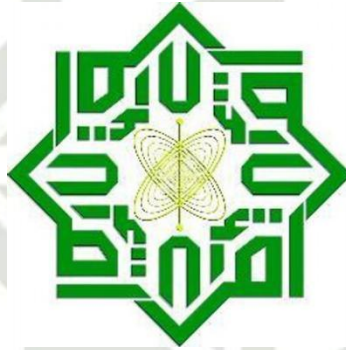


ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN DAN SUHU LINGKUNGAN TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR (STUDI KASUS PLTG TELUK LEMBU)

PEKANBARU

TUGAS AKHIR

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



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

RAHLI FADLI

NIM. 11555104858

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGRI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2022

- 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 PENGARUH PEMBEBANAN DAN SUHU LINGKUNGAN TERHADAP
SUSUT UMUR TRANSFORMATOR (STUDI KASUS PLTG TELUK LEMBU)
PEKANBARU**

Oleh :

RAHLI FADLI
11555104858

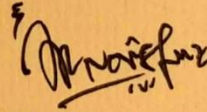
Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di
Pekanbaru, pada 13 Januari 2023

Ketua Program Studi



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

Pembimbing



Novi Gusnita, ST, MT
NIP. 19770803 201101 2 001

1. He
- 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 PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN DAN SUHU LINGKUNGAN TERHADAP
SUSUT UMUR TRANSFORMATOR (STUDI KASUS PLTG TELUK LEMBU)
PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Oleh :

RAHLI FADLI

11555104858

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 13 Januari 2023

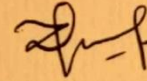
Pekanbaru, 13 Januari 2023

Mengesahkan,


Dekan

Dr. Drs. Hartono, B.A., M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi



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

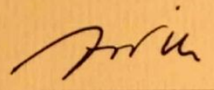
DEWAN PENGUJI

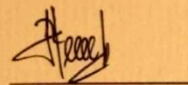
Ketua : Abdillah S, Si.MIT

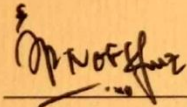
Sekretaris : Novi Gusnita, ST, MT

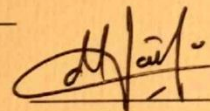
Anggota 1 : Dr. Liliana, ST. M.Eng

Anggota 2 : Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc









1. He
- 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.

He

1.

- a. Penguapan nanya untuk kepenungan penairakan, penenitan, penuisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penuisan kriuk atau unjukan 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 : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : RAHLI FADLI
NIM : 11555104858
Tempat/Tgl. Lahir : Padang Luring / 22 September 2000
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya*:

Analisis Pengaruh Pembebanan dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut
Umur Transformator (Studi Kasus PLTG Tanta Lemuh) Pekanbaru.

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, 13 Januari 2023
Yang membuat pernyataan



*pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

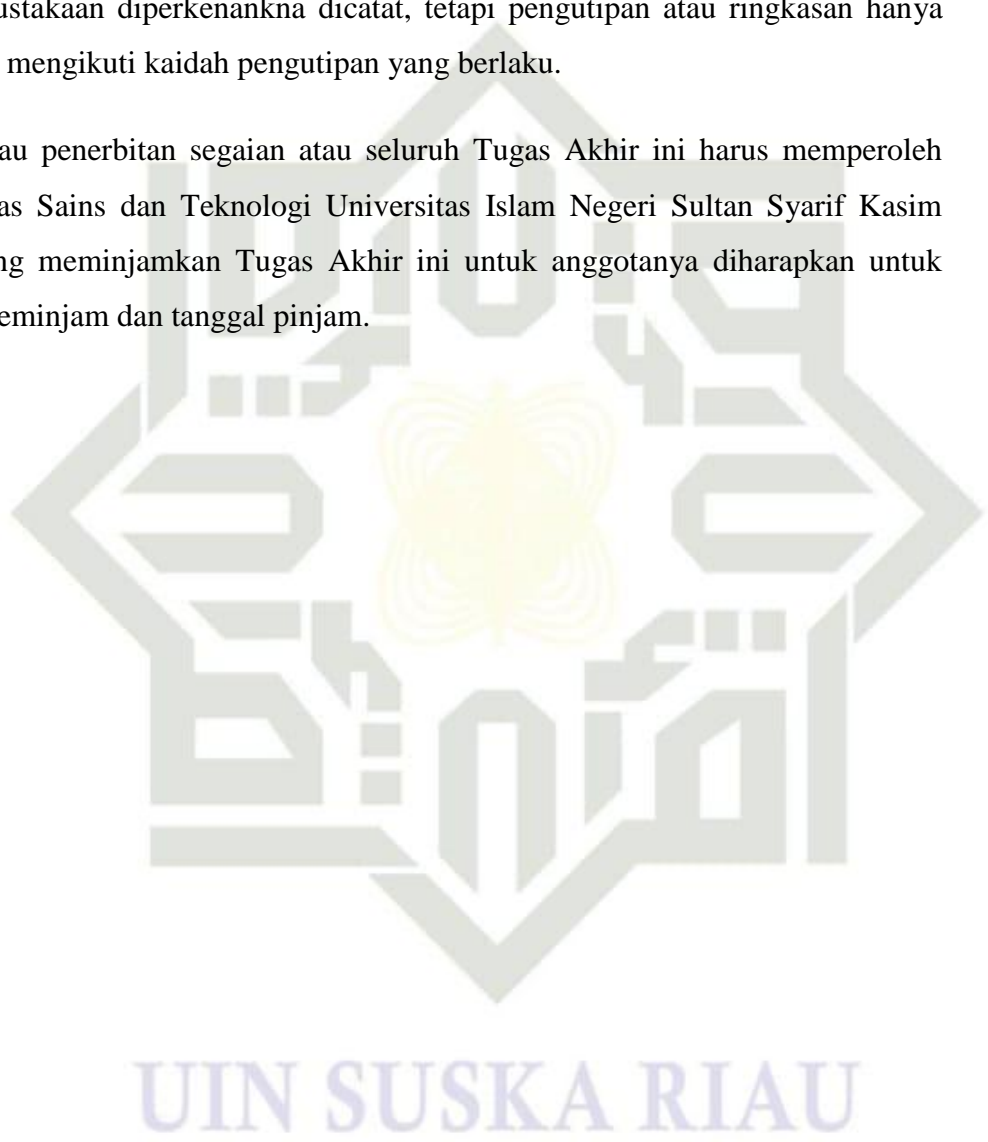
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir ini tidak diterbitkan terdaftar dan tersedia dipergustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan hak cipta ada pada peneliti. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan 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 peminjam 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.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru 13 Januari 2023
Yang membuat pernyataan,

Rahli Fadli
11555104858



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 PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝

“Karena sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan”(Q.S Al Insyirah : 5 - 6).

“Untuk Ibu, Ibu Welnita Tercinta dan Ayahanda terhormat Ali Unar Karya ini kupersembahkan untuk kalian tercinta”

Alhamdulillah puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan salam ucapkan kepada nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah hingga zaman islamiah.

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk orang tua yang telah memberikan saya kesempatan untuk bisa menjadi seorang anak yang mandiri dan terdidik, dengan kerja keras dan doa – do’a yang selalu Ibu, Ayah panjatkan didalam sujudmu demi masa depan anak- anakmu. Semoga dengan menyelesaikan masa belajar ini kami berharap bisa menjadi kebanggaan untukmu. Ucapan terimakasih yang sangat besar bagi dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir, ibuk Novi Gusnita, ST, MT., dan saudara perjuangannya Energi angkatan15 selaku wadah inspirasi. semoga Allah limpahkan keberkahan, kesehatan dan umur yang panjang, tak sedikitpun jasa mu mampu terbalaskan, begitu luas dan dalam.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta

UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

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

ANALISIS PEMBEBANAN DAN SUHU LINGKUNGAN TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR (STUDI KASUS PLTG TELUK LEMBU PEKANBARU)

RAHLI FADLI

NIM : 11555104858

Tanggal Sidang :

Tanggal Wisuda :

Prodi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Peningkatan energi listrik Indonesia masih disalurkan oleh PT. PLN (persero). Khususnya Pekanbaru, yang merupakan kota dengan penduduk semakin bertambah setiap tahunnya dan kebutuhan akan energi listrik pun menjadi bertambah. Sesuai data BPS pelanggan listrik di Pekanbaru pada tahun 2018 tercatat 353.582, ditahun 2019 tercatat 369.429, ditahun 2020 tercatat 403.326 pelanggan listrik. Dari data tersebut terlihat bahwa penggunaan listrik setiap tahunnya meningkat, dengan bertambahnya pelanggan maka semakin besar pula beban terhadap trafo sehingga mempengaruhi kualitas energi listrik. Dengan demikian pentingnya untuk mengurangi terjadinya susut umur transformator agar aliran listrik dapat terus meningkat. Beban memberikan pengaruh yang besar terhadap umur transformator, karena jika pada salah satu fasa beban melebihi batas yang diperbolehkan dapat menyebabkan trafo akan meledak. PT. PLN PLTG Teluk Lembu mempunyai transformator dengan kapasitas 27 MVA yang beroperasi dari tahun 2011 dengan tegangan 150kV/11kV. Berdasarkan wawancara dengan karyawan di PLTG Teluk Lembu, ada beberapa gangguan yang berpengaruh kepada transformator akibat meningkatnya suhu pada transformator yang berakibat pada umur transformator. Untuk mengatasi hal tersebut PLTG Teluk Lembu telah melakukan berbagai usaha dengan memindahkan sebagian beban pada (fasa) yang berat ke (fasa) yang lebih ringan, tetapi belum sampai menganalisa pengaruh pembebanan itu akan meningkatnya suhu dan mengurangi umur transformator. Dengan permasalahan tersebut, peneliti akan melakukan penelitian susut umur transformator menggunakan metode trend linear dengan melakukan peramalan terhadap beban 5 bulan sesudahnya pada transformator daya 3 27 MVA. Penelitian yang dilakukan ini ialah penelitian kuantitatif. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perkiraan sisa umur transformator adalah 9,43 tahun pada bulan Januari dengan peramalan pembebanan 19,2539 MVA. Selain itu, temperatur hotspot meningkat seiring dengan kenaikan beban yang menyebabkan semakin besarnya penyusutan umur transformator. Besar susut umur pada transformator yaitu sebesar 0,735 jam/ hari dan perkiraan usia paling lama hingga tahun 2031.

Kata Kunci : Susut Umur Transformator, PLTG Teluk Lembu, Trend Linear.

ANALYSIS OF LOADING AND AMBIENT TEMPERATURE ON TRANSFORMER LOSS OF LIFE (CASE STUDY OF PLTG TELUK LEMBU PEKANBARU)

RAHLI FADLI

NIM: 11555104858

Session Date:

Graduation Date:

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

ABSTRACT

The increase in Indonesia's electrical energy is still channeled by PT. PLN (Persero). Especially Pekanbaru, which is a city with a population increasing every year and the need for electrical energy is also increasing. According to BPS data, electricity customers in Pekanbaru in 2018 recorded 353,582, in 2019 there were 369,429, in 2020 there were 403,326 electricity customers. From these data it can be seen that the use of electricity increases every year, with more customers, the greater the load on the transformer, thus affecting the quality of electrical energy. Thus it is important to reduce the loss of life of the transformer so that the flow of electricity can continue to increase. The load has a major influence on the life of the transformer, because if one of the phases the load exceeds the permissible limit it can cause the transformer to explode. PT. PLN PLTG Teluk Lembu has a transformer with a capacity of 27 MVA which has been operating since 2011 with a voltage of 150kV/11kV. Based on interviews with employees at the Teluk Lembu PLTG, there are several disturbances that affect the transformer due to increased temperature in the transformer which results in the life of the transformer. To overcome this, PLTG Teluk Lembu has made various efforts by shifting some of the load on the heavy (phase) to a lighter (phase), but has not yet analyzed the effect of this loading on increasing temperature and reducing transformer life. With these problems in mind, researchers will conduct research on transformer age losses using the linear trend method by forecasting the load 5 months later on a 3 27 MVA power transformer. This research is a quantitative research. The research results show that the estimated remaining life of the transformer is 9.43 years in January with an estimated loading of 19.2539 MVA. In addition, the hotspot temperature increases with the increase in load which causes greater depreciation in the life of the transformer. The age loss of the transformer is 0.735 hours/day and the longest estimated age is up to 2031.

Keyword : Age Loss of Transformer, PLTG Teluk Lembu, Linear Trend.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik-baiknya dengan judul “Analisis Pengaruh Pembebanan Dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator (Studi Kasus PLTG Teluk Lembu) Pekanbaru” Shalawat dan salam tidak lupa penulis ucapkan kepada nabi besar kita yakni, Nabi Muhammad SAW dimana beliau yang telah membawa zaman yang jahiliah kepada zaman penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat sekarang.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengetahuan, dorongan, motivasi, dan juga doa orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap Mahasiswa untuk menyelesaikan studinya, pada perguruan tinggi UIN Suska Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, baik itu berupa bantuan moral, materil, atau berupa pikiran yang tidak akan pernah terlupakan, antara lain kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan keselamatan kemudahan dan petunjuk dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Teristimewa Ayahanda Ali Unar dan ibunda tercinta Welnita yang senantiasa mendo'akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat sukses dalam menyelesaikan laporan ini dengan baik dan benar.
3. Ibu Novita Gusnita ST, MT selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus pembimbing akademis yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan arahan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugasakhir ini tepat waktu.
4. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag selaku rektor UIN SUSKA Riau beserta seluruh staf dan jajarannya.
5. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri 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.

6. Ibu Dr. Zulfatri Aini, ST., MT. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
7. Bapak Sutoyo, ST., MT. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
8. Ibu Liliansa, ST., M.Eng selaku dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir 1 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
9. Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan arahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Kakak Elva, Kakak Mega, Kakak Yana, dan Adek Uswatul yang telah membantu secara moril dan dukungan yang sangat luar biasa.
11. Rekan-rekan seperjuangan. Nanda Zulvi Rahman, ST., Rafiqi latif, Hady Zulnanda, Syahrizan dkk yang selalu membantu, menemani dan menyemangati penulis dari awal perkuliahan hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan kuliah.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah subhanahu wa ta'ala, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Segala upaya penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini sebaik-baik mungkin. Namun, tidak tertutup kemungkinan masih terdapat kekurangan-kekurangan di dalam isi dan penulisan skripsi ini. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak demi perbaikan penulisan selanjutnya. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya kepada penulis dan umumnya bagi pengembangan keilmuan dan masyarakat. Aamiin.

UIN SUSKA RIAU

Pekanbaru, 13 Januari 2023

Rahli Fadli

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan masalah	I-4
1.3 Batasan Masalah.....	I-5
1.4 Tujuan Penelitian	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Studi Literatur	II-1
2.2 Landasan Teori	II-2
2.2.1 Pengertian Transformator	II-2
2.2.2 Klasifikasi Transformator	II-3
2.2.3 Prinsip Kerja Transformator	II-4
2.2.4 Bagian Utama Transformator	II-4
2.2.5 Transformator Berdasarkan pasangan Kumparan.....	II-6

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.

2.2.6 Peralatan Bantu	II-7
2.2.7 Jatuh Tegangan	II-10
2.2.8 Pembebanan Transformator (<i>Load Factor</i>)	II-10
2.2.9 Pengertian Daya	II-11
2.2.10 Kenaikkan Beban.....	II-12
2.2.11 Kenaikkan Suhu.....	II-13
2.2.12 Pemeliharaan Transformator	II-13
2.2.13 Penuaan Isolasi Transformator	II-14
2.2.14 Kenaikkan Temperatur Hotspot	II-15
2.2.15 Penuaan Isolasi Belitan Transformator	II-18
2.2.16 Laju Penuaan Thermal Relatif.....	II-19
2.2.17 Metode Trend Linear	II-20
2.2.18 Perhitungan Susut Umur Transformator	II-21
2.2.19 Perhitungan Perkiraan Umur Transformator	II-21
2.2.20 Jenis Perawatan Transformator	II-22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN III-1

3.1 Jenis Penelitian	III-1
3.2 Lokasi Penelitian	III-1
3.3 Sumber Data	III-1
3.4 Alur Penelitian.....	III-1
3.4.1 Identifikasi Masalah.....	III-2
3.4.2 Studi Literatur	III-2
3.4.3 Pengumpulan Data.....	III-3
3.4.4 Peramalan 5 bulan akan datang	III-5
3.4.5 Menghitung Susut Umur Transformator.....	III-5

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN IV-1

4.1 Transformator Unit 3 Tahun Pemasangan 2011	IV-1
4.2 Peramalan Beban 5 Bulan Yang Akan Datang	IV-2
4.3 Perhitugan Rasio Pembebanan	IV-3
4.4 Perhitungan Rugi-Rugi Daya	IV-5

4.5	Perhitungan Kenaikkan Temperatur Stabil Top Oil.....	IV-5
4.6	Perhitungan Selisih Kenaikkan Hotspot dengan Top Oil.....	IV-7
4.7	Perhitungan Temperatur Hotspot	IV-9
4.8	Perhitungan Laju Penuaan Thermal Relatif	IV-10
4.9	Perhitungan Susut Umur Transformator	IV-12
4.10	Menghitung Perkiraan Umur Transformator.....	IV-14
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

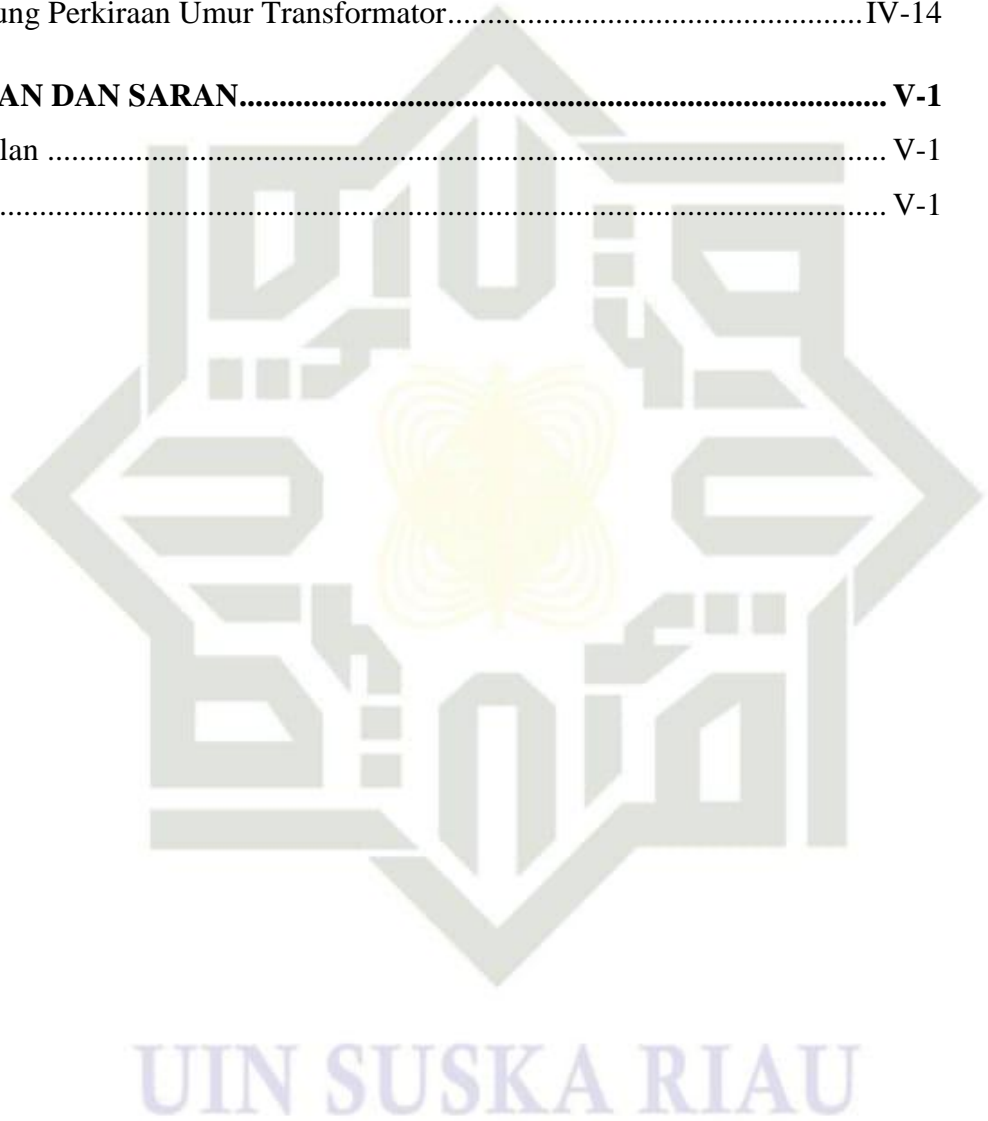
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

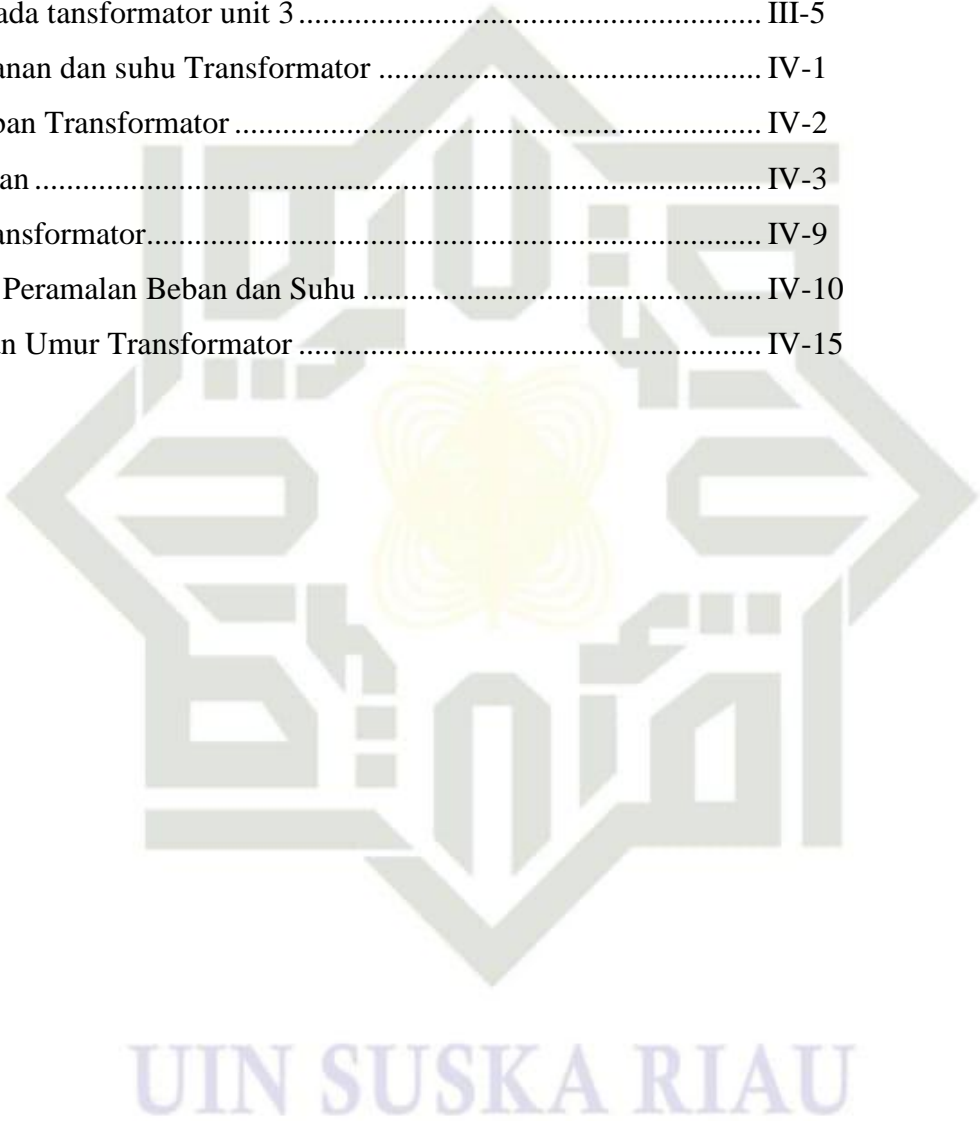
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Suhu tertinggi dan kelas isolasi	II-13
Tabel 2.2 Durasi operasional yang masih diizinkan	II-17
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator	III-3
Tabel 3.2 Data Beban pada tansformator unit 3	III-5
Tabel 4.1 Data Pembebanan dan suhu Transformator	IV-1
Tabel 4.2 Peramalan beban Transformator	IV-2
Tabel 4.3 Hasil Peramalan	IV-3
Tabel 4.4 Data Suhu Transformator.....	IV-9
Tabel 4.5 Hasil 5 Bulan Peramalan Beban dan Suhu	IV-10
Tabel 4.6 Hasil Perkiraan Umur Transformator	IV-15

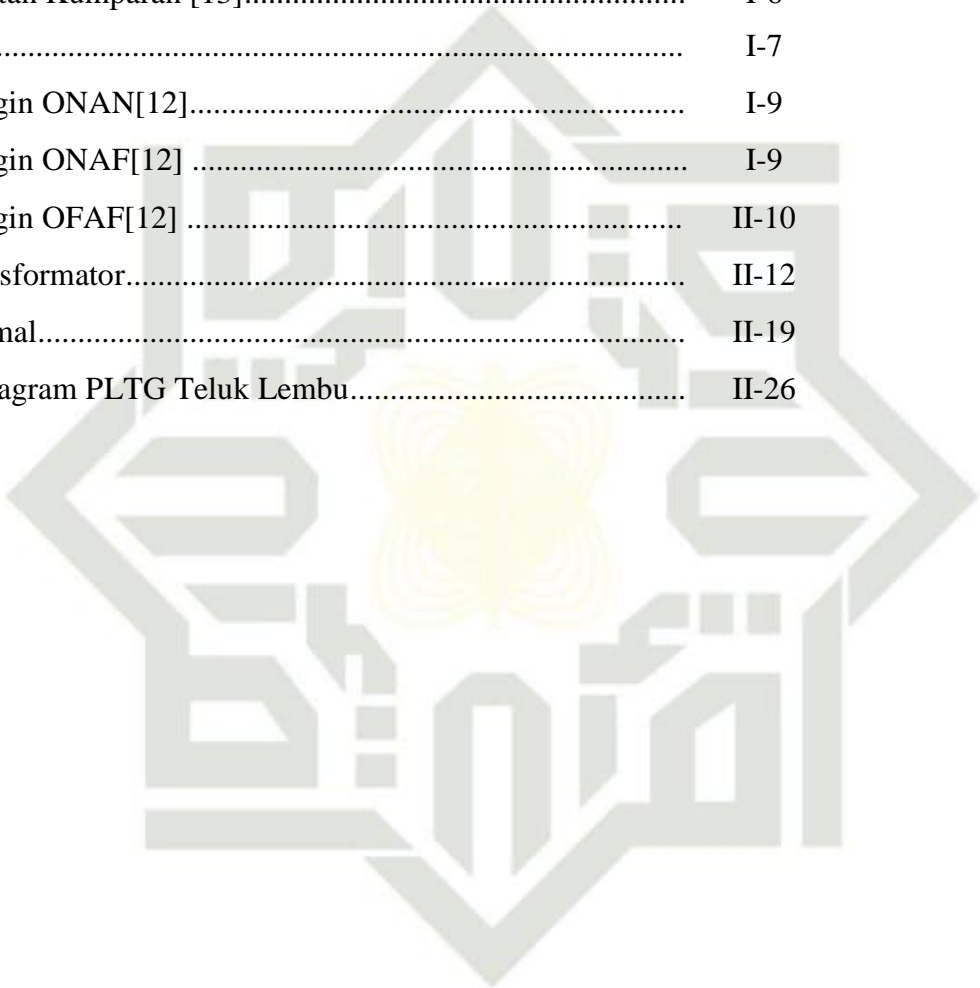


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Gambar

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Kontruksi Transformator [12].....	I-5
Kontruksi Belitan Kumbaran [13].....	I-6
Inti Besi[13].....	I-7
Sistem Pendingin ONAN[12].....	I-9
Sistem Pendingin ONAF[12]	I-9
Sistem Pendingin OFAF[12]	II-10
Rangkain Transformator.....	II-12
Diagram Thermal.....	II-19
Single Line Diagram PLTG Teluk Lembu.....	II-26



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.
 - 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

Rumus

Halaman

1. Ratio Pembebanan Transformator.....	II-12
2. Besaran Daya Semu.....	II-12
3. Menghitung Temperature <i>Hot</i>	II-13
4. Selisih Kenaikkan Temperature <i>Hot Spot</i> Dan <i>Top Oil</i>	II-13
5. Kenaikkan Temperatur Stabil <i>Top Oil</i>	II-13
6. Menghitung Rugi-Rugi Daya.....	II-13
7. Kenaikkan Temperatur <i>Top Oil</i> Kondisi Berubah-Ubah.....	II-14
8. Kenaikkan Temperatur <i>Hot Spot</i> Kondisi Beban Stabil.....	II-14
9. Kenaikkan Temperatur <i>Hot Spot</i> Kondisi Beban Stabil.....	II-14
10. Laju Penuaan Thermal Relatif.....	II-14
11. Metode Trend Linear.....	II-15
12. Nilai Konstanta A Dan Koefisien B.....	II-15
13. Menghitung Pengurangan Umur Transformator.....	II-16
14. Menghitung Perkiraan Umur Transformator.....	III-14

DAFTAR LAMBANG

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya 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.
- P : Daya Semu
 - P : Daya (MW)
 - Q : Daya Reaktif (Mvar)
 - LF : *Load Factor* / Ratio Beban
 - P_{gen} : Daya Pengenal
 - P_{nat} : Pendingin Udara Natural
 - P_{tp} : Pendingin Udara Terpompa
 - V_p : Gerak Gaya Listrik Sesaat Pada Kumbaran Primer (V)
 - V_s : Gerak Gaya Listrik Sesaat Pada Kumbaran Sekunder (V)
 - N_p : Jumlah Lilitan Primer
 - N_s : Jumlah Lilitan Kumbaran Sekunder
 - P_p : Daya Primer
 - P_s : Daya Sekunder
 - I : Arus
 - Φ : Fluks Magnet
 - θ : Derajat
 - R : Tahanan
 - T : Temperatur
 - Δ : Delta
 - D : Perbandingan Rugi
 - τ : Torsi
 - L : Laju Umur Relatif
 - θ : Theta



DAFTAR SINGKATAN

- Gerak gaya magnet
International Electronical commission
Subjek Pajak Luar Negeri
Oil Natural Air Natural
Oil Natural Air Force



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Pengutipan 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. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri yang semakin pesat, fabrikasi pengolahan dan perkembangan teknologi lainnya meningkatkan kebutuhan akan tenaga listrik. Karena hampir di setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia selalu bergantung dengan energi listrik. Sesuai data pada tahun 2018 dimana konsumsi energi listrik di Indonesia mencapai 1.064 kWh perkapital, sementara itu pada tahun 2021 konsumsi energi listrik sampai menembus 1.109 kWh perkapital [1]. Meningkatnya energi listrik salah satunya bisa dilihat dari sektor rumah tangga karena penggunaan energi listrik pada rumah tangga dipengaruhi oleh banyaknya pemakaian barang elektronik, sehingga kebutuhan energi listrik semakin meningkat.

Peningkatan energi listrik Indonesia masih disalurkan oleh PT. PLN (persero). Khususnya Pekanbaru, yang merupakan kota dengan penduduk semakin bertambah setiap tahunnya dan kebutuhan akan energi listrik pun menjadi bertambah. Sesuai data BPS pelanggan listrik di Pekanbaru pada tahun 2018 tercatat 353.582, ditahun 2019 tercatat 369.429, ditahun 2020 tercatat 403.326 pelanggan listrik [2]. Dari data tersebut terlihat bahwa penggunaan listrik dari tahun ke tahun terus meningkat, dengan bertambahnya pelanggan maka semakin besar pula beban terhadap trafo sehingga mempengaruhi kualitas energi listrik.

PLN sudah melakukan upaya dalam meningkatkan kapasitas energi listrik ke konsumen terkhusus rumah tangga. Upaya yang dilakukan ini menambah sektor pembangkit, memperkecil tahanan konduktor dengan memperluas penampang kapasitor, serta memperkecil factor daya dengan memasang kapasitor kompensasi (shut capacitor.) Dalam suatu Sistem Tenaga Listrik, aliran daya dari suatu pembangkit tenaga listrik menuju suatu saluran transmisi tegangan tinggi dan pada akhirnya didistribusikan menuju para konsumen, suatu device atau peralatan yang memegang peranan yang sangat penting dalam kelancaran sistem tersebut adalah transformator. Transformator berfungsi untuk meningkatkan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit dan mengalirkannya melalui



saluran transmisi dan nantinya tegangan ini akan diturunkan untuk selanjutnya didistribusikan ke pelanggan yang ada. Sebagai penghubung antara pembangkit dan saluran transmisi digunakan transformator pembangkit dan penghubung antara saluran transmisi dengan konsumen, digunakan transformator distribusi [3].

Berkurangnya umur transformator dapat disebabkan oleh berbagai macam factor, agar aliran listrik dapat terus meningkat banyak hal yang dapat menjadi faktor terjadinya suatu umur pada transformator. Di antaranya yaitu, penyusutan umur transformator dapat diakibatkan dari pengaruh suhu sekitar transformator (*ambient temperature*), pola pembebanan, suhu minyak transformator dan cara pemeliharaan transformator, kelembaban udara, kadar oksigen dan pemeliharaan yang dilakukan terhadap transformator itu sendiri [4].

Pembebanan oleh sistem distribusi tenaga listrik sering kali terjadi, dimana penyebabnya ialah ketidaksamaan dalam penggunaan daya listrik. Pada umumnya beban transformator terbagi pada fasa R,S,T yang dirancang secara seimbang, akan tetapi pada kenyataannya sering terjadi pembagian beban yang tidak seimbang. Jika tidak diperhatikan hal ini bisa menjadi penyebab transformator bekerja tidak efisien dan bisa menyebabkan arus mengalir pada fasa netral transformator dapat menyebabkan rugi-rugi daya (*losses*) [5].

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan di PT.PLN (persero) Distribusi Jawa Timur ketidakseimbangan beban pada suatu sistem tenaga listrik sering terjadi dan penyebab dari ketidakseimbangan beban tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Transformator begitu penting dalam pengindustrian energi listrik maka diperlukan perhatian khusus pada transformator dalam hal pembebanan agar suhu pada transformator saat bekerja tidak melampaui batas yang ditetapkan. Rata-rata batas kenaikan standart suhu belitan 65°C , *hotspot* 80°C dan *top oil* 65°C , sementara menurut *international Electrical commission* (IEC) tahun 1968 dalam keadaan *overload* suhu pada *hotspot* yaitu 140°C , ketika melampaui batas standar maka akan mengurangi umur dari transformator[6].

Berdasarkan standar IEC 345 yang menjadi acuan PLN pada saat ini SPLN 17 A: 1979, komponen transformator mempunyai umur normal dalam kondisi suhu 98°C pada pembebanan yang terus-menerus dengan suhu lingkungan sekitar sebesar 20°C .



Berdasarkan standar IEEE C. 57.91 tahun 1999 batas umur normal transformator adalah sekitar 20,55 tahun yang beroperasi pada suhu sekitar 30°C. Rata-rata tahunan di Indonesia suhu lingkungan adalah 30°C dan tingkat suhu lingkungan harian rata-rata 33°C dimana transformator dioperasikan [7].

Isolasi berfungsi sebagai pendingin transformator sehingga mampu meminimalisir panas yang timbul pada transformator, isolasi yang digunakan salah satunya yaitu isolasi cair yang berupa isolasi minyak dan isolasi belitan. Oleh karena itu agar mengetahui suhu pada transformator (*hotspot*) perlu diketahui isolasi belitan, suhu (*hotspot*) harus berada dibawah titik batas suhu yang diizinkan agar transformator memiliki harapan umur panjang [8].

Beban juga memberikan pengaruh yang besar terhadap umur transformator, karena jika pada salah satu fasa beban melebihi batas yang diperbolehkan, maka akan dapat menyebabkan optik kabel akan terbakar [9]. Beban atau fasa tersebut ditandai dengan sekering pada pembangkit menimbulkan panas dan mengeluarkan asap berlebihan merupakan pertanda beban yang sudah melebihi batas. Hal tersebut bila tidak segera dilakukan penyeimbangan beban maka mengakibatkan phasa akan bersinggungan dengan phasa yang lain yang menyebabkan trafo akan meledak.

PT PLN (persero) sektor pembangkit Pekanbaru memiliki tiga unit sumber pembangkit yaitu PLTA Koto Panjang, PLTG Teluk Lembu dan PLTG Balai Pungut. PLTG Teluk Lembu sendiri terinterkoneksi dengan semua pembangkit pada PT. PLN (persero) dimana PLTG Teluk Lembu beroperasi sejak tahun 2011. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian di PLTG Teluk Lembu karena selama beroperasi cukup sering terjadinya gangguan pada transformator.

PT PLN PLTG Teluk Lembu Kota Pekanbaru memiliki 2 unit Pembangkit yang terintegrasi dengan masing-masing kapasitas 2 x 21,6 MW dan daya mampu sebesar 14 MW dan 16 MW. PLTG Teluk Lembu mempunyai transformator dengan kapasitas 27 MVA, transformator di PLTG Teluk Lembu bermerk POWELS yang beroperasi dari tahun 2011 dengan tegangan 150kV/11kV.

Berdasarkan buku catatan dan wawancara dari peneliti dengan Bapak Yohandi selaku karyawan PLTG Teluk Lembu, yang biasanya terjadi pada transformator Teluk Lembu yaitu terjadi pada pembebanan yang meningkat serta penggantian pada silikagel atau balon pernapasan untuk menyaring kelembapan udara supaya tidak masuk ke dalam trafo karena berdampak pada penyusutan umur transformator. Oleh karena itu adanya beberapa gangguan yang berpengaruh kepada transformator akibat meningkatnya suhu pada transformator yang berakibat pada umur transformator itu sendiri. Untuk mengatasi hal tersebut PLTG Teluk Lembu telah melakukan berbagai usaha dengan memindahkan sebagian beban pada (fasa) yang berat ke (fasa) yang lebih ringan, tetapi pihak PLTG Teluk Lembu sendiri belum sampai menganalisa pengaruh pembebanan itu akan meningkatnya suhu dan mengurangi umur transformator.

Dengan permasalahan tersebut, peneliti akan mengidentifikasi keadaan pembebanan pada transformator daya 3 27 MVA. Oleh karena itu peneliti akan melakukan penelitian susut umur transformator menggunakan metode *trend linear* dan melakukan peramalan terhadap beban 5 bulan sesudahnya. Dilakukan peramalan 5 bulan untuk menyesuaikan data yang didapat di PLTG yaitu 5 bulan dimulai dari bulan april sampai bulan agustus 2020. terjadinya peningkatan pemakaian arus listrik dari tahun ke tahun yang mengakibatkan besarnya pembebanan yang terjadi sehingga suhu transformator meningkat dan mengakibatkan terjadinya susut umur transformator. Oleh karena itu diperlukan suatu pembagian beban pada setiap fasa transformator agar dapat menyeimbangi rugi-rugi yang terjadi dan umur transformator lebih panjang.

Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti mengambil judul “**Analisis pembebanan dan suhu lingkungan terhadap susut umur transformator (studi kasus PLTG Teluk Lembu Pekanbaru)**”, dengan memilih pembangkit listrik Teluk Lembu sebagai tempat pengambilan data dan penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pembebanan transformator terhadap susut umur transformator PLTG Teluk Lembu sebelum 5 bulan dan sesudah 5 bulan akan datang ?



2. Bagaimana pengaruh suhu lingkungan terhadap susut umur transformator ?
3. Bagaimana perkiraan sisa umur pada transformator PLTG Teluk Lembu ?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini terfokus maka peneliti memberikan batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Susut umur transformator dilihat dari pembebanan transformator berdasarkan beban 5 bulan sebelumnya dan 5 bulan akan datang.
2. Susut umur dilihat dari suhu lingkungan yang terjadi disekitar transformator..
3. Menentukan perkiraan umur dari transformator unit 3 PLTG Pekanbaru

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian yang ingin dicapai yaitu:

1. Menganalisis pengaruh pembebanan terhadap susut umur transformator 5 bulan sebelumnya dan 5 bulan akan datang
2. Menganalisis pengaruh suhu lingkungan terhadap susut umur transformator
3. Untuk mengetahui perkiraan persentase susut umur transformator dan sisa umurnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

1. sebagai pengembangan ilmu pengetahuan tentang susut umur transformator
2. Sebagai acuan penelitian selanjutnya dan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan teknologi.
3. Memberikan tambahan informasi mengenai transformator pada PLTG Teluk Lembu beserta perusahaan yang bersangkutan segera mencegah permasalahan yang akan terjadi.
4. Data hasil penelitian dapat memudahkan pihak PLTG dalam proses pemeliharaan asetnya.

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



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. Studi Literatur

Studi literatur adalah kumpulan berbagai rujukan dari penelitian sebelumnya, buku-buku, tinjauan pustaka dan jurnal terkait yang berhubungan dan mendukung teori penelitian yang berjudul **Analisis Pengaruh Pembebanan Dan Suhu Lingkungan Terhadap Susut Umur Transformator.**

Penelitian terdahulu yang berjudul Analisis pengaruh pembebanan terhadap efisiensi dan susut umur transformator step up 6kv/70kv di PLTU Sumbawa Barat unit 1 dan 2 2x7 MW PT PLN (persero) upk Tambora [9]. dalam penelitian ini disimpulkan bahwa umur transformator bergantung dari pembebanan yang diberikan, kenaikan suhu dan minyak transformator terjadi ketika suatu transformator diberikan energi yang menimbulkan rugi-rugi inti, rugi-rugi bocor kumparan yang membuat sumber panas.

Penelitian terdahulu yang berjudul Analisis pengaruh suhu akibat pembebanan terhadap susut umur transformator daya di gardu induk Lambaro [10]. penelitian ini meneliti tentang temperature hot spot pada transformator daya. Selanjutnya dengan membandingkan dari nilai yang ditargetkan PLN serta mendapatkan besar susut umur dari transformator dengan menggunakan acuan IEEE 354 tahun 1972. Metode dengan melakukan perhitungan susut umur transformator dengan dibantu software Microsoft excel yang mana perhitungan berdasarkan data pembebanan dan suhu lingkungan dalam 1 bulan.

Penelitian terdahulu yang berjudul Analisis pengaruh pembebanan dan temperatur terhadap susut umur transformator tenaga 60 MVA unit 1 dan 2 di GI 150 kV Kalisari [8]. penelitian ini menyimpulkan bahwa pembebanan pada transformator menyebabkan meningkatnya temperatur belitan, sehingga berdampak pada temperatur minyak, sementara kenaikan temperatur pada transformator juga dipengaruhi oleh temperatur lingkungan sekitar transformator beroperasi.

Penelitian terdahulu yang berjudul kerja pembebanan dan temperatur terhadap susut umur transformator tenaga 150/20 kV 60 MVA [11]. penelitian ini melakukan pengamatan kerja pembebanan dan temperatur pada transformator tenaga yang menyebabkan susut umur transformator semakin kecil dan kemampuan mensuplai beban yang semakin berkurang.

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.



Penelitian terdahulu yang berjudul perhitungan penurunan umur transformator akibat pengaruh suhu lingkungan [6]. penelitian ini melakukan identifikasi umur normal transformator dengan melakukan perhitungan pembebanan melalui kondisi sekitar. Hasil suhu yang didapatkan dari uji jenis transformator dengan variabel suhu lingkungan. Mendapatkan hasil transformator dirancang untuk beroperasi pada suhu sekitar ruangan 20°C dan kemudian kenaikan suhu yang dihasilkan 90°C, akan tetapi transformator diindonesia dioperasikan dengan rata-rata suhu 30°C akan mengalami penurunan kapasitas pada 91% dari umur normal. Pada kenyataannya ada beberapa jenis transformator yang tidak mengalami penurunan kapasitas umur sesuai dengan hasil penelitian yaitu walaupun kapasitas mengalami penurunan nyatanya transformator masih tetap dapat dioperasikan di atas 91%. jadi untuk mengetahui karakteristik thermal masing-masing transformator yang didapat dari hasil uji jenis agar mendapatkan pembebanan yang optimal.

Dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, peneliti menyimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan tentang pembebanan terhadap susut umur transformator pada hal ini hanya sampai mengidentifikasi kenaikan suhu yang diakibatkan beban terhadap transformator seperti penelitian [10] [8] [11] akan tetapi dalam sumber lain menerangkan ketidakseimbangan beban akan berpengaruh kepada pembebanan yang meningkat.[6]. Sehingga akibat dari pembebanan yang meningkat ini juga akan berpengaruh kepada performa transformator [9], adanya pengaruh dari suhu lingkungan maka transformator akan terjadi penyusutan pada umur. Maka dalam penelitian ini peneliti menganalisis pembebanan akibat pengaruh suhu lingkungan dan meramal beban 5 bulan yang akan datang dengan metode *trend linear* studi kasus dilakukan di PLTG Teluk Lembu.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik statis yang digunakan untuk mentransfer tenaga dari suatu rangkaian lain tanpa mengakibatkan perubahan frekuensi, atau salah satu alat listrik yang bisa mengubah tegangan arus bolak-balik dari suatu tingkat ke tingkat yang berbeda dengan melalui suatu gandengan magnet dengan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Kemampuan transformator untuk merubah tegangan ini



diperoleh dari 2 macam belitan yaitu belitan sekunder dan belitan primer yang digandeng oleh rangkaian magnetis dengan sedemikian rupa sehingga didapat perbandingan jumlah lilitan dengan langsung ditetapkan perbandingan arus [6].

2.2.2 Klasifikasi transformator

Transformator terbagi menjadi beberapa bagian berdasarkan lokasi pemasangan, pemakaian dan sistem penyaluran tenaga listrik : [8]

1. Transformator terbagi menjadi beberapa bagian berdasarkan pemakaian :

- a. Transformator pembangkit
- b. Transformator GI (Gardu Induk)
- c. Transformator distribusi

2. Berdasarkan Lokasi Pemasangan

a. *Outdoor* (pemasangan luar)

Untuk jenis transformator pemasangan luar dirancang agar bisa dipasang diluar ruangan seperti di tiang portal dan *switchyard*, jenis outdoor juga bisa dipasang dalam ruangan.

b. *Indoor* (pemasangan dalam)

Untuk transformator *indoor* berbeda dengan jenis *outdoor* transformator ini hanya dapat didalam ruangan yang aman dan terlindungi dari hujan dan panas.

3. Berdasarkan sistem penyaluran tenaga listrik

a. Transformator *step-down*

Transformator *step-down* Merupakan transformator yang mempunyai lilitan sekunder lebih sedikit dari pada lilitan primer sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan.

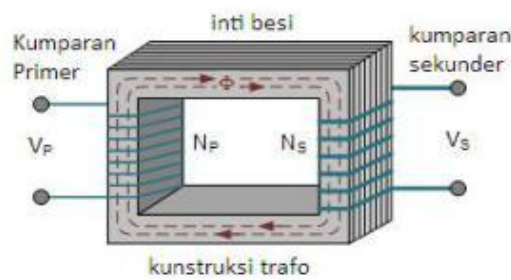
b. Transformator *step-up*

Transformator *step-up* merupakan transformator yang mempunyai lilitan sekunder lebih banyak dari pada lilitan primer sehingga berfungsi sebagai penaikan tegangan.

Sementara itu pada PLTG Teluk Lembu sendiri menggunakan Transformator *step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan.

2.2.3 Prinsip Kerja Transformator

Berdasarkan hukum ampere dan hukum *faraday* prinsip kerja transformator yaitu medan magnet dapat menimbulkan arus listrik sebaliknya arus listrik juga dapat menimbulkan medan magnet, jumlah garis gaya magnet dapat berubah apabila salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik. Apabila sisi primer terjadi induksi maka sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah pula, dan mengakibatkan sisi sekunder timbulnya induksi serta antara dua ujung terdapat beda tegangan [11].



Gambar 1 Kontruksi Transformator [12]

Dimana :

- V_p : gerak gaya listrik sesaat pada kumparan primer (V)
- V_s : gerak gaya listrik sesaat pada kumparan sekunder (V)
- N_p : jumlah lilitan primer
- N_s : jumlah lilitan kumparan sekunder
- P_p : Daya primer
- P_s : Daya sekunder

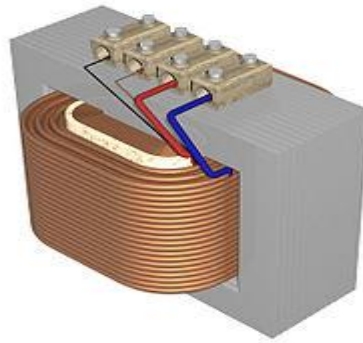
2.2.4 Bagian Utama Transformator

Berikut beberapa dari bagian transformator :

a. Kumparan

Kumparan terbagi menjadi dua bagian yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer yaitu kumparan dari transformator yang diberikan sebuah tegangan dari sumber tenaga dalam bentuk tegangan dan arus sedangkan kumparan sekunder yaitu kumparan transformator yang mengirimkan arus ac dan tegangan ke beban. Kumparan pada trafo terbagi menjadi beberapa lilitan kawat tembaga yang

dilapisi dengan bahan isolasi (pertainax, karton dan lain-lain) berguna unruk mengisolasi baik terhadap kumparan maupun inti besi [13].



Gambar 2 Kontruksi belitan kumparan [13]

b. Minyak Trafo

Minyak trafo merupakan komponen terpenting dari pemutus, minyak ini merupakan pemurnian dari oli atau minyak alam [14]. Fungsi utamanya adalah:

1. Sebagai bahan isolasi, sehingga isolasi kertas pada trafo menjadi kuat, sehingga pada trafo tidak terjadi *breakdown*.
2. Sebagai penghantar panas, sehingga panas dengan mudah keluar dan melindungi trafo dari udara
3. Sebagai pemadam busur api pada CB, pada saat pemutus bekerja yaitu pada saat arus mencapai harga nol sehingga terjadi pemutusan yang handal

c. Inti Besi

Isolasi diberikan pada inti besi untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi yang ditimbulkan akibat arus eddy (*eddy curent*)). inti besi terbuat dari beberapa lempengan feromagnetik berlapis dan tipis yang digunakan untuk mempermudah jalan *fluks* yang dapat menimbulkan arus listrik melalui kumparan [13].



Gambar 3 Inti Besi[13]

melebihi batas, dapat mengakibatkan rusaknya isolasi (didalam transformator). untuk menghindari hal tersebut maka harus mengurangi kenaikan suhu transformator dengan menggunakan alat atau sistem pendingin yang berfungsi menyalurkan panas keluar transformator.

Berikut media yang dapat digunakan pada sistem pendingin :

1. Minyak
2. Air
3. Udara atau gas
4. Dan lain sebagainya

Sedangkan pengalirannya atau sirkulasi dapat dengan cara :

1. Tekanan atau paksaan
2. Alamiah atau natural

Pada cara alamiah atau natural, pengaliran media terjadi karena adanya perbedaan suhu media dan untuk mempercepat pemindahan panas dari media tersebut keudara luar dapat dilakukan dengan bidang perpindahan panas yang cukup luas diantara media (udara, minyak dan gas), dengan cara melengkapi transformator dengan sirip-sirip (*radiator*).

Pendingin paksa atau (*forced*) merupakan penyaluran panas yang dilengkapi dengan penggunaan alat untuk mempercepat sirkulasi media pendingin dengan menggunakan pompa sirkulasi minyak, air dan udara.

Tipe-tipe sistem pendingin transformator berdasarkan cara pengalirannya dan media terbagi sebagai berikut : [12]

- a. Tipe kering
 1. AA : pendingin udara natural
 2. AFA : pendingin udara terpompa
- b. Tipe basah
 1. ONAN (*Oil Natural Air Natural*)

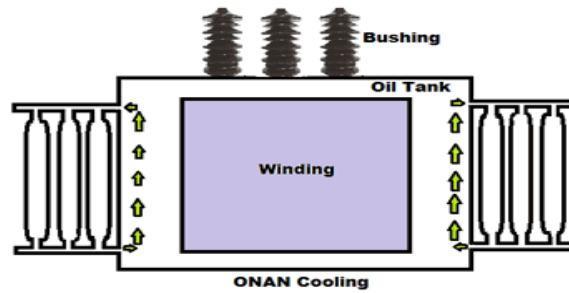
Sirkulasi minyak dan sirkulasi udara secara alamiah digunakan sebagai sistem pendingin. Sirkulasi minyak terjadi dikarenakan oleh perbedaan berat jenis antara minyak yang panas dengan minyak yang dingin.

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.

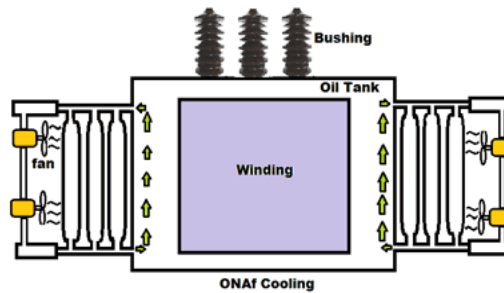
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4 sistem pendingin ONAN [15]

ONAF (Oil Natural Air Force)

Sirkulasi minyak secara alami digunakan sebagai sistem pendingin sedangkan sirkulasi udara secara buatan ialah dengan menggunakan hembusan kipas angin yang digerakkan oleh motor listrik.



Gambar 5 sistem pendingin ONAF[15]

OFAF (Oil Force Air Force)

Sirkulasi minyak digerakkan oleh kekuatan pompa sedangkan sirkulasi udara digerakkan dengan menggunakan kipas angin ini disebut dengan sistem OFAF (*Oil Force Air Force*). minyak trafo digunakan untuk merendam kumparan-kumparan dan inti nya hal ini disebut sebagai jenis tipe trafo basah, diutamakan pada trafo-trafo yang bertena gas misal, hal ini dikarenakan minyak trafo yang memiliki sifat sebagai media pemindah panas dan bersifat sebagai isolai (tegangan tembus tinggi) yang berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Berikut syarat minyak trafo yang dapat menggunakan sistem OFAF (*Oil Force Air Force*) :

- a. Kekuatan isolasi harus tinggi (lebih dari 10kV/mm),
- b. Bisa menyalurkan panas dengan baik, agar partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat
- c. Viskositas yang rendah agar kemampuan pendingin dan bersirkulasi dengan baik
- d. Titik nyala yang tinggi (minimal 140°C) agar dapat mencegah hilangnya minyak menjadi gas yang dapat menimbulkan kebakaran

e. Tidak merusak material isolasi padat yang tidak bereaksi terhadap material lain

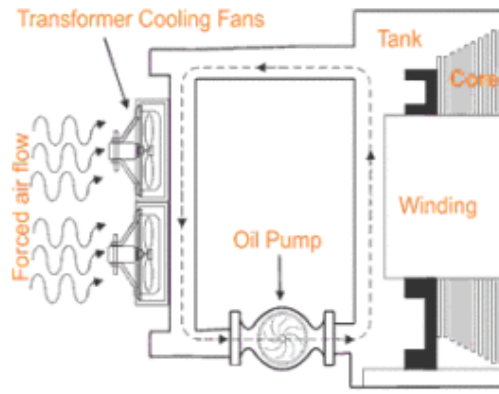
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



Gambar 6 sistem pendingin OFAF[15]

b. Indikator

Berikut indikator pada transformator selama beroperasi:

1. Indikator suhu belitan
2. Indikator permukaan minyak
3. Indikator suhu minyak
4. Indikator kedudukan tap dan lainnya.

2.2.7 Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan ialah hilangnya besar tegangan pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada umumnya berbanding lurus dengan beban serta panjang saluran serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar, jatuh tegangan ini diakibatkan karena arus yang dialirkan oleh tahanan kawat. Rugi-rugi daya merupakan banyaknya daya yang hilang disuatu jaringan, dengan besar yang sama disalurkan dari sumber dengan mengurangi besar daya yang diterima. Rugi-rugi daya dapat berkurang dengan mengecilkan nilai resistansi dari jenis kabel. Jika tegangan jatuh V pada penghantar besar maka arus I dalam penghantar akan semakin besar dan apabila tahanan penghantar R_e semakin besar, yang mengakibatkan nilai tegangan dari sisi penerima akan berbeda dengan nilai tegangan dari sisi pengirim.

2.2.8 Pembebanan Transformator (Load Factor)

Load factor merupakan perbandingan beban puncak tertinggi dalam selang waktu yang sama (misalnya satu bulan atau satu hari) terhadap perbandingan antara besarnya

beban rata-rata untuk selang waktu tertentu.

Untuk mengetahui *load factor* atau faktor beban dapat dicari dengan cara menentukan jumlah produksi kWh dalam selang waktu tersebut dibagi dengan jumlah jam dari selang waktu tersebut :

$$K = \frac{s}{Sr} \quad 2.1$$

Keterangan :

K : ratio pembebanan

S : Daya beban transformator

Sr : Daya pengenal/kapasitas transformator

2.2.9 Pengertian Daya

Daya listrik merupakan suatu kecepatan aliran energi listrik disuatu jaringan listrik pada tiap satu satuan waktu. Dalam SI diukur dengan satuan watt dan joule per detik, daya listrik menjadi penyerapan energi listrik oleh beban listrik maupun menjadi besaran terukur karena adanya produksi energi listrik oleh pembangkit.

Secara sederhana beban resistif adalah daya nyata yang menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain.

Daya reaktif merupakan daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet dikumparan-kumparan beban induktif. Seperti halnya pada motor listrik induksi, medan magnet dibangkitkan oleh daya reaktif dari kumparan stator berfungsi untuk menginduksi rotor yang mengakibatkan terciptanya medan magnet induksi pada komponen motor. Pada trafo, daya reaktif berguna untuk membangkitkan medan magnet pada kumparan primer yang mengakibatkan medan primer tersebut menginduksi kumparan sekunder.

Daya total atau daya semu (S) yang dikenal dalam bahasa inggris *apparent power* merupakan hasil perkalian antara arus efektif (*root-mean-square*) dengan tegangan efektif (*root-mean-square*).

Berikut cara untuk mengetahui besaran daya semu :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad 2.2$$

Keterangan :

S = Daya semu

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

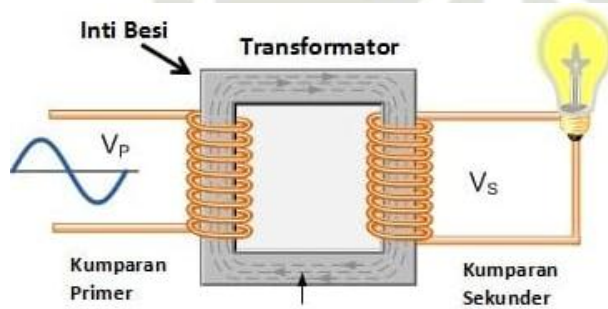
© 2019 UIN Suska Riau

P = Daya (MW)

Q = Daya reaktif (MVar)

2.10 Kenaikkan Beban

Transformator yang belum dibebani dan dalam keadaan bertegangan akan timbul rugi-rugi yang bisa menimbulkan kondisi pada trafo akan menjadi panas, apabila transformator dibebani maka minyak dan kumparan di dalam trafo akan bertambah panas yang diakibatkan oleh kenaikan beban atau sebesar I^2R . Panas yang timbul terhadap kumparan akan dikonduksikan pada minyak trafo yang berfungsi sebagai pendingin.



Gambar 7 Rangkaian Transformator

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban (Z_L , I_2) mengalir pada kumparan sekunder, dengan ($I_2 = V_2 / Z_L$) dengan $2 =$ faktor beban. Arus pada beban I_2 akan menyebabkan terjadinya gaya gerak pada magnet (GGM) yang dominan untuk menentang fluks (W_b) dengan yang telah ada akibat dari arus permagnetan (I_m). Supaya dari nilai fluks tersebut tidak berubah, pada sisi primer kumparan harus mengalir arus (I'_2) kemudian menentang fluks yang ditimbulkan oleh arus pada beban (I_2), selanjutnya semua arus yang mengalir melewati sisi primer kumparan menjadi persamaan ($I_1 = I_0 + I'_2$).

Komponen pada transformator pada saat kondisi bertegangan dan belum diberikan tegangan beban akan menyebabkan rugi-rugi yang selanjutnya mampu menyebabkan kondisi yang relatif panas pada transformator tersebut, akan tetapi panas yang ditimbulkan masih relatif kecil. Panas yang selanjutnya akan diteruskan dengan konduksi pada komponen minyak pada transformator yang berfungsi sebagai pendingin pada transformator.

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.

2.2.11 kenaikan suhu

Apabila transformator mengalami panas suhu diatas 100°C isolasi yang biasa dipakai akan bisa cepat menjadi buruk bila digunakan secara terus menerus. Efek kumulatif dan hubungan antara suhu dengan waktu tidak dapat ditentukan karena suhu diatas 100°C ini hanya dapat ditahan dalam waktu yang relatif singkat [12].

Untuk transformator yang menggunakan media pendingin air yang dirancang untuk pemakaian dengan ketinggian leboh dari 1000 meter diatas permukaan laut suhu air tidak boleh lebih dari 25°C sedangkan transformator yang menggunakan media udara suhu udara tidak boleh melebihi dari 40°C dan tidak boleh dibawah -25°C dalam pemasangan luar dan tidak boleh dibawah -5°C untuk pemasangan dalam.

Untuk tambahan pendinginan dengan media udara suhu tidak boleh melebihi :

1. Rata-rata 20°C untuk satu tahun.
2. Rata-rata 30°C untuk satu hari

Kenaikan suhu belitan biasanya diukur dengan menggunakan termometer atau resistensi. Pada transformator timbulnya panas akibat rugi tembaga dapat didinginkan dengan minyak trafo. Dan apabila keadan ini berlangsung cukup lama menyebabkan minyak trafo menjadi panas, disebabkan oleh kenaiakkan suhu minyak, komposisi minyak transformator akan mengalami perubahan reaksi kimia. Apabila reaksi kimia itu terjadi akan menghasilkan zat (senyawa) lain yang akan mengubah sifat dari minyak transformator.

Perubahan tersebut antara lain :

1. Warna coklat (hitam)
2. Mengandung endapan (kotor)
3. Viskositas tinggi
4. Kadar asam tinggi
5. Kekuatan daya elektrik menurun.

2.2.12 Pemeliharaan Transformator

Kegagalan pada sistem isolasi biasanya diakibatkan oleh kegagalan pada transformator bekerja, akibat dari kegagalan isolasi dapat menyebabkan timbulnya efek panas yang terjadi pada transformator. Berikut beberapa faktor ketahanan sistem isolasi pada peralatan listrik seperti suhu, getaran, kekuatan listrik dan mekanik, proses kimia

dan lain-lain. Suhu pada kumparan tidak boleh melampaui nilai suhu standar yang telah dibuat agar tidak mempengaruhi peralatan listrik material isolasi agar isolasi trafo tidak mudah rusak. Oleh sebab itu dalam pemilihan trafo perlu untuk mengetahui kelas isolasi yang sesuai dengan standar.

Table 1 Suhu tertinggi dan kelas isolasi

Suhu tertinggi	Kelas
90°C	Y
105°C	A
120°C	E
130°C	B
155°C	F
180°C	H
Diatas 180°C	C

Tujuan pemeliharaan trafo adalah untuk meningkatkan keandalan, menjaga khoperasi, nilai efisiensi dan ekonomi trafo. Maka dari itu transformator harus mematuhi standar teknis agar bisa memudahkan operasi teknis dan operator untuk melakukan kegiatan operasi ataupun melakukan perbaikan dan pemeliharaan. Beberapa bentuk pemeliharaan transformator bertujuan untuk :

1. Mempertahankan umur dan kondisi trafo selama mungkin
2. Menjaga agar transformator selalu berfungsi
3. Menghindari dan mengatasi terjadinya gangguan

2.2.13 Penuaan Isolasi Transformator

Faktor utama dari isolasi ialah menurunnya kemampuan dari karakteristik elektrik dan mekanis pada penuaan atau isolasi belitan transformator. Penuaan pada isolasi biasanya diakibatkan dari salah satu bahkan lebih reaksi kimia, hal ini dapat menambah rugi-rugi di elektrik yang akan menghasilkan panas dan selanjutnya menyebabkan suhu isolasi menjadi naik, jadi naiknya suhu isolasi tersebut maka akan terjadinya penuaan yang akan bertambah besar, dan juga memperbesar rugi-rugi di elektrik dan berlaku untuk seterusnya.

Berikut faktor penuaan isolasi:

1. Efek suhu
2. Efek air
3. Efek oksigen

Kandungan oksigen dan air bisa mempengaruhi tingkat penurunan bahan isolasi disebut sebagai *thermal stress*, membungkus lilitan konduktor tembaga atau aluminium merupakan komponen hal yang sangat penting. Isolasi dapat diperkirakan berlangsung selama umur 30 tahun atau lebih apabila menggunakan isolasi dari minyak yang berkualitas baik.

Transformator mempunyai karakteristik elektik dan mekanis yang sangat baik yang digunakan untuk isolasi padat. Apabila digunakan pada suhu yang sangat tinggi lama kelamaan akan membuat umur pada transformator cepat berkurang. Penuaan isolasi merupakan faktor yang dapat membatasi kemampuan dari umur transformator dan pembebanan pada transformator tersebut.

2.2.14 Kenaikkan Temperatur *Hot Spot*

Temperatur hotspot adalah parameter suhu yang digunakan untuk kapasitas thermal pada transformator. Batas kenaikan temperature yang diijinkan dari transformator disebut dengan temperature, dan temperature juga digunakan untuk menentukan umur dari isolasi yang ada pada transformator. Berdasarkan standar IEC 345 bahwa suhu *hot spot* adalah 90°C. hal ini dikarenakan oleh adanya rugi-rugi arus eddy (*eddy Current Losses*) yang tinggi,, karena fluks bocor selalu berputar secara radial pada ujung kumparan.

Untuk menentukan suhu *Hot spot* dapat digunakan persamaan berikut:

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_{on} + \Delta\theta_{td} \quad 2.3$$

Keterangan :

θ_c = temperature *Hot Spot* (°C)

θ_a = temperature lingkungan (°C)

$\Delta\theta_{on}$ = kenaikan temperature *top oil* (°C)

$\Delta\theta_{td}$ = selisih *hot spot* dengan *top oil* (°C)

Sementara itu untuk mencari perbedaan suhu antara Hot Spot dan top oil dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y} \quad 2.4$$

Keterangan :

b. Kondisi Untuk Beban Berubah

Kenaikkan suhu *top oil* Pemberian beban sangat mendekati untuk kenaikan eksponensial pada temperatur *top oil* sebagai berikut [6]:

$$\Delta\theta_{on} = \Delta\theta_{o(n-1)} + (\Delta\theta_b - \Delta\theta_{o(n-1)}) (1 - e^{-t/r}) \tag{2.7}$$

Keterangan :

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

$\Delta\theta_b$: kenaikan temperatur awal minyak. adalah kenaikan temperatur akhir minyak yang telah distabilkan.

t : Konstanta waktu minyak dalam jam

r : 3 (ONAN dan ONAF)

T : lama pengamatan

t : Waktu dalam jam

Kenaikkan temperatur *hot spot* sebelum distabilkan pada waktu tertentu mendekati perkiraan pada asumsi kenaikan temperatur *hot spot* kenaikan temperatur *top oil* yang terbentuk dengan seketika.

Untuk mencari beban stabil dapat dihitung dengan persamaan berikut :[17]

$$\Delta\theta_c = \Delta\theta_b + (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y} \tag{2.8}$$

$$\Delta\theta_c = \Delta\theta_{br} \frac{[1+dK^2]}{1+d} + (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br})K^{2y} \tag{2.9}$$

Keterangan :

$\Delta\theta_{cr}$: 78°C

y : Konstanta

y : 0,8 (ONAN dan OFAF)

$\Delta\theta_{br} = suhu$

$\Delta\theta_{br} = 55^\circ\text{C}$ untuk ON, dan $\Delta\theta_{br} = 40^\circ\text{C}$ untuk OFF

Hak cipta ini dilindungi Undang-undang. 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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.2.15 Penuaan isolasi belitan trafo

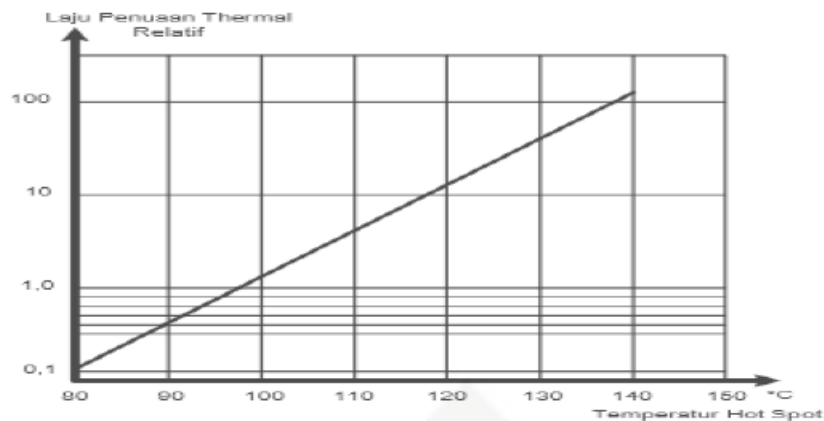
Setiap peralatan yang tidak dapat dipakai lagi dikarenakan selalu memberikan tugas pelayanan yang membuat transformator timbul panas yang diakibatkan karena pembebanan, hal tersebut dapat terjadi apabila transformator mengalami kegagalan dalam melaksanakan fungsinya yang mengakibatkan susut umur transformator.

Table 2 Durasi operasional yang masih diizinkan

θ_c	Jam per hari	Perkiraan Umur (Tahun)
80	0,125	>20
86	0,25	>20
92	0,5	>20
98	1	20
104	2	10
110	4	5
116	8	2,5
122	16	1,25
128	32	0,625
134	64	0,5125
140	128	0,15625

Sumber : Standart IEEE

Dari tabel diatas dapat disimpulkan, berikut bentuk kurva faktor penuaan dari isolasi belitan dari harga *hot spot* yang terjadi akibat pembebanan pada transformator dan hubungan suhu dengan faktro penuaan isolasi.



Gambar 8 Garis Umur

2.9.16 Laju penuaan Thermal Relatif

Minyak pada *top oil* merupakan campuran dari sebagian minyak yang bersirkulasi pada panjang kumparan. Kenaikkan temperatur *top oil* dapat diukur dengan menggunakan minyak yang meninggalkan kumparan

Metode ini disederhanakan sebagai asumsi yang telah dibuat sebagai berikut :

1. Kenaikkan suhu titik panas lebih tinggi dari suhu konduktor pada puncak belitan yang harus dilakukan penaikkan rugi-trugi. Untuk menghitung ketidak linearan ini perbedaan suhu antara minyak atas dan titik panas didalam tangki dibuat dengan $H \times \xi_r$.
2. Apapun cara pendinginannya, suhu minyak dalam tangki naik secara linear dari bawah ke atas.
3. Sebagai indikator pertama suhu konduktor pada sebarang posisi diatas belitan dianggap linear, selaras terhadap perbedaan konstanta dengan kenaikan suhu minyak rata-rata didalam tangki.



Gambar 9 Diagram Thermal

Untuk menentukan laju penuaan thermal relative menggunakan persamaan berikut:

$$V = 2 \frac{(\theta - 98)}{6} \quad 2.10$$

Dimana :

V= Nilai percepatan penuaan relatif

θ = Nilai suhu titik panas dalam °C

2.2.17 Metode Trend Linear

Metode *trend* yaitu metode yang dibuat berdasarkan kecendrungan hubungan masa lalu tanpa memperhatikan penyebab atau hal-hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Berikut persamaan *trend linear* yang digunakan untuk peramalan beban transformator pada tugas akhir ini sebagai berikut:

$$Y = a + bXt \quad (1) \quad 2.11$$

Dimana:

Y : Pembebanan pada waktu t

X : Periode waktu (hari, minggu, bulan, tahun)

a : Konstanta atau nilai Y pada X sama dengan nol

b : kemiringan atau perubahan nilai Y dari waktu ke waktu

Untuk menentukan nilai konstanta a dan b sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad 2.12$$

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

Dimana :

n = Jumlah data

$\sum x$ = Jumlah periode waktu

$\sum y$ = Jumlah pembebanan pada waktu

$\sum xy$ = Jumlah periode waktu dikali jumlah pembebanan pada waktu

2.2.18 Perhitungan Susut Umur Transformator

Susut umur dapat dinyatakan dengan satuan bulanan, hari, jam jika beban dan suhu sekitar konstan selama periode waktu tertentu. Susut umur transformator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V \cdot 100\% \quad 2.13$$

Dimana :

L = Susut umur

N = Periode waktu

$V =$ Laju penuaan relative waktu

2.2.19 Perhitungan Perkiraan Umur Transformator

Untuk menghitung perkiraan dari sisa umur transformator dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Perkiraan umur} = \frac{100\% - L}{100\%} (\text{umur dasar} - n) \quad 2.14$$

Dimana :

Umur dasar transformator = 20 tahun

n = lama transformator beroperasi

2.2.20 Jenis perawatan transformator

Berikut beberapa penjelasan tentang perawatan pada transformator yang harus dilakukan pada waktu tertentu yaitu : [18]

a. Pemeriksaan dan Pengujian Harian atau Mingguan

Agar transformator tetap dalam keadaan normal atau tidak dalam gangguan (masalah) maka harus dilakukan pengujian dan pemeriksaan harian atau mingguan.

Pemeriksaan yang dilakukan yaitu berupa pengecekan secara fisik baik menggunakan alat maupun visual. Berikut yang perlu diperhatikan dalam pemeriksaan harian atau mingguan :

1. Suhu oli transformator
 2. Kualitas oli, tergantung kondisi transformator
 3. Dengar vibrasi
 4. Suhu lingkungan transformator
 5. Tinggi permukaan oli
 6. Silicagel, baik berwarna biru maupun berubah warna harus diganti atau diaktifkan kembali.
- b. Perawatan Transformator Bulanan

Pada perawatan ini dapat dilakukan perawatan secara *convectif* sebagai berikut :

1. Penyeimbangan beban
2. Peningkatan atau perbaikan *grounding* trafo

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini ialah penelitian kuantitatif dan dengan pendekatan deskriptif, dimana penelitian yang spesifikasinya secara matematis, terstruktur, jelas dan juga tepat dengan memberikan gambaran terhadap objek yang diteliti melalui sampel dan data yang telah terkumpul dari hasil penelitian lapangan.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Gas PLTG Teluk Lembu JL. Tanjung Datuk NO. 349, Kota Pekanbaru

3.3. Sumber Data

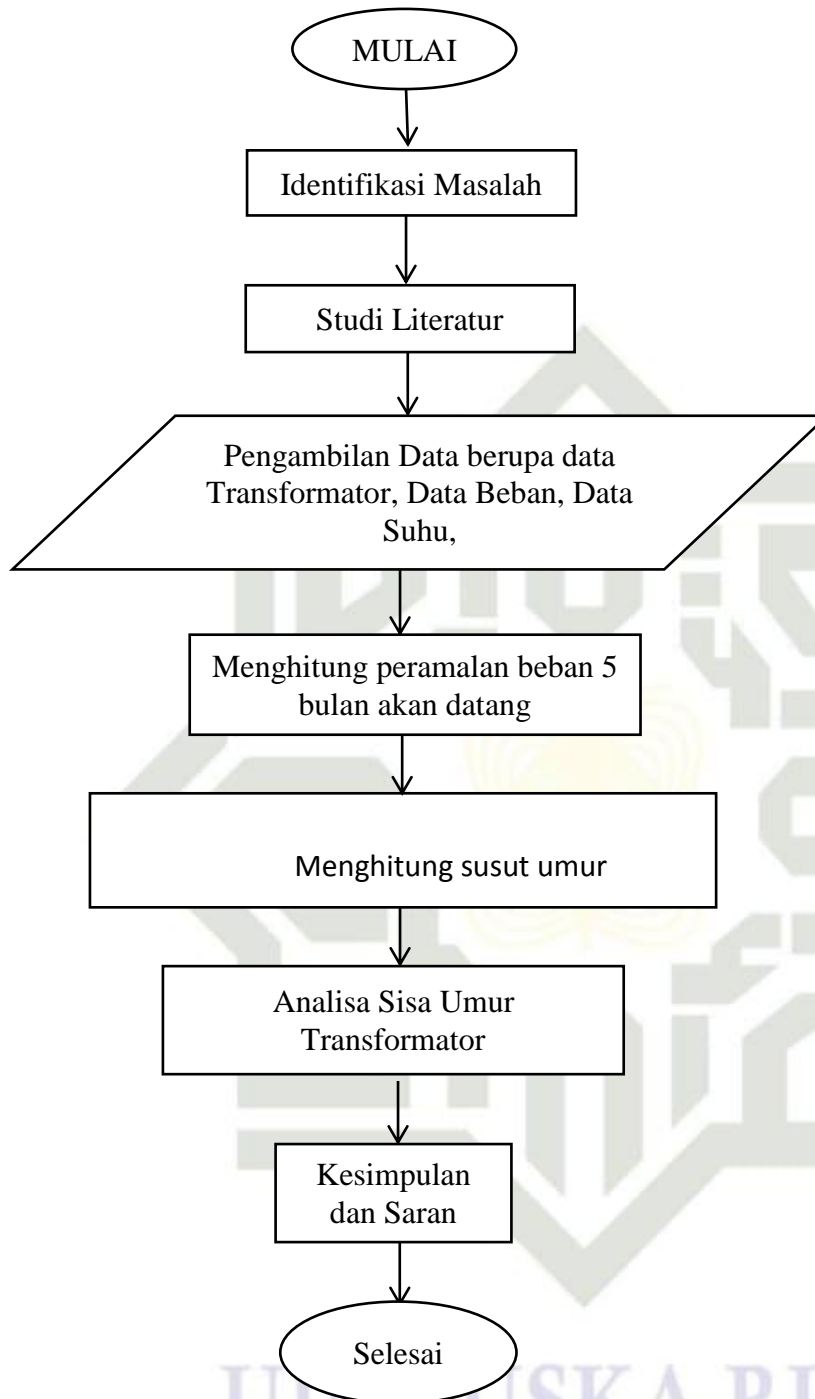
Sumber data yang digunakan yaitu jenis data sekunder, data sekunder ialah data yang didapat dari sumber yang ada seperti data suhu, data pembebanan, data spesifikasi transformator yang didapat secara langsung dalam buku laporan PLTG Teluk Lembu pada bulan April 2021.

3.4. Alur Penelitian

Penelitian diawali dari studi literature untuk menemukan suatu masalah yang diangka selanjutnya menjadi indentifikasi masalah, untuk menentukan masalah dan meninjau penelitian sebelumnya yang terkait. Kemudian melakukan observasi penelitian dilakukan dengan pengumpulan data sekunder. Adapun alur tahapan yang dilakukan pada penelitian seperti berikut ini :

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 3.1 Flowchart penelitian

3.4.1 Identifikasi Masalah

Pada identifikasi masalah ini dengan melakukan pengamatan awal terhadap transformator daya yang ada di PLTG Teluk Lembu. Untuk penyusunan proposal Tugas Akhir ini, pertama yang penulis lakukan ialah menentukan topik Tugas Akhir. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah Analisis pembebanan dan suhu lingkungan terhadap susut umur transformator (studi kasus PLTG Teluk Lembu).

3.4.2 Studi Litelatur

Studi litelatur merupakan salah satu proses dalam penelitian ini. Pada studi literature yang penulis gunakan ini dari referensi terkait, mencari semua informasi yang berkaitan dengan penelitian, buku-buku terkait, penelitian sebelumnya, jurnal-jurnal terkait maupun artikel serta teori yang mendukung dalam penyelesaian penelitian “Analisa pembebanan dan suhu lingkungan terhadap susut umur transformator (studi kasus PLTG Teluk Lembu).

3.4.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan data dari PLTG Teluk Lembu serta referensi dari jurnal dan buku setelah melakukan pengamatan dan langsung kelapangan.

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa spesifikasi transformator, suhu pada transformator, *single line diagram*, data beban, data suhu/temperatur pada transformator. Rincian data yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Spesifikasi Transformator
transformator dengan merek PAUWELS, berkapasitas 24 MW, daya maksimum 27 MVA dan impedansi 12,46%, dengan tegangan primer/sekunder 150/11 kV.

Tabel 3.1 Spesifikasi transformator

Nama Data	Data
Merk	Pauwels
Year Of Manufacture	2011
Daya	27 MVA
Tegangan	150/11 kV
Impedansi (z)	12,46 %
Tegangan Primer	150 kV
Tegangan Sekunder	11 kV

Jenis Minyak	Mineral Oil
Pendingin	Onan / Onaf
Frekuensi	50 Hz

2. Data Beban transformator unit 3

Transformator unit 3 dengan kapasitas transformator 27 MVA. berikut merupakan data pembebanan pada *fedder* PLTG Teluk Lembu pada bulan April, berikut data yang diperoleh :

Table 3.2 Data Beban pada transformator unit 3

Bulan	MW	MVAR	MVA
April	15,172	2,8472	13,374
Mei	15,354	2,913	13,482
Juni	14,968	2,867	14,271
Juli	15,263	2,635	15,265
Agustus	14,885	3,036	15,457

4. Data Suhu Transformator

Data suhu transformator yang digunakan pada penelitian ini yaitu 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 32°C dan pada malam hari 23°C. dari data yang didapat berdasarkan logsheet suhu rata-rata suhu minyak pada transformator daya unit 3 PLTG Teluk yang mana tersebut merupakan data logsheet pada bulan april sampai agustus 2020.

3.4.4 Peramalan Beban 5 bulan Akan Datang

Perbandingan dari susut umur transformator memerlukan data 5 bulan mendatang dengan cara melakukan peramalan beban. Sehingga mendapatkan data yang diperlukan dengan menggunakan persamaan (2.11) dan (2.12)

3.4.5 Menghitung Susut Umur Transformator

Setelah mendapatkan data yang lengkap akan dilakukan perhitungan secara manual pada data transformator yang dipengaruhi oleh beberapa variable seperti beban *load factor*, rugi-rugi daya, perubahan pada temperature stabil oil, temperature *top oil*, temperature *hot spot* dan perubahan thermal relatif. sehingga diperlukannya perhitungan terhadap variabel tersebut sebagai berikut:

1. Menghitung beban *load factor*

Untuk mengetahui besar *load factor* pada transformator digunakan persamaan (2.1)

2. Menghitung kenaikan temperatur stabil top oil

Untuk mengetahui kenaikan temperature stabil top oil digunakan persamaan (2.6)

3. Menghitung rugi-rugi daya

Untuk menghitung rugi-rugi daya pada transformator menggunakan persamaan (2.5)

4. Menghitung selisih kenaikan temperatur *hot spot* dengan top oil

Untuk menghitung selisih kenaikan temperatur *hot spot* dengan top oil dengan menggunakan persamaan (2.4)

5. Menghitung temperatur hotspot

Untuk menghitung temperatur hotspot menggunakan persamaan (2.3)

6. Menghitung penuaan Thermal relatif

Untuk menghitung penuaan Thermal relatif menggunakan persamaan (2.10)

7. Menghitung pengurangan umur transformator

Untuk menghitung pengurangan umur transformator digunakan persamaan (2.13)

Menghitung pengurangan umur transformator

Untuk menghitung pengurangan umur transformator menggunakan persamaan (2.14)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, peneliti mendapatkan kesimpulan dari penelitian tentang permasalahan peramalan susut umur transformator unit 3 PLTG Teluk Lembu sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa dan perhitungan, maka didapat kesimpulan bahwa transformator unit 3 pemasangan tahun 2011 mengalami penyusutan umur pada pembebanan sebesar 0,71 % jam/ hari yang melewati batas aman pemakaian beban dan perkiraan usia paling lama hingga tahun 2031.
2. Susut umur transformator dipengaruhi oleh rasio pembebanan, kenaikan suhu hotspot dan minyak yang menjadi sumber panas
3. Besar kecilnya pembebanan tidak berpengaruh terhadap efisiensi transformator, akan tetapi perbedaan efisiensi ini tergantung dari losses yang terjadi di dalam transformator, makin besar losses maka efisiensi transformator semakin kecil.
4. Setelah peneliti melakukan analisis peramalan untuk 5 bulan mendatang pada transformator didapatkan hasil pada sisa umur transformator 9,43 tahun pada bulan januari.

5.2 Saran

1. Bagi Tim Pemeliharaan PLTG Teluk Lembu, untuk sebaiknya melakukan pemeliharaan transformator secara rutin guna mengurangi losses yang terjadi. Apabila memungkinkan, fungsikan pendinginan secara ONAF meskipun beban tidak maksimal.
2. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian terkait, disarankan untuk berfokus terhadap kerugian yang terjadi di dalam transformator itu sendiri guna memperbaiki efisiensi transformator.



DAFTAR PUSTAKA

1. C. Rafael, “Konsumsi Listrik Semakin Besar, Negara Semakin Maju,” 23 Maret 2019.
2. J. H. Marbun, Yusniati dan R. Nasution, “Analisa Perbaikan Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Tegangan 380 Volt Dengan Pemerataan Beban,” *Journal of Electrical Technology*, vol. 4, 2019.
3. Ghani Budi Satria, “ Analisa Susut Daya Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah Di Gardu Distribusi ALT PT. PLN (PERSERO) UP3 Cimahi” 23 Juli 2020.
4. MOHAMMAD ARSYAD S, Jimmy Trio Putra, S.T., M.Eng, “ Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Rugi-Rugi Daya Pada Transformator Distribusi Gardu TJSB Penyulang Pabuaran PT. PLN (persero) Rayon Sukabumi” 2018.
6. A. S. Gianto, C G. Irianto dan D. Gianto,”Perhitungan Penurunan Umur Transformator Akibat Pengaruh Suhu Lingkungan,” *JETri*, vol. 13 pp. 15-36,2015.
5. R. Syadad, “Perkiraan Umur Transformator Tenaga Di Gardu Induk Banyudono berdasarkan Variasi Pembebanan,”*Tugas Akhir*, 2019.
7. Adhie Satrya Gianto, Chairul Gagarin Irianto, Darto Gianto, “ Perhitungan Penurunan Umur Transformator Akibat Pengaruh Suhu Lingkungan” 1 Agustus 2015.
8. H S. dan H. , “Analisis Suhu Hotspot dan Susut Umur Serta Pemodelan Distribusi Suhu Pada Belitan Transformator Daya,” *Skripsi*, 2016.
9. S. Yondri, T. Artono dan H. P. Sari, “Pengaruh Penyeimbang Beban Trafo Distribusi Terhadap Arus Netral,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, 2013.
10. I. B Triasmoro, Wirenteke, P. A. Topan, “Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Dan Susut Umur Transformator Step Up 6kv / 70kv Di Pltu Sumbawa Barat Unit 1 Dan 2 2×7 Mw Pt.Pln (Persero) Upk Tambora” 5 Juli 2021.
11. J. M. Tambunan, A. Hariyanto dan W. K. Tindra, “Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 150/20 Kv 60 Mva,” *Jurnal Suten*, vol. 5, p. 91, 2015.
12. J. Sentosa, “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi,” *Teknik Elektro*, vol. 6, 2006.

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



[13] A. Nurhidayat, I. G. N. Satriyadi, Sjamjul Anam “Analisis Penggunaan Sistem Pendingin ONAN/ONAF untuk Meningkatkan Efisiensi Trafo Pada Beban Lebih di PETA Sutami-Malang” 2014

[14] M. Solikhudin, “Studi Gangguan Pada Transformator,” Universitas Indonesia, Depok, 2010.

[15] M. A. Siregar, “Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi” dengan memilih PT.PLN (Persero) Rayon Panam Pekanbaru,” *Tugas Akhir*, 2013

[16] Y. Rijono, Dasar Teknik Tenaga Listrik, Yogyakarta, 2004.

