

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH BEBAN PADA SUSUT UMUR  
TRANSFORMATOR DI PT SIER  
(SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT)**



**Disusun Oleh :**

**YAHYA**

**NBI : 1451700007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

# TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH BEBAN PADA SUSUT UMUR  
TRANSFORMATOR DI PT SIER  
(SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT)**



**Disusun Oleh :**

**YAHYA**

**NBI : 1451700007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

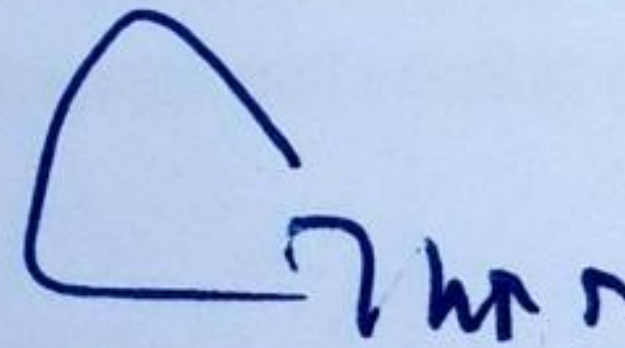
---

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

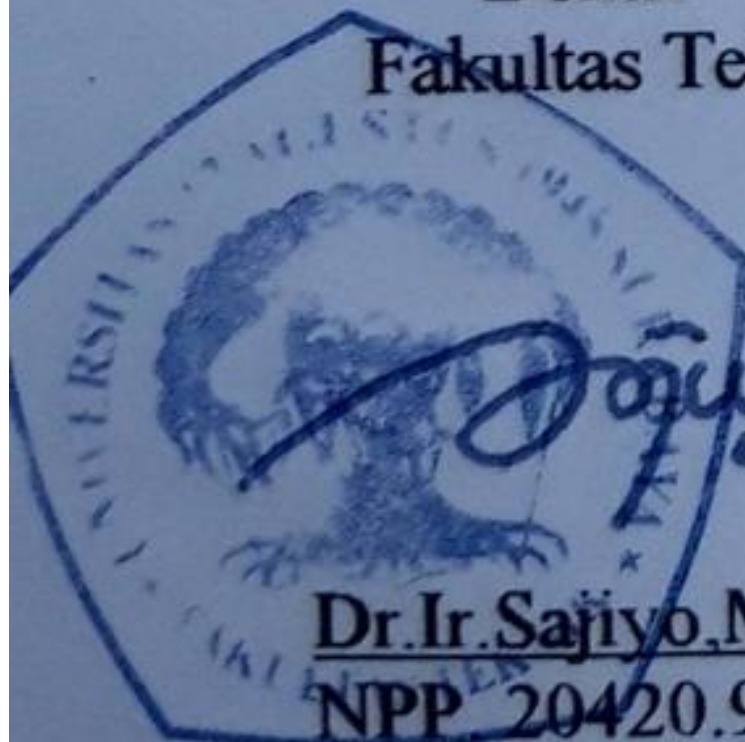
NAMA : YAHYA  
NBI : 1451700007  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH BEBAN PADA SUSUT UMUR  
TRANSFORMATOR DI PT SIER ( *SURABAYA  
INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT* )

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Gatut Budiono, MT  
NPP. 20450890181

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M. Kes  
NPP 20420.90.00197

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT  
NPP : 20450110601

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN  
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : YAHYA  
NBI : 1451700007  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya ,yang berjudul:

“ANALISA PENGARUH BEBAN PADA SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DI  
PT SIER ( *SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT* )”

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, yang diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai pearaturan yang berlaku.

Surabaya, 05 Juli 2021



Yahva  
1451700007



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YAHYA  
NBI/NPM : 1451700007  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

*"Analisa Pengaruh Beban Pada Susut Umur Transformator  
Di Pt Sier ( Surabaya Industrial Estate Rungkut )"*

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 30 Juli 2021



## **ABSTRAK**

Banyak faktor yang mempengaruhi susut transformator salah satunya yaitu pembebanan dan naiknya temperatur pada trafo. Pada penelitian kali ini dilakukan pada transformator PT SIER (Surabaya industrial Estate Rungkut) yang berkapasitas 1000KVA. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penyusut transformator terbesar pada hari Selasa yaitu 0,4037 jam pada beban 277,71 KW dan suhu *HotSpot* mencapai 90 °C dengan perkiraan sisa umur trafo 13,2 tahun. Susut umur transformator terkecil pada hari jumat diperoleh 0,2641 jam pada beban 236,87 KW dan suhu *HotSpot* 87°C dengan perkiraan sisa umur Trafo 15,7 tahun. Masih diatas standar berdasarkan IEC 345 tahun 1991 suhu *HotSpot* 98°C dengan mengetahui susut umur trafo maka dapat mencegah kerusakan sehingga keandalan sistem tenaga di PT SIER tetap terjaga.

***Kata Kunci*** : *Transformator, Pembebanan , Susut Umur*

## **ABSTRACT**

*Many factors affect the loss of the transformer, one of which is the load and the temperature rise in the transformer. In this research, the transformer PT SIER (Surabaya Industrial Estate Rungkut) has a capacity of 1000KVA. Based on the results of the research, the largest transformer shrinkage on Tuesday was 0.4037 hours at a load of 277.71 KW and the HotSpot temperature reached 90 C with an estimated remaining life of the transformer 13.2 years. The smallest transformer life loss on Friday was 0.2641 hours at a load of 236.87 KW and a HotSpot temperature of 87 °C with an estimated remaining life of the transformer 15.7 years. Still above the standard based on IEC 345 in 1991, the HotSpot temperature of 98 °C by knowing the life loss of the transformer can prevent damage so that the reliability of the power system at PT SIER is maintained.*

*Keywords: Transformer, Loading, Life Loss*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Hirobbil'alamin saya panjatkan syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmad dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas akhir ini dengan judul “ Analisa Pengaruh Beban pada Susut Umur Transformator di PT SIER ( *Surabaya Industrial Estate Rungkut* )”

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dalam penyusunan tugas akhir tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik berupa nasehat, saran maupun kritik yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Oleh sebab itu saya mengucapkan Terimakasih Sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Bapak Puji Slamet, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Ir. Gatut Budiono, MT. selaku Dosen Pembimbing yang selalu menyempatkan waktu untuk membimbing saya dan menyusun tugas akhir.
5. Bapak Puji Slamet, ST.,MT. Selaku Dosen wali yang telah memberikan pengarahan selama masa perkuliahan.
6. seluruh staff pengajar Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staff PT SIER yang telah memberikan ijin penelitian dan membantu kelancaran penelitian ini.
8. Teruntuk kedua orang tua saya Bapak Achmad dan Ibu Rohayah yang selalu mendoakan, menyemangati dan menasehati saya agar tetap selalu semangat dan slalu ingat Allah SWT dalam segala situasi apapun.



9. Seluruh teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro terutama angkatan 2017 yang telah membantu dan memberi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh rekan kerja saya di PT SIER atas dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Dan seluruh pihak-pihak yang ikut mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmad dan hidayah-Nya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Surabaya, 05 Juli 2021

Penulis

Yahya

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>i</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan masalah.....	2
1.4    Tujuan penelitian.....	2
1.5    Manfaat Penelitian.....	2
1.6    Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Dasar Teori.....	5
2.2    Transformator.....	5
2.3    Prinsip kerja.....	6
2.4    Jenis jenis transformator.....	7
2.4.1    Transformator berdasarkan jenis tegangan.....	7
2.4.2    Transformator berdasarkan bahan inti ( core ) .....	8
2.4.3    Transformator berdasarkan penggunaanya.....	9
2.5    Bagian - bagian pada Transformator .....	11
2.5.1    Inti Besi .....	11
2.5.2    Kumparan Transformator .....	12
2.5.3    Tanki dan Konservator Transformator .....	12
2.5.4    Bushing .....	13

2.5.5	Minyak Transformator .....	14
2.6	Peralatan bantu transformator .....	15
2.6.1	Pendingin.....	15
2.6.2	Tap Changer .....	16
2.7	Pembebanan .....	16
2.8	Pengaruh Pembebanan Terhadap susut Transformator .....	18
2.9	Susut Umur Transformator.....	18
2.10	Temperatur <i>Hot Spot</i> .....	20
2.11	Diagram Termal .....	21
<b>BAB 3</b>	<b>METODELOGI .....</b>	<b>23</b>
3.1	Diagram alir penelitian.....	23
3.2	Studi Kasus Penelitian.....	24
3.3	Lokasi Peneitian .....	25
3.4	Metode Penelitian.....	25
3.5	Peralatan danBahan .....	25
3.5.1	Bahan Penelitian.....	25
3.5.2	Alat penelitian .....	25
3.6	Langkah Penelitian .....	25
3.6.1	Studi litaratur.....	25
3.6.2	Pengumpulan data .....	25
3.6.3	Pengolahan data.....	26
3.6.4	Analisa Data .....	28
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1	Umum.....	29
4.2	Data Transformator .....	30
4.3	Data penelitian.....	31
4.4	Data Perhitungan .....	40
4.4.1	Menentukan Daya aktif .....	40

4.4.2	Menentukan Daya Reaktif ( Q ) .....	42
4.4.3	Menentukan Daya Semu ( S ) .....	45
4.4.4	Menentukan Rasio Pembebanan dan Presentase pembebanan.....	47
4.4.4	Menentukan rugi tembaga setiap jam akibat pembebanan.....	55
4.4.5	Menentukan perbandingan Rugi Transformator .....	58
4.4.6	Menentukan Temperatur <i>Ultimate</i> Minyak Atas.....	61
4.4.7	Selisih antara kenaikan suhu Kumparan dengan Suhu Minyak .....	65
4.4.8	Menentukan Suhu Hot spot dengan sirkulasi minyak alami .....	68
4.4.9	Menentukan Selisih Kenaikan suhu Hot spot dengan Top Oil.....	71
4.4.10	Menentukan Suhu HotSpot dengan suhu lingkungan .....	74
4.4.11	Menghitung Laju Penuaan Thermal .....	78
4.4.12	Menghitung susut Umur transformator .....	81
4.4.13	Menghitung perkiraan umur trafo 1000KVA di PT SIER .....	83
<b>BAB V.....</b>		<b>87</b>
<b>PENUTUP.....</b>		<b>87</b>
5.1	Kesimpulan .....	87
5.2	Saran.....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>88</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>91</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Transformator.....	5
Gambar 2. 2 Skema Transformator Step-UP.....	7
Gambar 2. 3 Skema Transformator Step-down.....	8
Gambar 2. 4 Transformator Berinti Udara.....	8
Gambar 2. 5 Bentuk inti besi Transformator.....	9
Gambar 2. 6 Transformator Daya.....	9
Gambar 2. 7 Transformator Distribusi.....	10
Gambar 2. 8 Transformator Proteksi.....	10
Gambar 2. 9 Transformator Pengukuran.....	11
Gambar 2. 10 Inti besi.....	11
Gambar 2. 11 Kumparan Transformator.....	12
Gambar 2. 12 Tanki dan Konservator Transformator.....	12
Gambar 2. 13 silicagel trafo.....	13
Gambar 2. 14 Bushing.....	13
Gambar 2. 15 Minyak Transformator.....	14
Gambar 2. 16 Diagram Termal.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4. 1 Transformator PT SIER 1000KVA.....	29
Gambar 4. 2 Grafik Presentase pembebanan Hari senin.....	50
Gambar 4. 3 Grafik Presentase pembebanan hari Selasa.....	51
Gambar 4. 4 Grafik presentase pembebanan hari Rabu.....	52
Gambar 4. 5 Grafik presentase pembebanan hari Kamis.....	53
Gambar 4. 6 Grafik presentase pembebanan hari jumat.....	54
Gambar 4. 7 Suhu HotSpot selama 5 Hari.....	77
Gambar 4. 8 Digram batang untuk susut umur trafo.....	82
Gambar 4. 9 Grafik susut umur trafo selama 5 hari.....	82
Gambar 4. 10 Grafik susut dan perkiraan umur trafo selama 5 hari.....	83
Gambar 4. 11 Grafik variasi beban terhadap umur transformator.....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi sistem pendingin transformator.....	15
Tabel 2. 2 Skala Susut Umur Trafo.....	19
Tabel 2. 3 Karakteristik termal untuk pembebanan .....	22
Tabel 4. 1 Data Teknis Transformator .....	30
Tabel 4. 2 Pengukuran Trafo Pada Hari Senin.....	31
Tabel 4. 3 Pengukuran Trafo Pada Hari Selasa.....	31
Tabel 4. 4 Pengukuran Trafo Pada Hari Rabu.....	32
Tabel 4. 5 Pengukuran Trafo pada Hari Kamis.....	32
Tabel 4. 6 Pengukuran Trafo pada Hari Jumat.....	33
Tabel 4. 7 Rata - Rata Arus Transformator selama 5 Hari.....	36
Tabel 4. 8 Pengukuran suhu Kumparan, Minyak Atas, Lingkungan hari Senin .....	37
Tabel 4. 9 Pengukuran Suhu Kumparan, Minyak Atas, Lingkungan hari Selasa .....	37
Tabel 4. 10 Pengukuran suhu Kumparan, Minyak Atas, Lingkungan hari Rabu.....	38
Tabel 4. 11 Pengukuran suhu Kumparan, Minyak Atas, Lingkungan hari Kamis.....	38
Tabel 4. 12 Pengukuran suhu Kumparan, Minyak, Lingkungan hari Jumat.....	39
Tabel 4. 13 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari senin .....	50
Tabel 4. 14 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari selasa .....	51
Tabel 4. 15 Hasil rasio dan Presentase pembebanan hari Rabu .....	52
Tabel 4. 16 Hasil rasio dan Presentase pembebanan hari Kamis .....	53
Tabel 4. 17 Hasil rasio dan Presentase pembebanan hari Jumat .....	54
Tabel 4. 18 Rugi tembaga setiap jam akibat pembebanan selama 5 hari .....	57
Tabel 4. 19 Temperatur Ultimate Minyak Atas per jam Selama 5 Hari.....	64
Tabel 4. 20 Selisih kenaikan suhu Kumparan dengan Suhu Minyak .....	67
Tabel 4. 21 Kenaikan Suhu Hot spot dengan sirkulasi minyak alami .....	70
Tabel 4. 22 Selisih Kenaikan suhu Hot spot dengan Top Oil .....	73
Tabel 4. 23 Suhu HotSpot selama 5 Hari .....	77
Tabel 4. 24 Hasil perhitungan susut umur selama 5 Hari .....	82
Tabel 4. 25 Perkiraan Umur trafo PT SIER .....	83
Tabel 4. 26 Pemakaian beban maksimal PT SIER.....	84
Tabel 4. 27 Perhitungan susut umur trafo saat pemakaian maksimal .....	84
Tabel 4. 28 Variasi beban terhadap umur transformator.....	84