

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA TRANSFORMATOR DAYA 20 MVA
DI GARDU INDUK SUNGAI JUARO TERHADAP
TAHANAN ISOLASI AKIBAT PEMBEBANAN**



S K R I P S I

**Disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Strata-1
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Disusun oleh :

AINUL HAKIM

1602230513

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2020

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA TRANSFORMATOR DAYA 20 MVA
DI GARDU INDUK SUNGAI JUARO TERHADAP
TAHANAN ISOLASI AKIBAT PEMBEBANAN**



S K R I P S I

**Disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Strata-1
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Disusun oleh :



AINUL HAKIM

1602230513

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : **AINUL HAKIM**
Nomor Pokok : **1602230513**
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata I (S1)
Judul Skripsi : Analisis penurunan kinerja transformator daya 20 MVA di gardu induk Sungai Juaro terhadap tahanan isolasi akibat pembebanan.

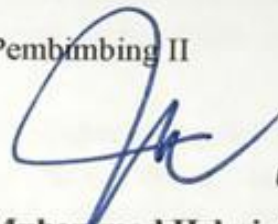
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Ir. H. Herman, MT.

Pembimbing II



19-10-2020

Muhammad Helmi, ST. MT.

Mengetahui :

Dekan,



Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



Ir. H. Herman, MT.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : **AINUL HAKIM**
Nomor Pokok : **1602230513**
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis penurunan kinerja transformator daya 20 MVA
di gardu induk Sungai Juaro terhadap tahanan isolasi
akibat pembebanan.

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya 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, Oktober 2020

Penulis,



Ainul Hakim

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada *Allah Subhanahu Wa Ta'ala*, yang senantiasa memberikan rahmat-Nya terutama nikmat iman, kesehatan, dan kesabaran sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Uswatun Hasanah, *Rasulullah SAW*.

Skripsi berjudul “Analisis Penurunan Kinerja Transformator 20 MVA di Gardu Induk Sungai Juaro Terhadap Tahanan Isolasi Akibat Pembebanan” disusun untuk memperoleh gelar sarjana Teknik, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis sangat menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas Tridianti.
2. Bapak Ir. H. Herman Ahmad, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro dan Bapak M. Helmi, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro yang telah banyak membantu saya dalam kelancaran administrasi skripsi ini sehingga dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Ir. H. Herman Ahmad, MT selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar dan teliti membimbing, memberi motivasi, ilmu, pengarahan ide, serta saran kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak M. Helmi, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II atas kesediaannya membimbing dan memberikan semangat dan motivasi kepada saya.
5. Kedua orang tua penulis Ayahanda (Yanto Puar) dan Ibunda (Andi Harsah) yang dengan penuh kasih sayang memberikan semangat dan dukungan moral maupun material serta doa setiap waktu kepada ananda.
6. Kakak-Adikku Nurrahman Hakim Puar, Khoirunnisa Hakim Puar, Faiz Moya Hakim Puar yang selalu memberi dukungan dan mendoakan penulis.

7. Teman hati penulis Intan Permatasari terimakasih atas doa, semangat, kasih sayang dan pengertiannya yang tulus kepada penulis.
8. Seluruh Operator dan SPV JARGI PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sungai Juaro terima kasih buat pengertiannya dan selalu support dalam pembuatan skripsi ini.
9. Rekan seperjuangan underground angkatan 2016 Kelas Malam dan Alumni Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
10. Semua pihak yang ikut membantu dan merasa direpotkan, baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesaikannya skripsi ini.

Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat walaupun penulis merasa masih banyak kekurangan dalam pembuatan skripsi ini.

Akhir kata penulis berdoa dan berharap semoga Allah SWT memudahkan jalan bagi hamba-hamba-Nya yang selalu menolong hamba-Nya yang lain dengan penuh keikhlasan. Aamiin..

Palembang, Oktober 2020



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Pengertian Umum Transformator	5
2.3 Prinsip Dasar	6
2.4 Konstruksi dan Bagian Bagian Transformator.....	7
2.4.1. Inti Besi	7
2.4.2 Kumparan Transformator.....	8
2.4.3 Minyak Transformator	8
2.4.4 Bushing	9
2.4.5 Tangki Konservator	9

2.4.6 Silicagel.....	10
2.5 Peralatan Bantu	11
2.5.1 Pendingin Transformator	11
2.5.2 Perubahan Tap	12
2.5.3 NGR (Netral Grounding Resistor)	14
2.5.4 Kamera Thermovisi.....	14
2.5.5 Indikator	14
2.6 Peralatan Proteksi.....	15
2.6.1 Rele Bucholz.....	15
2.6.2 Rele Jansen.....	15
2.6.3 Tekanan Lebih (Sudden Pressure)	16
2.6.4 Pengaman Tekanan Lebih (Explosive Membrane).....	16
2.6.5 Proteksi Arus Lebih	16
2.6.6 Proteksi Jarak	16
2.6.7 Proteksi Tangki Tanah	17
2.7 Peralatan Tambahan Untuk Pengaman Transformator	17
2.7.1 Rele Diffrential	17
2.7.2 Rele Arus Lebih	17
2.7.3 Rele Hubung Tanah	18
2.7.4 Rele Thermis.....	18
2.7.5. Arrester Fungsi.....	18
2.7.6 Minyak Transformator	18
2.8 Pemanasan Transformator.....	19
2.9 Rugi Rugi Transformator	19
2.9.1 Rugi Histeris (Hysteris Loss).....	20
2.9.2 Rugi Arus Pusar (Eddy Current Loss)	20
2.9.3 Rugi Tembaga.....	20
2.10 Umur Transformator	20
2.11 Susut Umur Transformator	21
2.12 Pengaruh Thermal Pada Transformator Daya.....	21
2.13 Permasalahan Pada Transformator.....	22

2.14 Pedoman Dasar Pembebanan Transformator	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Analisa Kebutuhan	26
3.1.1 Tempat Penelitian	26
3.1.3 Waktu Penelitian	26
3.1.3 Data-data	26
3.2 Perancangan Penelitian	27
3.2.1 Metode Wawancara	27
3.2.2 Studi Pustaka	27
3.2.3 Survei Lapangan dan Pengambilan Data	28
3.2.4 Kerangka Pemikiran	28
3.3 Teknik Analisis	29
3.3.1 Kenaikan Beban	29
3.3.2 Kenaikan Suhu	30
3.3.3 Penuaan Isolasi	32
3.4 Penentuan Kenaikkan Temperatur	36
3.4.1 Pengasumsian Dengan Diagram Thermal	36
3.4.2 Kondisi Untuk Nilai Daya Tertentu	38
3.4.3 Kondisi untuk beban stabil	40
3.4.4 Penuaan Isolasi Belitan Transformator	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Masukan	46
4.2 Pengaruh Pembebanan Transformator dengan beban Konstan	46
4.2.1 Perhitungan 100% , 90%, 80%	48
4.2.2 Perhitungan Pengaruh Suhu Sekitar	55
4.2.3 Menentukan Perkiraan Umur	57
4.3 Analisa Real Data Yang Ada	58
4.3.1 Perhitungan Menggunakan data 2019	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65

ABSTRAK

Pelayanan energi listrik di Palembang khususnya di Gardu Induk setiap tahunnya meningkat, hal tersebut dapat dilihat pada tingkat pertambahan untuk tiap jenis kebutuhan energi listrik, baik pada sektor rumah tangga, komersial, maupun industri, sehingga dibutuhkan suatu penyediaan energi listrik yang cukup besar dan handal serta memadai. Berdasarkan data beban puncak Gardu Induk Sungai Juaro, pertambahan beban yang terjadi semakin meningkat setiap tahunnya, khususnya terjadi pada Gardu Induk Sungai Juaro. Untuk itu diperlukan peningkatan kualitas maupun kuantitas dalam penyaluran energi listrik ke konsumen. Salah satu komponen dalam sistem tenaga listrik yang perlu ditingkatkan dan menjadi perhatian dalam persoalan adalah transformator daya, Diperoleh dari data dan hasil perhitungan bahwa suhu sekitar mempengaruhi susut transformator. Dengan rentang suhu antara 20^oC hingga 38^oC pembebanan 100% susut umur antara 1 hingga 8 (p.u/hari) pembebanan 90% susut umur antara 0,28 hingga 2,24 (p.u/hari) dan pembebanan 80% susut umur antara 0,08 hingga 0,7 (p.u/hari). Susut umur transformator dari berbagai macam pembebanan (tabel 4.5) diperoleh beban 100% susut umur 1,24 p.u/tahun, beban 90% susut umur 4,47 pu/tahun, beban 80% susut umur 14,63 pu/tahun.

Kata Kunci : *Transformator Daya, Sungai Juaro, Tahanan isolasi, Pembebanan.*

ABSTRACT

Electrical energy services in Palembang, especially in substations increase every year, this can be seen in the rate of increase for each type of electrical energy need, both in the household, commercial and industrial sectors, so that a sufficiently large and reliable supply of electrical energy is needed and adequate. Based on the peak load data of the Sungai Juaro substation, the load increases that occur are increasing every year, especially at the Sungai Juaro substation. For this reason, it is necessary to increase the quality and quantity in the distribution of electrical energy to consumers. One of the components in the electric power system that needs to be improved and becomes a concern in matters is a power transformer, Obtained from data and calculation results that the ambient temperature affects the shrinkage of the transformer. With a temperature range between 20oC to 38oC, loading 100% 1 to 8 (p.u/day) loading, 90% loading, age loss between 0,28 to 2,24 (p.u/day) and 80% loading, age loss between 0,08 to 0,7 (p.u/day) The age shrinkage of the transformer from various kinds of loadings (table 4.4) obtained a load of 100%, shrinkage in age 1,24 p.u / years, load 90% shrinkage age 4,47 pu / years, load 80% shrinkage age 14,63 pu / years.

Keywords: Power Transformer, Juaro River, Isolation Resistance, Load.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kebutuhan akan ketersediaan energy listrik semakin meningkat dengan adanya perkembangan teknologi peralatan rumah maupun industri yang menggunakan energy listrik sebagai sumber pembangkit, sehingga untuk menyalurkan energy listrik dari pusat pembangkit kepada konsumen sistem yang handal. Pelayanan energy listrik di Palembang khususnya di Gardu Induk setiap tahunnya meningkat, hal tersebut dapat dilihat pada tingkat pertambahan untuk tiap jenis kebutuhan energy listrik, baik pada sector rumah tangga, komersial, maupun industri, sehingga dibutuhkan suatu penyediaan energy listrik yang cukup besar dan handal serta memadai. Berdasarkan data beban puncak Gardu Induk Sungai Juaro, pertambahan beban yang terjadi semakin meningkat setiap tahunnya dari tahun 2016 : 76,47% sampai ke tahun 2019 menjadi 90,68%.

Memperhatikan kondisi tersebut, maka diperlukan perencanaan pengembangan sistem tenaga listrik baik di bagian pembangkitan, transmisi maupun distribusi. Untuk itu diperlukan peningkatan kualitas maupun kuantitas dalam penyaluran energi listrik ke konsumen. Salah satu komponen dalam sistem tenaga listrik yang perlu ditingkatkan dan menjadi perhatian dalam persoalan adalah transformator daya, karena transformator daya memegang peranan penting dalam menyalurkan energi listrik ke konsumen.

Oleh karena itu, berdasarkan data perkembangan beban di Gardu Induk 70 kV Sungai Juaro memperlihatkan perkembangan bebannya yang sangat pesat. Untuk mengatasi perkembangan beban yang semakin meningkat tersebut penulis tertarik melakukan Analisis penurunan kinerja Transformator Daya 20 MVA GI Sungai Juaro terhadap tahanan isolasi akibat pembebanan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas , maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas di skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui susut umur transformator daya dari berbagai macam pembebanan ?
2. Bagaimana pengaruh suhu sekitar terhadap susut umur trafo?
3. Bagaimana menentukan kenaikan temperatur stabil top oil?
4. Bagaimana menentukan selisih temperatur antara hot spot dengan top oil?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah : Untuk Mengetahui Penurunan Kinerja Transformator Daya 20 MVA di Gardu Induk Sungai Juaro Terhadap Tahanan Isolasi Akibat Pembebanan

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini hanya membahas :

1. Transformator Daya 20 MVA 70 kV di Gardu Induk Sungai Juaro.

2. Menentukan laju penuaan thermal Transformator Daya 20 MVA.
3. Menentukan susut umur Transformator Daya 20 MVA.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur dan kajian yang berkaitan dengan masalah yang ada dalam proyek akhir baik berupa artikel, buku referensi, internet dan sumber lain.

2. Pengumpulan Data

Data merupakan faktor utama dalam penulisan skripsi ini. Data diambil dengan menghubungi instansi terkait dari PT.PLN (Persero) UPT Palembang dan Gardu Induk Sungai Juaro berupa data single line diagram, data beban beberapa tahun, data proteksi trafo.

3. Konsultasi dan diskusi

Penulis juga berkonsultasi dan berdiskusi dengan pembimbing serta teman-teman PLN yang berhubungan dalam skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chintia, G. (2018). Pengaruh Pembebanan dan Suhu Sekitar terhadap Susut Umur Transformator daya#2 150/20 60 MVA di GIS Karet. Jakarta: sttpln.
- [2] Wuwung, J. O. (2010). Pengaruh Pembebanan Terhadap Kenaikan Suhu Pada Belitan Transformator Daya Jenis Terendam Minyak.
- [3] Stevenson, Jr. William D. 1984. *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Penerbit :Erlangga. Jakarta.
- [4] Sinurat, Pardamean, dkk. 2008.” Analisa Karakteristik Sistem Tenaga Listrik Saat Manuver Dengan Simulasi Electrical Transient Analysis Program (ETAP)”, Jurnal Fakultas Teknik Elektro Institut Teknologi Medan
- [5] IEC. (1976). Power Transforme. IEC Publication,1976.
- [6] Muttaqin, I. Z. (2017). Studi Pengaruh Pembebanan dan Temperatur Sekitar Terhadap Susut Umur Transformator Daya 200 MVA PLTU Unit Muara Karang. Jakarta: STTPLN.
- [7] PT PLN (Persero) No. 0520-2.K/DIR. (2014). Pedoman pemeliharaan transformator. Jakarta: PLN
- [8] Pabla, A.S. 2007, Electric Power Distribution fifth Editon,Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- [9] Willis, H. Lee. 2004, Power Distribution Planning Reference Book.Second Edition, Revised and Expanded,Raleigh, NortCarolina, U.S.A. New York-Basel: Marcel Dekker, Inc
- [10] SPLN. (1979). Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak. JAKARTA : PLN.
- [11] Purnama Sigid, 2011, Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga.