

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG  
HARIMAU DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON RIVAI  
MENGUNAKAN ETAP 12.6.0**



**LAPORAN AKHIR**

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

Oleh:

**GRAITO SAMPURNO**

**061830311281**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2021**

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG  
HARIMAU DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON RIVAI  
MENGUNAKAN ETAP 12.6.0**



Oleh:

**GRAITO SAMPURNO**

**061830311281**

Menyetujui,

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Ir. Muhammad Yunus., M.T.**  
**NIP. 195702281988111001**

**Ir. Bambang Guntoro., M.T.**  
**NIP. 195707041989031001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan**  
**Teknik Elektro**

**Koordinator Program Studi**  
**Teknik Listrik**

**Ir. Iskandar Lutfi., M.T.**  
**NIP.196501291991031002**

**Anton Firmansyah., S.T.,M.T.**  
**NIP. 197509242008121001**

## MOTTO

JANGAN KHAWATIRKAN APA YANG TIDAK BISA KAMU  
KERJAKAN NAMUN KHAWATIRKAN APA YANG BISA KAMU  
UBAH NAMUN TIDAK KAMU LAKUKAN

MAN JADDA WAJADA  
SIAPA YANG BERSUNGGUH-SUNGGUH MAKA AKAN  
BERHASIL

Ku persembahkan kepada:

- ♥ Allah Subhaanahuwata'ala, Para Nabi dan Rasul Allah serta Sahabat Nabi Muhammad Sallallahu'alaihiwasallam.
- ♥ Bapak dan Mamaku tersayang (Bapak Eko Sutarto dan Mama Sri Suratmi) yang selalu berdoa dan memberikan dukungan yang sangat besar atas keberhasilanku.
- ♥ Kakak perempuan dan Adikku (Nurul Mitha Anggraeni dan Fatih RGS).
- ♥ Keluarga Besarku yang aku banggakan.
- ♥ Teman-teman seperjuangan yang sudah berbesar hati membantuku selama 3 tahun ini terkhusus untuk teman-teman D3K PLN POLSRI 2018.
- ♥ Seluruh sahabat yang selalu mendukungku.
- ♥ Seluruh Dosen Listrik.
- ♥ Almamaterku Politeknik Negeri Sriwijaya.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG HARIMAU DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON RIVAI MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0”**

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 - Agustus 2021.

Selama penyusunan dan penulisan laporan akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

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 Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratana, 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 Ir. Muhammad Yunus, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 Laporan Akhir yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini.
6. Bapak Ir. Bambang Guntoro, M.T. (Alm) selaku Dosen Pembimbing 2 Laporan Akhir yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini.
7. Bapak Reza Oktadinata selaku Manager Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rivai Sekaligus sebagai Mentor 1.

8. Bapak Hari Purwadi selaku Supervisor Teknik Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rivai sekaligus sebagai mentor 2.
9. Bapak Muhammad Royhan selaku Staff Teknik Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rivai sebagai pembimbing ketika berada dilapangan saat OJT.
10. Bapak Ade Meilan Tri Akbar selaku Pelayan Teknik Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rivai sebagai pembimbing ketika berada dilapangan saat OJT dan pengambilan data.
11. Teman-teman D3K PLN Polsri Angkatan tahun 2016, 2017, 2018 dan 2019 yang selalu membantu dan berbagi ilmu serta informasi.
12. Teman – teman komplek rumahan bersama dari kecil yang telah mendukung, membantu serta menyediakan tempat juga transportasi untuk menyelesaikan penyusunan Laporan Akhir ini.
13. Teman – teman Alumni SMA Negeri 1 Palembang yang bersangkutan yang telah mendukung, membantu, dan menyediakan tempat untuk menyusun laporan akhir.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Laporan Akhir yang penulis buat. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya serta Kesehatan di musim *pandemic Covid-19* kepada penulis dan kepada kita semua, Aamiin.

