

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV
DI PT PLN (PERSERO) UP3 PALEMBANG**



**Laporan Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Litrik**

OLEH

M. NAUFAL HAFIZ ZAKY RIYADI

062330310451

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV
DI PT PLN (PERSERO) UP3 PALEMBANG**



OLEH

M. NAUFAL ILAFIZ ZAKY RIYADI

062330310451

Palembang, Juni 2026

Mengetahui,

Pembimbing I

Hairul, S.T., M.T.
NIP.196511261990031002

Pembimbing II

Pertiwi Nurul Hani, S.T., M.T.
NIP.199108181011032008

Mengetahui,

Ketika Jurusan Teknik Elektro



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

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Listrik



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

15/7/2026



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

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

**BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR**

Pada hari ini, ~~tanggal 23...~~ tanggal 23... bulan 06... tahun 2026 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya:

Nama : M. Naufal Hafiz Zaky Riyadi
Tempat/Tgl Lahir : Musi Banyuasin, 20 Februari 2005
NPM : 062330310451
Ruang Ujian : 05
Judul Laporan Akhir : Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi 20 kV Di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Sudirman Yahya, S.T., M.T.	Ketua	
2	MURHAIDA, S.T., MT.	Anggota	
3	Ir. Kasmir, M.T	Anggota	
4	Yonki Alexander Volka, M.Tr. T.	Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

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

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan :

Nama : M. Naufal Hafiz Zaky Riyadi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Musi Banyuasin, 20 Februari 2005
Alamat : Perumahan Dwi Kencana Utama Blok B.3 No.9,
Gandus, Palembang
NPM : 062330310451
Program Studi : D-III Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada
Transformator Distribusi 20 kV Di PT. PLN
(Persero) UP3 Palembang

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 dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah 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 bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, 2026

Yang Menyatakan



M. Naufal Hafiz Zaky Riyadi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*“Jika tidak bisa jadi orang baik, maka jangan jadi
orang jahat”*

(Choi Gang Seok-Teach you a Lesson)

*“Jangan anggap satu menitmu, sama dengan satu menit orang lain. Satu menit
saat ini, nantinya bisa membuat perubahan puluhan tahun”*

(Na Hwa Jin- Teach you a Lesson)

KUPERSEMBAHKAN KEPADA :

- ❖ Kepada orang tuaku. Terima kasih atas limpahan kasih sayang, perhatian, nasihat, do'a, dan restu serta dukungan materil yang tak pernah berhenti.
- ❖ Pembimbing 1 dan Pembimbing 2. Bapak Hairul, S.T., M.T. dan Ibu Pertiwi Nurul Utami, S.T., M.T. yang telah sabar membimbing saya. Saya ingin mengucapkan terima kasih karena telah membantu dan membimbing saya mungkin tanpa mereka saya tidak dapat menyelesaikan laporan ini.
- ❖ Dosen Teknik Listrik yang saya hormati.
- ❖ Teman – teman Mahasiswa Teknik Listrik Angkatan 2023 terutama Kelas 6 LA Politeknik Negeri Sriwijaya.
- ❖ Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya, Terima kasih atas 3 tahun kebersamaan dan ilmu yang telah diberikan selama ini.

ABSTRAK

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV DI PT PLN (PERSERO) UP3 PALEMBANG

(2026 : xvi + 54 Halaman + 28 Daftar Gambar + 15 Daftar Tabel + 14 Lampiran)

M. Naufal Hafiz Zaky Riyadi

062330310451

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi dapat menyebabkan pembebanan antar fasa menjadi tidak merata sehingga memengaruhi kinerja sistem distribusi tenaga listrik. Laporan akhir ini bertujuan untuk menganalisis tingkat ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi 20 kV Gardu PB0621 Penyulang Manado PT PLN (Persero) UP3 Palembang serta mengevaluasi hasil penyeimbangan beban yang dilakukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase ketidakseimbangan beban sebelum penyeimbangan sebesar 17,33% pada siang hari dan 20% pada malam hari. Nilai tersebut melebihi batas ketidakseimbangan beban yang ditetapkan dalam Standar PLN No. 17 Tahun 2014, yaitu maksimal 10%. Setelah dilakukan penyeimbangan beban, persentase ketidakseimbangan menurun menjadi 8,33% pada siang hari dan 9% pada malam hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyeimbangan beban efektif dalam menurunkan tingkat ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi sehingga kondisi operasi transformator menjadi lebih baik.

Kata Kunci : transformator, ketidakseimbangan, penyeimbangan.

ABSTRACT

ANALYSIS OF LOAD IMBALANCE IN A 20 KV DISTRIBUTION TRANSFORMER AT PT PLN (PERSERO) UP3 PALEMBANG

(2026 : xvi + 54 Pages + 28 List of Figures + 15 List of Tables + 14 Attachments)

M. Naufal Hafiz Zaky Riyadi

062330310451

Department of Electrical Engineering

Electrical Engineering Study Program

Sriwijaya State Polytechnic

Load imbalance in distribution transformers can cause unequal loading among phases, which may affect the performance of the electrical power distribution system. This final project aims to analyze the level of load imbalance in the 20 kV distribution transformer at PB0621 Distribution Substation, Manado Feeder, PT PLN (Persero) UP3 Palembang, and to evaluate the results of load balancing efforts. The analysis results showed that the percentage of load imbalance before load balancing was 17.33% during the daytime and 20% at night. These values exceeded the maximum load imbalance limit of 10% specified in PLN Standard No. 17 of 2014. After load balancing was carried out, the load imbalance percentage decreased to 8.33% during the daytime and 9% at night. The results indicate that load balancing is effective in reducing the level of load imbalance in distribution transformers, thereby improving transformer operating conditions.

Keywords : transformer, imbalance, balancing.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan umat Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan saat ini.

Alhamdulillah, penulis telah dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi 20 kV di PT PLN (Persero) UP3 Palembang”** dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Pembuatan Laporan Akhir ini adalah syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma III jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dalam bimbingan dan motivasi sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Allah SWT yang maha Esa, yang telah memberikan anugerah luar biasa dalam kehidupan manusia berupa kemampuan berfikir.
2. Kedua orang tua, Ayahanda dan Ibunda yang selalu mendukung dan mendoakan selama proses pembuatan laporan akhir.
3. Saudara yang selalu menemani, memberi dukungan selama pembuatan laporan akhir.
4. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom.,IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya .
7. Bapak Hairul, S.T., M.T., selaku Pembimbing I dalam pembuatan Laporan Akhir.

8. Ibu Pertiwi Nurul Utami, S.T., M.T., selaku Pembimbing II dalam pembuatan Laporan Akhir.
9. Bapak Reza Syahputra, selaku Pembimbing Lapangan PT. PLN (Persero) UP3 Palembang.
10. Teman – teman Mahasiswa Teknik Listrik Angkatan 2023 terutama Kelas 6 LA Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dalam penulisan, Bahasa maupun cara pemaparannya. Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan.....	2
1.3.2 Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penulisan	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Listrik Terapan	5
2.1.1 Tegangan Listrik.....	5
2.1.2 Daya Listrik	6
2.1.3 Arus Listrik.....	6

2.1.4	Segitiga Daya.....	7
2.2	Hubungan Transformator Tiga Phasa	8
2.2.1	Hubungan Bintang (Y).....	8
2.2.2	Hubungan Segitiga/Delta	9
2.3	Beban Listrik	9
2.3.1	Jenis-jenis Beban Listrik.....	10
2.4	Ketidakseimbangan Beban.....	11
2.5	Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	14
2.5.1	Sistem Jaringan Distribusi	15
2.6	Gardu Distribusi	16
2.7	Jenis – Jenis Gardu Distribusi.....	17
2.7.1	Gardu Portal.....	17
2.7.2	Gardu Cantol	18
2.7.3	Gardu Beton.....	19
2.7.4	Gardu Kios.....	19
2.7.5	Gardu Hubung	20
2.8	Transformator Tiga Phasa.....	20
2.9	Konstruksi Transformator	22
2.10	Prinsip Kerja Transformator	25
2.11	Perhitungan Arus Beban Penuh dan Persentase Transformator	26
2.11	Perangkat Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM).....	26
2.12	Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR).....	27
2.13	<i>Fuse Cut Out</i> (FCO)	29
2.14	<i>Lightning Arrester</i> (LA)	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		30
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	30
3.2	Metode Penelitian	30
3.3	Peralatan Bantu.....	31
3.4	Gardu PB0621	31
3.5	Tabel Spesifikasi Transformator pada Gardu PB0621	32
3.6	<i>Single Line Diagram</i> Gardu Portal.....	33
3.7	SOP Penyeimbangan Beban	33

3.7.1	Peralatan Kerja	34
3.7.2	Peralatan K3	36
3.7.3	Langkah Kerja	37
3.7.4	Prosedur Penelitian	37
3.8	Data Hasil Pengukuran pada Gardu PB0621	38
3.8.1	Data Pengukuran Beban Siang Sebelum Diseimbangkan	38
3.8.2	Data Pengukuran Beban Malam Sebelum Diseimbangkan	38
3.8.3	Data Pengukuran Beban Siang Setelah Diseimbangkan	39
3.8.4	Data Pengukuran Beban Malam Setelah Diseimbangkan	39
3.9	Diagram Alir (<i>Flowcart</i>).....	40
BAB IV PEMBAHASAN.....		41
4.1	Perhitungan Beban Siang Hari Sebelum Diseimbangkan	41
4.1.1	Perhitungan Pembebanan Transformator Sebelum Diseimbangkan Pada Siang Hari.....	41
4.1.2	Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator Sebelum Diseimbangkan Siang Hari	42
4.2	Perhitungan Beban Malam Hari Sebelum Diseimbangkan	43
4.2.1	Perhitungan Pembebanan Transformator Sebelum Diseimbangkan Pada Malam Hari.....	43
4.2.2	Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator Sebelum Diseimbangkan Malam Hari	44
4.3	Perhitungan Beban Siang Hari Setelah Diseimbangkan.....	45
4.3.1	Perhitungan Pembebanan Transformator Setelah Diseimbangkan Pada Siang Hari.....	45
4.3.2	Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator Setelah Diseimbangkan Siang Hari	46
4.4	Perhitungan Setelah Diseimbangkan Malam Hari.....	47
4.4.1	Perhitungan Pembebanan Transformator Setelah Diseimbangkan Pada Malam Hari.....	47
4.4.2	Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Transformator Setelah Diseimbangkan Malam Hari.	48
4.5	Analisis	49
4.5.1	Pembebanan Transformator Sebelum DiSeimbangkan	49
4.5.2	Pembebanan Transformator Setelah DiSeimbangkan	49
4.5.3	Ketidakseimbangan Beban Transformator Sebelum DiSeimbangkan.....	50

4.5.4	Ketidakseimbangan Beban Transformator Setelah DiSeimbangkan	50
4.6.5	Diagram Phasor Siang Hari Sebelum dan Sesudah Diseimbangkan	50
4.6.6	Diagram Phasor Malam Hari Sebelum dan Sesudah Diseimbangkan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Beda Potensial antara 2 terminal A–B	5
Gambar 2. 2 Listrik arus searah (DC)	7
Gambar 2. 3 Listrik arus bolak-balik (AC)	7
Gambar 2. 4 Segitiga Daya	8
Gambar 2.5 Hubungan bintang (Y).....	9
Gambar 2.6 Hubungan Segitiga/Delta	9
Gambar 2.7 Grafik beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif	10
Gambar 2.8 Simbol resistansi	10
Gambar 2.9 Simbol induktansi.....	11
Gambar 2.10 Simbol kapasitansi.....	11
Gambar 2.11 Vektor Diagram Arus Dalam Keadaan Seimbang	12
Gambar 2.12 Vektor Diagram Arus Dalam Keadaan Tidak Seimbang	13
Gambar 2.13 Diagram Sistem Tenaga Listrik.....	15
Gambar 2.14 Gardu Portal	18
Gambar 2.15 gardu Cantol	18
Gambar 2.16 Gardu Beton	19
Gambar 2.17 Gardu Kios	19
Gambar 2.18 Transformator Tiga Phasa	21
Gambar 2.19 Fluks Magnet Transformator.....	21
Gambar 2.20 Tipe – Tipe Transformator	22
Gambar 2.21 Prinsip Kerja Transformator.....	25
Gambar 3. 1 Gedung Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Palembang ...	30
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i> Gardu PB0621	31
Gambar 3. 3 Diagram Hubungan Belitan Transformator.....	32
Gambar 3. 4 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Portal.....	33
Gambar 3. 5 Diagram Alir (<i>Flowcart</i>)	40
Gambar 4. 2 Diagram Phasor Siang Hari Sebelum dan Sesudah Diseimbangkan	50
Gambar 4. 3 Diagram Phasor Malam Hari Sebelum dan Sesudah Diseimbangkan	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Transformator	32
Tabel 3. 2 Peralatan kerja yang digunakan dalam proses pengukuran	34
Tabel 3. 3 Peralatan K3/APD yang digunakan dalam proses pengukuran	36
Tabel 3. 4 Hasil pengukuran beban siang sebelum diseimbangkan.....	38
Tabel 3. 5 Hasil pengukuran beban malam sebelum diseimbangkan	38
Tabel 3. 6 Hasil pengukuran beban siang setelah diseimbangkan	39
Tabel 3. 7 Hasil pengukuran beban malam setelah diseimbangkan.....	39
Tabel 4. 1 Data pengukuran beban siang hari sebelum diseimbangkan	41
Tabel 4. 2 Data pengukuran beban malam hari sebelum diseimbangkan	43
Tabel 4. 3 Data pengukuran beban siang hari setelah diseimbangkan.....	45
Tabel 4. 4 Data pengukuran beban malam hari setelah diseimbangkan	47
Tabel 4. 5 Data beban sebelum diseimbangkan	49
Tabel 4. 6 Data beban setelah diseimbangkan	49
Tabel 4. 7 Data ketidakseimbangan beban sebelum diseimbangkan	50
Tabel 4. 8 Data ketidakseimbangan beban setelah diseimbangkan	50

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Kesepakatan Bimbingan I
- Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan II
- Lampiran 3 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 4 Lembar Permohonan Surat Pengambilan Data LA
- Lampiran 5 Lembar Surat Balasan dari Perusahaan
- Lampiran 6 Lembar Bimbingan Sisak
- Lampiran 7 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 8 Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir (Sisak)
- Lampiran 9 Lembar Pengajuan Judul Tugas Akhir (Sisak)
- Lampiran 10 Lembar Pengesahan Judul Tugas Akhir (Sisak)
- Lampiran 11 Lembar Konsultasi Tugas Akhir Pembimbing I (Sisak)
- Lampiran 12 Lembar Konsultasi Tugas Akhir Pembimbing II (Sisak)
- Lampiran 13 Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir (Sisak)
- Lampiran 14 Lembar Pengesahan Data