

**SKRIPSI**  
**ANALISA KINERJA ISOLASI TRANSFORMATOR AKIBAT**  
**PENGARUH SUHU LINGKUNGAN DAN PEMBEBANAN DI UREA IB**  
**PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG**



**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang

**Dipersiapkan dan Disusun Oleh :**

**NABILLA UTAMI RYONASTI**  
**132017100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2021**

**SKRIPSI**  
**ANALISA KINERJA ISOLASI TRANSFORMATOR AKIBAT**  
**PENGARUH SUHU LINGKUNGAN DAN PEMBEBANAN DI UREA IB**  
**PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG**



**SKRIPSI**

Merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Merupakan  
syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan  
21 Agustus 2021

**OLEH :**

**NABILLA UTAMI RYONASTI**  
**132017100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**2021**

SKRIPSI

ANALISA KINERJA ISOLASI TRANSFORMATOR AKIBAT  
PENGARUH SUHU LINGKUNGAN DAN PEMBEBANAN DI UREA IB  
PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG




Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan  
21 Agustus 2021

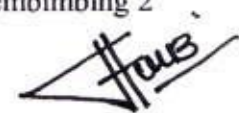
Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

  
Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc  
NIDN. 0002107302

Pembimbing 2

  
Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

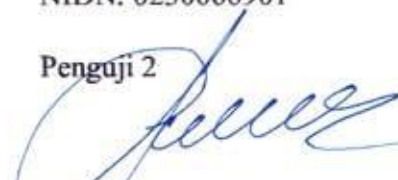
Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik  
Elektro

  
Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T  
NIDN. 022707004

Penguji 1

  
Erliza Yuniarti, S.T., M.Eng  
NIDN. 0230066901

Penguji 2

  
Sofiah S.T., M.T  
NIDN. 0209047302

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik

  
Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 21 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Nabilla Utami Ryonasti

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

*” Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).  
Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap “*

Q.S Al – Insyirah 6 – 8

*“ Success Doesn’t happen over night. It happens through an accumulation of  
tasks you accomplish each and every day ”*

Anonim

### **PERSEMBAHAN**

*Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan  
Ibunda, ketulusannya dari hati atas doa yang tak pernah putus.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISA KINERJA ISOLASI TRANSFORMATOR TR511 AKIBAT PENGARUH SUHU LINGKUNGAN DAN PEMBEBANAN DI UREA IB PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG”** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Ibu Wiwin A. Oktaviani S.T., M.Sc, selaku Pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian S.T., M.Eng, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Kedua orang tua tercinta , ayahanda Sunaryo dan ibunda Rina Astuti serta adinda tersayang Nadinda Dwi Ryonasti yang telah memberikan dukungan baik berupa moril maupun material serta doa yang tiada henti-hentinya.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Kepada Bapak Supriyanto dan Bapak Yusya selaku Superintendent I dan Supervisor khususnya di Urea IB PT. PUPUK SRIWIDJAJA Palembang
7. Almarhumah Eyang ku tersayang Sumiati yang selalu memberi semangat dan doa hingga akhir hayatnya

8. Sahabat seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini, Meiftah, Anisa, Rahmad Septiaji, Melati telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi ini
9. Untuk Dika Alfi Milenia, Amd.T yang sudah banyak membantu dan memberi doa dari awal kuliah hingga selesai
10. Sahabat – Sahabatku Rumah Ceka Anak Rantau Aliansyah, Cia, Shania, Wilda, Dewi, Timah, Kopek cik Rio Misa, S.E., Cece Anggi,S.E., Anyang, Desi dan saudari – saudariku Dwi Shara Praticia, S.E , Ekka Aprianty, S.H dan Widya Fitaloka, S.M yang sudah memberikan dukungan semangat dan do'a dalam membuat skripsi ini.
11. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha khususnya Mba Dian pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro angkatan 2017 Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.
13. Untuk diriku maaf malam – malam yang panjang dengan mata yang sulit tertidur, kepala yang sakit, terimakasih sudah bisa bekerja sama membagi waktu dan berusaha agar bisa melewatinya.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 21 Agustus 2021  
Penulis,

Nabilla Utami Ryonasti

## **A B S T R A K**

Transformator adalah alat penting di dalam sebuah transmisi pembebanan. pembebanan dan suhu trafo sangat berpengaruh terhadap usia trafo. pembebanan lebih dan suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan kenaikan suhu minyak maupun belitan pada trafo. sehingga dilakukan perhitungan pada kondisi pembebanan 50% - 80% serta rentang suhu 30°C - 37°C sesuai suhu lingkungan maksimal kota Palembang. hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan beban dan suhu sekitar berbanding lurus dengan penyusutan umur trafo. Yang di dapat selisih perhitungan pada pembebanan 50% - 80% yakni sebesar 56,14%.

**Kata kunci** : Pembebanan, Suhu Lingkungan, Susut Umur, dan Transformator



## ABSTRACT

*Transformer is an important tool in a load transmission. the load and temperature of the transformer greatly affect the age of the transformer. Overloading and temperatures that are too high result in an increase in the temperature of the oil and windings in the transformer. So that the calculation is carried out at 50% - 80% loading conditions and a temperature range of 30°C - 37°C according to the maximum environmental temperature of the city of Palembang. The results show that the increase in load and ambient temperature is directly proportional to the shrinkage of the transformer life. What is obtained is the difference in calculations at 50% - 80% loading, which is 56.14%.*

*Keywords: Loading, Ambient Temperature, Life shrinkage and Transformer*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>A B S T R A K.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Transformator .....	4
2.2 Konstruksi Transformator .....	6
2.2.1 Tipe Inti ( <i>Core Type</i> ).....	6
2.2.2 Tipe Cangkang ( <i>Shell Type</i> ) .....	7
2.3 Prinsip Kerja Transformator.....	7
2.4 Keadaan Transformator Tanpa Beban .....	8

2.4.1 Keadaan Transformator Berbeban .....	10
2.4.2 Rugi – Rugi transformator .....	11
2.5 Isolasi Kumparan Transformator Daya Tegangan Tinggi .....	12
2.6. Jenis Pendingin Transformator Daya.....	13
2.7.Temperatur Hot-spot.....	14
2.8.Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Isolasi.....	15
2.8.1 Pada Kondisi Beban Stabil.....	15
2.8.2 Pada Kondisi Untuk Beban Berubah-Ubah .....	16
2.9.Kenaikan Temperatur Hot-spot .....	17
2.10.Penentuan Umur Isolasi Transformator .....	17
2.11.Umur Pemakaian Relatif .....	18
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1.Tempat Dan Waktu.....	19
3.2.Metode Penelitian .....	19
3.3.Flowchart Penyelesaian Perhitungan Umur Isolasi Transformator.....	20
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1.Data Penelitian .....	21
4.1.1 Data Transformator .....	21
4.2.Data Temperatur .....	22
4.3 Perhitungan data Transformator .....	23
4.2.1 Pembebanan Trafo dengan beban stabil pada suhu rata – rata ....	23
4.2.2 Pengaruh Pembebanan Dengan Beban Konstan .....	23
4.4.Menghitung pengaruh suhu sekitar.....	27
4.5.Menentukan Perkiraan Umur .....	28
4.4.1 Menentukan suhu ambient max agar suhu <i>hotspot</i> < 98°C .....	28
4.6 Hubungan antara pembebanan dan umur transformator .....	29
4.6.1 Hubungan antara suhu sekitar terhadap perkiraan usia trafo .....	30
4.7 Hasil Analisa .....	33

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	35
5.1.Kesimpulan.....	35
5.2.Saran .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.Suhu rata – rata Kota Palembang .....	22
Tabel 4.2.Perhitungan rugi tembaga pada belitan primer .....	24
Tabel 4.3.Perhitungan rugi tembaga pada belitan sekunder.....	25
Tabel 4.4.Hasil perhitungan pengaruh suhu sekitar.....	27
Tabel 4.5.Usia transformator dari berbagai variasi beban .....	29
Tabel 4. 6 Tabel perhitungan pembebanan umur 50% .....	30
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan pembebanan 60% .....	30
Tabel 4.8. Hasil perhitungan pembebanan 70% .....	31
Tabel 4.9.Hasil perhitungan pembebanan 80% .....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Konstruksi transformator tipe inti ( <i>core type</i> ).....	6
Gambar 2.2.Konstruksi transformator tipe cangkang ( <i>shell type</i> ).....	7
Gambar 2.3.Transformator dalam keadaan tanpa beban.....	8
Gambar 2. 4.Transformator dalam keadaan berbeban .....	10
Gambar 2.5. Kurva <i>hysteresis</i> .....	11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	20
Gambar 4.1 Suhu rata - rata Kota Palembang .....	22
Gambar 4.2.Hubungan antara pembebanan dan usia trafo .....	29
Gambar 4.3.Grafik hubungan antara temperatur hotspot dan suhu sekitar.....	32
Gambar 4.4.Grafik hubungan antara suhu sekitar dan umur trafo .....	33

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Energi listrik termasuk energi yang paling diperlukan manusia. ketersediaan listrik saat ini sangat dibutuhkan dan tinggi dengan banyaknya peralatan rumah tangga dan peralatan rumah tangga yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya, dikarenakan tingginya kebutuhan energi yang harus diimbangi dengan kualitas energi yang disuplai serta dibutuhkan sebuah sistem yang handal namun tetap ekonomis.

Memperbaiki peralatan listrik yang digunakan bisa meningkatkan kualitas energi listrik, seperti pada hal nya Transformator (*Transformer*). Transformator sendiri merupakan suatu alat untuk mentransfer energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya dan juga mempunyai tujuan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan sebanding dengan kebutuhan konsumen. Maka diusahakan alat ini agar bisa bertahan lama dan berusia panjang.

Pengisian trafo akan mengakibatkan kenaikan suhu isolasi trafo. Peningkatan suhu ini menyebabkan penurunan kualitas isolasi transformator, oleh karena itu perlu dilakukan perawatan trafo secara rutin untuk mempertahankan umur trafo yang panjang. Gangguan yang sering terjadi pada trafo selama operasi adalah munculnya gangguan isolasi yang disebabkan oleh perubahan suhu akibat beban dan suhu lingkungan (*ambient temperature*) pada trafo (Muzar, 2018).

Menurut standar IEC354, transformator memiliki umur normal pada kondisi suhu titik panas di bawah batas  $98^{\circ}\text{C}$  di bawah beban kontinu. Jika trafo mengalami suhu *hot spot* di atas  $98^{\circ}\text{C}$  maka trafo akan mengalami penyusutan umur yang cepat (IEC354, 1991). Selain itu, IEC, yang diberlakukan pada tahun 1968, membatasi suhu titik panas hingga  $140^{\circ}\text{C}$  jika beban kelebihan beban (Tanguy, 2004).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyusutan umur trafo antara lain kualitas oli, temperatur oli, pola beban, pengaruh temperatur lingkungan,

kondisi cuaca, kadar oksigen dan kelembaban (Muzar, 2018).

PT PUPUK SRIWIDJAJA pada plant Urea pusri 1B menggunakan Transformator TR210. Transformator 210 adalah transformator jenis distribusi yang dimana trafo ini digunakan untuk menyalurkan energi listrik ke area urea. Trafo ini memiliki tegangan 2,4kV/440V, terhubung ke busbar MCC511, beban trafo tersebut adalah motor – motor di Urea Pusri 1B, trafo tsb telah beroperasi yakni dari tahun 2020 sebagai pengganti trafo sebelumnya yakni TR511. Berdasarkan persamaan asumsi batasan pemakaian Trafo sebesar 80%. Dan Dilihat dari umur pemakaian tergolong baru, Maka dari itu penulis ingin menganalisa Trafo tsb yang berkaitan dengan umur isolasi trafo berdasarkan pengaruh dari suhu lingkungan dan pembebanannya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pembebanan terhadap transformator berdasarkan umur isolasinya.
2. Bagaimana pengaruh suhu lingkungan terhadap umur transformator berdasarkan umur isolasinya.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh pembebanan terhadap isolasi Trafo TR210 di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
2. Mengetahui pengaruh suhu lingkungan sekitar terhadap isolasi umur trafo TR210 di PT.Pupuk Sriwidjaja Palembang.

### **1.4. Batasan Masalah**

Pembahasan penelitian ini akan menjadi terarah dan dapat mencapai hasil yang diinginkan dengan membuat batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada transformator daya TR210 di Urea 1B PT.Pupuk Sriwidjaya.



2. Hanya menganalisis pengaruh suhu lingkungan dan pengaruh pembebanan Transformator TR210 terhadap umur isolasi trafo.
3. Tidak membahas kualitas minyak trafo.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menentukan kehilangan umur transformator akibat pengaruh suhu lingkungan dan juga pengaruh beban. Hasil yang diperoleh dapat dijadikan acuan untuk menentukan umur transformator yang digunakan pada sistem tenaga guna meningkatkan kehandalan sistem kelistrikan

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam penulisan Skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang masalah dari penulisan Skripsi, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian dan Sistematika penulisan..

#### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian.

#### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Pada Bab ini menjelaskan tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, dan tahapan-tahapan perhitungan dalam penelitian.

#### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab ini menjelaskan tentang data penelitian dan hasil analisa data.

#### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini selain itu bab ini akan membahas saran sebagai masukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhie Satrya Gianto, C.D. 2015. Perhitungan Penurunan Umur Transformator Akibat Pengaruh Suhu Lingkungan. Vol 13, Hal 15-36. ISSN 1412-0372. Universitas Trisakti.
- Gianto, A. S., Irianto, C. G., & Gianto, D. 2015, *Perhitungan Penurunan Umur Transformator Akibat Pengaruh Lingkungan Sekitar*, JETri, Vol 13(1), 15-36.
- Gultom, P., MT, Danial., Rajagukguk, M. 2017. Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 KV Akibat Pembebanan Lebih Di PT. PLN (Persero) Kota Pontianak. Jurnal UNTAN. Vol 2(1), Hal 2-5.
- IEC, 1972. Loading Guide For Oil Immersed Transformer. IEC Publication.
- Muhammad Aidil Muzar, S. M. 2018. Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya Di Gardu Induk Lambaro. Jurnal Online Teknik Elektro e-ISSN: 2252-7036.
- Purnama, Sigid, 2009. Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Sitorus, Juni H. Studi Pemasangan Tapping Pada Transformator Distribusi Tiga Fasa (Aplikasi Pada PT. Morawa Elektrik Transbuana). Repository University of Sumatera Utara.
- Setiawan, G. i. 2013. Analisis Kondisi Minyak Transformator Berdasarkan Uji Parameter Utama. Universitas Indonesia.
- Z. Radakovic, E. Cardillo. 2003. The influence of transformer loading to the ageing of the oil-paper insulation. Rotterdam millpress.