

**ANALISIS SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA 150 KV  
AKIBAT PEMBEBANAN DI PLTGU KERAMASAN  
PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Strata-1 (S-1) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Tridianti Palembang**

**Oleh:**

**FITRA IMAM**

**1802230012**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Fitra Imam  
NIM : 1802230012  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenjang Pendidikan : Strata I (S1)  
Judul Skripsi : Analisis Susut Umur Transformator Daya 150 kV Akibat  
Pembebanan Di PLTGU Keramasan Palembang.

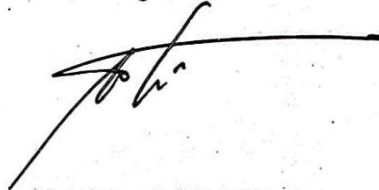
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Ir. H. Herman Ahmad, M.T.

Pembimbing II,



Muhni Pamuji, S.T., M.M.

Mengetahui :

Dekan,



Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M.

Program Studi

Ketua,



M Husni Syahbani, S.T., M.T.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitra Imam  
NIM : 1802230012  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisis Susut Umur Transformator Daya 150 kV  
Akibat Pembebanan di PLTGU Keramasan  
Palembang.

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama, maka hal tersebut dijadikan referensi dan di masukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan menerima sanksi berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan apapun.

Palembang, April 2023

Penulis,



Fitra Imam

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS. Al-Insyirah : 6-7)

“Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(QS. Al-Baqarah : 286)

Kupersembahkan Kepada:

- Kedua Orang Tuaku
- Saudara-Saudaraku
- Sahabat-Sahabatku
- Teman-Teman Seperjuangan
- Almamaterku

## ABSTRAK

Transformator merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Semakin besar beban yang dipikul transformator maka akan semakin besar pula susut umurnya, demikian juga sebaliknya semakin kecil beban yang dipikul transformator maka akan semakin kecil pula susut umur pada transformator tersebut. Susut umur transformator merupakan hilangnya umur yang disebabkan oleh operasi harian atau bulanan pada suhu panas setempat, dan dapat dinyatakan dalam satuan bulanan, harian atau jam. Penelitian dilakukan pada Transformator Daya 54 MVA di PLTGU Keramasan. Hasil penelitian menunjukkan besarnya pembebanan pada transformator tergantung dari besarnya daya semu yang diserap oleh beban. Apabila pembebanan pada transformator semakin besar, maka temperatur minyak transformator akan semakin besar, dan akan menyebabkan laju penuaan *thermal* akan semakin besar. Apabila laju penuaan *thermal* tersebut semakin besar, maka susut umur transformator semakin besar pula. Susut umur Transformator Daya 54 MVA untuk operasi harian selama bulan Oktober adalah 9.09%. Perkiraan sisa umur Transformator Daya 54 MVA untuk periode masa pemakaian 10 tahun dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2022 adalah 11,60 tahun.

Kata kunci : **Transformator, pembebanan, susut umur**

## ABSTRACT

A transformer is an electrical device whose function is to transmit power from high voltage to low voltage or vice versa. The greater the load that is borne by the transformer, the greater the loss in age, and vice versa, the smaller the load that is carried by the transformer, the smaller the loss in age of the transformer. Transformer life loss is the loss of life caused by daily or monthly operation at local hot temperatures, and can be expressed in units of months, days or hours. The research was conducted on a 54 MVA Power Transformer at PLTGU Keramasan. The results showed that the magnitude of the load on the transformer depends on the amount of apparent power absorbed by the load. If the load on the transformer is greater, the temperature of the transformer oil will be greater, and will cause the rate of thermal aging to increase. If the rate of thermal aging is greater, then the loss in the age of the transformer is also greater. The life loss of the 54 MVA Power Transformer for daily operation during the month of October is 9.09%. The estimated remaining life of the 54 MVA Power Transformer for a period of 10 years from 2012 to 2022 is 11.60 years.

Keywords: *Transformer, loading, loss of life*

## **KATA PENGANTAR**

Syukur alhamdulillah kita panjatkan atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar strata 1 pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Dengan selesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak Ir. H. Herman Ahmad, M.T. Selaku pembimbing I
- Bapak Muhni Pamuji, S.T., M.M. Selaku pembimbing II

Selesainya skripsi ini juga tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak.

Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, M.P. Selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang beserta staff.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Bapak M. Husni Syahbani, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Dosen pengajar di lingkungan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
5. Seluruh karyawan di PT. PLN (persero) Sektor Pembangkit Keramasan Palembang

6. Kedua Orang tua kami atas segala dukungan dan do'a yang selalu dipanjatkan sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa khususnya Kelas Reg A Pagi di Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pembacanya serta semoga dapat menjadi referensi untuk penelitian berikutnya, Aamiin.

Palembang, Maret 2023

Penulis

Fitra Imam



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TRANSFORMATOR DAYA</b>	
2.1 Transformator Daya .....	4
2.2 Prinsip Kerja Transformator Daya .....	4
2.3 Konstruksi Transformator Daya .....	5
2.3.1 Inti (core) .....	5
2.3.2 Kumparan Transformator .....	5
2.3.3 Bushing .....	6
2.3.4 Tangki Konservator .....	6
2.4 Susut Umur Transformator .....	7

2.5 Pembebanan Transformator .....	7
2.6 Karakteristik Pembebanan dan Rugi-Rugi Berbeban .....	8
2.6.1 Keadaan Transformator Saat Tidak Berbeban.....	9
2.6.2 Keadaan Transformator Saat Berbeban .....	9
2.7 Daya Pembebanan.....	10
2.8 Rasio Pembebanan .....	10
2.9 Rugi Tembaga .....	10
2.10 Perbandingan Rugi Transformator.....	11
2.11 Kenaikan Temperature Ultimate Minyak Atas .....	11
2.12 Kenaikan Temperature Minyak Atas .....	12
2.13 Selisih Antara Rata-Rata Temperature Pada Minyak Dengan Temperature Pada Kumparan .....	13
2.14 Temperature Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Alami.....	13
2.15 Kenaikan Temperature Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Paksaan .....	14
2.16 Temperature Hot Spot dengan Top Oil.....	14
2.17 Temperature Hot Spot.....	15
2.18 Laju Penuaan Thermal .....	15
2.19 Susut Umur Transformator .....	16
2.20 Perkiraan Sisa Umur Pakai Transformator .....	16
2.21 Minyak Transformator .....	17
2.22 Sistem Pendingin Transformator .....	18
2.22.1 ONAN/ONAF Colling Method .....	19

### **BAB III TRANSFORMATOR DAYA 150 KV DI PLTGU**

3.1 Sistem Transformator Daya Unit (1) di PLTGU .....	20
3.2 Single Line Diagram PLTGU .....	21
3.3 Data Spesifikasi Transformator .....	22
3.4 Data Pembebanan Transformator .....	23
3.5 Data Suhu Transformator .....	24

## **BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA**

4.1 Perhitungan Daya Pembebanan .....	25
4.2 Perhitungan Rasio Pembebanan .....	25
4.3 Perhitungan Rugi Tembaga .....	25
4.4 Perhitungan Perbandingan Rugi Transformator .....	26
4.5 Perhitungan Kenaikan Temperature Ultimate Minyak Atas .....	26
4.6 Perhitungan Kenaikan Temperature Minyak Atas .....	27
4.7 Perhitungan Selisih Antara Rata-Rata Temperature Pada Minyak Dengan Temperature Pada Kumparan .....	27
4.8 Perhitungan Temperature Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Alami .....	28
4.9 Perhitungan Kenaikan Temperature Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Paksaan .....	28
4.10 Perhitungan Temperature Hot Spot dengan Top Oil .....	28
4.11 Perhitungan Temperature Hot Spot .....	29
4.12 Perhitungan Laju Penuaan Thermal .....	29
4.13 Perhitungan Susut Umur Transformator .....	29
4.14 Perhitungan Perkiraan Sisa Umur pakai Transformator .....	30
4.15 Analisa dan Pembahasan.....	32
4.15.1 Analisa Pembebanan Transformator Daya.....	32
4.15.2 Analisa Temperature Hot Spot Transformator Daya.....	32
4.15.3 Analisa Susut Umur dan Sisa Umur Transformator Daya ...	32

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Inti Besi .....	5
2.2 Bushing .....	6
2.3 Transformator Tidak Berbeban .....	9
2.4 Transformator Saat Berbeban .....	9
3.1 Single Line Diagram Trafo Daya Unit (1) PLTGU Keramasan .....	21
4.1 Grafik Perhitungan Sisa Umur Transformator Daya .....	31

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Sistem Pendingin .....	18

3.1 Data Spesifikasi Transformator .....	22
3.2 Data Pembebanan Transformator Harian Pukul 19.00 Oktober 2022 .....	23
3.3 Data Suhu Transformator Harian Pukul 19.00 Oktober 2022 .....	24
4.1 Hasil Perhitungan Beban.....	26
4.2 Hasil Perhitungan Suhu.....	30
4.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Sisa Umur dan Temperature Hotspot .....	30
4.4 Hasil perhitungan persentase.....	31

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transformator adalah sebuah perangkat listrik statis, tanpa melibatkan bagian yang terus bergerak, digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk menyalurkan tenaga listrik antar komponen melalui penggunaan induksi magnetik dan mengubah sistem tegangan dan arus bolak-balik ke sistem lain dengan tegangan dan arus yang berbeda-beda nilainya dengan frekuensi sama bertujuan untuk menyalurkan daya listrik.

Umur transformator pada sistem tenaga listrik akan berkurang seiring berjalannya waktu transformator dioperasikan. Berkurangnya umur pakai transformator disebabkan karena beberapa faktor, salah satunya akibat pola pembebanan yang mengakibatkan suhu pada transformator meningkat. Faktor lainnya yang menyebabkan umur transformator berkurang atau penuaan pada transformator yaitu pengaruh suhu sekitar (lingkungan), suhu belitan transformator dan suhu minyak transformator. Suhu udara sekitar tempat dioperasikannya transformator sangat berpengaruh pada karakteristik thermal dan suhu titik panas belitan transformator.

Kebutuhan daya harus disuplai oleh sumber ke beban tergantung pada penyerapan daya oleh beban tergantung pada daya reaktif yang diserap oleh beban tersebut. Daya yang hilang dapat berupa energi panas dan energi magnetisasi yang ditimbulkan pada saluran. Energi panas yang tidak terpakai disebut sebagai rugi –

rugi daya aktif dan energi magnetisasi disebut sebagai rugi – rugi daya reaktif.

Semakin tinggi presentase pembebanan maka sisa umur akan semakin menurun. Nilai suhu akhir hot spot Transformator Tenaga semakin besar, maka umur trafo semakin kecil dan kemampuan mensuplai beban juga berkurang. Apabila beban trafo mengalami kenaikan, maka akan menaikkan suhu akhir hot spot dengan mendekati nilai maksimum yang diijinkan.

Dari uraian singkat diatas, maka penulis tertarik untuk mengangkat suatu penelitian yang disusun dalam tugas akhir dengan judul **“Analisis Susut Umur Transformator Daya 150 kV Akibat Pembebanan Di PLTGU Keramasan Palembang”**

### **3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pembebanan dan suhu transformator daya 150 kV terhadap usia pakai di PLTGU Keramasan Palembang.

### **3.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas permasalahan yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pembebanan terhadap usia transformator daya 150 kV di PLTGU Keramasan?.
2. Bagaimana pengaruh suhu terhadap kualitas transformator daya 150 kV di PLTGU Keramasan?

### **3.3 Batasan Masalah**

Untuk memperkecil lingkupan masalah yang akan dibahas dan pembahasan

yang dilakukan tepat pada sasaran, maka perlu membatasi permasalahan yaitu:

1. Penelitian ini hanya fokus membahas pada transformator daya 150 kV di PLTGU Keramasan.
2. Penelitian ini hanya menganalisis pembebanan transformator daya dan pengaruh suhu sekitar terhadap usia pakai transformator.

### **3.4 Sistematika Penulisan**

Agar pembahasan di dalam skripsi lebih terarah dan mudah di pahami maka penulis membuat sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab yaitu :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TRANSFORMATOR DAYA**

Pada bab ini berisikan teori-teori dasar dan teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan masalah yang ada di dalam skripsi.

#### **BAB III TRANSFORMATOR DAYA 150 KV DI PLTGU**

Menjelaskan mengenai sistem transformator di PLTGU, data spesifikasi transformator, data pembebanan transformator dan data suhu transformator.

#### **BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA**

Bab ini berisi perhitungan dan menganalisa hasil penelitian pembebanan Transformator di PLTGU Keramasan.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran mengenai pokok permasalahan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pujiono, Eko, Mujiman. 2016. *Analisis Pembebanan Terhadap Usia Pakai Transformator Tenaga Di Gardu Induk 150 kV*. Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- [2] Muzar, Syahrizal. 2018. *Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya Di Gardu Induk Lambaro*. Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Aceh.
- [3] Utomo Priyo. 2019. *Studi Analisis Kualitas Transformator Dayu Gardu Induk Siantan*. Tanjung Pura
- [4] Standart International Electrotechnical Commission (IEC) 60076-7. 2005. *Power Transformers*. Jakarta
- [5] Zuhail. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta