLN UP3 Surabaya Utara”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 09 Juli 2024
Yang Menyatakan



Krisna Syaputra
NBI. 1452000033



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Krisna Syaputra
NBI/NPM : 1452000033
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya :

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

“Analisis Susut Daya Pada Penyulang Wiratno PT PLN UP3 Surabaya Utara”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 09 Juli 2024

Yang Menyatakan,

Krisna Syaputra
NBI 1452000033

Stamp: PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA, MEVIRA TEALPE, 548ALX26473761

ABSTRAK

Energi listrik yang didistribusikan tidak diterima sebanyak energi listrik yang ditransmisikan, sehingga tidak semua energi listrik yang ditransmisikan dapat dijual, menyebabkan PT PLN mengalami kerugian biaya akibat kehilangan energi sebagai penyedia energi listrik kepada konsumen. Dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan infrastruktur yang pesat, kebutuhan listrik meningkat dari tahun ke tahun, sehingga arus beban pun meningkat, menjadi salah satu penyebab susut daya listrik. Fenomena susut daya terjadi saat energi listrik mengalir melalui jaringan distribusi, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti resistansi kabel. Dalam penelitian ini, perhitungan dilakukan untuk mengestimasi susut daya akibat resistansi saluran dan rugi trafo yang dihasilkan oleh arus beban yang mengalir, dengan mengabaikan susut daya yang diakibatkan oleh induktansi dan kapasitansi. Hasil perhitungan menunjukkan susut daya total pada penyulang Wiratno sebesar 25.070 watt (0,72%) berbanding dengan daya total sebesar 3.495.850 watt. Susut daya yang terjadi masih normal tidak melebihi ketentuan sebesar 5%. Dengan susut daya total antar saluran berkisar antara 432 watt sampai 939 watt. Susut daya antar saluran terkecil terdapat pada gardu trafo AE124 sebesar 432 watt, sedangkan susut terbesar terdapat pada gardu trafo AE210 sebesar 939 watt. Rugi total trafo berkisar antara 432 watt sampai 938 watt, dengan rugi terkecil terdapat pada trafo AE125 sebesar 432 watt, sementara rugi terbesar terdapat pada trafo AE211 sebesar 939 watt.

Kata Kunci: Susut Daya, Energi Listrik, Rugi Rugi Trafo

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul "Analisis Susut Daya pada Penyulang Wiratno PT PLN UP3 Surabaya Utara".

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penulisan tugas akhir ini. Terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro di Universitas 17 Agustus 1945. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis susut daya yang terjadi pada penyulang wiratno UP3 Surabaya Utara.

Keterbatasan ilmu dan pengetahuan dari penulis membuat skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dukungan pihak lain. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberi kemudahan dan kelancaran serta rahmat-Nya selama penulisan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa restu serta dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kedua kakak penulis yang telah memberi doa restu serta dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Puji Slamet, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Ir. Gatut Budiono, MSc. selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Izzah Aula Wardah, S.ST., M.Eng. Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr., M.T. selaku koordinator tugas akhir sistem tenaga.
8. Seluruh dosen prodi Teknik elektro.
9. Teman - teman penulis squad "Epic Abadi". Serta teman – teman teknik elektro yang selalu mensupport untuk menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

10. Terima kasih kepada UP3 Surabaya Utara dan ULP Kenjeran yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, penulis selalu terbuka terhadap kritik dan saran demi kesempurnaan dari penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat, khususnya kepada para pembaca.

Surabaya, 09 Juli 2024

Krisna Syaputra

NBI. 1452000033

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Kontribusi Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2.1. Pembangkit Tenaga Listrik	7
2.2.2. Pembangkit Tenaga Listrik	7
2.2.3. Gardu Induk.....	8
2.2.4. Sistem Distribusi	10
2.3. Jenis Konfigurasi Jaringan Distribusi Primer.....	13
2.3.1. Konfigurasi Interkoneksi.....	13
2.3.2. Konfigurasi Sistem Spot Network.....	13

2.3.3.	Konfigurasi Spindel.....	14
2.3.4.	Konfigurasi Loop	14
2.3.5.	Konfigurasi Radial	15
2.4.	Saluran Udara Tegangan Menengah	16
2.5.	Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)	16
2.6.	Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM).....	17
2.7.	Komponen Utama Konstruksi Saluran Udara Tegangan Menengah	17
2.7.1	Penghantar	17
2.7.2	Konektor(<i>connector</i>)	18
2.7.3	Isolator.....	19
2.7.4	Tiang	20
2.8.	Tahanan Resistansi	21
2.9.	Gardu Distribusi	21
2.9.1.	Gardu Portal	22
2.9.2.	Gardu Cantol	23
2.9.3.	Gardu Beton	24
2.9.4.	Gardu Kios	25
2.10.	Transformator.....	26
2.11.	Transfomator Distribusi	27
2.11.1.	Transfomator Tiga Fasa	27
2.12.	Prinsip Kerja Transformator.....	29
2.13.	Daya	30
2.13.1.	Segitiga Daya	30
2.13.2.	Daya Semu	31
2.13.3.	Daya Aktif.....	31
2.13.4.	Daya Reaktif.....	32
2.14.	Susut Daya.....	32
2.14.1.	Susut Daya Teknis.....	32
2.14.2.	Susut Daya Non Teknis.....	33
2.15.	Susut Daya Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	33

2.15.1.	Susut Daya Total Jaringan Distribusi Tegangan Menengah	34
2.15.2.	Susut Daya Antar Titik Saluran Distribusi Primer	34
2.16.	Rugi rugi Tembaga Pada Transformator	35
BAB III.	METODE PENELITIAN.....	37
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2.	Jenis Penelitian.....	37
3.3.	Peralatan Yang Digunakan.....	37
3.4.	Flowchart.....	38
3.5.	Studi Literatur	38
3.6.	Pengumpulan Data	39
3.6.1.	Single Line Diagram	39
3.6.2.	Data Rugi Rugi Trafo	40
3.6.3.	Data Arus Dan Tegangan Pada penyulang Wiratno.....	41
3.6.4.	Data Saluran Pada penyulang Wiratno.....	43
3.7.	Pengolahan Data.....	45
3.8.	Jadwal Kegiatan	48
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1.	Analisis Beban Sisi Tegangan Menengah	49
4.2.	Perhitungan Arus Nominal Dan Resistansi Tembaga	50
4.2.1.	Arus Nominal	50
4.2.2.	Resistansi Tembaga.....	50
4.3.	Rugi – Rugi Trafo	51
4.4.	Rugi – Rugi Rugi Rugi Total Trafo	52
4.5.	Perhitungan Daya dan Arus sisi tegangan menengah	53
4.6.	Perhitungan Daya Saluran Antar dua titik.....	54
4.6	Perhitungan Presentase Susut Daya Pada Penyulang Wiratno.....	56
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65
Lampiran 1		65

Lampiran 2	66
Lampiran 3	67
Lampiran 4	69
Lampiran 5	71
Lampiran 6	73
Lampiran 7	75
Lampiran 8	77
Lampiran 9	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2. 2 PHBTR.....	11
Gambar 2. 3 NH FUSE.....	12
Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi Primer dan Sekunder.....	13
Gambar 2. 5 Konfigurasi Spindel[7].....	14
Gambar 2. 6 Konfigurasi Sistem Loop.....	15
Gambar 2. 7 Konfigurasi Sistem Radial.....	15
Gambar 2. 8 Saluran Udara Tegangan Menengah.....	16
Gambar 2. 9 Kabel Telanjang.....	17
Gambar 2. 10 Kabel XLPE.....	18
Gambar 2. 11 Konektor.....	18
Gambar 2. 12 Isolator Tumpu.....	19
Gambar 2. 13 Isolator Tarik.....	20
Gambar 2. 14 Tiang Listrik.....	20
Gambar 2. 15 Gardu Portal.....	22
Gambar 2. 16 Gardu Cantol.....	23
Gambar 2. 17 Fuse Cut Out.....	24
Gambar 2. 18 Gardu Beton.....	25
Gambar 2. 19 Gardu Kios.....	26
Gambar 2. 20 Hubung Bintang.....	28
Gambar 2. 21 Hubung Delta.....	28
Gambar 2. 22 Hubung Zig Zag.....	29
Gambar 2. 23 Kontruksi Trafo.....	30
Gambar 2. 24 Segitiga Daya.....	31
Gambar 2. 25 Saluran distribusi primer.....	34
Gambar 3. 3 Flowchart.....	38
Gambar 3. 1 Singleline Diagram Penyulang Wiratno.....	39
Gambar 3. 2 <i>Langkah Perhitungan Susut Daya</i>	45
Gambar 4. 1 Grafik Total Susut Daya.....	57
Gambar 4. 2 Grafik Persen Susut Daya.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rugi Besi Dan Rugi Tembaga[11]	40
Tabel 3. 2 Data Arus Dan Tegangan Pada Bulan November 2023 – Januari 2024...	41
Tabel 3. 3 Impedansi Penghantar	43
Tabel 3. 4 Data Saluran Penyulang Wiratno	44
Tabel 3. 6 Jadwal Kegiatan	48
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Beban Sisi Tegangan Menengah	49
Tabel 4. 2 Arus Nominal Transformator Dan Resistansi Tembaga Perfasa	51
Tabel 4. 3 Susut Tembaga Perfasa dan Rugi inti Besi	52
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rugi Total Trafo	53
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Daya dan Arus Sisi tegangan menengah	54
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Susut Saluran	55
Tabel 4. 7 Presentase susut daya total penyulang	56