Palembang, Juli 2021

Penulis

## ABSTRAK

# ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA PENYULANG HARIMAU DI PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON RIVAI MENGUNAKAN ETAP 12.6.0 (2021 : xviii + 101 Halaman +Lampiran)

---

---

Graito Sampurno

061830311281

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

Meningkatnya pembangunan di wilayah Indonesia membuat permintaan energi listrik menjadi melonjak. Dalam proses penyaluran energi listrik sering kali terjadi pembagian beban yang tidak merata pada setiap fasanya. Ketidakseimbangan beban ini selalu terjadi karena adanya ketidaksamaan dalam pemakaian energi listrik. Ketidakseimbangan fasa R,S,T inilah yang akan menimbulkan arus yang mengalir pada penghantar netral menyebabkan rugi-rugi daya pada transformator. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi transformator distribusi, serta dapat mengantisipasi ketidakseimbangan beban dapat diminimalisir di PT. PLN (Persero) ULP Rivai pada penyulang harimau. 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 serta simulasi ETAP dan menganalisis pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi transformator tersebut. Setelah dilakukan perhitungan dan dianalisis dapat disimpulkan bahwa efisiensi transformator tertinggi terjadi pada trafo gardu PA 0513 sebesar sebesar 97,59% untuk data lapangan sedangkan pada simulasi ETAP pada gardu PA 0637 sebesar 97,4%, dan efisiensi trafo gardu terendah terjadi pada PA 0566 sebesar 48,6% untuk data lapangan dan 49,05% untuk simulasi ETAP. 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 FEEDERS OF  
HARIMAU AT PT. PLN (PERSERO) ULP RAYON RIVAI USING ETAP  
12.6.0  
(2021 : xviii + 101 Pages +Attachment)**

---

---

Graito Sampurno

061830311281

Department of Electrical Engineering

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic of Sriwijaya Palembang

The increasing development in Indonesia has made the demand for electrical energy soar. In the process of distributing electrical energy, there is often an uneven distribution of the load in each phase. This load imbalance always occurs because of inequalities in the use of electrical energy. This R, S, T phase imbalance will cause current to flow in the neutral conductor causing power losses in the transformer. This research was conducted to determine the effect of load imbalance on the efficiency of distribution transformers, and to anticipate load imbalances that can be minimized at PT. PLN (Persero) ULP Rivai on Harimau feeders. 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 ETAP simulations 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 at the PA 0513 substation transformer of 97.59% for field data while in the ETAP simulation at the PA 0637 substation it is 97.4%, and the lowest transformer efficiency occurs at PA 0566 of 48.6% for field data and 49.05% for ETAP simulation. 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>ABSTRACT .....</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.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2 Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik.....	8
2.2.1 Menurut Nilai Tegangannya .....	9
2.2.2 Menurut Bentuk Tegangannya.....	9
2.2.3 Menurut Jenis/Tipe Konduktornya .....	9



2.3 Konstruksi Gardu Tiang .....	10
2.3.1 Ruang Bebas Hambatan ( <i>Right of Way</i> ) dan Jarak Aman ( <i>Safety Distance</i> ).....	10
2.3.2 Spesifikasi Peralatan Gardu Tiang.....	10
2.4 Jenis Konstruksi Gardu Tiang .....	11
2.4.1 Gardu Portal .....	11
2.5 Transformator .....	13
2.5.1 Umum .....	13
2.5.2 Klasifikasi Transformator .....	13
2.5.3 Bentuk dan Konstruksi Transformator.....	16
2.5.4 Prinsip Kerja Transformator .....	17
2.5.5 Keadaan Transformator Tanpa Beban .....	18
2.5.6 Keadaan Transformator Berbeban .....	19
2.6 Hubungan Tiga Fasa Dalam Transformator .....	21
2.6.1 Hubungan Bintang (Y).....	21
2.6.2 Hubungan Delta ( $\Delta$ ) .....	22
2.7 Rugi – Rugi Transformator.....	23
2.7.1 Rugi Tembaga (Pcu) .....	23
2.7.2 Rugi Besi (Pi).....	23
2.8 Efisiensi Transformator .....	24
2.9 Faktor Daya .....	25
2.10 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator.....	26
2.11 Ketidakseimbangan Beban .....	26
2.12 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban .....	28
2.13 Rugi – rugi Akibat Adanya Arus Netral Pada Saluran Netral Skunder.....	28
2.14 ETAP (Electric Transient Analysis Program) .....	29
2.15 Elemen – Elemen Sistem Tenaga Listrik Pada ETAP.....	31

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.2 Single Line Diagram.....	34
3.3 Data Gardu Distribusi di Penyulang Harimau .....	37
3.4 Pengumpulan Data.....	37
3.5 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Harimau .....	38
3.6 Data Tegangan Gardu Distribusi Penyulang Harimau .....	41
3.7 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ).....	43
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0257 .....	44
4.1.1 Data Transformator .....	44
4.1.2 Arus Beban Penuh.....	44
4.1.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	44
4.1.4 Ketidakseimbangan Beban.....	45
4.1.5 Rugi – Rugi Daya.....	45
4.1.6 Efisiensi Transformator.....	46
4.2 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0356.....	47
4.2.1 Data Transformator .....	47
4.2.2 Arus Beban Penuh.....	47
4.2.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	48
4.2.4 Ketidakseimbangan Beban.....	48
4.2.5 Rugi – Rugi Daya.....	49
4.2.6 Efisiensi Transformator.....	49
4.3 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0407 .....	49
4.3.1 Data Transformator .....	50
4.3.2 Arus Beban Penuh.....	50
4.3.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	50
4.3.4 Ketidakseimbangan Beban.....	51
4.3.5 Rugi – Rugi Daya.....	51
4.3.6 Efisiensi Transformator.....	51

4.4	Perhitungan Efisiensi Transformator PA0457 .....	52
4.4.1	Data Transformator .....	52
4.4.2	Arus Beban Penuh.....	53
4.4.3	Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	53
4.4.4	Ketidakseimbangan Beban.....	53
4.4.5	Rugi – Rugi Daya.....	54
4.4.6	Efisiensi Transformator.....	54
4.5	Perhitungan Efisiensi Transformator PA0513.....	55
4.5.1	Data Transformator .....	55
4.5.2	Arus Beban Penuh.....	55
4.5.3	Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	56
4.5.4	Ketidakseimbangan Beban.....	56
4.5.5	Rugi – Rugi Daya.....	57
4.5.6	Efisiensi Transformator.....	57
4.6	Perhitungan Efisiensi Transformator PA0255.....	58
4.6.1	Data Transformator .....	58
4.6.2	Arus Beban Penuh.....	58
4.6.3	Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	59
4.6.4	Ketidakseimbangan Beban.....	59
4.6.5	Rugi – Rugi Daya.....	60
4.6.6	Efisiensi Transformator.....	60
4.7	Perhitungan Efisiensi Transformator PA0566.....	61
4.7.1	Data Transformator .....	61
4.7.2	Arus Beban Penuh.....	61
4.7.3	Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	61
4.7.4	Ketidakseimbangan Beban.....	62
4.7.5	Rugi – Rugi Daya.....	63
4.7.6	Efisiensi Transformator.....	63
4.8	Perhitungan Efisiensi Transformator PA0637 .....	64
4.8.1	Data Transformator .....	64

4.8.2 Arus Beban Penuh.....	64
4.8.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	65
4.8.4 Ketidakseimbangan Beban.....	65
4.8.5 Rugi – Rugi Daya.....	66
4.8.6 Efisiensi Transformator.....	66
4.9 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0663.....	67
4.9.1 Data Transformator .....	67
4.9.2 Arus Beban Penuh.....	67
4.9.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	68
4.9.4 Ketidakseimbangan Beban.....	68
4.9.5 Rugi – Rugi Daya.....	69
4.9.6 Efisiensi Transformator.....	69
4.10 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0726.....	70
4.10.1 Data Transformator .....	70
4.10.2 Arus Beban Penuh.....	70
4.10.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	70
4.10.4 Ketidakseimbangan Beban.....	71
4.10.5 Rugi – Rugi Daya.....	72
4.10.6 Efisiensi Transformator.....	72
4.11 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0730.....	73
4.11.1 Data Transformator .....	73
4.11.2 Arus Beban Penuh.....	73
4.11.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	74
4.11.4 Ketidakseimbangan Beban.....	74
4.11.5 Rugi – Rugi Daya.....	75
4.11.6 Efisiensi Transformator.....	75
4.12 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0737.....	76
4.12.1 Data Transformator .....	76
4.12.2 Arus Beban Penuh.....	76
4.12.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	76
4.12.4 Ketidakseimbangan Beban.....	77

4.12.5 Rugi – Rugi Daya.....	78
4.12.6 Data Efisiensi Transformator .....	78
4.13 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0766.....	79
4.13.1 Data Transformator .....	79
4.13.2 Arus Beban Penuh.....	79
4.13.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	79
4.13.4 Ketidakseimbangan Beban.....	80
4.13.5 Rugi – Rugi Daya.....	81
4.13.6 Efisiensi Transformator.....	81
4.14 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0767 .....	82
4.14.1 Data Transformator .....	82
4.14.2 Arus Beban Penuh.....	82
4.14.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	83
4.14.4 Ketidakseimbangan Beban.....	83
4.14.5 Rugi – Rugi Daya.....	84
4.14.6 Efisiensi Transformator.....	84
4.15 Perhitungan Efisiensi Transformator PA0811 .....	85
4.15.1 Data Transformator .....	85
4.15.2 Arus Beban Penuh.....	85
4.15.3 Arus Rata – Rata dan Persentase Beban Puncak.....	85
4.15.4 Ketidakseimbangan Beban.....	86
4.15.5 Rugi – Rugi Daya.....	87
4.15.6 Efisiensi Transformator.....	87
4.16 Simulasi Menggunakan Aplikasi ETAP 12.6.....	88
4.17 Data Arus (I) Total Aplikasi ETAP 12.6.0 .....	91
4.18 Hasil Perhitungan Menggunakan Data Lapangan .....	93
4.19 Hasil Perhitungan Menggunakan Data Aplikasi ETAP 12.6.0.....	94
4.20 Analisa .....	96

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>98</b>
---	-----------

5.1 Kesimpulan .....	98
5.2 Saran.....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.2 Gardu Portal .....	12
Gambar 2.3 Transformator Distribusi.....	15
Gambar 2.4 Konstruksi Transformator Tipe Inti .....	16
Gambar 2.5 Konstruksi Transformator Tipe Cangkang.....	17
Gambar 2.6 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban.....	18
Gambar 2.7 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban.....	19
Gambar 2.8 Gambar Vektor Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	19
Gambar 2.9 Transformator Dalam Keadaan Berbeban.....	19
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Berbeban ...	20
Gambar 2.11 Transformator Tiga Fasa Hubungan Bintang.....	21
Gambar 2.12 Transformator Tiga Fasa Hubungan Delta.....	22
Gambar 2.13 Blok Diagram Rugi – Rugi Pada Transformator.....	23
Gambar 2.14 Segitiga Daya .....	25
Gambar 2.15 Vektor Diagram Arus.....	27
Gambar 2.16 Ruang Kerja Editor Pada ETAP 12.6.....	30
Gambar 2.17 Elemen – Elemen Yang Ada di Etap 12.6.....	32
Gambar 2.18 <i>Toolbar Unbalanced Load Flow</i> di ETAP 12.6.....	32
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
Gambar 3.1 Gedung PT. PLN (Persero) WS2JB Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rayon Rivai.....	33
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Bukit Siguntang.....	34

Gambar 3.3	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Harimau .....	35
Gambar 3.4	<i>Single Line Diagram</i> Gardu Distribusi di Penyulang Harimau ....	36
Gambar 3.5	Grafik Data Arus (I) Total di Lapangan.....	41
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Penulisan Laporan Akhir .....	43

#### **BAB IV PEMBAHASAN**

Gambar 4.1	Hasil <i>Run Unbalanced Load Flow</i> Gardu Distribusi Penyulang Harimau .....	91
Gambar 4.2	Grafik Data Arus (I) Total Aplikasi ETAP 12.6.0 .....	92
Gambar 4.3	Grafik Perhitungan Menggunakan Data Lapangan.....	94
Gambar 4.4	Grafik Perhitungan Menggunakan Data ETAP 12.6.0.....	95



## DAFTAR TABEL

Hal

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Tabel 3.1 Gardu Distribusi Penyulang Harimau Tahun 2021 .....	37
Tabel 3.2 Data Beban Puncak Gardu Distribusi Penyulang Harimau 2021 .....	38
Tabel 3.3 Tegangan Gardu Distribusi Penyulang Harimau 2021 .....	41

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Tabel 4.1 Data Arus (I) Total Aplikasi ETAP 12.6.0 Tahun 2021 .....	91
Tabel 4.2 Persentase Pembebanan, Ketidakseimbangan, Efisiensi Terhadap Standar SPLN 50 – 1997 Tahun 2021 .....	93
Tabel 4.3 Persentase Pembebanan, Ketidakseimbangan, dan Efisiensi dari ETAP 12.6.0 Terhadap Standar SPLN 50 – 1997 Tahun 2021 .....	95

## **DAFTAR LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Proses Pengambilan Data Beban Puncak Gardu Distribusi di Penyulang Harimau
- Lampiran 2. Data Hasil Simulasi ETAP 12.6.0
- Lampiran 3. SPLN 50:1997 Spesifikasi Transformator.
- Lampiran 4. Edaran Direksi PT PLN (PERSERO) NOMOR : 0017.E/DIR/2014 Tentang Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset.
- Lampiran 5. Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Dosen Pembimbing 1.
- Lampiran 6. Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Dosen Pembimbing 2.
- Lampiran 7. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Dosen Pembimbing 1.
- Lampiran 8. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Dosen Pembimbing 2.
- Lampiran 9. Rekomendasi Ujian Laporan Akhir.
- Lampiran 10. Revisi Ujian Laporan Akhir.
- Lampiran 11. Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir.