

**PENGARUH SUHU TERHADAP RUGI-RUGI DAYA PADA
TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK
KERAMASAN**



LAPORAN AKHIR

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

Disusun Oleh :

A. DHEZA FAUZAN LUBIS

062230310447

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP RUGI-RUGI DAYA
PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK
KERAMASAN



Oleh :

A. DHEZA FAUZAN LUBIS

062230310447

Palembang, Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Mutiar, S.T., M.T.

NIP. 196410051990031004

Pembimbing II

Sudirman Yahya, S.T., M.T.

NIP. 196701131992031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Program Studi Teknik Elektro

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

NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik

Yessi Marniati, S.T., M.T.

NIP. 197603022008122001

BERITA ACARA



KEMENTERIAN 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 : A. Dheza Fauzan Lubis
Tempat/Tgl Lahir : Palembang / 22 Maret 2004
NPM : 062230310447
Ruang Ujian :
Judul Laporan Akhir : Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Rugi – Rugi Daya Pada Transformator 60 MVA Di Gardu Induk Keramasan

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Henni Liana S	Ketua	
2	Andri Suyadi	Anggota	
3	Sumarta HA	Anggota	
4	Yonka Dv	Anggota	

Mengetahui
Koordinator Program Studi

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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama	: A. Dheza Fauzan Lubis
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Palembang, 22 Maret 2004
Alamat	: Jl. A.Rozak Lrg.Ini No.2718
NPM	: 062230310447
Program Studi	: Teknik Listrik
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan Akhir	: Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Rugi Rugi Daya Pada Transformator 60 MVA DI Gardu Induk Keramasan

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 di ketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta di masukan kedalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan ijazah dan transkrip (ASLI & SALIN). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang. Juli 2025

Yang Menyatakan,

A. Dheza Fauzan Lubis

MOTTO

“Dimana ada keinginan kuat, kesulitan tidak akan bisa kuat.”

(Nicollo Machiavelli)

Dengan rasa syukur kepada ALLAH SWT. Laporan akhir ini saya persembahkan kepada :

- ❖ Mama, Papa, Abang dan Kakak beserta keluarga yang selalu memberikan semangat dan dukungan.**
- ❖ *My precious girl “Miss S”***
- ❖ Bapak Mutiar S.T., M.T. dan Bapak Sudirman Yahya S.T., M.T. selaku dosen pembimbing**
- ❖ Teman – Teman Seperjuangan Teknik Listrik Angkatan 2022**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP RUGI RUGI DAYA PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK KERAMASAN

A. Dheza Fauzan Lubis
062230310447
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Dalam pengoperasiannya transformator dapat mengalami rugi rugi (*losses*) yang terbagi dalam dua jenis yakni rugi rugi tembaga dan rugi inti besi salah satu factor timbulnya rugi rugi ini dapat dipengaruhi karena suhu panas, sehingga akan meningkatkan rugi rugi pada transformator. oleh karena itu, agar transformator tidak mengalami gangguan diperlukannya untuk selalu memonitoring kondisi suhu pada transformator agar transformator dapat bekerja optimal Pada penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif yang dimana berfokus pada pengukuran dan analisis mengenai hubungan antara suhu dan rugi rugi daya bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap rugi-rugi daya pada Transformator Daya 60 MVA di Gardu Induk Keramasan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat pengaruh suhu terhadap rugi daya khususnya pada rugi tembaga. Jika dengan pengukuran thermovisi suhu meningkat maka rugi daya akan terus meningkat karena arus beban sama sementara jika dengan pengukuran dengan sensor suhu pada suhu lilitan rugi daya tetap menunjukkan hubungan yang positif dengan kenaikan suhu akan tetapi tidak selalu linear karena dipengaruhi oleh arus beban tiap jamnya. Pengaruh kenaikan suhu dapat memengaruhi rugi-rugi daya khususnya pada rugi tembaga. Apabila suhu naik akan berpengaruh langsung terhadap nilai resistansi penghantar pada transformator. Hal ini dapat berdampak langsung kepada rugi-rugi tembaga yang akan semakin meningkat atau lebih besar.

Kata Kunci : Gardu Induk, Transformator Daya, Suhu, Hambatan, Rugi Daya.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON POWER LOSSES IN A 60 MVA TRANSFORMER AT THE KERAMASAN SUBSTATION

A. Dheza Fauzan Lubis

062230310447

***Departement of Electrical Engineering
Electrical Engineering Study Program
State Politechnic of Sriwijaya***

In its operation, the Transformer can experience losses which are divided into two types, namely copper losses and iron core losses. One of the factors causing these losses can be influenced by hot temperatures, which will increase losses in the transformer. Therefore, so that the transformer does not experience interference, it is necessary to always monitor the temperature conditions in the transformer so that the transformer can work optimally. This study is a type of descriptive quantitative research which focuses on measuring and analyzing the relationship between temperature and power losses, aiming to analyze the effect of temperature on power losses in the 60 MVA Power Transformer at the Keramasan Substation. Based on the research that has been done, there is an effect of temperature on power losses, especially on copper losses. If the temperature increases with thermovision measurements, the power loss will continue to increase because the load current is the same, while if the measurement with a temperature sensor at the winding temperature, the power loss still shows a positive relationship with the increase in temperature, but it is not always linear because it is influenced by the load current every hour. The effect of increasing temperature can affect power losses, especially copper losses. Where if the temperature increases, it will directly affect the resistance value of the conductor in the transformer. This can have a direct impact on copper losses which will increase or be greater.

Keywords : Substation, Power Transformer, Temperature, Resistance, Power Loss.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Rugi Rugi Daya Pada Transformator 60 Mva di Gardu Induk Keramasan” dengan lancar dan tepat waktunya dan tak lupa juga sholawat teriring salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umat-umatnya hingga akhir zaman.

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma-III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam laporan akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik tenaga, ide maupun motivasi dari berbagai pihak sehingga dapat menyelesaikan laporan ini mulai dari pengambilan data sampai proses penyusunan laporan akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mama, Papa, Abang, Kakak serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan penuh baik secara moral, material maupun spiritual.
2. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T selaku Koordinator Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Mutiar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya yang selalu membantu dalam pelaksanaan penyusunan laporan akhir.
6. Bapak Sudirman Yahya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya yang membantu dalam pelaksanaan penyusunan laporan akhir.
7. Bapak Friski Dwi Saputra selaku *Manager* ULTG Keramasan.
8. Bapak Kiki Santoso selaku *Team Leader* Gardu Induk Keramasan.
9. Seluruh karyawan ULTG Keramasan Gardu Induk Keramasan.

10. Saudari Alanna Syira Alandia yang selalu memberikan dukungan semangat serta berbagi ilmu kepada penulis untuk penyusunan Laporan Akhir.
11. Teman-teman seperjuangan kelas 6 LC Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan 2022.

Dalam laporan akhir ini penulis menyadari bahwa banyak sekali terjadi kekurangan dan kekhilafan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi. Dengan demikian penulis mengharapkan laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT memberikan rahmat dan ridho-nya kepada kita semua

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gardu Induk	6
2.2 Pengertian Transformator.....	7
2.3 Karakteristik Transformator.....	10
2.4 Prinsip Kerja Transformator	10
2.5 Fungsi dan Peran Transformator di Gardu Induk	12
2.6 Klasifikasi Transformator	13
2.7 Komponen-Komponen Transformator.....	16

2.8 Suhu pada Transformator	26
2.9 Suhu Panas (<i>Hot Point</i>).....	26
2.10 Pengaruh Suhu Terhadap Transformator 60 MVA.....	27
2.11 Faktor yang Mempengaruhi Suhu.....	28
2.12 Thermovisi	29
2.13 Hubungan Suhu dan Resistansi Pada Transformator 60 MVA	33
2.14 Rugi-rugi Daya Pada Transformator	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Keramasan.....	37
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.3 Metode Pengukuran Suhu	42
3.4 Jenis Penelitian.....	44
3.5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	44
3.6 Objek Penelitian.....	44
3.7 Prosedur Penelitian	45
3.8 Flow Chart	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data Pengukuran Suhu Menggunakan Thermovisi	47
4.2 Perhitungan Resistansi yang Dipengaruhi Kenaikan Suhu.....	51
4.3 Rugi tembaga	54
4.4 Rugi Inti	56
4.5 Rugi Total Transformator.....	56
4.6 Daya Input.....	58
4.7 Efisiensi Transformator.....	59
4.8 Data Hasil Perhitungan	62
4.9 Pembahasan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Gardu Induk	6
Gambar 2.2 Transformator	8
Gambar 2.3 Transformator Daya	9
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Transformator	11
Gambar 2.5 Rangkaian Sederhana Transformator Tanpa Beban	11
Gambar 2.6 Transformator Dalam Keadaan Berbeban	12
Gambar 2.7 Rangkaian Ekuivalen Transformator	12
Gambar 2.8 Kumparan Transformator	16
Gambar 2.9 Inti Besi	17
Gambar 2.10 Minyak Transformator	17
Gambar 2.11 Kontruksi Pada Bushing, Bushing Transformator	19
Gambar 2.12 Tangki Transformator.....	19
Gambar 2.13 Konservator Transformator.....	20
Gambar 2.14 <i>Tap Changer</i>	20
Gambar 2.15 Indikator <i>Temperature</i>	21
Gambar 2.16 <i>Silica Breather</i>	
Gambar 2.17 Rele Buchholz	25
Gambar 2.18 <i>Nameplate</i> Transformator	25
Gambar 2.19 Fluk Ti110	29
Gambar 2.20 Keterangan Bagian-bagian <i>Thermal Imagers</i> dan Fitur Kontrol	31
Gambar 3.1 <i>Single Line</i> Diagram Gardu Induk Keramasan	37
Gambar 3.2 <i>Single Line</i> Diagram Transformator Daya 60 MVA	38
Gambar 3.3 <i>Nameplate</i> Transformator 60 MVA	40
Gambar 3.4 Keterangan Bagian-bagian Thermal Imagers dan Fitur Kontrol	42
Gambar 3.5 Transformator Daya 60 MVA	44
Gambar 3.6 <i>Flow Chart</i>	46
Gambar 4.1 Gambar Grafik Suhu dan Rugi Daya Pengukuran Thermovisi	68
Gambar 4.2 Gambar Grafik Suhu dan Rugi Daya Pada Tanggal 26 Mei 2025	69
Gambar 4.3 Gambar Grafik Suhu dan Rugi Daya Pada Tanggal 26 Mei 2025	69
Gambar 4.4 Gambar Grafik Suhu dan Rugi Daya Pada Tanggal 27 Mei 2025	70

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Macam-macam pendingin pada trafo	23
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Thermal Imagers</i>	29
Tabel 2.3 Rekomendasi Tindakan	31
Tabel 2.4 Keterangan bagian-bagian <i>Thermal Imagers</i>	32
Tabel 3.1 Data <i>Nameplate</i> Transformator Daya 60 MVA	40
Tabel 3.2 Keterangan bagian-bagian <i>Thermal Imagers</i>	43
Tabel 4.1 Data Pengukuran Suhu Menggunakan Thermovisi	47
Tabel 4.2 Data Operasional, Suhu Lilitan dan Suhu Minyak Transformator Pada Tanggal 26 Mei 2025	48
Tabel 4.3 Data Operasional, Suhu Lilitan dan Suhu Minyak Transformator Pada Tanggal 27 Mei 2025	49
Tabel 4.4 Data Operasional, Suhu Lilitan dan Suhu Minyak Transformator Pada Tanggal 28 Mei 2025.....	50
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Dengan Menggunakan Thermovisi	62
Tabel 4.6 Data hasil perhitungan Transformator tanggal 26 Mei 2025	65
Tabel 4.7 Data hasil perhitungan Transformator tanggal 27 Mei 2025	66
Tabel 4.8 Data hasil perhitungan Transformator tanggal 28 Mei 2025	67

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 Surat Permohonan Pengambilan Data
- Lampiran 7 Surat Balasan Penerimaan Pengambilan Data dari Perusahaan
- Lampiran 8 Data Pengukuran Thermovisi
- Lampiran 9 Data Pengukuran Suhu Lilitan dan Operasional Transformator
Tanggal 26 Mei 2025
- Lampiran 10 Data Pengukuran Suhu Lilitan dan Operasional Transformator
Tanggal 27 Mei 2025
- Lampiran 11 Data Pengukuran Suhu Lilitan dan Operasional Transformator
Tanggal 28 Mei 2025
- Lampiran 12 Proses Pengambilan Data
- Lampiran 13 Revisi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 14 Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir