



**ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN SUHU *HOTSPOT* TERHADAP SUSUT
UMUR TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK DUMAI
(Studi Kasus : PT. PLN (Persero) Gardu Induk Pangkalan Sesai)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

JODY HERAWAN

11755100050

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2023

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN SUHU *HOTSPOT* TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK DUMAI (Studi Kasus : PT. PLN (Persero) Gardu Induk Pangkalan Sesai)

TUGAS AKHIR

Oleh:

JODY HERAWAN
11755100050

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Januari 2023

Ketua Program Studi



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN SUHU *HOTSPOT* TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK DUMAI (Studi Kasus : PT. PLN (Persero) Gardu Induk Pangkalan Sesai)

TUGAS AKHIR

Oleh:

JODY HERAWAN
11755100050

Telah dipertahankan di depan sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Januari 2023

Pekanbaru, 12 Januari 2023


Mengesahkan,



Dekan
Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003



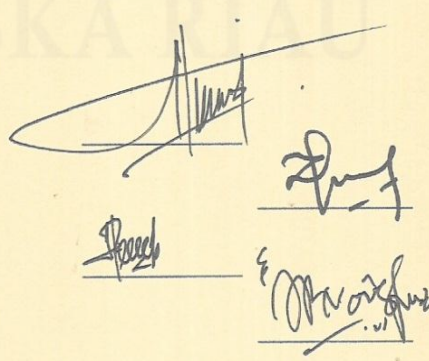
Ketua Program Studi



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI

Ketua : Ahmad Faizal, ST., MT
Sekretaris : Dr. Zulfatri Aini, ST., MT
Anggota I : Dr. Liliana, ST., M.Eng
Anggota II : Novi Gusnita, ST., MT



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau serta terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi keputusan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran Surat :
 Nomor : Nomor 25/2021
 Tanggal : 12 Januari 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Jody Herawan
 NIM : 11755100050
 Tempat/Tgl. Lahir : Dumai / 28 Mei 1999
 Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro
 Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya*:
Analisis Rugi - Rugi Daya dan Suhu Hotspot terhadap Susut Umur
Transformator Daya di Gardu Induk Dumai

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 12 Januari 2023
 Yang membuat pernyataan



Jody Herawan
 Jody Herawan
 NIM : 11755100050

*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis



LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Alhamdulillah rabbil 'alamin
Bersyukur hamba hanya kepada-Mu Ya Allah
Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Mu kepada hamba
Sujud syukur hanya kepada-Mu yang melimpahkan karunia ini
semoga ini akan menjadi karunia yang penuh Ridho-Mu dalam hidup hamba dan keluarga yang
hamba cintai...*

*Catatan ini kupersembahkan teruntuk Ayahanda dan Ibunda tercinta
Ayah... Ibu...*

*Luar biasa kesabaran dan cintamu padaku
Luar biasa pengorbanan padaku... Luar biasa semua yang telah kau lakukan untukku
Betapa beruntungnya aku lahir darimu
Dibesarkan dan dijaga olehmu..Jika bukan karenamu
tak akan bisa aku seperti iniBerdiri tegar sampai hari ini
Ayah..Ibu..*

*Ketika badan terasa penat, jalan terasa buntu, hanya kasih sayang dan pengorbananmu yang
membuat ananda bangkit lagi*

*Ananda tak ingin lagi melihat kekecawaan dan kesedihan di wajahmu
Semua ini untukmu, Ananda tidak akan bias mencapainya tanpa sokonganmu
Sekalipun kukumpulkan banyak uang, tak akan terbayar jasmu
Sekalipun kukorbankan seluruh kehidupanku, tak tertandingi dengan jasmu
Sekalipun seluruh dunia kuserahkan dibawah kakimu, tak tersaingi cintamu
tak akan sebanding apa yang bisa kuberikan dengan apa yang telah kau berikan
Ayahanda tercinta..*

*Jika suatu saat nanti engkau lelah, bersandarlah dibahuku
Jika suatu saat nanti langkah mu semakin lemah, Melangkahlah disampingku
dan pegang erat tanganku..Jika suatu saat nanti engkau ingin menangis
peluklah erat tubuhku.. Jika suatu saat engkau bosan berceritalah bersamaku
Ibunda tercinta..*

*Tiada hal terindah dalam hidupku Ketika aku mempersembahkan
Sebuah kado kecil untukmu kado terindah yang engkau rajut sendiri dengan benang emas sewaktu
aku masih dalam kandunganmu
sampai aku mengerti arti hidupku selama ini indah jika kujalani bersamamu
Dan insya Allah engkau pasti bahagia jika melihat kesuksesan anak bungsumu ini*

Ya Allah..

*Terima kasih untuk ayah dan ibu yang telah Kau beri
Terima kasih juga ku ucapkan untuk orang-orang yang selalu membantu dalam suka duka ku*

ANALISIS TERHADAP RUGI-RUGI DAYA DAN SUHU *HOTSPOT* TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK DUMAI (Studi Kasus : PT. PLN (Persero) Gardu Induk Pangkalan Sesai)

JODY HERAWAN
11755100050

Tanggal Sidang : 12 Januari 2022
Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
JL. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Gardu Induk Dumai memiliki 3 transformator daya, transformator unit 2 merupakan transformator yang paling tua dan sudah beroperasi sejak 2008 dengan kapasitas 30 MVA. Tujuan Penelitian mengetahui pengaruh rugi-rugi daya terhadap susut umur transformator berdasarkan beban 7 bulan sebelumnya dengan peramalan beban 7 bulan yang akan datang, dan pengaruh suhu *hotspot*. Metode yang digunakan untuk peramalan adalah *regresi linier* dan untuk susut umur adalah *moustinger*. Hasil dari peramalan pada bulan Agustus 2022 sampai Februari 2023 sebesar 24,005 MVA, dengan *loss factor* sebesar 0,8001, dan suhu *hotspot* sebesar 81,52°C. Sisa umur transformator daya 2 Gardu Induk Dumai pada bulan Januari sampai Juli 2022 sebesar 6,519 tahun dan pada bulan Agustus 2022 sampai Februari 2023 sebesar 5,391 tahun. Untuk transformator daya 2 perlu dipersiapkan pergantian transformator untuk 4 sampai 5 tahun kedepan.

Kata Kunci: Susut umur, *Regresi linier*, *Loss factor*, Temperatur *hotspot*, Transformator

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF POWER LOSSES AND HOTSPOT ON THE LESS LIFE OF POWER TRANSFORMERS AT DUMAI SUBSTATIONS

(Case Study: PT. PLN (Persero) Pangkalan Sesai Substation)

JODY HERAWAN
11755100050

Date of Final Exam: 12 January 2022

Date of Graduation Ceremony:

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

Dumai Substation has 3 power transformers, unit 2 transformer is the oldest transformer and has been operating since 2008 with a capacity of 30 MVA. The research objective is to determine the effect of power losses on the life loss of transformers based on the previous 7 months load with the next 7 months load forecast, and the effect of hotspot temperatures. The method used for forecasting is linear regression and mountstinger for age loss. The forecast results for August 2022 to February 2023 are 24,005 MVA, with a loss factor of 0.8001, and a hotspot temperature of 81.52°C. The remaining life of power transformer 2 Dumai Substation from January to July 2022 is 6,519 years and in August 2022 to February 2023 is 5,391 years. For power transformer 2, it is necessary to prepare for a transformer replacement for the next 4 to 5 years.

Keywords: *Loss of life, Regresi linier, Loss factor, Temperature hotspot, Transformer*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



9. Ibu Dr. Liliana, ST., M.Eng selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
 10. Bapak Halim Mudia, ST., MT selaku dosen yang pernah menjadi pembimbing Akademik saya
 11. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan arahan ilmu kepada penulis sehingga bias menyelesaikan Tugas Akhir.
 12. Ryandika Mulia, Dodi Iswandi, Imam Sutejo, Rahmat Kurnia Syam selaku teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini dan telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
 13. Teman teman ALFAJAR yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.
- Semua kekurangan hanya dating dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 12 Januari 2023

Penulis,

Jody Herawan

NIM. 11755100050



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUANii

LEMBAR PENGESAHAN.....iii

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAiv

LEMBAR PERNYATAANv

LEMBAR PERSEMBAHANvi

ABSTRAKvii

ABSTRACTviii

KATA PENGANTAR.....ix

DAFTAR ISI.....xi

BAB I PENDAHULUAN I-1

 1.1 Latar Belakang I-1

 1.2 Rumusan Masalah I-5

 1.3 Tujuan Penelitian I-5

 1.4 Batasan Masalah I-5

 1.5 Manfaat Penelitian I-6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA II-1

 2.1 Penelitian Terkait II-1

 2.2 Landasan Teori II-3

 2.2.1 Sistem Tenaga Listrik II-3

 2.2.2 Transformator II-4

 2.2.3 Jenis-Jenis Transformator II-5

 2.2.4 Komponen Transformator II-8

 2.2.5 Prinsip dan Cara Kerja Transformator II-17

 2.2.6 Kenaikan Pada Beban II-18

 2.2.7 Kenaikan Pada Suhu II-19

 2.2.8 Temperatur di Sekitar Transformator II-20

 2.2.9 Umur Transformator II-21

 2.2.10 Pembebanan Transformator II-21

 2.2.11 Temperatur *Hot Spot* II-22

 2.2.12 Kenaikan Temperatur *Top Oil* Kondisi untuk Beban Berubah-ubah..... II-23

 2.2.13 Kenaikan Temperatur *Hot Spot* Kondisi untuk Beban Berubah-ubah..... II-24

 2.2.14 Metode *Monstinger*..... II-24

 2.2.15 Perhitungan Susut Umur Transformator II-25

 2.2.16 Perhitungan Perkiraan Umur Transformator II-25

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2.17 Regresi Linier II-25

BAB III METODE PENELITIAN..... III-1

1.1 Jenis Penelitian III-1

1.2 Lokasi Penelitian..... III-1

1.3 Sumber Data III-1

1.4 Tahapan Penelitian..... III-1

1.5 Identifikasi Masalah..... III-3

1.6 Studi Literatur III-3

1.7 Pengumpulan Data III-3

3.7.1 Spesifikasi Transformator Daya Unit 2 **III-3**

3.7.2 Beban Transformator Daya Unit 2 **III-4**

3.7.3 Data Suhu Minyak dan Belitan pada Transformator Daya Unit 2 **III-4**

3.8 Menhitung Peramalan Beban 7 Bulan Menggunakan Metode *Regresi Linier* III-5

3.9 Menghitung Pengaruh Rugi-Rugi Daya terhadap Susut Umur Transformator Berdasarkan Beban 7 Bulan Sebelumnya dan 7 Bulan yang akan Datang III-5

3.9.1 Menghitung load factor..... III-5

3.9.2 Menghitung rugi-rugi daya III-5

3.10 Menghitung Pengaruh Kenaikan Temperatur *Hotspot* Terhadap Susut Umur Transformator..... III-5

3.9.1 Menghitung Kenaikan Temperatur Stabil *TopOil* **III-5**

3.9.2 Menghitung Selisih Kenaikan Temperatur *HotSpot* dengan *TopOil* **III-5**

3.9.3 Menghitung Temperatur *Hotspot* **III-5**

3.11 Menghitung Perkiraan Susut Umur Transformator III-6

3.10.1 Menghitung Penuaan *Thermal* Relatif **III-6**

3.10.2 Menghitung Pengurangan Umur Transformator **III-6**

3.10.3 Menghitung Perkiraan Umur Transformator **III-6**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN IV-1

4.1 Perhitungan Peramalan Beban 7 Bulan Menggunakan Metode *Regresi Linier* IV-1

4.2 Perhitugan Rugi-Rugi Daya terhadap Susut Umur Transformator Berdasarkan Beban 7 Bulan Sebelumnya dan 7 Bulan yang akan Datang IV-4

4.3 Menghitung Pengaruh Kenaikan Temperatur *Hotspot* terhadap Susut Umur IV-5

4.2.1 Perhitungan Stabil *Top Oil* **IV-5**

4.2.2 Perhitungan Selisih Kenaikan Temperatur Hot Spot dengan Top Oil **IV-5**

4.2.3 Perhitungan Temperatur *Hotspot* **IV-5**

4.4 Menghitung Perkiraan Susut Umur Transformator IV-6

4.3.1 Perhitungan Penuaan Thermal **IV-6**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

4.3.2Perhitungan Pengurangan Umur Transformator	IV-7
4.3.3 Menentukan Perkiraan Umur	IV-8
4.5	Perbandingan Keadaan.....	IV-8
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

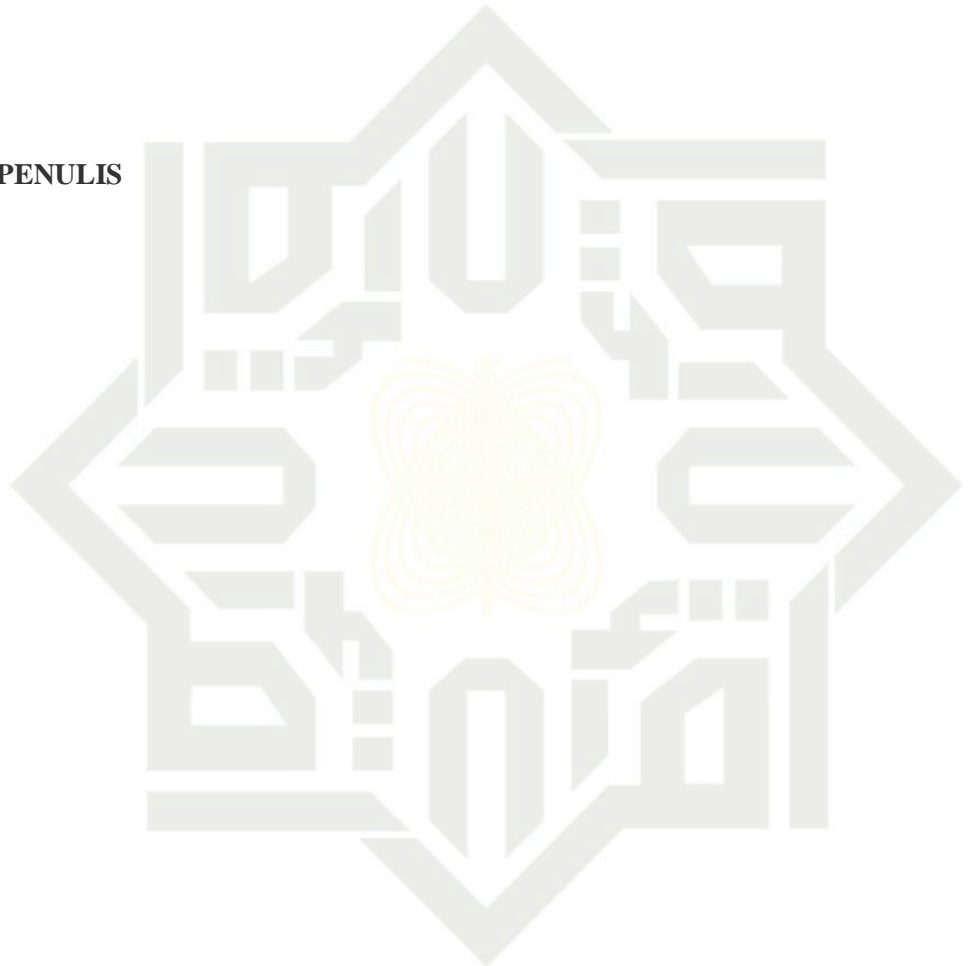
LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.1 Sistem Tenaga Listrik..... II-3

2.2 Prinsip Hukum Elektromagnetik II-4

2.3 Transformator *Step-Up* II-5

2.4 Transformator *Step-Down* II-6

2.5 Pengambilan Sampel Minyak pada *Hermetic Type Transformer* II-6

2.6 *Dry type transformer* II-7

2.7 *Conservator Tank Transformer* II-7

2.8 Macam-macam inti besi berdasarkan konstruksinya..... II-9

2.9 Susunan Kumputan Dari Suatu Transformator II-9

2.10 Warna minyak transformator..... II-11

2.11 Konduktor yang Dilapisi Insulator Pada II-12

2.12 Tangki Konservator II-13

2.13 *Bushing* transformator II-13

2.14 *Arching horn* pada *bushing*..... II-14

2.15 *Radiator* pada *Conservator Transformer* II-14

2.16 *Off load Tap Changer*..... II-15

2.17 *On Load Tap Changer*..... II-16

2.18 *Silica breather* II-16

2.19 Indikator Suhu Minyak pada Transformator II-17

2.20 Prinsip Kerja Transformator II-18

2.21 Rangkaian Ekuivalen Transformator..... II-18

3.1 Flowchart III-2

4.1 Perbandingan Penuaan *Thermal* Sebelum Peramalan beban dengan Sesudah Peramalan Beban..... IV-9

4.2 Perbandingan Susut Umur Transformator Sebelum Peramalan Beban dengan Sesudah Peramalan Beban] IV-10

4.3 Perbandingan Sisa Umur Transformator Sebelum Peramalan Beban Dengan Sesudah Peramalan Beban IV-11

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

	Halaman
3 Spesifikasi Transformator Daya Unit 2	III-3
3 Beban Transformator Daya Unit 2	III-4
4 Data Beban di Tahun 2022	IV-1
4 Data Beban	IV-2
4 Hasil Prediksi Ramalan Beban	IV-3
4 Data Beban Rata-rata.....	IV-4
4 Perhitungan Temperatur <i>Hotspot</i>	IV-6
4 Penuaan <i>Thermal</i>	IV-7
4.7 Persentase Susut Umur Transformator.....	IV-7
4.8 Sisa Umur Transformator	IV-8

Hak Cipta dan Merek

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

Persamaan

	Halaman
2.1 Metode Resistansi Kenaikan Suhu	II-20
2.2 Ratio Pembebanan Transformator	II-21
2.3 Kenaikan Temperatur <i>Hot Spot</i>	II-22
2.4 Menghitung Temperatur <i>Hot Spot</i>	II-22
2.5 Selisih Kenaikan Temperatur <i>Hot Spot</i> dengan <i>Top Oil</i>	II-23
2.6 Kenaikan Temperatur Stabil <i>Top Oil</i>	II-23
2.7 Menghitung Rugi-Rugi Daya	II-23
2.8 Kenaikan Temperatur Top Oil Kondisi Beban Berubah-Ubah	II-23
2.9 Kenaikan Temperatur Hot Spot Kondisi Beban Stabil	II-24
2.10 Kenaikan Temperatur Hot Spot Kondisi Beban Stabil	II-24
2.11 Kenaikan Temperatur Hot Spot Kondisi Beban Berubah-Ubah	II-24
2.12 Kenaikan Temperatur Hot Spot Kondisi Beban Berubah-Ubah	II-24
2.13 Metode Monstinger	II-24
2.14 Menghitung Pengurangan Umur Transformator	II-25
2.15 Menghitung Perkiraan Umur Transformmator	II-25
2.16 Metode <i>Regresi Linear</i>	II-25
2.17 Nilai Konstanta a dan Koefisien <i>Regresi b Regresi Linear</i>	II-26

UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta dilindungi Undang-Undang Republik Indonesia
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR LAMBANG

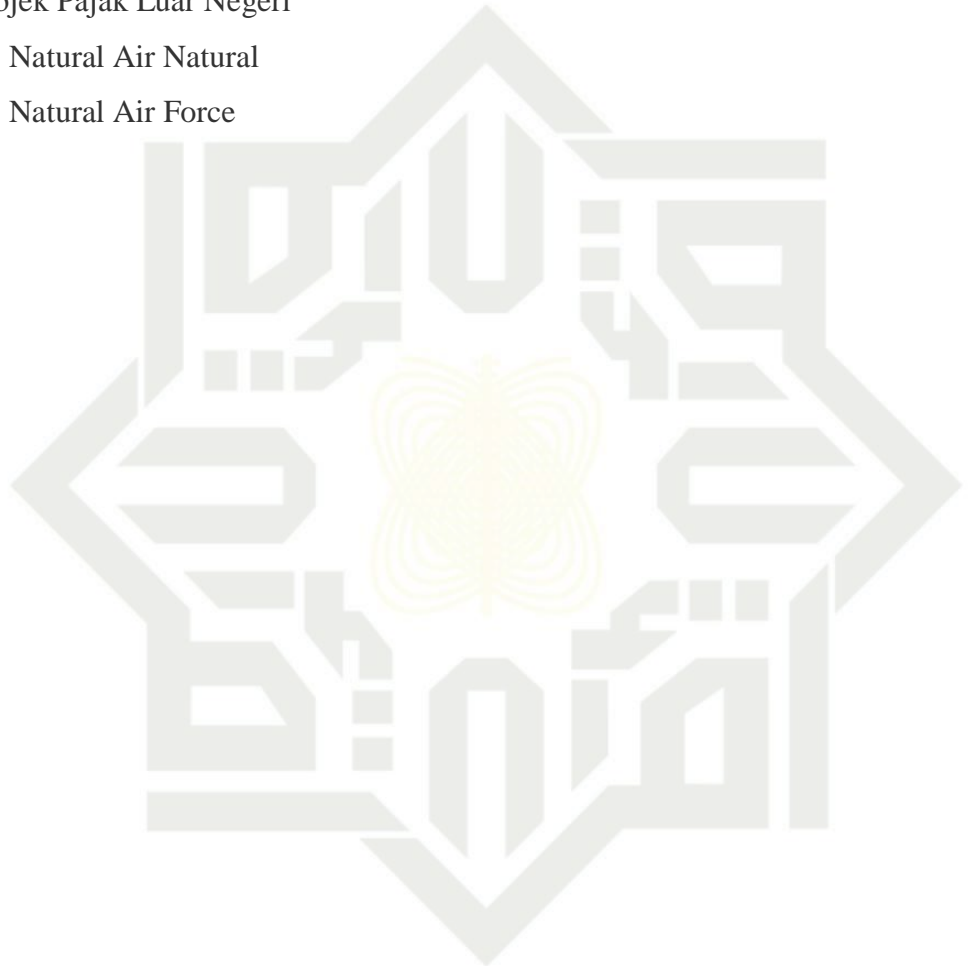
- = Kumpara Primer
- = Kumparan Sekunder
- = Arus
- = Tegangan Primer
- = Tegangan Sekunder
- = Fluks Magnet
- = Derajat
- = Tahanan
- = Temperatur
- = Ratio Pembebanan
- = Beban Transformator
- = Kapasitas Transformator
- = Delta
- = Theta
- = Perbandingan Rugi
- = Torsi
- = Laju Umur Relatif

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

- = Gardu Induk
- = On Load Tap Changer
- = Gaya Gerak Magnet
- = *International Electrotechnical Commission*
- = Subjek Pajak Luar Negeri
- = Oil Natural Air Natural
- = Oil Natural Air Force



UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu komponen/unsur penting dalam kehidupan manusia. Tidak dapat dipungkiri lagi, saat ini listrik menjadi salah satu kebutuhan yang sifatnya pokok. Hal ini disebabkan karena hampir semua kegiatan manusia berhubungan dengan pemakaian energi listrik. Pesatnya perkembangan teknologi juga menjadikan peran listrik dalam kehidupan masyarakat menjadi sangat penting. Dengan berkembangnya teknologi peralatan rumah tangga dan industri yang menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga, maka kebutuhan akan ketersediaan energi listrik semakin meningkat.[1]

Pasokan listrik Indonesia masih disalurkan menggunakan jasa PT PLN (Persero). Khususnya Dumai, merupakan kota yang besar dan penduduk setiap tahunnya bertambah, pada tahun 2015 total penduduk di Dumai sebanyak 285.967 jiwa, di tahun 2016 total penduduknya sebanyak 291.908 jiwa, sedangkan di tahun 2017 total penduduknya sebanyak 297.638 jiwa, di tahun 2018 total penduduknya sebanyak 303.292 jiwa, di tahun 2019 total penduduknya sebanyak 308.812 jiwa dan ditahun 2020 bahkan sudah mencapai 316.782 jiwa menurut Badan Pusat Statistik. Pertumbuhan rata-rata penduduk Dumai mengalami peningkatan 1,97% pertahun dengan pertumbuhan paling besar terjadi pada tahun 2019 sampai tahun 2020 sebesar 2,5%.

Sedangkan kebutuhan pelanggan listrik ditahun 2015 tercatat 73.435, ditahun 2016 tercatat 78.088, ditahun 2017 tercatat 94.761, ditahun 2018 tercatat 101.245, ditahun 2019 tercatat 96.810 dan ditahun 2020 tercatat 96.806 pelanggan listrik. Rata-rata kebutuhan listrik setiap tahun yaitu 5,6%. Oleh karena itu, permintaan pelanggan PT PLN (Persero) semakin meningkat, dengan bertambahnya jumlah pelanggan maka beban trafo semakin besar sehingga mempengaruhi kualitas penyediaan tenaga listrik.[2].

Seiring dengan percepatan pembangunan, maka perlu adanya sarana dan prasarana yang mendukungnya, seperti penyediaan tenaga listrik. Saat ini, listrik merupakan kebutuhan utama untuk kehidupan sehari-hari dan kebutuhan industri. Ini karena listrik mudah ditransportasikan dan diubah menjadi bentuk energi lain. Penyediaan daya yang stabil dan berkesinambungan merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan daya[3].

Transformator sangat berperan penting, oleh karena itu diperlukan adanya usaha untuk menjaga transformator agar tetap memiliki umur dalam jangka waktu yang cukup panjang



serta tetap beroperasi dengan baik sesuai dengan harapan. Trafo merupakan suatu komponen listrik yang berfungsi dapat mengubah dan juga memindahkan energi listrik yang mana energi tersebut berpindah dari satu maupun lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lain, perpindahan tersebut melewati suatu komponen yang berbentuk gandengan magnet dan hal ini sesuai dengan prinsip induksi-elektromagnet. Trafo dalam sistem tenaga listrik digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan dari pembangkit listrik yang selanjutnya digunakan untuk ditransmisikan dan juga didistribusikan[4].

Berkurangnya umur transformator dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, di antaranya yaitu: penyusutan umur transformator dapat diakibatkan oleh suhu sekitar transformator atau *ambient temperature*, suhu yang terukur pada minyak Transformator, pengaruh pada pembebanan, kualitas bahan transformator, kadar oksigen, kelembaban udara dan pemeliharaan yang dilakukan terhadap transformator itu sendiri[4].

Gangguan yang sering terjadi pada saat trafo sedang beroperasi adalah kegagalan isolasi minyak trafo yang disebabkan oleh perubahan suhu yang disebabkan oleh beban dan suhu lingkungan (*ambient temperature*) pada trafo. Pengoperasian yang terus menerus pada kondisi beban 100% akan menghasilkan titik panas yang biasa disebut temperatur hot spot, jika dibiarkan akan menyebabkan perubahan komposisi isolasi minyak dan hilangnya kinerja isolasinya [6].

Berdasarkan pada standar IEC 354 yang telah menjadi acuan PLN saat ini SPLN 17 A: 1979, sebuah komponen transformator akan mempunyai umur yang normal pada kondisi suhu hot-spot 98°C pada pembebanan yang terus-menerus dengan suhu sekitar (*ambient temperature*) sebesar 20°C. Berdasarkan standar IEEE C. 57.91 tahun 1999 batas umur normal pada suatu transformator adalah sekitar 20,55 tahun dengan beroperasi pada suhu sekitar 30°C[4].

Dalam operasi penyaluran tenaga listrik, transformator dapat dikatakan jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini diharapkan transformator dapat bekerja secara terus menerus. Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu, maka penggunaannya sangat perlu diperhatikan. Mulai dari pembeban transformator, suhu minyak transformator, suhu kumparan transformator, dan posisi tap. Hal ini dimaksudkan agar penggunaannya tidak melebihi parameter yang telah ditentukan, sehingga transformator daya dapat bekerja secara optimal dan mencegah susut umur dari transformator itu sendiri[5].

Beban pada trafo akan mempengaruhi suhu belitan trafo yang selanjutnya akan mempengaruhi kenaikan suhu top oil trafo. Sehingga apabila transformator bekerja 100% dalam keadaan pembebanan yang besar akan memberikan efek kepada performa



transformator sendiri, seperti kegagalan listrik, mekanik, dan sampai pada susutnya umur transformator. Hal ini menyebabkan tingkat penuaan yang lebih tinggi. Kejadian ini juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan, berdasarkan SPLN: 17 suhu lingkungan yang diperbolehkan tidak boleh melebihi 30°C. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi dan Geofisika Departemen Perhubungan, suhu rata-rata tahunan di Indonesia adalah 30 °C dan tingkat suhu rata-rata harian 33 °C dimana transformator distribusi dioperasikan. Sedangkan pada produksi lokal maupun eks-impor di desain dan dirancang dengan standar IEC yaitu untuk digunakan pada suhu rata-rata tahunan 20 °C dan suhu rata-rata harian 30 °C. Karena adanya perbedaan suhu ini maka laju relatif pemburukan termis isolasi transformator yang beroperasi di Indonesia lebih cepat disebabkan kegagalan isolasi transformator. Apabila ingin mendapatkan umur yang normal maka besarnya kapasitas pembebanan yang diberikan terhadap transformator dan suhu lingkungan harus diperhatikan[5].

Faktor beban pada trafo ini mempengaruhi temperatur minyak, semakin besar beban maka semakin tinggi temperatur, semakin rendah beban, dan semakin rendah temperatur. Menurut standar IEC354, transformator akan mengalami masa pakai normal di bawah beban terus menerus pada suhu hot spot 98°C. Kerusakan isolasi minyak trafo disebabkan oleh perubahan suhu yang disebabkan oleh beban pada trafo daya atau suhu lingkungan (*ambient temperature*). Gulungan transformator yang dipanaskan menyebabkan kerusakan isolasi, dan peningkatan suhu minyak akan mengubah komposisi dan kinerja oli transformator. Jika perubahan ini dibiarkan, nilai insulasi minyak akan berkurang[6].

Ketika isolasi dioperasikan pada suhu yang melebihi batas yang diizinkan (dalam hal ini *hot spot*), isolasi menjadi sangat cepat tua. Apabila transformator tersebut mengalami suhu *Hot Spot* yang melampaui dari 98°C, maka susut umurnya akan begitu cepat sehingga dapat mengurangi umur transformator yang diharapkan. Mengingat terus bekerjanya dari suatu transformator maka diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan, maka transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem pembebanan serta peralatan yang benar, baik dan tepat[6].

Penelitian-penelitian mengenai susut umur transformator sudah ada dilakukan sebelumnya, seperti penelitian berikut yang telah melakukan perhitungan kenaikan suhu yang diakibatkan pembebanan [7] [8]. Penelitian lainnya melakukan perhitungan susut umur berdasarkan data 1 bulan [6] dan penelitian berikutnya melakukan perhitungan dengan metode monstinger [12]. Pada penelitian-penelitian sebelumnya juga melakukan peramalan beban tetapi tidak melakukan perhitungan susut umur[13].



Provinsi Riau merupakan sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di bagian tengah pantai timur pulau Sumatra, Riau memiliki 2 kota madya yaitu Pekanbaru dan Dumai. Dumai merupakan kota madya yang terletak di pesisir timur provinsi Riau. Berdasarkan data BPS provinsi Riau, Dumai merupakan kota dengan konsumsi listrik terbesar ke 2 di Riau setelah kota Pekanbaru.

Dumai memiliki 2 Gardu Induk yaitu Gardu Induk yang berada di Pangkalan Sesai dan Gardu Induk yang berada di Medang Kampai. Gardu Induk Medang Kampai merupakan Gardu Induk yang bisa terbilang baru karena baru beroperasi kurang lebih 1 tahun. Oleh karena itu peneliti akan melakukan penelitian di Gardu Induk Pangkalan Sesai yang sudah lama beroperasi dan sudah pernah terjadinya penggantian transformator.

Gardu Induk Dumai pangkalan sesai merupakan salah satu gardu induk jaringan distribusi di Dumai yang berkapasitas tegangan 20 kV. Gardu Induk Dumai memiliki 3 Transformator dengan kapasitas 60 MVA pada Transformator unit 1 dan 3, dan Transformator dengan kapasitas 30 MVA pada Transformator unit 2. Gardu Induk Dumai memiliki 19 penyulang (*feeder*), Transformator 1 mempunyai 6 penyulang, Transformator 2 mempunyai 4 penyulang dan Transformator 3 mempunyai 9 penyulang.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan bapak Mardianto sebagai supervisor di Gardu Induk Dumai, setiap bulannya ada beberapa gangguan yang terjadi di Gardu Induk Dumai yang bisa berdampak terhadap penyusutan umur transformator. Dan karena banyaknya jumlah konsumen di wilayah Dumai dapat menyebabkan beban meningkat yang akan berpengaruh dalam proses distribusi listrik. Oleh karena itu karena adanya beberapa gangguan dan meningkatnya pelanggan listrik yang akan mempengaruhi pembebanan. Pembebanan akan berpengaruh kepada transformator sendiri akibat meningkatnya temperatur suhu belitan pada transformator yang berakibat kepada umur transformator sendiri.

Untuk mengatasi hal tersebut pihak Gardu Induk Dumai sudah melakukan usaha dengan memindahkan sebagian beban pada rute (fasa) yang berat ke rute (fasa) lainnya yang bebannya masih ringan, dengan harapan distribusi listrik ke beban (konsumen) lancar, tetapi pihak Gardu Induk Dumai sendiri belum sampai menganalisa pengaruh pembebanan yang mengakibatkan meningkatnya suhu belitan yang dapat mengurangi umur transformator.

Dengan permasalahan tersebut, peneliti akan menganalisa transformator daya unit 2 dengan kapasitas 30 MVA bermerk Unindo dengan *year of manufacture* 2008 yang memiliki 4 penyulang. Karena transformator daya unit 2 yang memiliki umur tertua yaitu 13 tahun dibandingkan dari transformator daya unit 1 dan transformator daya unit 3, dan transformator daya unit 2 memiliki gangguan disetiap bulannya. Oleh karena itu peneliti akan melakukan



penelitian susut umur trafo menggunakan metode monstinger dan melakukan peramalan beban 7 bulan sesudahnya. Dilakukan peramalan 7 bulan untuk menyesuaikan data yang didapatkan di GI yaitu 7 bulan mulai dari bulan Januari sampai bulan Juli tahun 2021.

Berdasarkan standar IEEE C. 57.91 tahun 1999 batas umur normal pada suatu transformator adalah sekitar 20,55 tahun[4]. Lalu karena adanya peningkatan beban akan berpotensi kenaikan suhu dan mempengaruhi susut umur pada transformator daya 2 Gardu Induk Dumai. Karena meningkatnya beban dapat mengakibatkan peningkatan temperatur transformator sehingga dapat menimbulkan panas dari transformator. Oleh karena itu penggunaannya sangat perlu diperhatikan, mulai dari pembebanan transformator, suhu minyak transformator, suhu kumparan transformator dan sebagainya. Hal ini dimaksud agar penggunaannya tidak melebihi parameter yang ditentukan, sehingga transformator daya dapat bekerja secara optimal dan mencegah susut umur dari transformator tersebut

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti mengangkat judul **Analisis Rugi-Rugi Daya dan Suhu *Hotspot* Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Dumai** dengan memilih Gardu Induk Pangkalan Sesai sebagai tempat pengambilan data dan penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang maka permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh rugi-rugi daya terhadap susut umur transformator berdasarkan beban 7 bulan sebelumnya dan 7 bulan yang akan datang?
2. Bagaimana pengaruh dari kenaikan suhu *hotspot* terhadap susut umur transformator?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh rugi-rugi daya terhadap susut umur transformator berdasarkan beban 7 bulan sebelumnya dan 7 bulan yang akan datang
2. Menganalisis pengaruh dari kenaikan suhu *hotspot* terhadap susut umur transformator

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Susut umur transformator dilihat dari pengaruh rugi-rugi daya berdasarkan beban 7 bulan sebelumnya dan 7 bulan yang akan datang
2. Susut umur transformator dilihat dari peningkatan temperatur *hotspot*
3. Menentukan perkiraan umur dari transformator unit 2 GI Dumai



1.5 Manfaat Penelitian

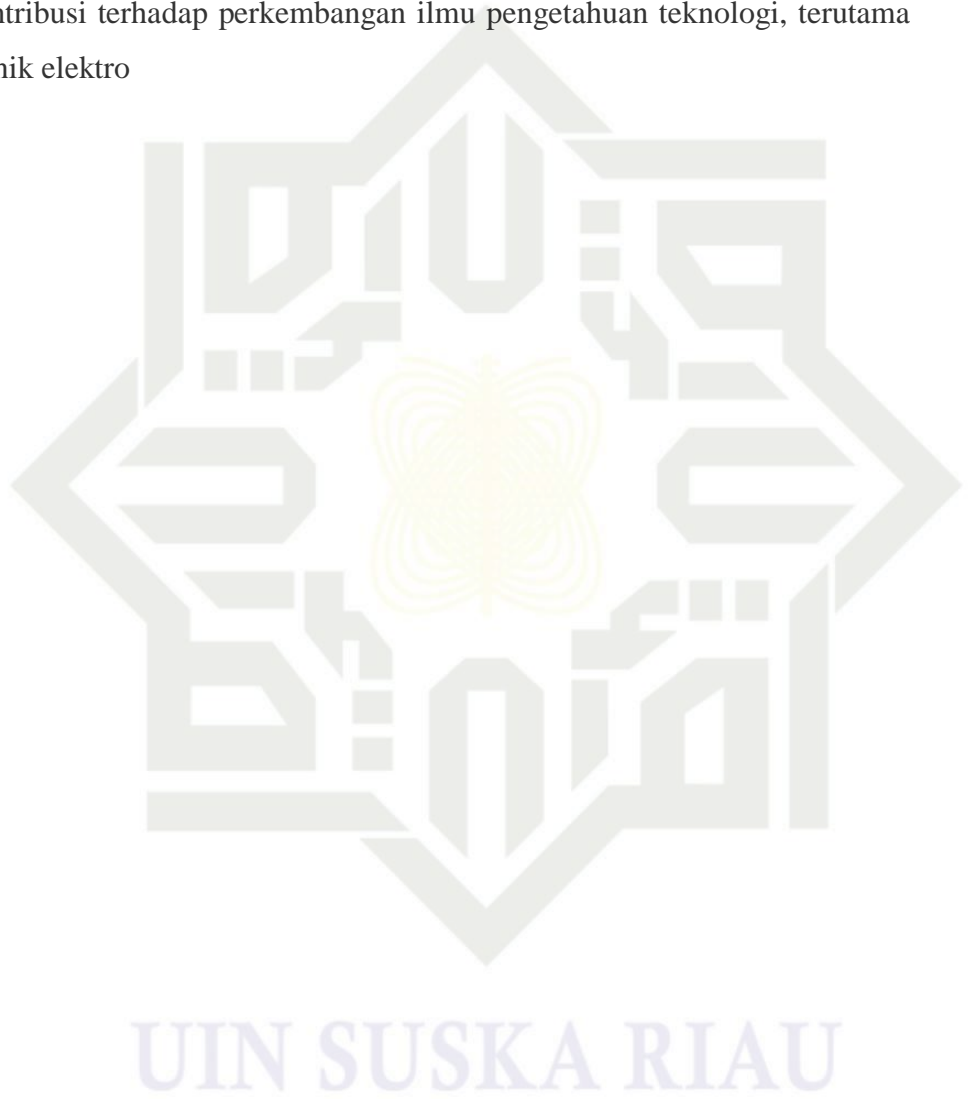
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dan solusi penyebab susut umur transformator
2. Dapat memberi informasi mengenai kondisi transformator
3. Memberikan tambahan wawasan dan informasi mengenai transformator pada GI Dumai, dan perusahaan yang bersangkutan dapat segera mencegah permasalahan yang akan terjadi
4. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan teknologi, terutama pada jurusan teknik elektro

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Supaya proses pembuatan tugas akhir ini bisa diselesaikan dengan baik, maka dibutuhkan referensi yang dapat membantu dengan mengumpulkan referensi dari buku – buku, tinjauan pustaka terkait, penelitian sebelumnya, dan jurnal – jurnal yang dapat menjadi acuan dalam penelitian ini dengan judul “Analisa Pengaruh Pembebanan dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Dumai”

Analisis pengaruh temperatur beban terhadap umur transformator di Gardu Induk Lambaro. Bertujuan menganalisis nilai temperatur hot spot transformator daya. Kemudian dibandingkan dengan nilai yang ditargetkan PLN untuk mendapatkan *life loss* trafo. Metode untuk melakukan perhitungan susut umur trafo dibantu dengan menggunakan software microsoft excel yang mana perhitungan berdasarkan data pembebanan dan suhu lingkungan dalam 1 bulan. Hasil penelitian dari tiga perhitungan untuk pembebanan 100%, 90% dan 80% dimana pada pembebanan 100% diperoleh susut umur 1,70 jam/hari, pembebanan 90% diperoleh susut umur 0,53 jam/hari dan pembebanan 80% diperoleh susut umur 0,18 jam/hari [6].

Analisa umur pakai transformator distribusi 20 KV di PT. PLN cabang Ambon. Bertujuan untuk menghitung sisa umur pakai transformator distribusi yang terbebani diatas 80% dari kapasitas transformator. Dan menghitung prediksi umur pakai transformator distribusi yang terbebani diatas 80% dari kapasitas transformator. Metode yang dilakukan untuk melakukan perhitungan susut umur transformator dilakukan berdasarkan variabel berupa beban trafo, persentase beban trafo, temperatur belitan, susut umur 24 jam, dan prediksi umur trafo. Hasil yaitu diprediksikan umur pakai transformator distribusi yang terbebani diatas 80% dari kapasitas transformator pada penyulang adalah $30 \div 78,5$ atau > 20 tahun [7].

Studi susut umur transformator distribusi 20 KV akibat pembebanan lebih di PT. PLN (Persero) kota Pontianak. Bertujuan untuk meneliti pengaruh pembebanan lebih terhadap umur transformator distribusi. Beban menyebabkan suhu trafo naik. Panas yang dihasilkan akan menyebabkan material trafo terurai, sehingga mempercepat proses penuaan trafo. Kenaikan panas yang berlebihan akan dapat mengubah karakteristik struktur komponen transformator. Setiap suhu sekitar 6°C di atas batas yang diizinkan akan menghasilkan masa pakai yang lebih pendek. Oleh karena itu, kenaikan suhu ini harus dibatasi. Metode yang



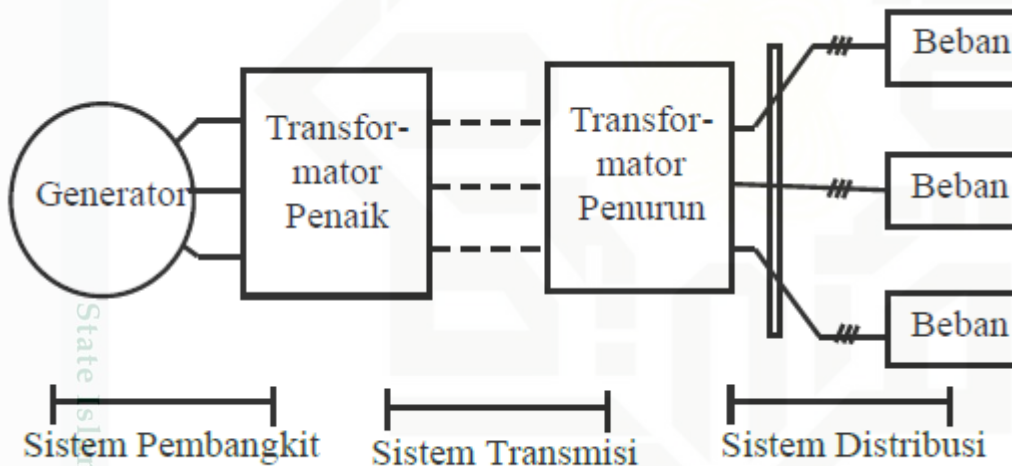
monstinger untuk menghitung laju penuaan thermal relatif[12]. Mengidentifikasi umur transformator dan meramal beban 7 bulan yang akan datang[13] dan menghitung susut umur trafo dengan menggunakan data 7 bulan yang didapat dan 7 bulan yang akan datang[6] dengan bantuan *software microsoft excel* sebagai alat bantu perhitungan. Studi kasus yang dilakukan di GI Pangkalan sesai Dumai.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang menyediakan energi listrik yang terdiri dari pusat-pusat tenaga yang saling terhubung melalui suatu jaringan transmisi sampai distribusi.

Struktur penyaluran sistem tenaga listrik cukup besar dan kompleks, karena terdiri dari beberapa komponen seperti generator, trafo, alat pengaman dan beban, serta susunan yang saling berhubungan



Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik[6]

Secara umum, struktur sistem tenaga listrik utama memiliki tiga bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Yang pertama adalah pembangkit listrik yang menghasilkan energi listrik, generator biasanya terletak jauh dari pusat beban. Kedua, sistem transmisi tenaga, yaitu setelah energi listrik dibangkitkan, energi tersebut dikuatkan, kemudian disalurkan ke gardu induk (GI) melalui jaringan transmisi. Kemudian sistem distribusi tenaga listrik, yaitu sebelum mencapai gardu induk (GI), mengurangi tegangan yang telah dinaikkan sebelumnya untuk mendistribusikan energi listrik ke pelanggan. [6]

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

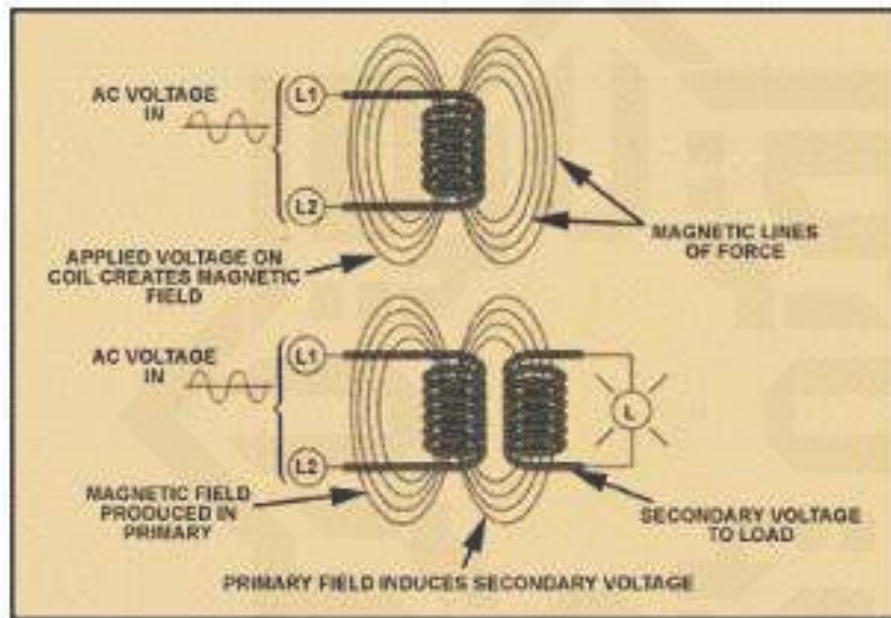
Hak cipta ini dilindungi Undang-Undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

State Islamic University of Sultan Saifuddin Kasim Riau



2.2.2 Transformator

Transformator adalah rangkaian magnetik dan kelompok belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan. Melalui induksi elektromagnetik, daya (arus dan tegangan) dari sistem AC diubah menjadi perangkat statis dari sistem arus dan tegangan lain dengan frekuensi yang sama. Transformator menggunakan prinsip elektromagnetik yaitu hukum Ampere dan induksi Faraday, dimana perubahan arus atau medan listrik dapat menghasilkan medan magnet, dan perubahan medan magnet/fluks medan magnet dapat menghasilkan tegangan induksi.



Gambar 2. 2 Prinsip Hukum Elektromagnetik[3]

Arus bolak-balik yang mengalir pada belitan primer menghasilkan fluks magnet yang mengalir melalui inti besi di antara kedua belitan. Fluks magnet ini menginduksi pada belitan sekunder, sehingga menimbulkan beda potensial/tegangan induksi pada ujung belitan sekunder [3]

Transformator banyak digunakan di bidang listrik dan elektronik. Penggunaan trafo dalam sistem tenaga listrik dapat memilih tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk setiap kebutuhan, misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh. Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan andal merupakan salah satu alasan penting dalam pemakaiannya dalam penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik, karena arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik terjadi kerugian sebesar I^2R watt, kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan. Dengan demikian saluran-saluran tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang tinggi[8]

2.2.3 Jenis-Jenis Transformator

Berdasarkan fungsinya, transformator dibagi menjadi :

a. Transformator *Step-Up*

Transformator *step-up* (penaik tegangan), adalah transformator dengan lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan[19]. Transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan ini dari nilai tegangan yang rendah ke nilai tegangan yang lebih tinggi atau dari tegangan tinggi ke tegangan ekstra tinggi. Pada umumnya, transformator jenis ini dipakai pada sistem transmisi dimana tegangan yang sudah dibangkitkan dari pembangkit selanjutnya dinaikkan (*stepped up*) ke tegangan yang lebih tinggi. Transformator jenis ini memiliki rasio belitan sekunder yang lebih besar daripada belitan primer[10]



Gambar 2. 3 Transformator *Step-Up*[10]

b. Transformator *Step-Down*

Transformator *step-down* (penurun tegangan), adalah transformator dengan lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan[19]. Transformator yang digunakan untuk menurunkan tegangan ini dari nilai tegangan tinggi atau menengah ke tegangan yang lebih rendah. Pada umumnya transformator jenis ini dipakai dalam sistem distribusi energi listrik. Transformator jenis ini memiliki rasio belitan primer yang lebih besar daripada belitan sekunder[10].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 4 Transformator *Step-Down*[10]

Berdasarkan cara pendinginannya, transformator dibagi menjadi :

- a. *Hermetic* atau *immersed oil transformer*

Transformator jenis ini menggunakan cairan dielektrik berupa minyak untuk mendinginkan suhu transformator ketika sedang memikul beban. Bagian dalam transformator “ditenggelamkan” atau diisi oleh cairan tersebut. Selain sebagai pendingin, minyak transformator juga berperan sebagai cairan isolasi yang memisahkan bagian-bagian yang memiliki beda potensial. Transformator jenis ini biasanya ditandai dengan adanya keran pada bagian bawah guna sebagai tempat pengambilan sampel minyak untuk kemudian diuji[10]



Gambar 2. 5 Pengambilan Sampel Minyak pada *Hermetic Type Transformer*[10]

b. *Dry type transformer*

Transformator jenis ini menggunakan aliran udara alami sebagai pendingin. *Rating* dan pembebanan yang tidak terlalu besar menyebabkan panas yang dihasilkan tidak begitu besar. Oleh sebab itu, pendinginan transformator cukup dengan aliran udara secara alami[10].



Gambar 2. 6Dry type transformer[10]

c. *Conservator tank transformer*

Pada dasarnya *conservator tank transformer* sama halnya dengan *hermetic type transformer* yang memakai minyak sebagai cairan pendingin. Hanya saja yang jadi pembeda diantara mereka yaitu pada *conservator tank transformer* terdapat tangki konservator pada bagian atas yang berfungsi sebagai ruang lebih ketika volume minyak bertambah akibat temperatur yang tinggi[10].



Gambar 2. 7 Conservator Tank Transformer[10]



Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi [17]:

a. Trafo Daya (*Power Transformer*)

Transformator daya adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari generator bertegangan menengah ke transmisi bertegangan tinggi dan untuk menyalurkan daya dari transmisi bertegangan tinggi ke jaringan distribusi bertegangan rendah.

b. Trafo Distribusi (*Distribution Transformer*)

Tujuan dari penggunaan transformator distribusi adalah untuk menaikkan dan menurunkan tegangan utama dari sistem distribusi listrik. Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator *step-down* 20kV/400V

c. Trafo Pengukuran (*Measurement Transformer*)

Transformator pengukuran adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi sebagai alat transformasi energi listrik yang digunakan sebagai alat ukur bantu untuk keperluan pengukuran tegangan dan arus listrik agar berada dalam jangkauan alat ukur, sehingga pengukuran arus dan tegangan listrik dapat terbaca oleh suatu alat ukur

d. Trafo Proteksi (*Protection Transformer*)

Trafo Proteksi yang difungsikan untuk melindungi komponen listrik dari berbagai gangguan. Trafo proteksi dengan trafo pengukuran memiliki perbedaan yaitu akurasinya. Dimana trafo proteksi harus lebih akurat daripada trafo pengukuran [17].

2.2.4 Komponen Transformator

Ada beberapa bagian pada transformator sebagai berikut:

a. Inti Besi

Inti besi digunakan sebagai media mengalirnya flux yang timbul akibat induksi arus bolak balik pada kumparan yang mengelilingi inti besi sehingga dapat menginduksi kembali ke kumparan yang lain. Dibentuk dari lempengan – lempengan untuk mengurangi eddy current yang merupakan arus sirkulasi pada inti besi hasil induksi medan magnet, dimana arus tersebut akan mengakibatkan rugi – rugi [20].

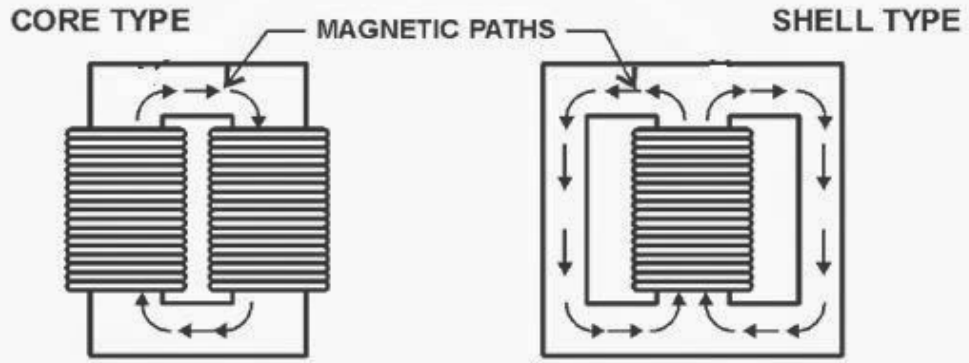
Pada umumnya terdapat dua macam inti besi berdasarkan konstruksinya yaitu *shell type* dan *core type*. Pada inti besi jenis *core type*, inti besi dikelilingi oleh belitan, sedangkan pada inti besi *shell type* belitan dikelilingi oleh inti besi [10].

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

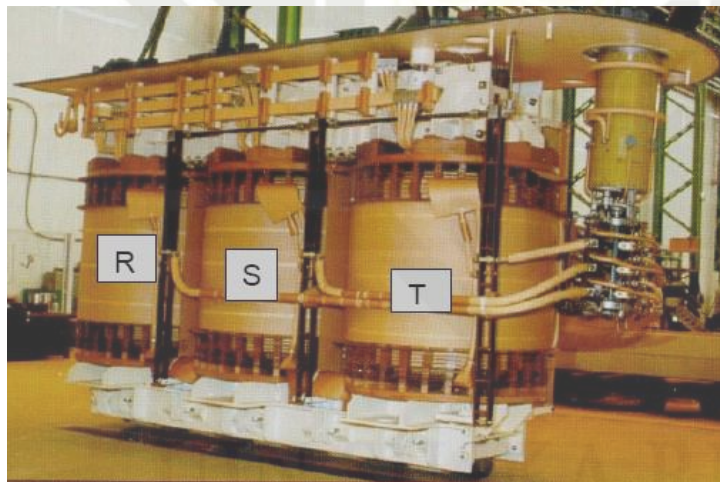
2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 8 Macam-macam inti besi berdasarkan konstruksinya[11]

b. Kumbaran

Beberapa lilitan kawat berinsulasi membentuk kumbaran. Kumbaran diisolasi dari inti besi dan kumbaran lainnya dengan isolasi padat (seperti karton, pertinax, dll). Pada umumnya terdapat kumbaran primer dan kumbaran sekunder pada sebuah trafo. Pada saat kumbaran primer dihubungkan dengan tegangan/ arus AC, kumbaran tersebut akan menimbulkan fluks magnet untuk menginduksikan tegangan, dan pada saat rangkaian sekunder tertutup (rangkaiian beban), arus akan mengalir pada kumbaran tersebut. Jadi kumbaran digunakan sebagai alat untuk mengubah tegangan dan arus sebagai alat transformasi tegangan dan arus[11]



Gambar 2. 9 Susunan Kumbaran Dari Suatu Transformator[11]

c. Insulator

Insulator dalam bahasa Indonesia berarti material yang memiliki karakteristik untuk tidak menghantarkan arus listrik. Pada umumnya sebuah transformator memiliki dua buah *insulator*, yaitu *insulator* cair dan *insulator* padat[10].



1. Insulator Cair

Minyak transformator digunakan sebagai *insulator* cair pada umumnya, karena memiliki karakteristik yang baik sebagai cairan *dielectric* maupun sebagai cairan pendingin. Jenis minyak transformator yang banyak dipakai adalah minyak jenis mineral. Minyak jenis mineral adalah minyak yang berbahan dasar dari pengolahan minyak bumi yaitu antara fraksi minyak *diesel* dan turbin yang mempunyai struktur kimia yang sangat kompleks. Minyak jenis ini banyak dipakai karena harganya yang murah dan mudah didapatkan. Minyak transformator berperan sangat penting dalam menjaga kelangsungan operasional transformator agar tetap berjalan dengan baik. *Rating* dari sebuah transformator biasanya ditentukan berdasarkan perkiraan suhu maksimal yang dapat ditangani oleh si transformator tersebut, semakin baik performa minyak dalam menurunkan temperatur semakin banyak pula beban yang dapat dipikul oleh sebuah transformator.

Sebuah minyak transformator yang baik haruslah memiliki karakteristik sebagai berikut:

a. Tegangan tembus yang tinggi

Tegangan tembus adalah sebuah besaran kekuatan dielektrik minyak transformator ketika diberikan tegangan. Semakin tinggi nilai tegangan tembus semakin baik pula kinerja minyak sebagai cairan *dielectric*. Minyak transformator yang baik, hendaklah memiliki tegangan tembus diatas 30 Kv/2.4 mm.

b. Kandungan air yang rendah

Kandungan air yang terkandung di dalam minyak transformator menyebabkan tegangan tembus minyak mengalami penurunan. Hal itu dikarenakan air merupakan zat yang memiliki konduktivitas yang baik sedangkan fungsi dasar minyak transformator adalah untuk mencegah adanya aliran arus listrik. Semakin banyak kandungan air pada minyak, semakin kecil pula nilai tegangan tembus dari minyak tersebut. Standar kadar air dalam minyak yang telah ditentukan yaitu kurang dari 30 Mg/Kg untuk tegangan kerja dibawah 70 Kv.

c. Titik nyala yang tinggi

Titik nyala menyatakan suhu yang menyebabkan sebuah zat mengalami penguapan. Semakin tinggi titik nyala minyak, semakin baik pula kinerja minyak untuk beroperasi pada suhu yang tinggi. Apabila minyak memiliki titik nyala yang rendah, ketika minyak mencapai suhu tertentu akan terjadi penguapan yang menghasilkan gas-gas yang mudah terbakar.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Insulator padat atau biasa disebut isolator kertas merupakan komponen penting bagi sebuah transformator. *Insulator* padat digunakan sebagai pemisah antar belitan dan juga sebagai isolator guna mencegah terjadinya loncatan arus pada bagian transformator yang bertegangan. Pada umumnya, material yang digunakan sebagai *insulator* padat adalah material berbahan dasar *celulose*. Kekuatan dan umur sebuah *insulator* padat sangat dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur semakin cepat pula penurunan kekuatan dan usianya. Ketika temperatur tinggi, rantai pembentuk molekul *celulose* akan terurai menjadi bagian yang lebih kecil.[10]



Gambar 2. 11 Konduktor yang Dilapisi Insulator Padat[10]

d. Tangki Utama

Tangki utama merupakan *body* transformator itu sendiri. Disebut tangki karena didalamnya terdapat minyak transformator yang tertutup dengan rapat dan terisolasi dari udara luar. Tangki berperan penting dalam kelangsungan operasional transformator. Selain sebagai tangki minyak, *body* transformator juga berfungsi sebagai pelindung komponen-komponen dalam transformator. Tangki transformator pada umumnya dilapisi dengan cat anti air guna mencegah terjadinya karat yang dapat mengakibatkan munculnya celah udara pada tangki.[10]

e. Tangki Konservator

Tangki konservator terdapat pada transformator dengan *rating* yang besar, dengan *rating* dan beban yang tinggi panas yang dihasilkan pun akan tinggi. Panas yang tinggi mengakibatkan volume minyak transformator bertambah. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakanlah tangki konservator. Tangki konservator berfungsi sebagai tempat sementara minyak ketika volume minyak bertambah sehingga tidak menyebabkan timbulnya tekanan didalam transformator. Pada tangki konservator

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dipasang indikator level minyak guna mengetahui level minyak yang berubah-ubah sesuai dengan kondisi beban dan temperatur [10]



Gambar 2. 12 Tangki Konservator[10]

f. Bushing

Hubungan antara kumparan transformator ke jaringan luar melalui terminal yaitu *bushing*, yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformator[18].



Gambar 2. 13 Bushing transformator[10]

Pada bagian *bushing* primer biasanya dilengkapi dengan *arching horn* yang berfungsi sebagai pengaman sambaran petir dan juga pengaman apabila terjadi loncatan api.[10]

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 14 Arching horn pada bushing [10]

g. Sirip – Sirip Radiator

Transformator menghasilkan panas sebagai hasil akhir dari adanya aliran arus pada belitan, selain itu panas juga timbul pada inti besi yang mendapatkan tegangan induksi sehingga terdapat arus pada inti besi. Untuk itu, terdapat cairan pendingin berupa minyak yang akan membawa panas tersebut sehingga suhu tidak terlampaui tinggi. Panas tersebut dibawa oleh minyak secara konveksi, selanjutnya minyak tersebut mengalir ke sirip-sirip radiator. Sirip-sirip radiator berfungsi sebagai *heat exchanger*. Sirip radiator ditempatkan sedemikian rupa sehingga bersentuhan langsung dengan udara luar yang lebih dingin, akibat adanya perbedaan suhu antara suhu minyak dengan suhu udara luar, panas pada minyak akan mengalir ke luar secara konduksi dengan prinsip panas akan senantiasa mengalir dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah. Proses ini terjadi secara terus-menerus sehingga temperatur transformator tidak melebihi batas aman yang sudah ditentukan [10].



Gambar 2. 15 Radiator pada Conservator Transformer [10]

h. Tap Changer

Operasi sistem tenaga listrik kualitasnya tergantung pada tegangan nominalnya jika sesuai dengan ketentuan. Hal lain dapat terjadi pada saat operasi sistem tenaga listrik berlangsung yaitu, terjadi penurunan tegangan sehingga terjadi pula penurunan kualitas. Alat yang digunakan untuk mengatur tegangan agar tegangan selalu konstan dan berada dalam kondisi yang baik sangat diperlukan pada transformator untuk menjaga kondisinya agar selalu baik.

Transformator dibuat sedemikian rupa agar perubahan tegangan yang terjadi pada sisi masukan tidak berakibat pada perubahan yang terjadi di tegangan khususnya di sisi keluaran, dapat disimpulkan juga tegangan yang terdapat pada sisi keluaran akan bernilai tetap. Alat yang sesuai dengan deskripsi di atas yaitu alat yang digunakan sebagai sadapan untuk mengatur tegangan tanpa memutuskan beban dalam hal ini dapat juga disebut sebagai *On Load Tap Changer* atau *OLTC*. Pada dasarnya, *OLTC* ini tersambung di sisi primer transformator dan banyaknya tergantung pada perancang dan juga perubahan yang terjadi di sistem tegangan yang berada pada jaringan.[4]

Ada 2 macam *tap changer* yaitu *on load tap changer* dan *off load tap changer*. *On load tap changer* dapat digunakan ketika keadaan berbeban dan direndam didalam minyak dielektrik guna mencegah percikan atau loncatan listrik yang dihasilkan akibat perubahan *tap*. *On load tap changer* biasanya terdapat pada *inter buss transformer* di gardu induk dan pengoperasiannya bisa dilakukan di *control room*. Untuk *off load tap changer* pengoperasiannya dilakukan ketika keadaan tidak berbeban dan tidak dilengkapi dengan pemadam busur api. [10]



Gambar 2. 16Off load Tap Changer[10]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 17 On Load Tap Changer[10]

i. *Silica breather* (Alat Pernafasan)

Silica breather atau *silica gel* adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penyaring udara yang masuk ke dalam tangki konservator. Disebut juga alat pernafasan transformator karena ketika suhu minyak sedang tinggi, volume minyak yang bertambah akan menekan udara di dalam tangki konservator ke luar melalui *silica breather*. Kemudian, ketika suhu minyak turun, volume minyak yang sebelumnya bertambah akan berkurang dan menyebabkan tersedotnya udara ke dalam tangki konservator. Untuk tujuan penyaringan, digunakan *silica* berbentuk seperti *gel* yang memiliki kemampuan filtrasi udara yang baik sehingga ketika proses pernafasan pada transformator berlangsung, udara yang masuk akan tersaring terlebih dahulu oleh *silica*. Seiring berjalannya waktu dan usia operasional transformator, *silica gel* akan berubah warna dari warna awal menjadi warna yang lebih pucat. Hal tersebut menandakan *silica* telah menyaring cukup banyak udara dan partikel-partikel lainnya sehingga diperlukan adanya penggantian *silica* lama dengan yang baru.[10]



Gambar 2. 18 Silica breather[10]

j. Indikator

Untuk mengawasi selama trafo beroperasi, maka perlu adanya indikator pada trafo sebagai berikut[11]:

1. Indikator suhu minyak yang berfungsi untuk mengetahui keadaan dari suhu minyak itu sendiri.
2. Indikator permukaan minyak yang berfungsi untuk melihat jumlah dari minyak yang berada di dalam tangka.
3. Indikator kedudukan tap yang berfungsi untuk melihat posisi tegangan transformator bekerja



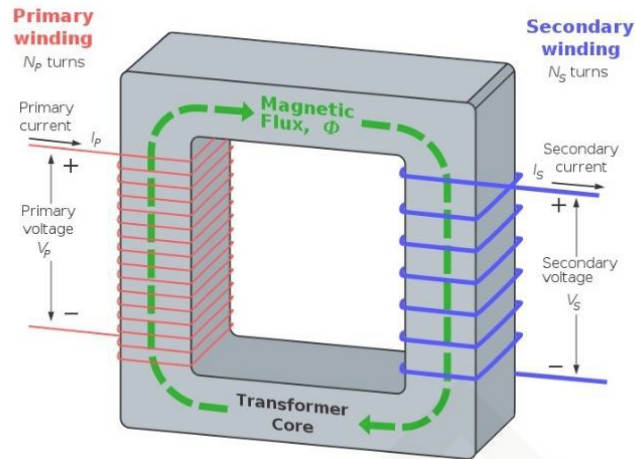
Gambar 2. 19 Indikator Suhu Minyak pada Transformator[11]

2.2.5 Prinsip dan Cara Kerja Transformator

Sebuah komponen transformator yang ideal yaitu bisa dilihat pada transformator tersebut tidak terdapat adanya rugi-rugi pada daya yang ditemukan di komponen transformator. Nilai daya yang ada pada sisi primer kumparan (N_p) memiliki besar yang sama dengan besar daya yang ada di sisi sekunder kumparan (N_s). Besarnya nilai tegangan serta arus yang ada di sisi sekunder kumparan di-*setting* dengan membandingkan jumlah lilitan yang terdapat pada sisi primer kumparan dan sisi sekunder kumparan. Pada saat terjadi operasi, tidak ditemukan adanya transformator dengan kriteria ideal. Karena pada sistem penyaluran tenaga listrik terdapat kerugian pada energi sebesar I^2R . Kerugian energi ini dapat banyak dikurangi jika kira menaikkan tegangannya[4].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

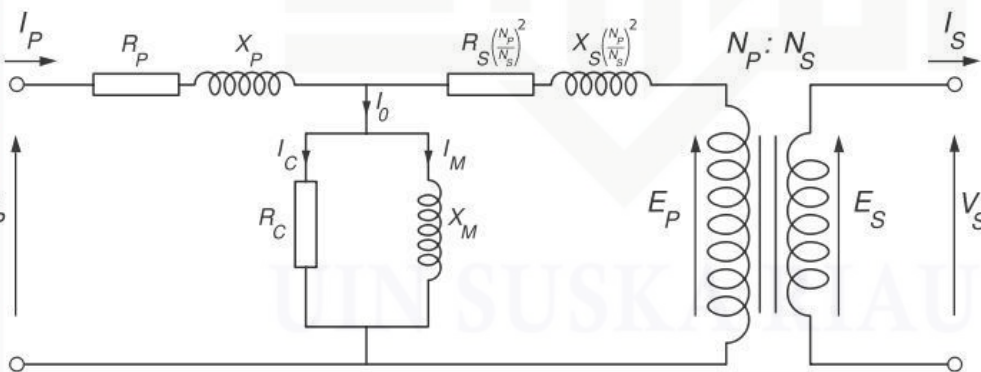
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 20 Prinsip Kerja Transformator[4]

Pada prinsip kerja transformator, hukum *Faraday* dipergunakan. Hukum ini berbunyi "Arus bolak-balik yang mengalir di suatu kumparan yang mengelilingi inti besi menyebabkan inti besi itu berubah menjadi magnet. Apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu lilitan, kedua ujung lilitan tersebut akan terjadi beda tegangan sehingga akan timbul gaya gerak listrik".

Saat lilitan di sisi primer disambungkan dengan sumber tegangan V_1 , maka arus I_0 dapat mengalir. Arus yang mengalir ini akhirnya menimbulkan adanya *fluks* magnet (\emptyset) yang selanjutnya melewati bagian inti besi. Dikarenakan tegangan pada sumber adalah tegangan yang bolak - balik dan arusnya bolak – balik juga. Fluks ini selanjutnya mengalir melewati sisi primer dan sekunder kumparan[4]



Gambar 2. 21 Rangkaian Ekuivalen Transformator[4]

2.2.6 Kenaikan Pada Beban

Jika sisi sekunder pada kumparan disambungkan dengan beban (Z_L, I_2) mengalir melewati sisi sekunder kumparan, dengan persamaan ($I_2 = V_2 / Z_L$), arus di beban I_2 ini selanjutnya menyebabkan terjadinya gaya gerak pada magnet (GGM) yang lebih dominan



untuk menentang fluks (W_b) dengan yang sudah ada akibat dari arus permagnetan (I_M).

Supaya fluks bersama tersebut nilainya tidak berubah, pada sisi primer kumparan harus dapat mengalir arus (I'_2) yang kemudian menentang fluks yang ditimbulkan oleh arus pada beban (I_1), dimana selanjutnya semua arus yang mengalir melewati sisi primer kumparan menjadi persamaan ($I_1 = I_0 + I'_2$)

Komponen transformator pada saat kondisi yang memiliki tegangan dan belum diberikan beban akan menyebabkan rugi - rugi yang selanjutnya mampu menyebabkan kondisi yang relatif panas pada transformator tersebut, tetapi panas yang muncul masih dikategorikan kecil. Panas yang diakibatkan di sisi kumparan selanjutnya dapat diteruskan dengan cara konduksi pada komponen minyak transformator yang mempunyai fungsi sebagai media pendinginan pada transformator. Kumparan serta minyak transformator mempunyai indeks batasan operasi panas yang masih dapat ditoleransi.

Pada isolasi di sisi kumparan yang terdiri dari kertas kraft memiliki batasan panas yang masih diperbolehkan sesuai dengan kelas isolasi pada spesifikasi transformator. Begitupun yang terjadi pada minyak isolasi transformator memiliki batasan panas yang masih dapat diperbolehkan. Jika batasan pada panas tersebut terlewati, maka akan merusak isolasi dan juga akan menyebabkan kerusakan yang terjadi di keseluruhan komponen transformator tersebut. Panas yang terjadi itu harus dapat direduksi atau dikurangi dengan pemasangan sistem pendinginan[4]

2.2.7 Kenaikan Pada Suhu

Komponen transformator dapat dengan cepat berubah menjadi kondisi buruk jika isolasi yang dipakai berubah menjadi titik panas pada suhu diatas 100°C dengan terus - menerus. Temperatur di atas 100°C tersebut hanya mampu ditahan dalam kurun waktu yang dihitung sangat singkat. Namun, efek kumulatif serta hubungan yang ada di antara suhu dan waktu tidak dapat ditentukan. Kenaikan pada suhu di inti, lilitan dan komponen minyak transformator dibuat untuk tujuan pemakaian pada ketinggian yang tidak melebihi dari pada 1000 meter di atas permukaan laut. Suhu pada air juga tidak diperbolehkan untuk melebihi dari 25°C pada transformator yang memakai jenis media pendinginan air. Lain halnya untuk komponen transformator yang memakai media pendinginan dengan udara, suhu udara tidak diperbolehkan melewati 40°C dan tidak pula diperbolehkan untuk berada di bawah -25°C untuk tipe pemasangan di luar serta tidak boleh di bawah -5°C untuk tipe pemasangan di dalam.

Kenaikan yang terjadi di temperatr lilitan selanjutnya bisa diukur dengan metode menggunakan metode esistansi atau dengan cara memakai metode *Thermometer*. Jika



menggunakan jenis metode resistansi kenaikan suhu bisa ditentukan dengan persamaan

seperti pada rumus 2.1 di bawah ini, yaitu:

$$t_2 = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234,5 + t_1) \tag{2.1}$$

Dengan:

- R_2 = Tahanan pada lilitan panas (Ω)
- R_1 = Tahanan pada lilitan dingin (Ω)
- t_2 = Temperatur panas lilitan ($^{\circ}\text{C}$)
- t_1 = Temperatur lilitan di awal percobaan ($^{\circ}\text{C}$)

Pada bagian dalam transformator minyak munculnya panas akibat adanya rugi – rugi besi dan juga rugi - rugi tembaga selanjutnya menggunakan minyak transformator untuk didinginkan. Jika sering terjadi keadaan ini akibatnya, lama kelamaan komponen minyak pada transformator akan berubah menjadi panas. Dengan adanya kenaikan pada temperatur minyak, maka komposisi pada minyak transformator dapat terjadi perubahan yang melalui reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi tersebut lalu menimbulkan zat atau senyawa lain dan akan menyebabkan perubahan sifat dari komponen minyak transformator. Perubahan pada sifat itu antara lain:[4]

1. Warna menjadi cokelat cenderung hitam
2. Kadar pada asam menjadi tinggi
3. Terdapat adanya endapan atau kotoran
4. Kemampuan atau kekuatan pada daya elektrik menjadi turun
5. Viskositas yang relatif tinggi

2.2.8 Temperatur di Sekitar Transformator

Temperatur atau suhu sekitar atau dapat disebut juga dengan *ambient temperature* adalah temperatur yang terdapat di sekitar atau pada sekeliling lokasi dari dipasangnya transformator tersebut yang kemudian diharapkan untuk beroperasi. Temperatur atau suhu di sekitar menjadi faktor yang paling penting guna mengukur atau menentukan kemampuan pada komponen transformator pada saat melayani beban, pada saat suhu menjadi meningkat di waktu terjadinya pembebanan, temperatur di sekitar transformator harus ditambahkan untuk menentukan temperatur operasi.

Dengan menggunakan acuan publikasi IEC 76 pada bagian 1: umum, yaitu komponen transformator dibuat dengan memiliki persyaratan pelayanan di antaranya bahwa pada

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dipang. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Dipang. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.

Dipang. Pengutipan atau seluruh atau sebagian dari isi ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.



komponen transformator yang memiliki sistem pendinginan jenis udara maka suhu pada udara tidak boleh melewati:

- a. 30°C pada perhitungan rata - rata harian
- b. 200°C pada perhitungan rata - rata tahunan

Menurut SPLN D3.002-1: 2007, komponen transformator di Indonesia dibuat untuk beroperasi pada temperatur atau suhu di sekitar transformator yang tidak boleh lebih dari 40°C. Dengan mempertimbangkan standar IEC 354, ditetapkan iklim pada negara yang memiliki empat musim sebagai kriteria untuk dilakukan perancangan pembuatan transformator, dimana pada temperatur atau suhu di sekitar selalu efektif sepanjang tahun adalah 20°C. Transformator dibuat untuk diberikan beban penuh selama 24 jam yang terjadi di nilai suhu sekitar 20°C. Nilai temperatur itu kemudian menentukan pada komponen transformator tidak terjadi kenaikan pada penyusutan umur yang cenderung signifikan, karena akan menyebabkan suhu titik panas pada lilitan mencapai 98°C [4]

2.2.9 Umur Transformator

Dalam pengoperasian trafo terdapat beberapa faktor yang akan mempengaruhi umur trafo, antara lain kualitas minyak, temperatur minyak, mode beban, pengaruh temperatur lingkungan, kualitas material, kualitas minyak, cuaca, kandungan oksigen dan kelembaban. Oleh karena itu, perawatan trafo dilakukan agar umur trafo menjadi panjang. Pemeliharaannya meliputi pengujian minyak secara berkala, pengelolaan harian dan pemasangan trafo sesuai dengan standar konstruksi

Kenaikan suhu saat trafo kelebihan beban dapat menyebabkan efek pemanasan. Setiap kenaikan suhu sebesar 6°C akan menyebabkan trafo menjadi tua. Di Indonesia, menurut peraturan SPLN, trafo hanya dapat bekerja pada suhu lingkungan tidak melebihi 40°C, dan suhu rata-rata harian dan tahunan sekitar 30°C. Berdasarkan IEC (International Electrotechnical Commission) menetapkan bahwa umur transformator hanya berkisar 20 tahun[6]

2.2.10 Pembebanan Transformator

Dalam menjaga stabilitas sistem tenaga listrik, kualitas daya merupakan bagian yang terpenting. Untuk menjaga stabilitas tersebut perlu diperhatikan pembebanan pada transformator daya. Maka ratio pembebanan dapat ditentukan sebagai berikut[3]:

$$K = \frac{S}{S_r} \tag{2.2}$$

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan penerbitan dengan cara dan bentuk apa pun. Penulisan ini bertujuan untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.



Dengan:

- K : ratio pembebanan
- S : beban transformator (MVA)
- S₀ : kapasitas transformator (MVA)

Berdasarkan SPLN 17 untuk nilai sirkulasi minyak alami pada kondisi nilai daya tertentu adalah :

1. Kenaikan temperatur rata-rata kumparan = 55°C .
2. Kenaikan temperatur Top Oil ($\Delta\theta_{br}$) = 50°C
3. Kenaikan temperatur rata-rata minyak = 40°C

Perbedaan antara kenaikan rata-rata temperatur minyak dan kenaikan temperatur rata-rata kumparan $\Delta\theta_{\omega} = 15^{\circ}\text{C}$. Berikut kenaikan temperatur Hot Spot ($\Delta\theta_{cr}$).

$$\Delta\theta_{cr} = \Delta\theta_{br} + 1,2 \Delta\theta_{\omega} \tag{2.3}$$

Dengan :

- $\Delta\theta_{cr}$ = Kenaikan temperatur hot-spot (°C)
- $\Delta\theta_{br}$ = Kenaikan temperatur top oil (°C)
- $\Delta\theta_{\omega}$ = Perbedaan antara kenaikan rata-rata kumparan dan kenaikan rata-rata temperatur

2.2.11 Temperatur Hot Spot

Temperatur *Hot Spot* (θ_c) adalah parameter suhu yang digunakan untuk menentukan kapasitas termal transformator. Temperatur adalah batas kenaikan temperatur yang diijinkan dari transformator, dan temperatur juga digunakan untuk menentukan umur isolasi yang digunakan oleh transformator. Standar IEC354 menetapkan bahwa suhu *hot spot* adalah 98°C. Secara umum, *hot spot* terletak pada inti dan kumparan transformator. Hal ini dikarenakan adanya rugi-rugi arus eddy (*Eddy Current Losses*) yang tinggi pada daerah ini, karena fluks bocor selalu berputar secara radial pada ujung kumparan. Suhu *hot spot* juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kenaikan suhu rata-rata kumparan dan kenaikan suhu minyak. Penyebab suhu *hot spot* adalah peluahan sebagian (*Partial Discharge*), harmonisa yang disebabkan oleh beban non linier, dan hubung singkat antar belitan atau antar inti besi. Untuk menentukan suhu *hotspot*, persamaan berikut dapat digunakan[6]:

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_{on} + \Delta\theta_{td} \tag{2.4}$$

Dengan :

- θ_c : temperatur *HotSpot* (°C)
- θ_a : temperatur lingkungan (°C)



$\Delta\theta_{on}$: kenaikan temperatur Top Oil ($^{\circ}\text{C}$)

$\Delta\theta_{td}$: selisih antara Hot Spot dengan Top Oil ($^{\circ}\text{C}$)

Sedangkan untuk mencari perbedaan suhu antara Hot Spot dan Top Oil dapat

digunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y} \tag{2.5}$$

Dengan :

$\Delta\theta_{cr}$: kenaikan temperatur Hot Spot : 68°C

$\Delta\theta_{br}$: kenaikan temperatur Top Oil : 50°C untuk ON

K : ratio pembebanan

y : 0.8 untuk ON

Kondisi kenaikan suhu *top oil* untuk beban stabil: Kenaikan suhu ini sebanding dengan

kenaikan suhu top oil pada nilai daya, dikalikan dengan rasio kerugian total berdasarkan

eksponen x:

$$\Delta\theta_b = \Delta\theta_{br} \left(\frac{1+dK^2}{1+d} \right)^x \tag{2.6}$$

Dengan :

K : Ratio pembebanan

$$D : \text{Perbandingan rugi} = \frac{\text{Rugi tembaga pada daya pengenal}}{\text{rugi beban nol}} \tag{2.7}$$

x : konstanta

x : 0.9 (ONAN dan ONAF)

$\Delta\theta_{br}$: kenaikan temperatur minyak (puncak)

$\Delta\theta_{br}$: 50°C untuk ON

2.2.12 Kenaikan Temperatur Top Oil Kondisi untuk Beban Berubah-ubah

Kenaikan suhu *Top Oil* $\Delta\theta_{on}$ sangat dekat dengan kenaikan eksponensial pada waktu t

setelah pembebanan sebagai berikut: [3] :

$$\Delta\theta_{on} = \Delta\theta_{o(n-1)} + (\Delta\theta_b - \Delta\theta_{o(n-1)}) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \tag{2.8}$$

Dengan :

$\Delta\theta_{o(n-1)}$: kenaikan temperatur awal minyak.

$\Delta\theta_b$: kenaikan temperatur akhir minyak yang distabilkan

τ : 3 (ONAN dan ONAF)

T : lama pengamatan (Jam)

τ : konstanta waktu minyak dalam jam

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengutip atau seluruh karena ini merupakan dan mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

Syariat: Karim Riau

Dengan :

V-1 Percepatan penuaan relatif

0 Temperatur belitan sisi terpanas (*hot spot*).

98 Temperatur adalah dasar untuk umur yang wajar (20 – 30 tahun).

Remus *Mountsinger* berlaku sampai temperatur (140°C) .

2.2.15 Perhitungan Susut Umur Transformator

Hilangnya umur (*loss of life*) yang disebabkan oleh operasi harian atau bulanan pada suhu tinggi lokal 98°C dapat dinyatakan dalam satuan bulan, hari, atau jam. Jika beban dan suhu lingkungan tetap konstan selama periode waktu tertentu, kehilangan umur relatif (L) sama dengan [4]:

$$L = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V \cdot 100\% \quad (2.14)$$

Dengan :

L = laju umur relative (susut umur)

n = jumlah dari tiap-tiap interval waktu

N = jumlah total interval waktu ekivalen

2.2.16 Perhitungan Perkiraan Umur Transformator

Perhitungan perkiraan usia berikut hanya mempertimbangkan efek pengurangan isolasi belitan, tetapi tidak mempertimbangkan efek lainnya[4]:

$$\text{Sisa umur} = \frac{100\% - L}{100\%} (\text{umur dasar} - n) \quad (2.15)$$

Dengan :

Umur dasar = 20,55 tahun

n = lama trafo beroperasi

2.2.17 Regresi Linier

Metode *regresi* merupakan metode penentuan sebab dan akibat antar variabel satu dengan variabel yang lain dan membentuk hubungan yang linier. Dimana, perubahan pada variabel x akan mempengaruhi juga pada variabel y sehingga nanti menghasilkan dalam bentuk numerik.

Regresi linear sederhana memiliki model persamaan:

$$Y = a + bX \quad (2.16)$$



Dengan:

Y = variabel akibat (*dependent*)

X = variabel penyebab (*independent*)

a = konstanta

b = besaran *response* yang ditimbulkan oleh *predictor*

Variabel penyebab yang digunakan adalah periode bulan (*x*) yang akan diprediksi dan variabel akibat adalah beban trafo (*y*). Sedangkan untuk nilai konstanta (*a*) dan koefisien regresi (*b*) dapat menggunakan persamaan[14]:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{2.17}$$

Dengan :

N = Jumlah Data

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yaitu penelitian yang dilakukan yang spesifikasinya secara matematis, terstruktur dengan tepat dan jelas dengan mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul dari hasil penelitian dilapangan.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Dumai PT PLN (PERSERO). Jl. Cut Nyak Dien, Pangkalan Sesai, Dumai Barat, Kota Dumai, Riau 28826

3.3 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh adalah jenis data sekunder yaitu data yang diperoleh peneliti dari sumber yang ada, seperti data beban, data temperatur, dan spesifikasi trafo yang langsung didapatkan pada buku laporan pada bulan januari, february, maret, april, mei, juni, juli tahun 2022 di Gardu Induk Dumai

3.4 Tahapan Penelitian

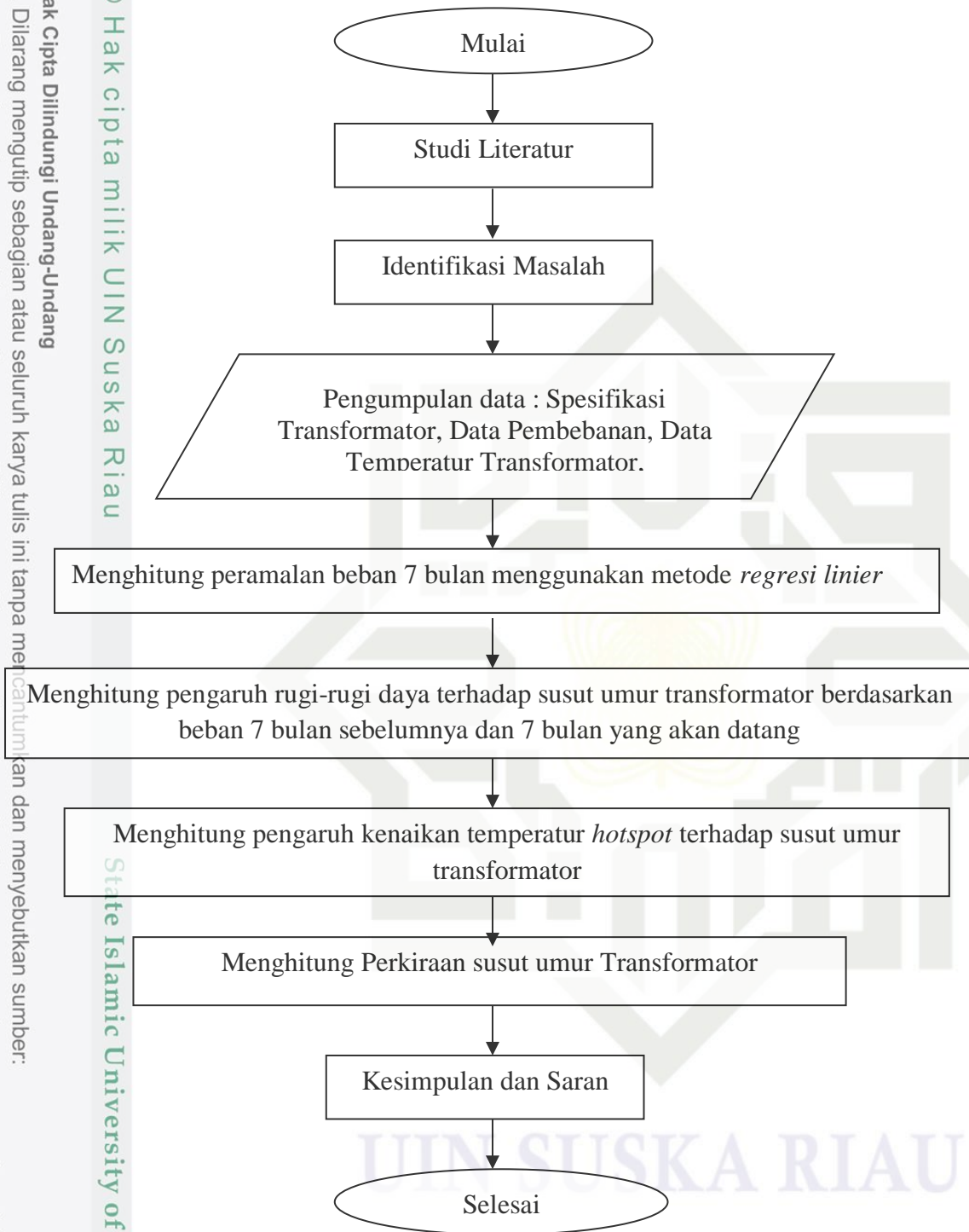
Penelitian ini diawali dengan proses studi literature *literatur review* untuk menemukan suatu masalah yang diangkat selanjutnya mengidentifikasi masalah, menentukan masalah, dan meninjau penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian melakukan observasi terkait objek penelitian, dalam proses observasi peneliti melakukan pengumpulan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian. Adapun diagram alur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

UIN SUSKA RIAU

1. Dianggap mendeskripsikan atau seluruhnya hanya tulisi ini hanya mencantumkan dan meninjau penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian melakukan observasi terkait objek penelitian, dalam proses observasi peneliti melakukan pengumpulan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian. Adapun diagram alur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menyebutkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Flowchart



3.5 Identifikasi Masalah

Pada identifikasi masalah ini terdiri dari rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian yang dijelaskan Pada Bab I Pendahuluan

3.6 Studi Literatur

Pada Studi Literatur yang digunakan penelitian ini mengambil referensi dari penelitian sebelumnya, buku-buku terkait, tinjauan pustaka terkait dan jurnal-jurnal terkait atau penunjang yang berhubungan serta teori yang mendukung dalam penyelesaian penelitian "Pengaruh Pembebanan dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Dumai"

3.7 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder milik PT.PLN (PERSERO) Gardu Induk Dumai, serta data dari referensi buku dan jurnal. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah spesifikasi transformator daya unit 2, beban transformator daya unit 2, Suhu minyak dan belitan pada transformator. Dilakukan penelitian pada transformator daya unit 2 dikarenakan transformator unit 2 merupakan transformator yang berumur paling tua di Gardu Induk Dumai, dan sudah pernah ada pergantian transformator di Gardu Induk Dumai. Agar tidak adanya pemutusan listrik apabila terjadinya kerusakan pada transformator daya 2, dilakukan analisa terhadap sisa umur transformator daya 2. Rincian data yang diambil adalah sebagai berikut:

3.7.1 Spesifikasi Transformator Daya Unit 2

Gardu induk Pangkalan Sesai Dumai memiliki 3 transformator daya transformator unit 1 dan 3 berdaya 60 MVA, dan transformator unit 2 berdaya 30 MVA. Untuk transformator unit 2 merk transformator Unindo memiliki impedansi 12.74 %, mengalirkan daya kepada 4 penyulang yaitu dengan nama Kroasia, Belanda, Ceko, dan Denmark.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Transformator Daya [15]

Nama Data	Data
Merk	Unindo
Year of Manufacture	2008
Daya	30 MVA
Tegangan	150/20 kV
Impedansi (z)	12.74 %

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang. 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan sumbernya. a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Saifuddin Kasim Riau



Tegangan Primer	150 kV
Tegangan Sekunder	20 kV
Jenis Minyak	Mineral Oil
Pendingin	Onan / Onaf
Frekuensi	50 Hz
Rugi Tembaga	67 kW
Rugi Beban Nol	28 kW

3.7.2 Beban Transformator Daya Unit 2

Data beban transformator diambil berdasarkan data logsheet beban transformator daya unit 2 Gardu Induk Dumai yang mana data tersebut merupakan data *logsheet* pada bulan

Tabel 3. 2 Beban Januari sampai Juli tahun 2022 [16]

Bulan	MW	MVAR	MVA
Januari	16,073	5,4419	16,969
Februari	14,242	5,15	15,144
Maret	17,018	5,6032	17,916
April	17,379	5,9565	18,371
Mei	16,776	5,5355	17,665
Juni	18,373	6,2984	19,422
Juli	19,482	6,7613	20,621

3.7.3 Data Suhu Minyak dan Belitan pada Transformator Daya Unit 2

Data suhu transformator yang digunakan dalam penelitian ini adalah data minyak sebagai suhu isolasi pada transformator, suhu belitan sebagai suhu pada transformator itu sendiri bekerja dan suhu lingkungan dengan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) memiliki suhu rata-rata siang hari 32 °C dan malam hari 23°C. Data suhu minyak dan suhu belitan transformator diambil berdasarkan data logsheet suhu transformatro daya unit 2 Gardu Induk Dumai yang mana data tersebut merupakan data logsheet pada bulan Januari sampai Juli tahun 2022

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



3.8 Menhitung Peramalan Beban 7 Bulan Menggunakan Metode *Regresi Linier*

Menghitung peramalan beban transformator perlu dilakukan adalah menghitung peramalan beban 7 bulan yang akan datang berdasarkan 7 bulan terakhir untuk mendapatkan nilai beban hasil dari permalan. Perbandingan susut umur pada trafo yang memerlukan data 7 bulan mendatang dengan cara melakukan peramalan beban. Sehingga akan mendapatkan data yang diperlukan dengan menggunakan persamaan (2.16) dan (2.17)

3.9 Menghitung Pengaruh Rugi-Rugi Daya terhadap Susut Umur Transformator Berdasarkan Beban 7 Bulan Sebelumnya dan 7 Bulan yang akan Datang

Menghitung pengaruh rugi-rugi daya perlu dilakukan dengan menggunakan data beban 7 bulan sebelumnya dengan data beban ramalan 7 bulan yang akan datang. Ada beberapa tahap yang perlu dilakukan sebagai berikut:

3.9.1 Menghitung load factor

Load Factor merupakan perbandingan antara besarnya beban rata-rata pada periode waktu tertentu dengan beban puncak pada periode yang sama. Untuk mengetahui besar *load factor* pada transformator dapat digunakan persamaan (2.2)

3.9.2 Menghitung rugi-rugi daya

Rugi-rugi daya merupakan hilangnya sejumlah energi yang dibangkitkan sehingga mengurangi sejumlah energi yang dapat dijual kepada konsumen. Untuk mengetahui rugi-rugi daya pada transformator dapat digunakan persamaan (2.7)

3.10 Menghitung Pengaruh Kenaikan Temperatur *Hotspot* Terhadap Susut Umur Transformator

Sebelum melakukan perhitungan susut umur. Perlu dilakukan perhitungan temperatur. Terdapat beberapa variabel yang perlu di ketahui sebagai berikut :

3.9.1 Menghitung Kenaikan Temperatur Stabil *TopOil*

Untuk mengetahui kenaikan temperatur stabil *topoil* dapat digunakan persamaan (2.6)

3.9.2 Menghitung Selisih Kenaikan Temperatur *HotSpot* dengan *TopOil*

Untuk mengetahui selisih kenaikan temperatur *hotspot* dengan *topoil* dapat digunakan persamaan (2.5)

3.9.3 Menghitung Temperatur *Hotspot*

Temperatur *hotspot* merupakan sebuah parameter temperatur yang digunakan untuk menentukan kemampuan *Thermal* pada transformator. Untuk mengetahui temperatur *hotspot* dapat digunakan persamaan (2.4)



3.11 Menghitung Perkiraan Susut Umur Transformator

Setelah mengetahui kenaikan temperatur pada GI, dapat dilakukan perhitungan susut transformator dengan variabel-variabel tersebut :

3.10.1 Menghitung Penuaan *Thermal* Relatif

Untuk mengetahui penuaan *thermal* relatif dapat digunakan persamaan (2.13)

3.10.2 Menghitung Pengurangan Umur Transformator

Hilangnya umur yang disebabkan oleh operasi harian atau bulanan pada suhu panas setempat. Untuk mengetahui pengurangan umur transformator dapat digunakan persamaan (2.14)

3.10.3 Menghitung Perkiraan Umur Transformator

Perhitungan perkiraan umur dibawah ini hanya memperhitungkan karena pengaruh penurunan isolasi belitan saja tanpa memperhitungkan pengaruh lain. Untuk mengetahui perkiraan umur transformator dapat digunakan persamaan (2.15)

1. Di antara menguraikan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, peneliti mendapatkan kesimpulan dari penelitian tentang permasalahan susut umur Transformator unit 2 di Gardu Induk Pangkalan Sesar Dumai sebagai berikut :

1. Dari perhitungan rugi-rugi daya terhadap transformator daya 2 GI Dumai sebelum dilakukan permalan beban pada bulan Januari 2022 sampai Juli 2022 sebesar 0,6005. Dan setelah dilakukan permalan beban yaitu pada bulan Agustus 2022 sampai Februari 2023 mengalami peningkatan sebesar 0,8001 yang mana akan peningkatan tersebut akan berpengaruh terhadap suhu dan susut umur transformator

2. Pada perhitungan suhu *hotspot* sebelum dilakukan permalan beban didapat suhu *hotspot* sebesar 68,62°C dengan sisa umur transformator sebesar 6,519 tahun dan untuk suhu *hotspot* sesudah dilakukan permalan beban sebesar 81,52°C dengan sisa umur transformator sebesar 5,391 tahun. Dimana setelah dilakukan permalan beban suhu *hotspot* mengalami peningkatan yang besar hampir mencapai standar yaitu sebesar 98°C . Dan sisa umur transformator hampir mencapai batasnya yang mana menurut standar umur transformator hanya sebesar 20,55 tahun

5.2 Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengkaji susut umur transformator daya 2 akibat ketidakseimbangan beban

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR PUSTAKA

1. Wuryogo, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, “Analisis pengaruh tahanan isolasi akibat pembebanan terhadap susut umur transformator daya di gardu induk pemalang,” 2019.
2. H. Samsurizal, “Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas,” vol. 9, no. 1, pp. 136–142, 2020.
3. Rauf, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga Unit 2 GI Karet Lama 150/20 kv Jakarta Pusat,” 2020.
4. C. Herlanda, “Perhitungan Susut Umur Transformator Daya 150/20 KV 30 MVA Akibat Pembebanan di Gardu Induk Metro,” 2020.
5. N. K. H. Setyo Adi Nugroho, Arif Johar Taufiq, “Perhitungan Perkiraan Umur Transformator Akibat Pengaruh,” vol. 1, no. 1, pp. 11–16, 2019.
6. A. Muzar and M. Syukri, “Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya,” vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2018.
7. L. Latupeirissa, “Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 kV Di PT. PLN Cabang Ambon,” vol. 8, no. 2, pp. 126–132, 2018.
8. Parlindungan Gultom, Ir. Danial, MT, Managam Rajagukguk, ST, “Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kV Akibat Pembebanan Lebih di PT. PLN (Persero) Kota Pontianak.”
9. D. Tias, P. Studi, and T. Elektro, “Analisis susut umur transformator akibat beban lebih dengan penambahan transformator distribusi sisipan,” vol. XX, no. 1, pp. 24–33, 2018.
10. H. AlHapizh, “Pengaruh Kandungan Air Terhadap Nilai Tegangan Tembus Minyak Transfotmator Distibusi Di PT. PLN (Persero) UP3 Bogor,” 2020.
11. G. S. Widharma, “Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator 3 Gardu Induk yang Mengakibatkan Adanya Arus Netral,” no. 0.
12. Juhaeriyah, Nuryadi Satyo ST. MEng, "Analisis Pengaruh Pembebanan dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator Distribusi Di Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Menggunakan Metode Monstinger," 2019.
13. Sholeh Ismail, Situmeang Usaha, Monice, "Studi Peramalan Beban Pada Gardu Induk Teluk Lembu Uip3bs Upt Pekanbaru PT. PLN (Persero)," vol. 1, no. 1, 2021.
14. Putra Jimmy Trio, Fadhilah Nisaun, Arrofiq Muhammad, "Peramalan Beban Pada Gardu Induk Mantingan Dalam Penentuan Kapasitas Transformator dengan Metode

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

[1] Dilarang memperutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

[2] a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

[3] b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

[4] 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Regresi Linier," 2021.

Data Sheet Transformator Daya 2 Gardu Induk Dumai

Data Sheet Beban Transformator Daya 2 Gardu Induk Dumai

Afriansyah, Bakhtiar, Bini Thalib. "Studi Pengaruh Beban Puncak Terhadap Susut Umur Transformator di PT PLN (Persero) Rayon Daya," vol. 16, no.2, 2019

Badaruddin, Ferdianto Fery Agung. "Analisis Minyak Transformator Pada Transformator Tiga Fasa di PT X," vol. 7, no. 2, 2016

Kurniawan Danny Hendra, Mujiman. Handajadi Wiwik. "Analisis Pembebanan Transformator Daya Baru (60MVA) Untuk Menambah Suplai Daya Area Distribusi Pada Gardu Induk Kentungan 150 KV" vol. 4, no. 1, 2017

Tondok Yaved Pasereng, Patras Lily Setyowaty, Lisi Fielman. "Perencanaan Transformator Distribusi 125 kVA" vol. 8, no. 2, 2019

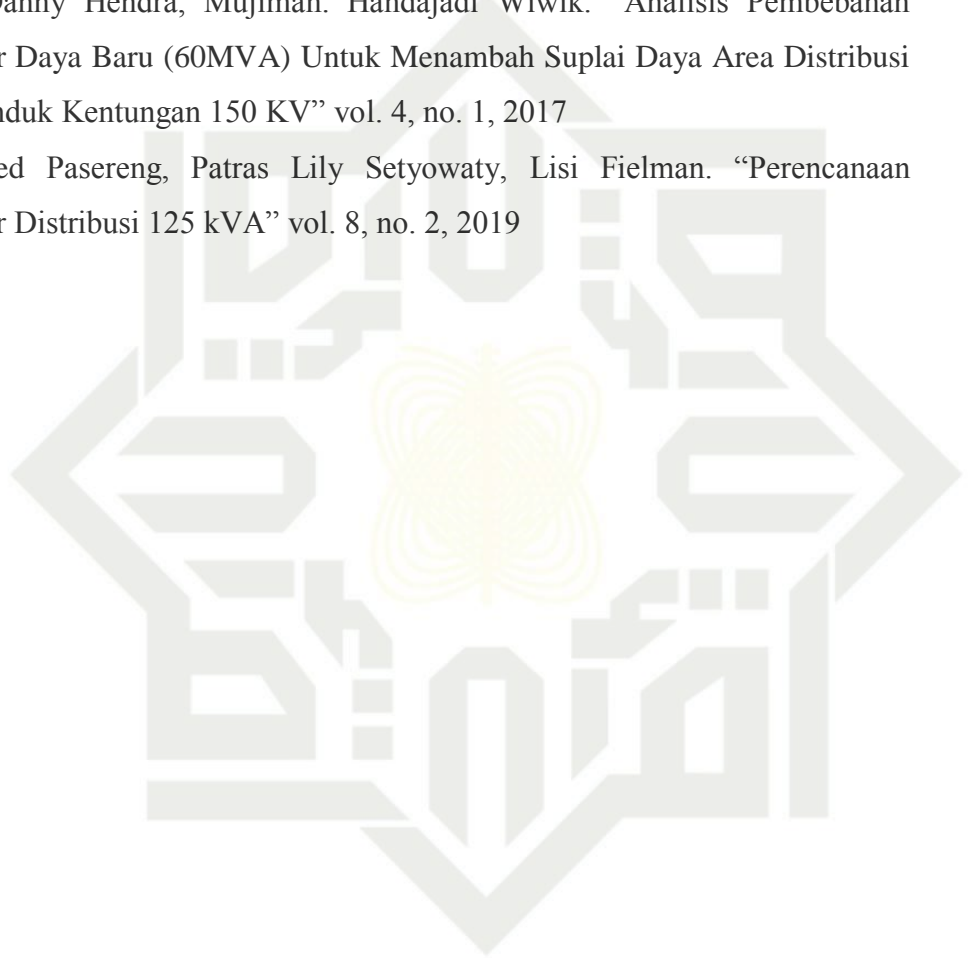
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

[15] Karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

[16] a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

[17] b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

[18] 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





LAMPIRAN A

TRANSFORMATOR GARDU INDUK DUMAI



Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, mengutip, atau menjiplak sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari pihak yang bersangkutan. Hak cipta milik UIN Suska Riau.

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

THREE PHASE TRANSFORMER N° P030LEC522

YEAR OF MANUFACTURE 2008

WITH 18 POSITION ON LOAD TAP CHANGER
 RATED POWER 24/30 MVA - FREQUENCY 50 Hz
 OUTDOOR TYPE - CONTINUOUS SERVICE
 TEMPERATURE RISE : OIL 50 °C - WINDINGS 55 °C
 COOLING ONAN / ONAF

	HIGH VOLTAGE	LOW VOLTAGE	TERTIARY VOLTAGE
RATED POWER in MVA (ONAN/ONAF)	24/30	24/30	-
RATED VOLTAGE in kV	150	20	10
RATED CURRENT in A (ONAN/ONAF)	92.4/115.5	692.8/866.0	-
CONNECTION	STAR	STAR	-
LINE IN	1U 1V 1W	2U 2V 2W	3W 3V
NEUTRAL IN	1N	2N	-

WINDINGS	RATED LIGHTNING IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE 1.2/50 μs (kV)		RATED POWER FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE (kV)	
	LINE SIDE	NEUTRAL SIDE	LINE SIDE	NEUTRAL SIDE
HIGH VOLTAGE	650	95	275	38
LOW VOLTAGE	125	125	50	50
TERTIARY VOLTAGE	75	-	28	-

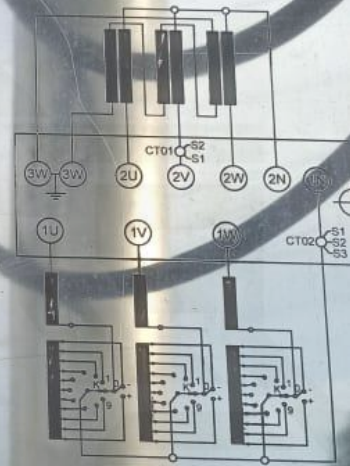
POSITION OF OLTC	HIGH VOLTAGE		LOW VOLTAGE				RATED POWER (MVA)	
	TAPPING VOLTAGE (kV)	TAPPING CURRENT (A)		RATED VOLTAGE (kV)	RATED CURRENT (A)			
		ONAN	ONAF		ONAN	ONAF		ONAN
1	155.750	83.6	104.5	20.000	692.8	866.0	24	30
2	163.500	84.7	105.9					
3	163.250	85.9	107.4					
4	159.000	87.1	108.9					
5	156.250	88.4	110.5					
6	154.500	89.7	112.1					
7	152.250	91.0	113.8					
8	150.000	92.4	115.5					
9	147.250	93.8	117.2					
10	145.500	95.2	119.0					
11	143.250	96.7	120.9					
12	141.000	98.3	122.8					
13	138.750	99.9	124.8					
14	136.500	101.5	126.9					
15	134.250	103.2	129.0					
16	132.000	105.0	131.2					
17	129.750	106.8	133.5					
18	127.500	108.7	135.8					

CURRENT TRANSFORMERS				
DESIGNATION	RATED POWER VA	CLASS	RATIO	PURPOSE
CT01	15	3	100/5A	MEASUREMENT
CT02	40	5P20	150-300/5A	PROTECTION

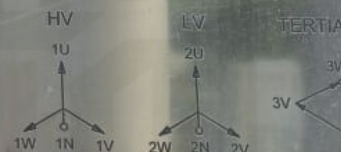
HV/LV SHORT CIRCUIT IMPEDANCE POSITION 8 BASE ON 30 MVA **12.74** %
 TYPE OF OIL **MINERAL OIL**

TRANSFORMER COMPLYING WITH STANDARD IEC 60076
 IMPORTANT : EVERY YEAR TAKE AN OIL SAMPLE FOR CHECKING AND DIELECTRIC TESTS
 TANK AND CONSERVATOR ARE DESIGNED FOR FULL VACUUM
 THIS TRANSFORMER CONTAINED NO DETECTABLE LEVELS OF PCB (LESS THAN 2 PPM) AT THE TIME OF MANUFACTURE

AREVA - TRANSMISSION & DISTRIBUTION - JAKARTA - INDONESIA



CONNECTION DIAGRAM



VECTOR DIAGRAM YNyn0(d)

APPROXIMATE WEIGHTS

- CORE AND COILS
- TANK
- OIL
- TOTAL

LAMPIRAN B DATA GARDU INDUK DUMAI

BEBAN TERTINGGI TRAF0 DAYA # II 150/20KV
GARDU INDUK DUMAI
JANUARI 2021

TRAF0 150/20KV	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)							LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)								
		JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo
			KV	A	A	kV					A	kV					
	1 JANUARI 2021	01.00	0,0	0	95	150	22,3	8,7	-	18.00	0,0	0	66	143	26,8	4	-
	2 JANUARI 2021	09.00	20,8	405	57	147	13,4	4,8	48,8	18.00	0,0	0	67	147	16,1	4,6	-
	3 JANUARI 2021	15.00	20,7	356	54	150	13,1	4,3	41,1	18.00	0,0	0	67	147	16,1	4,6	-
	4 JANUARI 2021	23.00	20,8	385	52	149	14,6	3,4	44,5	19.00	20,8	415	63	149	15,6	3,8	47,9
	5 JANUARI 2021	23.00	20,9	410	71	147	16,6	5,8	47,3	19.00	20,9	450	66	147	16	4,9	52,0
	6 JANUARI 2021	23.00	20,7	520	58	149	13,7	5,1	60,0	19.00	20,9	546	82	145	18,9	6,3	63,0
	7 JANUARI 2021	23.00	20,8	500	69	145	16,3	5,6	57,7	19.00	20,8	522	78	143	18,2	5,4	60,3
	8 JANUARI 2021	23.00	20,8	683	76	145	17,3	6,4	78,9	19.00	20,9	702	83	148	19,2	6,1	81,1
	9 JANUARI 2021	01.00	20,9	475	70	148	16,2	8,6	54,8	18.00	0,0	0	78	145	18,1	5,4	-
	10 JANUARI 2021	11.00	20,7	451	67	146	15,8	6,5	52,1	19.00	20,9	498	76	145	17,3	6,2	57,5
	11 JANUARI 2021	23.00	20,8	422	65	145	14,8	5,5	48,7	19.00	20,9	486	75	144	17,2	5,6	56,1
	12 JANUARI 2021	10.00	20,7	397	60	146	14	4,7	45,8	19.00	20,9	457	69	145	16,3	4,8	52,8
	13 JANUARI 2021	23.00	20,9	423	60	146	14	4,7	48,8	19.00	20,9	478	72	148	17	5,9	55,2
	14 JANUARI 2021	23.00	20,8	393	56	150	13,5	4,5	45,4	19.00	20,7	460	78	147	19	0,3	53,1
	15 JANUARI 2021	01.00	20,9	360	66	145	15,3	5	41,6	19.00	20,9	416	68	144	15,7	5	48,0
	16 JANUARI 2021	23.00	20,7	379	58	145	13,4	3,7	43,8	19.00	20,9	442	66	143	15,3	0	51,0
	17 JANUARI 2021	23.00	20,7	422	64	145	15,3	4,5	48,7	19.00	20,9	486	75	146	17,4	6	56,1
	18 JANUARI 2021	17.00	20,9	493	70	144	15,6	6,3	56,9	18.00	20,7	525	80	143	18,2	7,2	60,6
	19 JANUARI 2021	23.00	20,7	588	83	144	18,4	7,8	67,9	19.00	20,9	607	93	143	20,6	7,8	70,1
	20 JANUARI 2021	01.00	20,7	570	80	145	18,1	7,5	65,8	18.00	20,9	566	85	146	19,4	7,9	65,4
	21 JANUARI 2021	01.00	0,0	0	61	144	14,6	5,5	-	18.00	0,0	0	72	144	16,6	5,4	-
	22 JANUARI 2021	01.00	0,0	0	67	150	15,8	6,3	-	18.00	0,0	0	78	145	17,6	5,9	-
	23 JANUARI 2021	23.00	20,8	425	64	150	15,1	5,8	49,1	19.00	20,8	439	66	147	15,7	4,7	50,7
	24 JANUARI 2021	23.00	20,8	470	68	146	16,5	5,9	54,3	19.00	20,9	510	78	147	16,7	0	58,9
	25 JANUARI 2021	01.00	20,9	415	62	146	14,6	5,2	47,9	19.00	20,9	441	65	147	15,7	5	50,9
	26 JANUARI 2021	23.00	20,7	441	64	146	15,3	4,5	50,9	19.00	20,9	463	75	145	17,8	5,6	53,5
	27 JANUARI 2021	01.00	20,7	415	62	147	14,4	4,9	47,9	18.00	0,0	0	70	145	16,5	5,2	-
	28 JANUARI 2021	23.00	20,8	537	77	147	17,6	7,2	62,0	19.00	20,9	569	85	147	19,8	7,1	65,7
	29 JANUARI 2021	23.00	20,9	568	85	145	19	7,9	65,6	19.00	20,9	599	93	140	20,5	7,5	69,2
	30 JANUARI 2021	09.00	20,8	450	77	146	17,9	6,7	52,0	18.00	0,0	0	80	144	18,8	6,2	-
	31 JANUARI 2021	14.00	20,7	386	62	147	14,4	4,9	44,6	18.00	0,0	0	63	143	14,6	5	-
1	Kapasitas Beban Nominal								-								
2	Beban Tertinggi Siang	8 JANUARI 2021	23.00	20,8	683	76	145	17,3	6,4	78,9							
3	Beban Tertinggi Malam	8 JANUARI 2021	19.00	20,9	702	83	148	19,2	6,1	81,1							
4	Beban Tertinggi Rata-rata								-								



Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

5

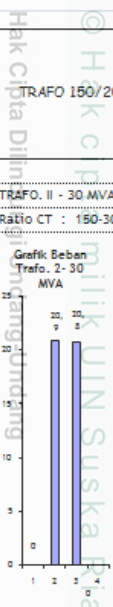
#REF!

Supv OpHar Gl. Dumai

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber atau menyebutkan nama penulis.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BEBAN TERTINGGI TRAFU DAYA # II 150/20KV
GARDU IBUDUK DUMAI
Feb-22

No	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)							LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)								
		JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%
			KV	A	A	kV					kV	A	kV	A			
1	01-Feb-22	01.00	20,7	370	62	147	14,4	4,9	42,7	19.00	20,9	398	60	144	21,7	4,1	46,0
2	01-Feb-22	17.00	20,9	380	56	147	13	5	43,9	19.00	20,9	443	65	144	15,6	4,6	51,2
3	01-Feb-22	16.00	20,8	662	72	146	16,8	6,1	76,4	19.00	20,9	539	83	146	19,3	6,5	62,2
4	01-Feb-22	23.00	20,8	570	71	145	16,3	6	65,8	19.00	20,8	589	90	147	21,1	7,8	68,0
5	01-Feb-22	23.00	20,9	550	75	145	17,1	7,5	63,5	19.00	20,9	571	84	146	19,8	7,1	65,9
6	01-Feb-22	23.00	20,9	480	66	148	16,2	5,2	55,4	19.00	20,7	501	74	149	17,9	5,9	57,9
7	01-Feb-22	23.00	20,8	575	81	147	18,3	7,9	66,4	19.00	20,8	594	92	146	21	7,8	68,6
8	01-Feb-22	17.00	20,8	560	75	145	17	7,1	64,7	19.00	20,7	559	92	148	21,5	8,5	64,5
9	01-Feb-22	23.00	20,9	510	74	147	17,4	6,5	58,9	19.00	20,9	559	84	145	19,3	6,8	64,5
10	01-Feb-22	01.00	20,9	461	69	147	16,1	6,3	53,2	19.00	20,7	429	63	147	15,3	5	49,5
11	01-Feb-22	23.00	20,7	492	71	148	16,5	5,8	56,8	22.00	20,9	430	62	145	14,7	4,3	49,7
12	01-Feb-22	23.00	20,9	540	79	149	18,3	6,9	62,4	21.00	20,9	567	85	145	19,4	6,7	65,5
13	01-Feb-22	23.00	20,9	463	67	145	15	5,4	53,5	19.00	20,8	509	74	148	17,7	5,8	58,8
14	01-Feb-22	23.00	20,9	481	69	149	19,2	7,4	67,1	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3
15	01-Feb-22	23.00	20,8	530	80	146	18	7,2	61,2	19.00	20,9	559	82	148	19,7	6,7	64,5
16	01-Feb-22	12.00	20,8	453	68	146	15,8	5,3	52,3	19.00	20,9	473	68	147	16,8	5,5	54,6
17	01-Feb-22	23.00	20,9	440	63	145	14,4	5,9	50,8	19.00	20,8	512	75	144	17,5	6	59,1
18	01-Feb-22	23.00	20,9	440	63	145	14,4	5,9	50,8	19.00	20,8	512	75	144	17,5	6	59,1
19	01-Feb-22	23.00	20,9	440	63	145	14,4	5,9	50,8	19.00	20,8	512	75	144	17,5	6	59,1
20	01-Feb-22	0:00	0,0	0	0	0	0	0	-	0:00	0,0	0	0	0	0	0	-
21	01-Feb-22	0:00	0,0	0	0	0	0	0	-	0:00	0,0	0	0	0	0	0	-
22	01-Feb-22	23.00	20,8	581	82	149	19,2	7,4	67,1	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3
23	01-Feb-22	23.00	20,8	581	82	149	19,2	7,4	67,1	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3
24	01-Feb-22	23.00	20,8	581	82	149	19,2	7,4	67,1	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3
25	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	87	148	20,2	7,3	-
26	01-Feb-22	01.00	0,0	0	70	146	16,2	5,5	-	18.00	0,0	0	91	145	20,6	7,8	-
27	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
28	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
29	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
30	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
31	01-Feb-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
1	Kapasitas Beban Nominal								-								
2	Beban Tertinggi Siang	3	01-Feb-22	16.00	20,8	662	72	146	16,8	6,1	76,4						
3	Beban Tertinggi Malam	14	01-Feb-22	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3						
4	Beban Tertinggi Rata-rata								-								



Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

#REF!
Supv OpHar Gl. Dumai

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BEBAN TERTINGGI TRAF0 DAYA # II 150/20kV
GARDU INDUK DUMAI
Mar-22

No	TRAF0 150/20kV	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)							LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)								
			JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%
				KV	A	A	kV					KV	A	A	kV			
1	1	01-Mar-22	01.00	0,0	0	80	146	18	7,2	-	18.00	0,0	0	82	148	27,6	6,7	-
2	2	01-Mar-22	14.00	20,9	435	74	146	17,8	5,8	50,2	18.00	0,0	0	81	148	19,4	6,5	-
3	3	01-Mar-22	16.00	20,9	429	74	146	17,6	5,8	49,6	18.00	0,0	0	81	148	19,4	6,5	-
4	4	01-Mar-22	23.00	20,8	581	82	149	19,2	7,4	67,1	19.00	20,9	609	93	148	21,5	8	70,3
5	5	01-Mar-22	13.00	20,9	500	76	145	17,8	6,6	57,7	19.00	20,8	545	81	144	18,8	6,2	62,9
6	6	01-Mar-22	16.00	20,8	565	76	145	17,8	6,6	65,2	19.00	20,8	577	85	144	20,3	6,6	66,6
7	7	01-Mar-22	01.00	0,0	0	64	146	14,6	5,4	-	18.00	0,0	0	70	145	16,2	5,3	-
8	8	01-Mar-22	01.00	0,0	0	80	148	18,3	7,6	-	18.00	0,0	0	85	144	20,3	6,6	-
9	9	01-Mar-22	16.00	20,8	344	80	146	18,3	7,6	39,7	18.00	0,0	0	85	145	19,9	6,8	-
10	10	01-Mar-22	01.00	0,0	0	75	148	17,8	5,8	-	18.00	0,0	0	85	145	19,9	6,8	-
11	11	01-Mar-22	17.00	20,9	500	74	145	16,6	6,5	57,7	19.00	20,9	557	85	143	19,3	6,7	64,3
12	12	01-Mar-22	23.00	20,9	454	68	147	16,3	5	52,4	21.00	20,8	505	74	145	17,5	5,4	58,3
13	13	01-Mar-22	23.00	20,8	470	70	145	16,6	5,2	54,3	19.00	20,7	527	78	143	18,1	5,8	60,9
14	14	01-Mar-22	23.00	20,8	535	82	144	18,7	6,4	61,8	20.00	20,9	571	86	143	19,6	6,8	65,9
15	15	01-Mar-22	23.00	20,9	625	76	147	17,2	7	72,2	19.00	20,9	639	96	145	22,5	8,6	73,8
16	16	01-Mar-22	23.00	20,9	600	82	149	19,2	7,4	69,3	19.00	20,9	621	93	145	21,5	7,5	71,7
17	17	01-Mar-22	23.00	20,7	595	78	143	17,9	7,1	68,7	19.00	20,9	621	95	146	21,9	8,3	71,7
18	18	01-Mar-22	01.00	20,7	481	76	143	18,1	3,9	65,6	19.00	20,8	469	85	145	19,9	6,8	54,2
19	19	01-Mar-22	15.00	20,9	5380	80	148	18,3	7,6	621,2	19.00	20,7	463	80	147	19,1	6,4	53,5
20	20	01-Mar-22	17.00	20,8	381	78	149	18,8	6,7	44,0	19.00	20,7	419	81	144	18,1	6,4	48,4
21	21	01-Mar-22	17.00	20,9	430	67	146	15,8	5,4	49,7	20.00	20,9	487	73	146	17,6	5,8	56,2
22	22	01-Mar-22	03.00	20,8	460	63	146	14,6	4,4	53,1	19.00	20,8	462	69	143	16,3	4,6	53,3
23	23	01-Mar-22	23.00	20,8	430	74	144	16,7	5,5	49,7	19.00	20,9	467	70	144	16,7	5,3	53,9
24	24	01-Mar-22	23.00	20,9	450	82	144	18,7	6,4	52,0	19.00	20,9	483	86	142	18,6	0	55,8
25	25	01-Mar-22	23.00	20,9	475	70	145	16,6	5,2	54,8	19.00	20,9	492	73	143	17,2	5,7	56,8
26	26	01-Mar-22	17.00	20,7	402	69	145	15,5	6	46,4	19.00	20,9	469	71	145	16,8	0	54,2
27	27	01-Mar-22	23.00	20,9	400	66	145	15,2	4,6	46,2	19.00	20,8	438	66	143	15,7	4,4	50,6
28	28	01-Mar-22	23.00	20,9	454	68	147	16,3	5	52,4	21.00	20,8	505	74	145	17,5	5,4	58,3
29	29	01-Mar-22	23.00	20,9	454	68	147	16,3	5	52,4	21.00	20,8	505	74	145	17,5	5,4	58,3
30	30	01-Mar-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
31	31	01-Mar-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
1	Kapasitas Beban Nominal									-								
2	Beban Tertinggi Siang		19	01-Mar-22	16.00	20,9	5380	80	148	18,3	7,6	621,2						
3	Beban Tertinggi Malam		15	01-Mar-22	19.00	20,9	639	96	145	22,5	8,6	73,8						
4	Beban Tertinggi Rata-rata																	

Di rangkai menjadi sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menuliskan sumber:

Hak Cipta Dilindungi
© Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Ditulis oleh: PLH Manajer ULTG Duri
UIN SUSKA RIAU
Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

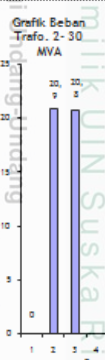
Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

#REF!
Supv OpHar G. Dumai

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BEBAN TERTINGGI TRAFU DAYA # II 150/20kV
GARDU INDUK DUMAI
Apr-22

No.	TRAFO 150/20kV	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)						LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)									
			JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo
				KV	A	A	kV					kV	A	A	kV			
1	01-Apr-22	23.00	20,9	600	82	149	19,2	7,4	69,3	19.00	20,9	621	93	145	25,6	7,5	71,7	
2	01-Apr-22	23.00	20,7	595	78	143	17,9	7,1	68,7	19.00	20,9	621	95	146	21,9	8,3	71,7	
3	01-Apr-22	01.00	20,7	481	76	143	18,1	3,9	55,5	19.00	20,8	469	85	145	19,9	6,8	54,2	
4	01-Apr-22	23.00	20,9	445	80	148	18,3	7,6	51,4	19.00	20,7	463	80	147	19,1	6,4	53,5	
5	01-Apr-22	17.00	20,8	381	78	149	18,8	6,7	44,0	19.00	20,7	419	81	144	18,1	6,4	48,4	
6	01-Apr-22	01.00	20,7	365	78	149	18,8	6,7	42,1	18.00	0,0	0	66	145	15,7	4,9	-	
7	01-Apr-22	23.00	20,7	444	80	148	18,3	7,6	51,3	19.00	20,9	467	85	144	20,3	6,6	53,9	
8	01-Apr-22	14.00	20,6	535	81	145	18,6	7,5	61,8	19.00	20,9	467	85	144	20,3	6,6	53,9	
9	01-Apr-22	01.00	20,9	0	79	147	17,2	7,2	-	18.00	0,0	0	66	145	15,7	4,9	-	
10	01-Apr-22	23.00	20,9	600	81	145	18,6	7,5	69,3	19.00	20,9	621	73	150	17,2	5,5	71,7	
11	01-Apr-22	23.00	20,9	445	64	147	14,7	5	51,4	19.00	20,7	463	63	150	15,4	5,1	53,5	
12	01-Apr-22	23.00	20,9	445	66	146	15,3	6,1	51,4	19.00	20,7	463	70	144	16,5	5,4	53,5	
13	01-Apr-22	23.00	20,9	445	64	145	14,9	5,7	51,4	19.00	20,7	463	63	147	15,1	5	53,5	
14	01-Apr-22	23.00	20,9	445	86	143	19,7	8,3	51,4	19.00	20,7	463	86	143	19,7	8,3	53,5	
15	01-Apr-22	23.00	20,7	595	78	143	17,9	7,1	68,7	19.00	20,9	621	95	146	21,9	8,3	71,7	
16	01-Apr-22	23.00	20,9	600	79	143	18,4	6,5	69,3	19.00	20,9	621	95	146	21,9	8,3	71,7	
17	01-Apr-22	23.00	20,8	373	78	145	17,8	6,9	43,1	19.00	20,9	389	80	146	18,3	0	44,9	
18	01-Apr-22	17.00	20,8	437	66	142	14,9	5,8	50,5	19.00	20,9	458	68	144	16,2	5,3	52,9	
19	01-Apr-22	23.00	20,8	418	68	143	15,6	5,8	48,3	19.00	20,9	466	72	144	17,1	5,9	53,8	
20	01-Apr-22	23.00	20,9	470	70	139	15,7	6	54,3	19.00	20,9	500	76	145	17,7	6	57,7	
21	01-Apr-22	23.00	20,9	471	72	145	16,6	5,9	54,4	19.00	20,9	493	75	146	17,7	6,3	56,9	
22	01-Apr-22	23.00	20,8	470	71	140	15,8	6,2	54,3	19.00	20,9	501	74	145	17,4	5,9	57,9	
23	01-Apr-22	23.00	20,8	456	128	148	33,9	11,3	52,7	19.00	20,8	486	80	146	18,3	0	56,1	
24	01-Apr-22	23.00	20,8	480	64	144	14,5	5,2	55,4	19.00	20,8	492	75	146	17,8	5,6	56,8	
25	01-Apr-22	17.00	20,9	491	74	144	16,8	7,3	56,7	19.00	20,9	512	77	145	18	6,1	59,1	
26	01-Apr-22	23.00	20,7	485	72	145	16,6	5,9	56,0	19.00	20,7	509	77	144	17,9	5,8	58,8	
27	01-Apr-22	23.00	20,8	520	77	144	17,4	6,6	60,0	20.00	20,8	536	83	144	19,2	6,8	61,9	
28	01-Apr-22	24.00	20,8	489	67	143	15,3	5,9	56,5	19.00	20,9	507	76	143	17,9	5,8	58,5	
29	01-Apr-22	16.00	20,7	422	66	146	15,4	5,7	48,7	19.00	20,9	424	63	146	15,2	4,4	49,0	
30	01-Apr-22	15.00	20,8	396	60	144	19,8	5,1	46,0	19.00	20,9	381	56	146	13,7	3,6	44,0	
31	01-Apr-22	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-	
1	Kapasitas Beban Nominal								-									
2	Beban Tertinggi Siang	1	01-Apr-22	23.00	20,9	600	82	149	19,2	7,4	69,3							
3	Beban Tertinggi Malam	1	01-Apr-22	19.00	20,9	621	93	145	25,6	7,5	71,7							
4	Beban Tertinggi Rata-rata								-									



Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

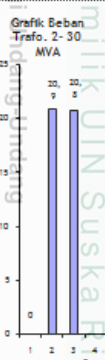
#REF!
Supv OpHar G. Dumai

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

BEBAN TERTINGGI TRAFU DAYA # II 150/20kV
 GARDU INDUK DUMAI
 Mei-22

TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)									LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)								
	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%	In Trafo	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	%	In Trafo
		KV	A	A	kV						KV	A	A	kV				
1 01-Mei-22	17:00	20,9	320	47	147	11,5	3,1	37,0	19:00	20,9	365	51	150	26,3	3,4	42,1		
2 01-Mei-22	01:00	20,9	289	42	148	10,5	2,8	33,4	19:00	20,9	292	42	146	10,6	2,4	33,7		
3 01-Mei-22	23:00	20,9	294	43	147	10,7	2,8	33,9	19:00	20,9	322	47	148	11,7	3	37,2		
4 01-Mei-22	23:00	20,8	309	46	146	11,1	2,7	35,7	19:00	20,9	332	48	150	12	3,2	38,3		
5 01-Mei-22	23:00	20,8	321	47	147	11,6	3,1	37,1	19:00	20,9	355	48	149	12,4	3	41,0		
6 01-Mei-22	01:00	20,9	360	49	148	12	3,3	41,6	19:00	20,9	370	53	146	13,1	3,1	42,7		
7 01-Mei-22	23:00	20,9	390	50	146	11,8	4,1	45,0	19:00	20,9	422	64	144	15,1	4,7	48,7		
8 01-Mei-22	23:00	20,8	350	47	147	11,6	2,9	40,4	20:00	20,9	360	55	143	13	3	41,6		
9 01-Mei-22	23:00	20,7	427	56	149	13,3	5	49,3	19:00	20,9	448	67	146	16,1	5,2	51,7		
10 01-Mei-22	24:00	20,8	412	61	146	14,3	5,2	47,6	22:00	20,9	405	55	143	13	3	46,8		
11 01-Mei-22	09:00	20,7	425	68	146	15,9	6	49,1	19:00	20,9	443	55	143	13	3	51,2		
12 01-Mei-22	23:00	20,8	571	79	146	13,5	6,9	65,9	20:00	20,7	580	90	143	20,8	7,3	67,0		
13 01-Mei-22	23:00	20,8	465	57	145	12,9	4,8	53,7	19:00	20,8	490	74	145	17,7	5,5	56,6		
14 01-Mei-22	23:00	20,7	430	54	146	12,6	4,6	49,7	19:00	20,9	448	67	146	16,1	5,1	51,7		
15 01-Mei-22	17:00	20,8	510	76	145	18	6	58,9	19:00	20,9	541	82	146	19,4	6,6	62,5		
16 01-Mei-22	23:00	20,8	480	71	145	16,4	5,6	55,4	21:00	20,7	507	76	148	18,4	5,9	58,5		
17 01-Mei-22	09:00	21,1	532	80	145	18,2	7	61,4	19:00	20,9	586	93	141	21	7,5	67,7		
18 01-Mei-22	08:00	20,8	450	66	147	15,7	5,3	52,0	19:00	20,9	482	75	141	17,6	5,8	55,7		
19 01-Mei-22	23:00	20,9	570	84	144	19,6	7,4	65,8	19:00	20,8	615	90	145	20,9	7,7	71,0		
20 01-Mei-22	23:00	20,9	570	84	144	19,6	7,4	65,8	20:00	20,9	610	92	143	21,2	7,6	70,4		
21 01-Mei-22	23:00	20,9	570	84	146	19,3	7,3	65,8	19:00	21,2	646	97	146	22,8	8,6	74,6		
22 01-Mei-22	17:00	20,9	580	88	148	20,7	7,9	67,0	19:00	20,9	640	99	145	22,7	8,5	73,9		
23 01-Mei-22	08:00	20,8	541	84	144	19,6	7,4	62,5	19:00	20,8	508	90	145	20,9	7,7	58,4		
24 01-Mei-22	17:00	20,9	520	74	144	17,3	6,9	60,0	18:00	20,9	531	82	144	18,9	6,7	61,3		
25 01-Mei-22	17:00	20,9	502	71	145	16,5	5,8	58,0	18:00	20,9	508	75	146	17,7	6,5	58,4		
26 01-Mei-22	08:00	20,8	541	80	145	18	7,2	62,5	19:00	20,9	462	70	146	16,6	5,2	53,3		
27 01-Mei-22	23:00	20,8	603	91	143	20,4	7,6	69,6	18:00	20,8	554	89	146	20,8	0	64,0		
28 01-Mei-22	04:00	20,8	590	86	143	19,3	7,3	68,1	19:00	20,8	519	80	143	18,7	6,6	59,9		
29 01-Mei-22	23:00	20,8	480	86	145	20	7,6	53,1	19:00	20,8	476	72	142	16,6	5,1	55,0		
30 01-Mei-22	01:00	0,0	0	90	144	19,6	8,5	-	18:00	0,0	0	101	140	22,5	8,2	-		
31 01-Mei-22	14:00	20,8	580	89	140	19	7,9	67,0	18:00	0,0	0	97	142	22	7,9	-		
1 Kapasitas Beban Nominal								-										
2 Beban Tertinggi Siang	27	01-Mei-22	23:00	20,8	603	91	143	20,4	7,6	69,6								
3 Beban Tertinggi Malam	21	01-Mei-22	0:00	21,2	646	97	146	22,8	8,6	74,6								
4 Beban Tertinggi Rata-rata								-										



Mengetahui : #REF!
 PLH Manajer ULTG Duri Supv OpHar Gl. Dumai

4. Diarsang oleh diproses bagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menandatangani dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

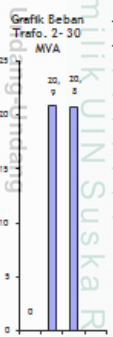


BEBAN TERTINGGI TRAFU DAYA # II 150/20kV

GARDU INDUK DUMAI

Jun-22

No.	TRAFO 150/20kV	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)								LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)							
			JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo
				KV	A	A	kV					A	kV					
1	TRAFO II - 30 MVA	01-Jun-22	01.00	20,7	493	86	145	20	7,6	56,9	19.00	20,8	555	85	142	28	6,6	64,1
2	TRAFO II - 30 MVA	01-Jun-22	17.00	20,9	432	73	146	17,8	1,8	49,9	19.00	20,9	479	75	143	17,8	5,9	55,3
3	Ratio CT : 150-300/1 A	01-Jun-22	17.00	20,9	437	63	145	14,9	5,1	50,5	19.00	20,9	501	74	144	17,8	5,8	57,9
4		01-Jun-22	23.00	20,8	537	73	148	17,2	6,8	62,0	19.00	20,8	590	89	143	20,6	6,7	68,1
5		01-Jun-22	01.00	20,9	494	72	147	17,5	5,7	57,0	19.00	20,9	389	59	147	14,3	3,9	44,9
6		01-Jun-22	23.00	20,8	448	65	144	15,3	5,1	51,7	19.00	20,9	486	84	143	20,4	2,2	56,1
7		01-Jun-22	01.00	20,8	422	73	146	17,8	1,8	48,7	18.00	0,0	0	75	140	17,2	5,3	-
8		01-Jun-22	17.00	20,8	383	66	147	15,5	5	44,2	19.00	20,9	460	73	148	17,8	1,8	53,1
9		01-Jun-22	14.00	21,0	384	61	147	14,5	5,5	44,3	18.00	0,0	0	75	137	18,9	5,4	-
10		01-Jun-22	17.00	20,8	387	61	147	14,5	5,5	44,7	19.00	20,9	453	73	144	17,8	1,8	52,3
11		01-Jun-22	17.00	20,7	393	59	146	13,9	4,8	45,4	22.00	20,8	494	69	143	16,2	5,1	57,0
12		01-Jun-22	01.00	20,8	366	61	147	14,5	5,5	42,3	19.00	20,8	420	73	144	17,8	1,8	48,5
13		01-Jun-22	24.00	20,9	487	66	142	15,3	5,6	56,2	19.00	20,9	502	77	142	18,1	6	58,0
14		01-Jun-22	23.00	20,8	593	89	142	19,5	8,2	68,5	19.00	20,9	644	99	142	22,6	8,3	74,4
15		01-Jun-22	10.00	21,0	777	87	144	19	7,9	89,7	19.00	20,7	639	100	140	22	8,2	73,8
16		01-Jun-22	23.00	20,8	645	88	140	19,4	7,8	74,5	19.00	20,8	662	103	137	22,1	7,9	76,4
17		01-Jun-22	23.00	20,8	630	90	145	20,4	7,9	72,7	19.00	20,9	654	99	138	22	8	75,5
18		01-Jun-22	01.00	20,9	573	86	142	19,4	7,3	66,2	19.00	20,9	640	99	141	22,2	8	73,9
19		01-Jun-22	01.00	20,9	140	80	144	18,7	6,5	16,2	19.00	20,9	160	86	146	20,2	0	18,5
20		01-Jun-22	17.00	20,9	428	80	145	18,7	6,5	49,4	19.00	20,7	487	88	146	20,2	0	56,2
21		JANUARI 2021	13.00	21,0	415	62	141	14	5,5	47,9	19.00	20,9	463	68	148	16,6	5,2	53,5
22		JANUARI 2021	16.00	20,7	416	63	140	14	52,1	48,0	19.00	20,9	482	74	140	16,9	5,2	55,7
23		JANUARI 2021	17.00	20,7	541	63	145	14,9	5,1	62,5	19.00	20,9	623	73	144	17,8	1,8	71,9
24		JANUARI 2021	17.00	20,7	541	80	146	18,4	7,5	62,5	19.00	20,9	623	93	144	21,2	7,8	71,9
25		JANUARI 2021	23.00	20,8	560	88	147	20,6	8,1	64,7	19.00	20,9	627	98	143	21,7	8	72,4
26		JANUARI 2021	09.00	20,8	545	84	143	18,6	7,7	62,9	19.00	20,9	576	85	142	19,8	6,3	66,5
27		JANUARI 2021	23.00	20,9	632	94	145	22,1	8,2	73,0	19.00	20,9	657	98	143	23,8	9,1	75,9
28		JANUARI 2021	23.00	20,9	704	105	146	24,1	9,8	81,3	22.00	20,7	736	110	147	25	0	85,0
29		JANUARI 2021	02.00	20,9	675	105	146	24,1	9,8	77,9	19.00	20,9	661	110	147	25	0	84,8
30		JANUARI 2021	14.00	20,8	573	94	146	22,1	8,2	66,2	18.00	0,0	0	98	144	22,6	8,5	-
31		JANUARI 2021	01.00	0,0	0	0	0	0	0	-	18.00	0,0	0	0	0	0	0	-
1	Kapasitas Beban Nominal									-								
2	Beban Tertinggi Siang	15	JANUARI 2021	10.00	21,0	777	87	144	19	7,9	89,7							
3	Beban Tertinggi Malam	28	JANUARI 2021	22.00	20,7	736	110	147	25	0	86,0							
4	Beban Tertinggi Rata-rata									-								



Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

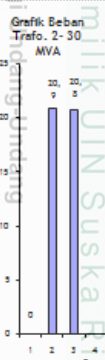
#REF!
Supv OpHar Gl. Dumai

1. Ditanggung jawab sebagai atau seluruh karya tulis in Tarpa memantunkan
2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

BEBAN TERTINGGI TRAFU DAYA # II 150/20kV
GARDU INDUK DUMAI
Jul-22

No	TANGGAL	LAPORAN TERTINGGI SIANG (00:00 s/d 17:00) dan (23:00 s/d 24)							LAPORAN TERTINGGI MALAM (18:00 s/d 22:00)								
		JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo	JAM	Sekunder		Primer		MW	MVAR	% In Trafo
			KV	A	A	kV					KV	A	A	kV			
1	01-Jul-22	23.00	20,8	583	85	144	19,1	2,7	67,3	19.00	20,8	635	95	144	28	7,9	73,3
2	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
3	01-Jul-22	01.00	20,9	531	80	148	18,9	6,9	61,3	22.00	20,9	539	85	145	19,5	6,6	62,2
4	01-Jul-22	17.00	20,8	580	86	146	19,6	7,5	67,0	18.00	20,8	589	87	145	20,1	7,6	68,0
5	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
6	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
7	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
8	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
9	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
10	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
11	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
12	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
13	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
14	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
15	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
16	01-Jul-22	17.00	21,0	538	80	148	18,9	6,9	62,1	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
17	01-Jul-22	23.00	20,9	510	82	147	24,6	11,1	58,9	19.00	20,7	535	79	143	18,3	6,2	61,8
18	01-Jul-22	23.00	20,8	480	71	143	16	6,5	55,4	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
19	01-Jul-22	17.00	20,7	532	80	148	18,9	6,9	61,4	19.00	20,9	595	91	140	20,8	7,1	68,7
20	01-Jul-22	17.00	20,8	510	72	148	17,4	5,4	58,9	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
21	01-Jul-22	17.00	20,8	510	71	143	15,6	5,8	58,9	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
22	01-Jul-22	17.00	20,8	510	72	148	17,4	5,4	58,9	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
23	01-Jul-22	17.00	20,8	510	72	148	17,4	5,4	58,9	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
24	01-Jul-22	17.00	20,8	510	72	148	17,4	5,4	58,9	19.00	20,9	526	79	148	19	5,9	60,7
25	01-Jul-22	23.00	20,9	546	84	145	19,1	7,8	63,0	19.00	20,9	602	90	147	21,1	7,8	69,5
26	01-Jul-22	23.00	20,9	546	84	145	19,1	7,8	63,0	19.00	20,9	602	90	147	21,1	7,8	69,5
27	01-Jul-22	17.00	20,9	540	73	145	16,6	5,8	62,4	18.00	20,9	564	77	146	18,3	5,7	65,1
28	01-Jul-22	17.00	20,9	540	71	145	17,5	5,7	62,4	19.00	20,9	602	90	147	21,1	7,8	69,5
29	01-Jul-22	01.00	20,9	527	78	143	18,1	6,3	60,9	19.00	20,7	530	79	144	18,4	6,3	61,2
30	01-Jul-22	23.00	20,9	602	84	147	19,2	7,3	69,5	21.00	20,9	608	91	146	20,9	7,6	70,2
31	01-Jul-22	23.00	20,9	602	84	147	19,2	7,3	69,5	21.00	20,9	608	91	146	20,9	7,6	70,2
4	Kapasitas Beban Nominal								-								
2	Beban Tertinggi Siang	30	01-Jul-22	23.00	20,9	602	84	147	19,2	7,3	69,5						
3	Beban Tertinggi Malam	1	01-Jul-22	19.00	20,8	635	95	144	28	7,9	73,3						
4	Beban Tertinggi Rata-rata								-								



Mengetahui :
PLH Manajer ULTG Duri

#REF!
Supv OpHar. Gl. Dumai

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



LAMPIRAN C

PERHITUNG SUSUT UMUR TRANSFORMATOR

Perhitungan Susut Umur Transformator Daya 2 Gardu Induk Pangkalan Sesai Dumai

1. Perhitungan Daya Semu

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} =$$

$$S = \sqrt{16,073^2 + 5,4419^2} = 16,969 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{14,242^2 + 5,15^2} = 15,144 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{17,018^2 + 5,6032^2} = 17,916 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{17,379^2 + 5,9565^2} = 18,371 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{16,776^2 + 5,5355^2} = 17,665 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{18,373^2 + 6,2984^2} = 19,422 \text{ MVA}$$

$$S = \sqrt{19,482^2 + 6,7613^2} = 20,621 \text{ MVA}$$

2. Peramalan Beban

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(126,108)(140) - (28)(523,693)}{7(140) - (28)^2}$$

$$a = 15,263$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{7(523,693) - (28)(126,108)}{7(140) - (28)^2}$$

$$b = 0,79$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Diak Cita Diindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

UIN Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



$$Y = a + bX$$

$$Y_1 = 15,263 + 0,79(8) = 21,583 \text{ MVA untuk bulan Agustus 2022}$$

$$Y_2 = 15,263 + 0,79(9) = 22,373 \text{ MVA untuk bulan September 2022}$$

$$Y_3 = 15,263 + 0,79(10) = 23,163 \text{ MVA untuk bulan Oktober 2022}$$

$$Y_4 = 15,263 + 0,79(11) = 23,953 \text{ MVA untuk bulan November 2022}$$

$$Y_5 = 15,263 + 0,79(12) = 24,743 \text{ MVA untuk bulan Desember 2022}$$

$$Y_6 = 15,263 + 0,79(13) = 25,533 \text{ MVA untuk bulan Januari 2023}$$

$$Y_7 = 15,263 + 0,79(14) = 26,323 \text{ MVA untuk bulan Februari 2023}$$

3. Perhitungan Load Factor

$$\frac{S_k}{S_r}$$

$$\frac{18,015}{30} = 0,6005$$

$$\frac{24,005}{30} = 0,8001$$

4. Perhitungan Perbandingan Rugi-Rugi Daya

$$\frac{\text{Rugi tembaga pada daya pengenalan}}{\text{Rugi beban nol}}$$

$$\frac{67 \text{ kW}}{28 \text{ kW}} = 2,39$$

5. Perhitungan Stabil Top Oil

$$\Delta\theta_b = \Delta\theta_{br} \left(\frac{dk^2 + 1}{d + 1} \right)^x$$

$$\Delta\theta_b = 50 \left(\frac{2,39 \cdot 0,6005^2 + 1}{2,39 + 1} \right)^{0,9}$$

$$\Delta\theta_b = 50 \left(\frac{1,861}{3,39} \right)^{0,9}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Penguipaan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.





$$\Delta\theta_b = 50(0,54)^{0,9}$$

$$\Delta\theta_b = 50 \cdot 0,574$$

$$\Delta\theta_b = 28,7^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_b = \Delta\theta_{br} \left(\frac{dk^2 + 1}{d + 1} \right)^x$$

$$\Delta\theta_b = 50 \left(\frac{2,39 \cdot 0,8001^2 + 1}{2,39 + 1} \right)^{0,9}$$

$$\Delta\theta_b = 50 \left(\frac{2,529}{3,39} \right)^{0,9}$$

$$\Delta\theta_b = 50(0,74)^{0,9}$$

$$\Delta\theta_b = 50 \cdot 0,762$$

$$\Delta\theta_b = 38,1^\circ\text{C}$$

6. Perhitungan Selisih Kenaikan Temperatur *Hotspot* dengan *Top Oil*

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y}$$

$$\Delta\theta_{td} = (68^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})0,6005^{2,0,8}$$

$$\Delta\theta_{td} = 18 \cdot 0,6005^{1,6}$$

$$\Delta\theta_{td} = 18 \cdot 0,44 = 7,92^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y}$$

$$\Delta\theta_{td} = (68^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})0,8001^{2,0,8}$$

$$\Delta\theta_{td} = 18 \cdot 0,8001^{1,6}$$

$$\Delta\theta_{td} = 18 \cdot 0,69 = 12,42^\circ\text{C}$$



7. Perhitungan Temperatur *Hotspot*

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_b + \Delta\theta_{td}$$

$$32^{\circ}\text{C} + 28,7^{\circ}\text{C} + 7,92^{\circ}\text{C}$$

$$68,62^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_b + \Delta\theta_{td}$$

$$31^{\circ}\text{C} + 38,1^{\circ}\text{C} + 12,42^{\circ}\text{C}$$

$$81,52^{\circ}\text{C}$$

8. Perhitungan Penuaan *Thermal*

$$V = 2^{\frac{(\theta_c - 98)}{6}}$$

$$V = 2^{\frac{(68,62 - 98)}{6}}$$

$$V = 2^{-4,89}$$

$$V = 0,033 \text{ Jam}$$

$$V = 0,033 \text{ Jam}$$

$$V = 2^{\frac{(\theta_c - 98)}{6}}$$

$$V = 2^{\frac{(81,52 - 98)}{6}}$$

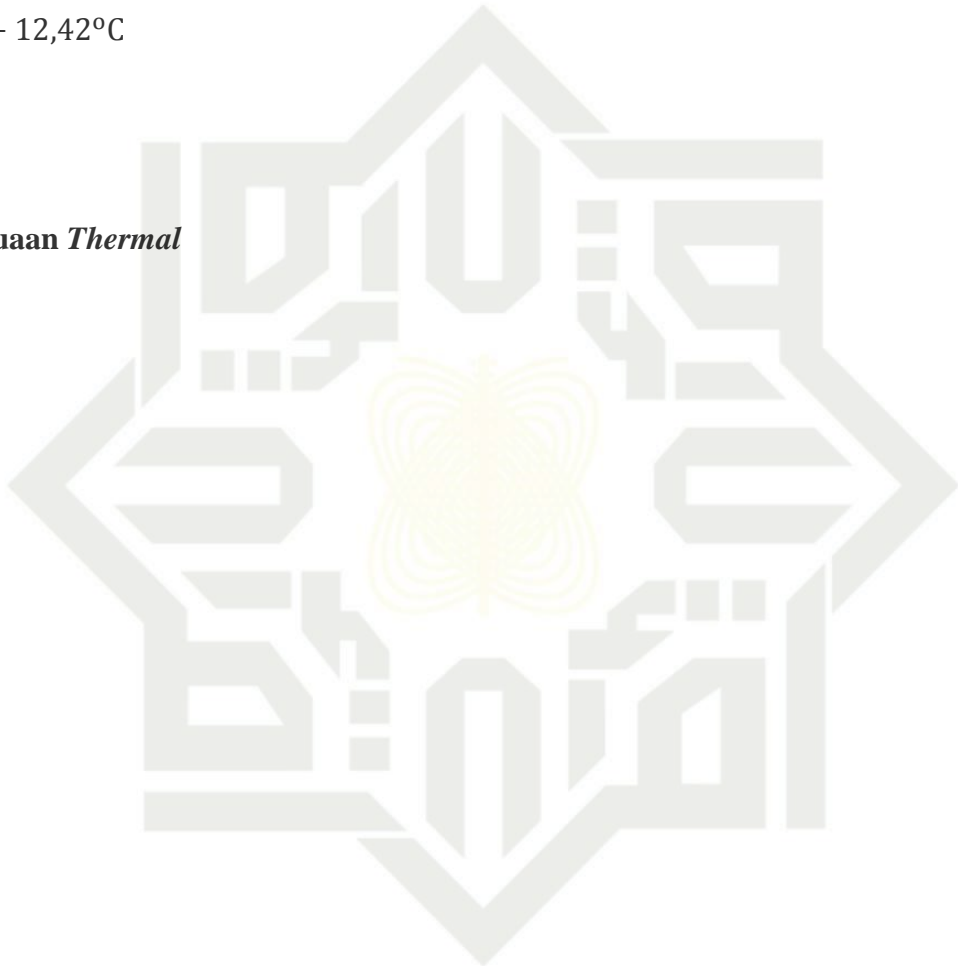
$$V = 2^{-2,74}$$

$$V = 0,149 \text{ Jam}$$

$$V = 0,149 \text{ Jam}$$

$$V = 0,149 \text{ Jam}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





9. Perhitungan Susut Umur Transformator

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V \cdot 100\%$$

$$\frac{1}{7} \sum_{n=1}^7 (0,016) \cdot 100\%$$

$$= \frac{1}{7} \cdot (0,112) \cdot 100\%$$

$$= 0,14 \cdot (0,033) \cdot 100\%$$

$$= 0,462\%$$

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V \cdot 100\%$$

$$\frac{1}{7} \sum_{n=1}^7 (0,016) \cdot 100\%$$

$$= \frac{1}{7} \cdot (0,112) \cdot 100\%$$

$$= 0,14 \cdot (0,149) \cdot 100\%$$

$$= 2,086\%$$

10. Perhitungan Sisa Umur

$$\text{Sisa umur} = \frac{100\% - L}{100\%} (\text{umur dasar} - n)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{100\% - 0,462\%}{100\%} (20,55 - 14)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{99,538\%}{100\%} (6,55)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{651,9739\%}{100\%} = 6,519 \text{ Tahun}$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{100\% - L}{100\%} (\text{umur dasar} - n)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{100\% - 2,86\%}{100\%} (20,55 - 15)$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

$$\text{Sisa umur} = \frac{97,14\%}{100\%} (5,55)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{539,127\%}{100\%} = 5,391 \text{ Tahun}$$

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



RIWAYAT HIDUP PENULIS



JODY HERAWAN, lahir di Dumai pada 28 Mei 1999. Anak ke-1 dari 2 bersaudara, dari pasangan ayahanda Herman dan ibunda Marlina. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis diawali pada tahun 2004 di TK AL-HIJRIYAH, selesai pada tahun 2005. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di SDN 008 Bumi Ayu Dumai, lulus pada tahun 2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Dumai, lulus pada tahun 2014. Setelah itu, penulis melanjutkan ke SMAN 1 Dumai dengan Jurusan IPA, lulus pada tahun 2017. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan studi ke Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Agustus 2021 dengan judul “Pengaruh Pembebanan dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Dumai”.

© Hak cipta UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya atau menyalin dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.