

**PENGARUH RUGI-RUGI DAYA TERHADAP KEMAMPUAN  
TRANSFORMATOR 11KV/70 KV DI PLTG UNIT 2 PT PLN  
(Persero) UPDK KERAMASAN PALEMBANG**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**MUHAMMAD OKY SAPUTRA**

**0618 3031 0796**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2021**

**PENGARUH RUGI-RUGI DAYA TERHADAP KEMAMPUAN  
TRANSFORMATOR 11KV/70 KV DI PLTG UNIT 2 PT PLN  
(Persero) UPDK KERAMASAN PALEMBANG**



**LAPORAN AKHIR**

**Oleh :**

**MUHAMMAD OKY SAPUTRA**

**0618 3031 0796**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

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

**Sutan Marsus, S.S.T., M.T.**  
**NIP. 196509301993031002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

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

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

**MOTTO :**

- *"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan." (Q.S. Alam Nasyrah : 6).*
- *Berusahalah untuk duniamu solah-olah kamu akan hidup selamalamanya, dan berusahalah untuk akhiratmu seolah-olah kamu akan mati besok," (JLR, Ibnu Assaktr).*
- *Mencoba untuk menjadi yang terbaik, meskipun selalu ada yang terbaik.*

**Persembahkan :**

*Dengan mengucapkan terima kasih, dan mengharapkan ridho dari Allah SWT,*

*kupersembahkan Laporan akhir ini kepada :*

- *Ibuku tercinta dan Alm Bapak yang selalu memberikan Do'a, nasihat, support, dan Kasih sayangnya.*
- *Kedua ayukku (Dessy dan Wulan) yang selalu memberikan nasihat, kasih sayang, dan support kepadaku.*
- *Teman-temanmu terutama Amik, Fazil, Bintang, Deqa, Syafiah, Nindi dan teman seperjuangan LC angkatan 2018.*
- *Almamaterku yang telah mendidik saya selama 3 tahun dan menjadikan saya sebagai orang yang sabar, dewasa dalam berfikir dan bertindak.*

## ABSTRAK

Penggunaan transformator yang digunakan untuk pengiriman tenaga listrik yang terdiri dari pasangan kumparan primer dan sekunder yang diisolasi (terpisah) secara listrik dan lilitan pada inti besi lunak. Arus induksi pada transformator mengalir melalui rangkaian sekunder ketika saklar pada rangkaian primer ditutup atau dibuka. Prinsip kerja pada transformator, apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan (sumber), maka akan mengalir arus bolak-balik pada kumparan tersebut. Oleh karena itu kumparan mempunyai inti, arus yang menimbulkan fluks magnet yang juga berubah-ubah, akibatnya pada kumparan primer akan timbul GGL induksi.

Transformator daya sebagai media perantara dalam menyalurkan tenaga listrik mempunyai batas kemampuan maksimum. Batas kemampuan maksimum pembebanan pada transformator didasarkan pada nilai pengenal (rating) yang merupakan harga dalam keadaan operasi normal tidak boleh dilampaui.

Semakin besar beban yang dioperasikan maka rugi-rugi tembaga akan semakin besar pula sedangkan rugi-rugi inti tidak dipengaruhi perubahan beban. Trafo akan dinilai baik jika rugi-rugi kurang dari 30 % dan efisiensi trafo bernilai lebih tinggi dari 70 % sebab efisiensi terendah yang diizinkan adalah sebesar 70 % dan rugi-rugi yang diizinkan adalah 30 %.

**Kata kunci : Rugi-rugi Daya, Efisiensi Transformator, Transformator Daya.**

## **ABSTRACT**

The use of transformers used for electrical power delivery consisting of pairs of electrically isolated (separate) primary and secondary coils and coils on soft iron cores. The induction current on the transformer flows through the secondary circuit when the switch on the primary circuit is closed or opened. The working principle of the transformer, if the primary coil is connected to the voltage (source), it will flow alternating current on the coil. Therefore the coil has a core, the current that causes magnetic flux that also changes, as a result of which in the primary coil will arise GGL induction.

Power transformer as an intermediary media in delivering electric power has a maximum capability limit. The maximum loading capability limit on the transformer is based on the identifier value (rating) which is the price under normal operating circumstances should not be exceeded.

The greater the load operated, the greater the copper losses, while the core losses are not affected by the change in expenses. The transformer will be rated good if the losses are less than 30 % and the efficiency of the transformer is higher than 70 % because the lowest efficiency allowed is 70 % and the allowed losses are 30 %.

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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas semua berkat rahmat yang telah diberikannya, tak lupa pula sholawat teriring salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, serta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umatnya. Alhamdulillah syukur atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul : **“PENGARUH RUGI-RUGI DAYA TERHADAP KEMAMPUAN TRANSFORMATOR 11KV/70 KV DI PLTG UNIT 2 PT PLN (Persero) UPDK KERAMASAN PALEMBANG”**. Laporan Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Ir. Bambang Guntoro, M.T., sebagai pembimbing 1 dan Bapak Sutan Marsus, S.S.T., M.T., sebagai pembimbing 2 Laporan Akhir, atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah diberikan selama pembuatan Laporan Akhir ini sampai dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam menyelesaikan laporan Akhir ini, penulis banyak menerima bantuan dari semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratana S.T., M.T., selaku Sekretariat Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. \

4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis selama penyusunan Laporan Akhir.
7. Rekan - rekan PT PLN (Persero) UPDK Keramasan Palembang yang telah memberi pengetahuan dan pengetahuan baik secara teori maupun praktek.
8. Rekan - rekan mahasiswa kelas LC Teknik Listrik D3 Polsri yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini penulis menyadari bahwa masih banyak 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 datang sangat penulis mengharapkan.

Palembang, Juli 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pengesahan.....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>iii</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.5 Metodologi Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Teori Dasar Transformator .....	4
2.2 Bentuk dan Konstruksi Transformator .....	5
2.2.1 Inti Trafo.....	6
2.2.2 Kumparan Transformator .....	6
2.2.3 Minyak Trafo.....	7
2.2.4 Bushing.....	7
2.2.5 Tangki Konservator .....	8
2.3 Peralatan Bantu Transformator.....	9
2.3.1 Pendingin.....	9
2.3.2 <i>Tap changer</i> .....	9
2.3.3 Alat pernafasan .....	10
2.3.4 Pengaman .....	10
2.4 Prinsip Kerja Transformator .....	11



2.4.1	Transformator tanpa beban .....	11
2.4.2	Transformator berbeban .....	13
2.5	Rangkaian Ekuivalen Transformator .....	15
2.6	Rugi-Rugi Transformator .....	16
2.6.1	Rugi-rugi tanpa beban .....	17
2.6.2	Rugi-rugi tegangan ( <i>copper losses</i> ).....	19
2.7	Efisiensi .....	20
2.8	Transformator (Trafo) Daya .....	21
2.8.1	Fungsi/pemakaian .....	22
2.8.2	Kapasitas dan tegangan .....	22
2.9	Transformator Tiga Fasa.....	22
2.10	Hubungan Belitan Transformator Tiga Fasa .....	23
2.10.1	Hubungan bintang (Y).....	24
2.10.2	Hubungan segitiga/delta ( $\Delta$ ).....	25
2.10.3	Hubungan zig-zag.....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1	Kelistrikan pada PLTG Unit 2 PT PLN (Persero) UPDK Keramasan.....	27
3.2	Peralatan dan Perlengkapan pada PLTG Unit 2 PT PLN Keramasan.....	27
3.2.1	Transformator daya.....	28
3.2.2	Peralatan pengaman.....	28
3.2.3	Panel kontrol.....	31
3.2.4	Transformator 70KV 18,5 MVA PLTG Unit 2 PT PLN Keramasan.....	32
3.3	Alat dan Bahan Yang Digunakan .....	33
3.3.1	Peralatan .....	34
3.3.2	Bahan-bahan .....	34
3.4	Pembebanan Transformator Daya .....	35
3.4.1	Beban puncak .....	35
3.4.2	Beban normal.....	36
3.4.3	Beban rendah .....	36

3.5 Prosedur Perhitungan.....	37
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Pembebanan Transformator.....	39
4.2 Rugi-rugi inti .....	42
4.3 Rugi-rugi tembaga .....	45
4.4 Efisiensi .....	47
4.5 Analisa Pembahasan .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 a. Tipe Cangkang.....	5
Gambar 2.1 b. Tipe Inti.....	5
Gambar 2.2 Inti Besi dan Laminasi yang diikat Fiber Glass .....	6
Gambar 2.3 Kumparan Fasa RST .....	6
Gambar 2.4 Bushing .....	8
Gambar 2.5 Konservator minyak trafo (tanky) .....	8
Gambar 2.6 Pendingin.....	9
Gambar 2.7 Tap changer .....	9
Gambar 2.8 Silica gel.....	10
Gambar 2.9 Rele <i>Bucholz</i> .....	11
Gambar 2.10 Trafo disisi primer dan sekunder.....	11
Gambar 2.11 Trafo dengan sisi sekunder hubungan terbuka.....	12
Gambar 2.12 Trafo ideal terhubung dengan beban .....	13
Gambar 2.13 Rangkaian pengganti trafo .....	15
Gambar 2.14 Rangkaian ekivalen sederhana .....	15
Gambar 2.15 Diagram vektor.....	16
Gambar 2.16 Blog diagram rugi-rugi pada transformator .....	17
Gambar 2.17 Transformator 3 fasa .....	23
Gambar 2.18 Rangkaian hubungan bintang .....	24
Gambar 2.19 Rangkaian hubungan delta .....	25
Gambar 2.20 Rangkaian hubungan zig-zag .....	26
Gambar 3.1 Transformator 18,5 MVA PLTG Unit 2 Keramasan .....	28
Gambar 3.2 Panel kontrol PLTG Unit 2 Keramasan .....	31
Gambar 3.3 <i>Nameplate</i> Transformator 18,5 MVA PLTG Unit 2 Keramasan....	33
Gambar 3.4 Diagram aliran metode penelitian .....	38
Gambar 4.1 Grafik Data Beban Harian dari jam 10.00-00.00 .....	41
Gambar 4.2 Grafik Data Beban Harian dari jam 01.00-10.00 .....	42
Gambar 4.3 Hasil perhitungan rugi-rugi total beban puncak.....	52
Gambar 4.4 Hasil perhitungan rugi-rugi total beban normal .....	52

Gambar 4.5 Hasil perhitungan rugi-rugi total beban terendah.....	53
Gambar 4.6 Hasil perhitungan efisiensi terhadap $\cos\phi$ pada beban puncak .....	54
Gambar 4.7 Hasil perhitungan efisiensi terhadap $\cos\phi$ pada beban normal .....	55
Gambar 4.8 Hasil perhitungan efisiensi terhadap $\cos\phi$ pada beban rendah.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Beban Puncak pada Transformator 18,5 MVA PLTG Unit 2.....	35
Tabel 3.2 Beban Normal pada Transformator 18,5 MVA PLTG Unit 2.....	36
Tabel 3.3 Beban Rendah pada Transformator 18,5 MVA PLTG Unit 2 .....	36
Tabel 4.1 Data Operasi harian trafo 18,5 MVA tanggal 12-03-2021 .....	40
Tabel 4.2 Data Operasi harian trafo PLTG Unit 2 Keramasan .....	42
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Trafo 18,5 MVA PLTG Unit 2 Keramasan .....	51
Tabel 4.4 Perubahan Efisiensi terhadap faktor daya.....	53

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 5. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 7. Lembar Izin Pengambilan Data
- Lampiran 8. Lembar Data Operasi Harian PLTG Unit 2 PT PLN (Persero)  
UPDK Keramasan