

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR
DAYA 30 MVA GARDU INDUK KERAMASAN DI PT PLN (PERSERO)**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi DIII Teknik Listrik**

**OLEH
WILLY DOZEN
062230310470**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR
DAYA 30 MVA GARDU INDUK KERAMASAN DI PT PLN (PERSERO)



OLEH
WILLY DOZEN
062230310470

Menyetujui,

Pembimbing I,

Herman Yani, S.T., M.Eng.
NIP. 196510011990031006

Pembimbing II,

Mutiar, S.T., M.T.
NIP. 196410051990031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
D III Teknik Listrik

Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001



KEMENTRIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

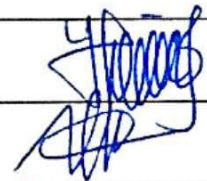
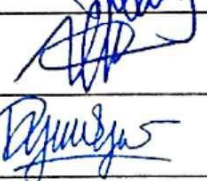
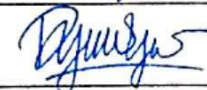
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp. 0711 353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

**BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR**

Pada hari ini, Rabu tanggal 16 bulan Juli tahun 2025 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya :

Nama : Willy Dozen
Tempat/Tgl Lahir : Lampung / 30 September 2003
NPM : 062230310470
Ruang Ujian : 5
Judul Laporan Akhir : Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Transformator
Daya 30 MVA di PT PLN (Persero) Gardu Induk
Keramasan

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	YESSI MARNIATI, S.T. MT	Ketua	
2	M. NOER, S.ST. MT	Anggota	
3	DYAH UTARI Y.W, S.T. MT	Anggota	
4		Anggota	

Mengetahui
Koordinator Program Studi



Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Willy Dozen
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Lampung, 30 September 2003
Alamat : Jl. Tanjung Sari Blok. D7 Kel. Bukit Baru
Kec. Ilir Barat I Palembang
NPM : 062230310470
Jurusan / Program Studi : Teknik Elektro / Diploma III Teknik Listrik
Judul Laporan Akhir : Analisis Ketidakseimbangan Beban pada
Transformator Daya 30 MVA Gardu Induk
Keramasan di PT PLN (Persero)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggungjawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah dan Transkrip (ASLI dan COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2025



Willy Dozen

MOTTO

Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, pasti akan berhasil.

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT., Laporan Akhir ini saya persembahkan kepada:

- ❖ Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
- ❖ Dosen Pembimbing yang terhormat, Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. dan Bapak Mutiar, S.T., M.T. yang telah memberikan arahan dan ilmu yang bermanfaat.
- ❖ Almamater kebanggaan, Politeknik Negeri Sriwijaya tempat saya menyematkan gelar ini.

ABSTRAK

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 30 MVA GARDU INDUK KERAMASAN DI PT PLN (PERSERO)

WILLY DOZEN

062230310470

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Transformator daya memiliki peran penting dalam menjaga kualitas dan kontinuitas distribusi energi listrik. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam operasionalnya adalah ketidakseimbangan beban antar fasa, yang dapat menyebabkan peningkatan arus netral, rugi-rugi daya, dan penurunan efisiensi transformator. Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Keramasan PT PLN (Persero) dengan fokus pada transformator daya berkapasitas 30 MVA. Tujuannya adalah untuk menganalisis tingkat ketidakseimbangan beban berdasarkan data pengukuran arus tiga fasa selama 24 jam pada tanggal 29 Mei 2025, serta mengevaluasi dampaknya terhadap kinerja transformator. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data, perhitungan persentase ketidakseimbangan, analisis arus netral, dan rugi-rugi daya. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat ketidakseimbangan beban berkisar antara 1,13% hingga 6,94%, dengan beberapa waktu melebihi standar yang ditetapkan SPLN dan IEEE. Meskipun sebagian besar berada dalam batas toleransi teknis, pemantauan dan penyeimbangan beban tetap diperlukan untuk menjaga keandalan sistem distribusi.

Kata kunci : Transformator, ketidakseimbangan, beban, arus, daya

ABSTRACT

ANALYSIS OF LOAD UNBALANCE ON THE 30 MVA TRANSFORMER AT THE KERAMASANS SUBSTATION AT PT PLN (PERSERO)

WILLY DOZEN

062230310470

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIPLOMA III ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Power transformers play a crucial role in maintaining the quality and continuity of electrical energy distribution. One common operational issue is load imbalance among phases, which can lead to increased neutral current, power losses, and decreased transformer efficiency. This study was conducted at the Keramasan Substation of PT PLN (Persero), focusing on a 30 MVA power transformer. The objective was to analyze the degree of load imbalance based on three-phase current measurements taken over 24 hours on May 29, 2025, and to evaluate its impact on transformer performance. The methods used include data collection, load imbalance percentage calculation, neutral current analysis, and power loss evaluation. The results show that the load imbalance level ranged from 1.13% to 6.94%, with several instances exceeding the limits set by SPLN and IEEE standards. Although most values were within acceptable technical limits, regular monitoring and load balancing are essential to ensure the reliability of the power distribution system.

Keywords: Transformer, unbalance, load, current, power

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis hanturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta kuarunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul **“ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA GARDU INDUK KERAMASAN DI PT PLN (PERSERO)”** dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Laporan Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III pda Jurusan Teknik Elektro Program Studi D III Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam laporan akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga dapat menyelesaikan laporan ini mulai dari pengambilan data sampai proses penyusunan laporan ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan dan pengerjaan laporan akhir ini.
6. Bapak Mutiar, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan dan pengerjaan laporan akhir ini.
7. Bapak Kiki santoso, selaku TL JAR GI Keramasan.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan akhir ini sampai dengan selesai.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Laporan Akhir ini sangat berguna dan bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN BERITA ACARA.....	iii
HALAMAN SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Transformator	6
2.2 Karakteristik Transformator	7
2.3 Fungsi Transformator	7
2.4 Komponen Transformator.....	8
2.4.1 Inti Besi	8
2.4.2 Kumparan Transformator	8
2.4.3 Minyak Transformator	9
2.4.4 Tangki Transformator.....	9
2.4.5 Konservator Transformator	10

2.4.6	Sistem Pendinginan Transformator	10
2.4.7	Bushing Transformator.....	11
2.4.8	Pernapasan Transformator (<i>Dehydrating Breather</i>).....	12
2.4.9	Tap Changer	13
2.4.10	Radiator atau Sirip – sirip Pendingin.....	13
2.4.11	Alat Indikator.....	13
2.4.12	Rele Buchholz.....	13
2.4.13	Plat Nama	14
2.5	Prinsip Kerja Transformator	15
2.5.1	Transformator Tanpa Beban	16
2.5.2	Keadaan transformator berbeban	16
2.5.3	Rangkaian Ekuivalen Transformator.....	17
2.6	Jenis - Jenis Transformator	17
2.6.1	Transformator berdasarkan level tegangan	18
2.6.2	Transformator berdasarkan fungsinya.....	20
2.7	Beban pada Transformator.....	21
2.7.1	Beban Resistif	22
2.7.2	Beban Induktif.....	22
2.7.3	Beban Kapasitif.....	23
2.8	Ketidakseimbangan Beban	23
2.8.1	Penyebab Ketidakseimbangan Beban	25
2.8.2	Dampak Ketidakseimbangan Beban	26
2.8.3	Perhitungan Arus Netral dalam Sistem Tiga Fasa.....	27
2.8.4	Rugi-Rugi Daya akibat Arus Netral	28
2.8.5	Pentingnya Penanganan Ketidakseimbangan.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	Umum	31
3.2	Jenis Penelitian	31
3.3	Metode Penelitian	31
3.4	Objek Penelitian	32
3.5	Teknik Analisis Data.....	32
3.6	Prosedur Penelitian	32

3.7	<i>Name-Plate</i> Transformator	34
3.8	Spesifikasi Transformator.....	34
3.9	Data Operasional Transformator	35
3.10	Diagram Alir Penelitian.....	36
BAB IV PEMBAHASAN.....		38
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	38
4.2	Hasil Pengumpulan Data	38
4.3	Analisis Ketidakseimbangan Beban	38
4.4	Analisis Arus Netral.....	42
4.5	Evaluasi terhadap Rumusan Masalah	45
4.6	Faktor Penyebab Ketidakseimbangan	45
4.7	Rekomendasi Teknis.....	45
4.8	Analisis Arus Netral dan Dampaknya terhadap Rugi-Rugi Daya	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Transformator	6
Gambar 2.2 Inti Besi Transformator	8
Gambar 2.3 Kumparan Transformator	9
Gambar 2.4 Tangki Transformator	10
Gambar 2.5 Konservator Transformator	10
Gambar 2.6 Bushing Transformator.....	12
Gambar 2.7 Kristal Silikagel.....	12
Gambar 2.8 Tap Changer	13
Gambar 2.9 Rele Buchholz	14
Gambar 2.10 Plat Nama	15
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Transformator	16
Gambar 2.12 Rangkaian Sederhana Transformator Tanpa Beban	16
Gambar 2.13 Transformator dalam keadaan berbeban	17
Gambar 2.14 Rangkaian Ekuivalen Transformator.....	17
Gambar 2.15 Transformator Step Up	18
Gambar 2.16 Transformator Step Down	19
Gambar 2.17 Auto Transformator	20
Gambar 2.18 Jenis Transformator Berdasarkan Fungsinya	20
Gambar 2.19 Beban Resistif	22
Gambar 2.20 Beban Induktif.....	23
Gambar 2.21 Beban Kapasitif.....	23
Gambar 2.22 Vector Diagram Beban Seimbang	24
Gambar 2.23 Vector Diagram Beban Tidak Seimbang	25
Gambar 3. 1 Transformator Daya 30 MVA di Gardu Induk Keramasan.....	32
Gambar 3. 2 <i>Nameplate</i> Transformator Daya 30 MVA	34
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Grafik Persentase Ketidakseimbangan Beban per Jam	42
Gambar 4.2 Grafik Arus Netral akibat Ketidakseimbangan Beban	46

Gambar 4.3 Grafik Rugi-Rugi Daya pada Netral.....	47
---	----

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator Daya 30 MVA	24
Tabel 3.2 Data Operasional Tanggal 29 Mei 2025	24
Tabel 4.1 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban.....	40
Tabel 4.2 Perhitungan Arus Netral dan Rugi-Rugi Daya pada Netral	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
- Lampiran 2. Lembar Bimbingan Laporan Akhir (Pembimbing 1)
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir (Pembimbing 2)
- Lampiran 4. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (Pembimbing 1)
- Lampiran 5. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (Pembimbing 2)
- Lampiran 6. Surat Pengajuan Pengambilan Data
- Lampiran 7. Surat Balasan Pengajuan Pengambilan Data
- Lampiran 8. Data Spesifikasi Transformator Daya 30 MVA
- Lampiran 9. Data Operasional Transformator 30 MVA Tanggal 29 Mei 2025
- Lampiran 10. Dokumentasi Pengambilan Data