

**ANALISIS KENAIKAN BEBAN TERHADAP  
SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA  
DI GARDU INDUK KENTEN PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana**

**Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Tridianti**

**D disusun Oleh :**

**ANDRI GUNAWAN**

**2002230005**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2024**

**ANALISIS KENAIKAN BEBAN TERHADAP  
SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA  
DI GARDU INDUK KENTEN PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana**

**Strata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Tridinanti Palembang**

**Oleh :**



**ANDRI GUNAWAN**

**2002230005**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Andri Gunawan  
NIM : 2002230005  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenjang Pendidikan : Strata - 1 (S1)  
Judul : Analisis Kenaikan Beban Terhadap Susut Umur  
Transformator Daya 60 MVA Di Gardu Induk  
Kerten Palembang

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Pembimbing II,



Muhammad Helmi, ST.MT.

Mengetahui :  
Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Zulfikarnain Fatoni, MT., M.M

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



Dina Fitria, ST.MT

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Andri Gunawan  
Nomor Pokok : 2002230005  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Analisis Kenaikan Beban Terhadap Susut Umur  
Transformator Daya 60 MVA Di Gardu Induk  
Kenten Palembang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa :

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil murni karya saya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumus yang sama, maka hal tersebut dijadikan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari karya skripsi orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi: Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun/atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, September 2024

Penulis

  
Andri Gunawan



## PERSEMBAHAN

- ❖ "Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"  
(Q.S Al Baqarah 286)
- ❖ "Allah tidak berjanji bahwa langit akan selalu biru, tetapi Allah berjanji bersama kesulitan ada kemudahan." (Q.S Al Insyirah 5)
- ❖ Jika depan, belakang, kanan, dan kirimu membencimu, coba lihat ke atas, ada Allah yang menyayangimu. (Imam Syafi'i)
- ❖ Orang lain sering meremehkan kemampuan kita. Tidak perlu bimbang apalagi tersinggung. Yang penting kita tetap yakin dan tidak meremehkan diri sendiri. (Jefri Al Buchori)
- ❖ Ini tentang seorang anak pertama laki-laki yang di bebaskan untuk bermimpi, tetapi diharuskan menjadi seorang yang berhasil dalam hal apapun.

**Skripsi ini Kupersembahkan untuk :**

❖ **Kedua Orang Tuaku Tersayang :**

**Bapak MUKSININ,**

**Ibu ARMIATI.**

❖ **Adikku, yang telah memberiku semangat**

❖ **Teman-teman Angkatan Teknik Elektro 2020**

❖ **Dan Almamaterku**

## ABSTRAK

Transformator daya merupakan salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Di Gardu Induk Kenten Palembang, transformator daya 60 MVA mengalami kenaikan beban yang signifikan, yang dapat mempengaruhi umur operasi transformator. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kenaikan beban terhadap susut umur transformator tersebut. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data historis beban, perhitungan susut umur berdasarkan SPLN – 17, serta standar IEEE C57.91. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan beban yang berkelanjutan dapat mempercepat susut umur transformator, terutama jika beban melebihi kapasitas nominalnya yaitu 80% menurut SPLN No. 17 tahun 2014.

**Kata kunci : Transformator daya 60 MVA, Susut Umur , GI Kenten Palembang.**

## **ABSTRACT**

Power transformer is one of the important components in the electric power system that functions to increase or decrease the voltage. In the Kenten Palembang Substation, the 60 MVA power transformer experienced a significant increase in load, which can affect the operating life of the transformer. This study aims to analyze the impact of the increase in load on the shrinkage of the transformer's life. The methods used include collecting historical load data, calculating the shrinkage based on SPLN - 17, and the IEEE C57.91 standard. The results of the study indicate that continuous load increases can accelerate the shrinkage of the transformer's life, especially if the load exceeds its nominal capacity of 80% according to SPLN No. 17 of 2014.

**Keywords: 60 MVA Power Transformer, Age Loss, Kenten Palembang Substation.**

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul "Analisis Kenaikan Beban Terhadap Susut Umur Transformator Daya 60 MVA Di Gardu Induk Kenten Palembang" sebagai salah satu persyaratan akademis yang harus penulis penuhi guna memperoleh gelar Strata 1 (satu) Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada yang terhormat :

-Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT. Selaku Dosen Pembimbing I

-Bapak Muhammad Helmi, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing II

Yang telah membantu dan memberikan semangat, dorongan dan bimbingan serta Saran dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan trimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, Ms Selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Ibu Dina Fitria, ST.MT Selaku Ketua Program Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.



4. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST. MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
5. Staff Dosen yang telah memberikan ilmunya dan menghantarkan penulis menyelesaikan perkuliahan.
6. Kedua orang tua saya Bapak Muksinin dan Ibu Armiami yang paling berjasa dalam hidup saya yang tidak berhenti-hentinya memberikan cinta dan selalu memberikan motivasi selalu berjuang untuk kehidupan saya, serta do'a dan dukungan untuk menyelesaikan pendidikan sarjana.
7. Adikku yang telah memberikan semangat hingga bisa ke tahap ini.
8. Teman-teman seperjuanganku yang tak bisa ku sebut satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan oleh karena itu penulis mengharapkan bantuan dan dukungan dalam memberikan masukan, saran dan kiritk yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Semoga Allah SWT, menerima amal kebaikan dan memberikan pahala yang berlipat ganda kepada kita semua Aamiin.

Palembang, Oktober 2021

Penulis



Antri Gunawan

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	.ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistem Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Transformator.....	5
2.2 Karakteristik Trasformator.....	5
2.3 Prinsip Kerja Trasformator .....	6
1.4 Hal-Hal Yang Mempengaruhi Umur Transformator .....	8
1.5 Daya Pembebanan.....	9
1.6 Rasio Pembebanan .....	10
1.7 Rugi Tembaga .....	10

1.8 Perbandingan Rugi Transformator.....	11
1.9 Kenaikan Temperatur Ultimate Minyak Atas.....	11
1.10 Kenaikan Temperatur Minyak Atas.....	12
1.11 Selisih Antara Rata-Rata Temperatur Pada Minyak Dengan Temperatur Pada Kumparan.....	13
1.12 Kenaikan Temperatur Hot spot dengan Sirkulasi Minyak Alami.....	13
1.13 Kenaikan Temperatur Hot spot Dengan Sirkulasi Minyak Paksaan.....	14
1.14 Selisih Temperatur Hot spot dengan Top oil.....	14
1.15 Temperatur Hot spot.....	15
1.16 Laju Penuaan Thermal.....	15
1.17 Susut Umur Transformator.....	16
1.18 Perkiraan Sisa Umur Pakai Transformator.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Data-Data.....	18
3.1.1 Transformator Daya.....	18
3.1.2 Single Line Diagram Transformator daya Di Gi. Kenten Palembang.....	18
3.2 Tabel Data Pembebanan Transformator Daya 60 MVA.....	20
3.3 Tabel Data Suhu Transformator Daya 60 MVA.....	21
3.4 Langkah-Langkah Perencanaan.....	22
3.5 Metode Pengambilan Data.....	23

<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISI .....</b>	<b>24</b>
4.1 PEMBAHASAN .....	24
4.1.1 Perhitungan Daya Pembebanan.....	24
4.1.2 Perhitungan Persentase Rasio Pembebanan .....	24
4.1.3 Perhitungan Rugi Tembaga.....	25
4.1.4 Perhitungan Perbandingan Rugi Transformator.....	25
4.1.5 Perhitungan Kenaikan Temperatur Ultimate Minyak Atas.....	26
4.1.6 Perhitungan Kenaikan Temperatur Minyak Atas.....	26
4.1.7 Perhitungan Selisih Antara Rata-Rata Temperature Pada Minyak Dengan Temperatur Pada Kumparan .....	27
4.1.8 Perhitungan Kenaikan Temperatur Hot Spot Dengan Sirkulasi Minyak Alami .....	27
4.1.9 Perhitungan Kenaikan Temperatur Hot Spot Dengan Sirkulasi Minyak Paksaan .....	28
4.1.10 Perhitungan Selisih Temperatur Hot Spot Dengan Top Oil.....	28
4.1.12 Perhitungan Temperatur Hot Spot .....	28
4.1.12 Perhitungan Laju Penuaan Thermal .....	29
4.1.13 Perhitungan Susut Umur Transformator .....	29
4.1.14 Perhitungan Perkiraan Sisa Umur Pakai Transformator .....	30
4.2 ANALISIS .....	31
4.2.1 Analisis Beban Transformator .....	31
4.2.2 Analisis Suhu Operasi .....	31
4.2.3 Analisis Susut Umur Dan Sisa Umur Transformator.....	32

<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	33
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	34
<b>LAMPIRAN</b> .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transformator daya merupakan salah satu komponen utama dalam sistem distribusi tenaga listrik. Transformator berfungsi untuk mengubah tegangan listrik agar sesuai dengan kebutuhan jaringan distribusi. Pada Gardu Induk Keten Palembang, terdapat transformator daya berkapasitas 60 MVA yang berperan penting dalam menyalurkan energi listrik ke berbagai konsumen yang telah beroperasi selama 7 tahun. Umur pakai transformator sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah beban yang ditanggung oleh transformator tersebut. Dimana seiring bertambahnya konsumen maka bertambah juga beban pada transformator, hal ini dikarenakan konsumen tidak akan mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu. Sebaliknya masa pakai transformator seiring bertambahnya umur transformator tersebut akan mengalami penurunan keandalannya.

Naikan beban pada transformator dapat menyebabkan peningkatan suhu operasi, yang berpotensi mempercepat laju penuaan terhadap komponen-komponen internal lainnya. Beban ideal sebuah transformator bernilai 60% - 80% dari kapasitas transformator tersebut, jika lebih dari standar tersebut dapat dikatakan berada dalam kategori kelebihan muatan, maka umur transformator akan menyusut lebih cepat dari yang diharapkan.[7]

Berdasarkan pada standar International Electrotechnical Commission(IEC) 2017, yang telah menjadi acuan PLN saat ini ICE 60076: tahun 2017, sebuah

komponen transformator akan mempunyai umur yang normal pada kondisi suhu hot-spot  $98^{\circ}\text{C}$  pada pembebanan yang terus-menerus dengan suhu sekitar sebesar  $20^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan standar International Electrotechnical Commission (IEC) 60076-7 tahun 2017.[6] Batas umur normal pada suatu transformator adalah sekitar 20,55 tahun dengan beroperasi pada suhu sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ . [8]

Maka dari penjelasan di atas maka penulis akan mengambil judul **Analisis Kenaikan Bebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya 60 MVA di Gardu Induk Kenten Palembang**. Sebagai laporan akhir, sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata I Universitas Tridinanti.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam penulisan skripsi ini penulis merumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Mengatahui beban dan suhu pada transformator daya 60 MVA di gardu induk kenten Palembang ?
2. Mengetahui susut umur transformator daya 60 MVA di gardu induki kenten Palembang?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar memudahkan dalam penulisan skripsi ini dan untuk menghindari terlalu luasnya pembahasan serta tersusun rapi, maka penulis akan menitik beratkan pebahasan pada:

1. Penelitian ini hanya di lakukan pada Transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Kenten Palembang.

2. Pembahasan ini hanya untuk mengetahui umur Transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Kenten Palembang.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah untuk dapat mengetahui umur dari Trsanformator Daya 60 MVA di Gardu Induk Kenten Palembang.

#### **1.5 Metode Penelitian**

Untuk penulisan laporan akhir ini penulis menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif yaitu suatu metode penelitian yang bersifat menggambarkan dan menganalisis kenyataan atau fakta sesuai data yang diperoleh.

1. Metode Studi Pustaka

Dalam penyusunan laporan akhir ini penulis melakukan studipustaka berupa mempelajari literature dan buku-buku sebagai bahan referensi yang berhubungan dengan objek penelitian.

2. Metode Wawancara

Metode ini dilaksanakan melalui tanya jawab secara langsung melalui narasumber yang menangani dan menguasai bidangnya masing-masing untuk mencari data-data yang diperlukan tentang masalah yang dibahas.

3. Metode Observasi Lapangan

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti serta pencatatan data-datayang diperlukan dalam penyusunan laporan akhir ini.

4. Metode Konsultasi



Metode yang dilakukan yaitu penulis menanyakan langsung pada dosen pembimbing apakah penyusunan laporan ini sudah benar atau belum.

## **1.6 Sistem Penulisan**

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

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistem 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 60 MVA DI GI KENTEN**

Menjelaskan mengenai sistem transformator di GI KENTEN PALEMBANG, data spesifikasi transformator, data pembebanan transformator dan data suhu transformator.

### **BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN**

Bab ini berisi perhitungan dan menganalisis hasil penelitian pembahasan transformator di GI KENTEN PALEMBANG.

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

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

## DAFTAR PUSTAKA

1. Allan R. Hambley, "Electrical Enggining : Principles and Applications". Edisi terbaru adalah edisi ke-7. 2017.
2. Stephen J. Chapman McGraw-Hill, "Electric Machinery Fundamentals", 5th Edition, 2012.
3. Fitra Imam, 2023. Analisis susut umur transformator daya 150 kv akibat pembebanan di pltgu keramasan Palembang. Fakultas teknik, teknik electro, Palembang.
4. William C. Feaver CRC Press, "Power Transformer Handbook" tahun 2014.
5. IEC, (2017), Power Transformers – Part 7: Loading Guide For Oil-Immersed Power Transformers, IEC. International Standard 60076-7.
6. SPLN-17. EDARAN DIREKSI PT PLN (PERSERO), TENTAN METODE PEMELIHARAAN TRAFO DISTRIBUSI BERBASIS KAIDAH MANAJEMEN ASET, TAHUN 2014.
7. IEEE Guide for loading mineral-oil-immersed transformator, IEEE std.91-1995.
8. William C. Feaver CRC Press, "Power Transformer Handbook" tahun 2014.