

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG  
DUCATI DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON KENTEN**



**LAPORAN AKHIR**

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan  
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Listrik

**Oleh:**

**RAYMOND TOGI SITORUS**

**061930311846**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2022**

ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG  
DUCATI DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON KENTEN



OLEH

RAYMOND TOGI SITORUS

061930311846

Palembang, April 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

Mutiar, S.T., M.T.

NIP. 196410051990031004

Bersiap Ginting, S.T., M.T.

NIP. 196303231989031002

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Listrik

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.

NIP. 196501291991031002

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Raymond Togi Sitorus  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 26 September 2001  
Alamat : Jl. Perindustrian 1 Villa Sukarami Indah Blok A-5 ,  
RT.065 RW.001 Kel. Kebun Bunga, Kec. Sukarami,  
Palembang, Sumatera Selatan  
NPM : 061930311846  
Program Studi : Teknik Listrik  
Jurusan : Teknik Elektro  
Judul Laporan Akhir : Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap  
Efisiensi Transformator Distribusi pada Penyulang  
Ducati di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Kenten

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 dimasukan 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, Agustus 2022

Yang Menyatakan,

  
Raymond Togi Sitorus

Mengetahui,

Pembimbing I Mutiar, S.T., M.T.

Pembimbing II Bersiap Ginting, S.T., M.T



\* Coret yang tidak perlu

## MOTTO

“Kepada-Mu, ya Tuhan, aku berseru, dan kepada Tuhanku aku memohon”

“Sebab kepada-Mu, ya Tuhan, aku berharap; Engkaulah yang akan menjawab, ya Tuhan, Allahku”

(Mazmur 38:16)

“Keep your eyes on the stars and your feet on the ground”

(Theodore Roosevelt)

“Bagaimanapun keadaannya, hargailah kedua orang tuamu. Mereka begitu hebat hingga bisa lulus tanpa bantuan Google”

(Penulis)

Kupersembahkan kepada:

- ✓ Tuhan Yang Maha Esa, Tuhan Yang Maha Agung dan Maha Tinggi. Atas takdirMu saya bisa menjadi hamba yang berpikir, berilmu dan beriman.
- ✓ Papa dan Mamaku tersayang yang selalu berdoa dan memberi dukungan atas keberhasilanku.
- ✓ Keluarga besar yang aku banggakan.
- ✓ Teman-teman seperjuangan yang sudah membantu selama 3 tahun ini.
- ✓ Dosen pembimbing yang selalu sabar membimbing saya, dan Bapak/Ibu yang selalu membimbing saya selama magang di PLN ULP Kenten.
- ✓ Seluruh Dosen Listrik
- ✓ Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini tepat waktu. Adapun judul dari laporan akhir ini adalah **“ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG DUCATI DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON KENTEN.”**

Laporan akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma (D III) Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan akhir ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan pada bulan Februari - Juli 2022.

Dalam penyusunan dan pembuatan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak hingga dapat terselesaikannya laporan ini mulai dari pengumpulan data sampai proses penyusunan laporan. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Mutiar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Laporan Akhir yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini.
6. Bersiap Ginting, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Laporan Akhir yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini.

7. Ibu Dina Nirwana Asri Putri selaku Manager PT. PLN (Persero) ULP Kenten sekaligus sebagai Mentor 1.
8. Bapak Reza Syahputra selaku Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Kenten sekaligus sebagai Mentor 2.
9. Bapak Arinta Khurufee, selaku PJ. K3L PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
10. Ibu Dinikasari selaku Staf Teknik PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
11. Ibu Despa selaku Staf Teknik PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
12. Seluruh staf dan kepegawaian di PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
13. Bapak Arthur selaku Supervisor Pelayanan Teknik PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
14. Bapak – bapak Tim Pemeliharaan Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Kenten.
15. Rekan-rekan mahasiswa magang POLSRI Teknik Elektro Kelas LE yang memberikan dukungan dan bantuan selama magang di ULP Kenten.
16. Teman – teman seperjuangan D3K PLN Polsri angkatan 2019 yang telah membantu dan mendukung.
17. Dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penyusunan laporan akhir ini.

Dalam penyusunan Laporan Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Semoga Laporan Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi Politeknik, Perusahaan, dan kita semua. Kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan masa yang akan datang sangat penulis harapkan.

Palembang, Juli 2022

Penulis,

## ABSTRAK

### **ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG DUCATI DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON KENTEN (2022 : xv + 54 Halaman +Lampiran)**

---

---

Raymond Togi Sitorus

061930311846

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

Metode yang digunakan adalah pengumpulan referensi dari jurnal dan buku yang berhubungan dengan judul. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data penelitian yang diperoleh dengan cara mengikuti prosedur dari pihak instansi. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan menggunakan data lapangan dan menganalisis pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi transformator tersebut. Setelah dilakukan perhitungan dan dianalisis dapat disimpulkan bahwa efisiensi transformator tertinggi terjadi pada trafo gardu PB 1013 dengan nilai sebesar 95,98% dan efisiensi trafo gardu terendah terjadi pada PB 0170 sebesar 88.39% untuk data lapangan. Ketika ketidakseimbangan beban semakin tinggi maka timbul arus mengalir ke netral menyebabkan rugi – rugi daya pada transformator juga semakin besar, dan efisiensinya semakin rendah.

**Kata Kunci** : Ketidakseimbangan Beban, Rugi Daya, Efisiensi, Transformator.

## **ABSTRACT**

**Analysis of The Effect of Unbalanced Load on The Efficiency of  
Distribution Transformers on Ducati Feeders at PT. PLN (Persero) ULP  
Rayon Kenten  
(2021 : xv + 54 Pages +Attachment)**

---

---

Raymond Togi Sitorus

061930311846

Department of Electrical Engineering

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic of Sriwijaya Palembang

The method used is the collection of references from journals and books related to the title. Then proceed with the retrieval of research data obtained by following the procedures from the agency. The next step is to perform calculations using field data and analyze the effect of load imbalance on the efficiency of the transformer. After calculating and analyzing it can be concluded that the highest transformer efficiency occurs in the substation transformer PB 1013 with a value of 95.98% and the lowest transformer efficiency occurs at PB 0170 at 88.39% for field data. When the load imbalance is higher, current flows into neutral causing the power losses in the transformer to be even greater, and the efficiency is getting lower.

**Keywords** : Unbalanced Load, Power Loss, Efficiency, Transformer.



## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	6
2.2 Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.2.1 Menurut Nilai Tegangannya .....	7
2.2.2 Menurut Bentuk Tegangannya.....	8

2.2.3 Menurut Jenis/Tipe Konduktornya .....	8
2.3 Konstruksi Gardu Tiang .....	8
2.3.1 Ruang Bebas Hambatan ( <i>Right of Way</i> ) dan Jarak Aman ( <i>Safety Distance</i> ).....	8
2.3.2 Spesifikasi Peralatan Gardu Tiang.....	9
2.4 Jenis Konstruksi Gardu Tiang .....	10
2.4.1 Gardu Portal .....	10
2.5 Transformator .....	11
2.5.1 Umum .....	11
2.5.2 Klasifikasi Transformator .....	13
2.5.3 Bentuk dan Konstruksi Transformator.....	14
2.5.4 Prinsip Kerja Transformator .....	15
2.5.5 Keadaan Transformator Tanpa Beban .....	16
2.5.6 Keadaan Transformator Berbeban .....	17
2.6 Hubungan Tiga Fasa Dalam Transformator .....	19
2.6.1 Hubungan Bintang (Y).....	19
2.6.2 Hubungan Delta ( $\Delta$ ).....	20
2.7 Rugi – Rugi Transformator.....	21
2.7.1 Rugi Tembaga (Pcu) .....	21
2.7.2 Rugi Besi (Pi).....	22
2.8 Efisiensi Transformator .....	23
2.9 Faktor Daya .....	23
2.10 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator .....	24
2.11 Ketidakseimbangan Beban .....	25
2.12 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban .....	26
2.13 Rugi – rugi Akibat Adanya Arus Netral Pada Saluran Netral Sekunder Transformator .....	27

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2 Single Line Diagram.....	29
3.3 Alat dan Bahan Pengukuran Data.....	31
3.4 Langkah Kerja Pengukuran .....	33
3.5 Pengumpulan Data.....	34
3.6 Data Gardu Distribusi di Penyulang Ducati .....	34
3.7 Data Tegangan Gardu Distribusi Penyulang Ducati.....	34
3.8 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati .....	35
3.9 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ).....	41
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Perhitungan Efisiensi Transformator PB 0287 .....	42
4.1.1 Data Transformator .....	42
4.1.2 Arus Beban Penuh.....	42
4.1.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	42
4.1.4 Ketidakseimbangan Beban.....	43
4.1.5 Rugi – Rugi Daya.....	43
4.1.6 Efisiensi Transformator.....	44
4.2 Perhitungan Efisiensi Transformator PB 0170.....	44
4.2.1 Data Transformator .....	44
4.2.2 Arus Beban Penuh.....	45
4.2.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	45
4.2.4 Ketidakseimbangan Beban.....	45
4.2.5 Rugi – Rugi Daya.....	46
4.2.6 Efisiensi Transformator.....	46
4.3 Perhitungan Efisiensi Transformator PB 1013 .....	47
4.3.1 Data Transformator .....	47
4.3.2 Arus Beban Penuh.....	47
4.3.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	47

4.3.4 Ketidakseimbangan Beban.....	48
4.3.5 Rugi – Rugi Daya.....	48
4.3.6 Efisiensi Transformator.....	49
4.4 Hasil Perhitungan Menggunakan Data Lapangan .....	50
4.5 Analisa .....	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Gambar 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	7
Gambar 2.2 Gardu Portal .....	11
Gambar 2.3 Transformator Distribusi.....	13
Gambar 2.4 Konstruksi Transformator Tipe Inti .....	15
Gambar 2.5 Konstruksi Transformator Tipe Cangkang.....	15
Gambar 2.6 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	17
Gambar 2.7 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban.....	17
Gambar 2.8 Gambar Vektor Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	17
Gambar 2.9 Transformator Dalam Keadaan Berbeban.....	18
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Berbeban ...	18
Gambar 2.11 Transformator Tiga Fasa Hubungan Bintang.....	19
Gambar 2.12 Transformator Tiga Fasa Hubungan Delta.....	20
Gambar 2.13 Blok Diagram Rugi – Rugi Pada Transformator.....	21
Gambar 2.14 Segitiga Daya .....	24
Gambar 2.15 Vektor Diagram Arus.....	26
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
Gambar 3.1 Gedung PT. PLN (Persero) WS2JB Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rayon Kenten. ....	28
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Ducati.....	29
Gambar 3.3 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Distribusi di Penyulang Ducati.....	30
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Penulisan Laporan Akhir .....	41

#### **BAB IV PEMBAHASAN**

Gambar 4.1 Grafik Data Arus (I) Total di Lapangan..... 51

Gambar 4.2 Grafik Perhitungan Menggunakan Data Lapangan..... 51

## DAFTAR TABEL

Hal

### BAB III METODELOGI PENELITIAN

Tabel 3.1 Peralatan Kerja Digunakan dalam Pengukuran Data.....	31
Tabel 3.2 Peralatan K3L Digunakan dalam Pengukuran Data .....	32
Tabel 3.3 Gardu Distribusi Penyulang Ducati Tahun 2022.....	34
Tabel 3.4 Tegangan Gardu Distribusi Penyulang Ducati 2022 .....	34
Tabel 3.5 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati 8 Agustus 2022 .....	35
Tabel 3.6 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati 9 Agustus 2022 .....	35
Tabel 3.7 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati 10 Agustus 2022 .....	35
Tabel 3.8 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati 11 Agustus 2022 .....	35
Tabel 3.9 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati 12 Agustus 2022 .....	35
Tabel 3.10 Data Rata-Rata Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Ducati Pengukuran 5 Hari .....	35

### BAB IV PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Persentase Pembebanan, Ketidakseimbangan, Efisiensi Terhadap Standar SPLN 50 – 1997 Tahun 2021 .....	45
---	----

## **DAFTAR LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Proses Pengambilan Data Beban Puncak Gardu Distribusi di Penyulang Ducati
- Lampiran 2. SPLN 50:1997 Spesifikasi Transformator.
- Lampiran 3. Edaran Direksi PT PLN (PERSERO) NOMOR : 0017.E/DIR/2014 Tentang Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset.
- Lampiran 4. Nameplat Tranformator
- Lampiran 5. Data Pengukuran Selama 5 Hari
- Lampiran 6. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 7. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 8. Lembar Bimbingan Laporan Akhir