[17] Tobing B.L, “Peralatan Tegangan Tinggi” Edisi Kedua. Jakarta : Penerbit Erlangga 2012.

[18] Purnama Sigid, “Analisa Pembebanan terhadap susut umur transformator tenaga (Studi Kasus GTG 1,3 PLTGU Tambak Lorong S

[19] Kukuh B.P “Perawatan Pada Trafo”, Bengkalis, 2021.

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.



UIK SUMATERA BAGIAN UTARA
UPDK PEKANBARU

Nomor : 0470/STH.01.04/C21020000/2022
Lampiran : -
Sifat : Segera
Hal : Penelitian

21 April 2022

Kepada

Yth. Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri SUltas
Syarif Kasim Riau

Menunjuk surat saudara nomor B.2629/F.V/PP.00.9/3/2022 tanggal 08 Maret 2022 perihal Mohon Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir/Skripsi, dengan ini disampaikan hal-hal sebagai berikut:

1. PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Pekanbaru bersedia menerima Mahasiswa/i atas nama **Rahli Fadli** Program Studi **Sains dan Teknologi** untuk melaksanakan Pengambilan data di **ULPLTG Teluk Lembu** dengan judul **Analisa pengaruh Eksternal dan Minyak Transformator terhadap Susut Umur Trafo pada Pembangkitan Listrik Tenaga Gas PLTG Teluk Lembu.**
2. PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Pekanbaru tidak menyediakan fasilitas dalam bentuk apapun.
3. Dikarenakan masa pandemik Virus Covid-19, Mahasiswa/i diwajibkan melakukan tes **rapid (antigen)** sebelum memasuki lokasi Praktek Kerja, Dan melakukan **Tes rapid (antigen)** 1 (satu) kali setiap 2 (dua) minggu selama masa pelaksanaan magang.
4. Mahasiswa/i diwajibkan mengikuti seluruh protokol kesehatan yang berlaku di UPDK Pekanbaru dan menyediakan APD sendiri seperti Masker / Face Shield.
5. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dan untuk alasan keamanan, Mahasiswa/i wajib mematuhi petunjuk-petunjuk atau meminta izin dari petugas PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Pekanbaru.
6. Mahasiswa/i tidak boleh memasuki area/lokasi yang tidak berhubungan dengan penelitian di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Pekanbaru.
7. Mahasiswa/i dalam melaksanakan Penelitian sesuai dengan jam dinas perusahaan (Senin s/d Kamis pukul 08.00 s/d 16.30 WIB dan Jum'at pukul 07.30 s/d 17.00 WIB)
8. Mahasiswa/i wajib memakai pakaian yang rapi.
9. Mahasiswa/i yang mengalami musibah dan kecelakaan di areal PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan Pekanbaru tidak diberikan ganti rugi apapun.
10. Mahasiswa/i yang yang tidak melaksanakan peraturan yang telah dijelaskan di atas, akan dipulangkan ke lembaga pendidikannya
11. Mahasiswa menyampaikan dokumen hasil riset sebagai arsip 1 (satu) rangkap.
12. Magang/Praktek/Penelitian akan ditunda pelaksanaannya dan dilakukan penjadwalan ulang apabila unit setempat memberlakukan PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat) sesuai dengan Surat Edaran Pemerintah Setempat
13. Apabila Pelaksanaan Magang/Penelitian bersamaan dengan PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat) maka pelaksanaan Magang / Praktek Kerja Lapangan akan dipindahkan melalui Online/ Zoom.
14. Mahasiswa wajib melapor apabila dilakukan penjadwalan ulang pelaksanaan Magang/Penelitian.



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



UIK SUMATERA BAGIAN UTARA
UPDK PEKANBARU

Demikian disampaikan untuk dapat diketahui, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

MANAGER,



Yuskar Radianto
YUSKAR RADIANTO

LAMPIRAN A

© Ha

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 B

DATA TRANSFORMATOR DAN SUHU

	BEBAN (MW)	DAYA BUTA (MVAR)	FREQ. (Hz)	TEG. GEN (kV)	ARUS STATOR (kA)			SUHU STATOR (°C)						EKSITASI		STAND DAYA AKTIF (MWh)	STAND DAYA REAKTIF (MVARh)	PENGISIAN BATERAI		TEMP. TRAF0 STEP-UP (°C) UNIT 3				
					R	S	T	1	1	3	4	5	6	ARUS (Ampere)	Tegangan (Volt)			TEG. (V)	ARUS (A)	OLI TRAF0	WINDING TRAF0			
																					HV (150 kV)	LV (11 kV)		
00.00	15	2.3	0.99	50.26	11.17	773	803	790	11.18	11.16	11.16				151	131	295402		136	4.0	43	49	47	
00.30	15	1.8																						
01.00	15	2.0	0.99	50.12	11.17	769	797	792	11.18	11.18	11.16				154	130	295416		136	4.0	42	48	46	
01.30	15	2.5																						
02.00	15	2.5	0.99	50.25	11.13	782	811	804	11.14	11.13	11.12				146	118	295431		136	4.0	42	48	46	
02.30	15	2.7																						
03.00	15	2.7	0.98	49.82	11.16	786	811	808	11.17	11.16	11.14				146	127	295446		136	4.0	42	48	46	
03.30	15	2.4																						
04.00	15	2.4	0.99	50.22	11.26	770	799	787	11.27	11.26	11.24				149	125.5	295461		136	4.0	42	47	45	
04.30	15	2.7																						
05.00	15	2.4	0.99	50.09	11.19	783	805	803	11.19	11.18	11.16				156	134.1	295476		136	4.0	42	47	45	
05.30	15	2.0																						
06.00	15	2.5	0.98	50.19	11.10	789	798	795	11.11	11.10	11.09				144	118.3	295491		136	4.0	40	45	46	
06.30	15	2.2																						
07.00	15	2.3	0.99	50.18	11.04	782	818	806	11.05	11.04	11.03				154	133.2	295506		136	4.0	40	45	46	
07.30	15	2.3																						
08.00	15	2.0	0.99	50.09	10.95	787	817	812	10.98	10.95	10.94				148	135.2	295521		136	4.0	40	45	46	
08.30	15	2.8																						
09.00	15	2.8	0.98	50.03	10.96	814	832	824	10.97	10.96	10.96				149	136	295536		136	4.0	40	45	46	
09.30	15	1.6																						
10.00	15	1.6	0.99	50.10	10.91	797	821	811	10.93	10.91	10.91				152	135	295551		136	4.0	43	49	50	
10.30	15	2.8																						
11.00	15	2.8	0.98	49.88	10.98	805	836	814	10.99	10.97	10.97				143	131	295566		136	4.0	43	49	50	
11.30	15	2.5																						
12.00	15	2.5	0.99	50.07	11.05	799	836	813	11.06	11.05	11.05				146	122	295581		136	4.0	43	49	50	
12.30	15	2.6																						
13.00	15	2.6	0.98	50.14	11.02	805	829	819	11.03	11.02	11.2				147	120	295596		136	4.0	43	49	50	
13.30	15	2.6																						
14.00	15	2.6	0.98	50.05	10.96	800	825	815	10.97	10.96	10.96				149	123	295612		136	4.0	44	50	51	
14.30	15	2.3																						
15.00	15	2.3	0.99	50.07	10.93	782	808	797	10.94	10.93	10.92				144	120	295627		136	4.0	44	50	51	
15.30	15	1.5																						
16.00	15	1.6	0.99	50.26	11.00	761	785	774	11.01	11.00	11.00				142	119	295640		136	4.0	44	50	51	
16.30	15	1.7																						
17.00	15	2.0	0.99	50.10	11.00	795	819	799	11.01	11.00	11.00				142	121	295656		136	4.0	44	50	51	
17.30	15	2.0																						
18.00	15	1.6	0.99	50.08	11.05	795	823	811	11.05	11.05	11.05				152.4	129.7	295672		136	4.0	45	52	51	
18.30	15	1.5																						
19.00	15	1.5	0.99	50.20	10.97	791	814	805	10.98	10.97	10.97				148	112	295685		136	4.0	45	52	51	
19.30	15	1.5																						
20.00	15	2.0	0.99	50.26	11.08	783	799	792	11.09	11.09	11.08				154	120	295700		136	4.0	45	52	51	

12.30	15	2.6																				
13.00	15	2.6	0.99	50.00	11.05	797	821	812	11.05	11.05	11.04			146	122	295958		136	4.0	42	45	46
13.30	15	2.8																				
14.00	15	2.8	0.98	50.23	11.01	808	829	817	11.02	11.01	11.01			145	121	295974		136	4.0	42	47	48
14.30	15	1.6																				
15.00	15	1.6	0.99	50.22	11.01	793	820	812	11.02	11.01	11.01			146	122	295989		136	4.0	43	48	49
15.30	15	2.5																				
16.00	15	2.0	0.99	50.11	11.12	788	814	800	11.12	11.11	11.11			150.4	125.5	296007		136	4.0	43	50	49
16.30	15	1.8																				
17.00	15	1.8	0.99	50.19	11.09	798	822	797	11.10	11.08	11.09			148.7	120.4	296022		136	4.0	43	50	49
17.30	15	1.9																				
18.00	15	1.8	0.99	50.13	11.13	781	809	792	11.14	11.12	11.12			140	120	296035		136	4.0	43	50	49
18.30	15	2.0																				
19.00	15	2.0	0.99	50.14	11.10	799	825	813	11.11	11.10	11.11			150	131	296050		136	4.0	43	50	49
19.30	15	2.5																				
20.00	15	1.8	0.99	50.26	11.10	793	817	807	11.11	11.10	11.10			159	124	296064		136	4.0	44	50	49
20.30	15	2.2																				
21.00	15	2.2	0.99	50.27	11.09	784	809	799	11.10	11.09	11.09			141	131	296080		136	4.0	44	50	49
21.30	15	1.7																				
22.00	15	1.6	0.99	50.17	11.10	747	794	789	11.11	11.10	11.09			147	111	296095		136	4.0	44	50	49
22.30	15	2.3																				
23.00	15	2.0	0.99	50.31	11.10	774	809	795	11.10	11.10	11.09			148	123	296111		136	4.0	40	46	44
23.30	15	2.0																				
24.00	15	1.9	0.99	50.27	11.13	769	811	793	11.14	11.13	11.13			151	116	296125		136	4.0	40	46	44
BATASAN						ALARM 1,37 kA			MAXIMUM 80°C						ALARM 105 V		MAX. 75 °C					

PT PLN (PERSERO) UPDK PEKANBARU						
No. Dok	FR.LTG.SPKB.01.00.01					
GENERATOR	PLTG TELUK LEMBU	JAM DINAS	08.00 WIB	15.00 WIB	21.00 WIB	
	UNIT : 3	REGU :	A	B	D	
	TANGGAL : 03 - 05 - 2021	Ka. REGU :	Illa Fratama	Romi Eka	Ambia Maulana	
	Mengetahui SPV Operasi		TRUE	TRUE	TRUE	

	REBAN (MW)	DAYA BUTA (MVAR)	COS Ø	FREQ. (Hz)	TEG. GEN (kV)	ARUS STATOR (kA)			SUHU STATOR (°C)						EKSITASI		STAND DAYA AKTIF (MWh)	STAND DAYA REAKTIF (MVARh)	PENGISIAN BATERAI			TEMP. TRAF0 STEP-UP (°C) UNIT 3	
						R	S	T	1	1	3	4	5	6	ARUS (Ampere)	Tegangan (Volt)			TEG. (V)	ARUS (A)	OLI TRAF0	WINDING TRAF0	
						HV (150 kV)		LV (11 kV)															
00.00	15	2.0	0.99	50.16	11.10	744	786	764	11.11	11.11	11.10				150	129	294675		136	4.0	45	51	50
00.30	15	2.2																					
01.00	15	2.2	0.99	50.13	11.11	793	817	814	11.11	11.11	11.10				150	132	294690		136	4.0	43	49	48
01.30	15	2.9																					

PT PLN (PERSERO) UPDK PEKANBARU						
No. Dok	FR.LTG.SPKB.01.00.01					
GENERATOR	PLTG TELUK LEMBU	JAM DINAS :	08.00 WIB	15.00 WIB	21.00 WIB	
	UNIT : 3	REGU :	B	D	C	
	TANGGAL : 01 - 08 - 2021	Ka. REGU :	Romi Eka	Ambia Maulana	Ade Nafarman	
	Mengetahui SPV Operasi		TRUE	TRUE	TRUE	

	BEBAN (MW)	DAYA BUTA (MVAR)	COS φ	FREQ. (Hz)	TEG. GEN (kV)	ARUS STATOR (kA)			EKSITASI		STAND DAYA AKTIF (MWh)	STAND DAYA REAKTIF (MVAR)	PENGISIAN BATERAI		TEMP. TRAF0 STEP-UP (°C) UNIT 3		
						R	S	T	ARUS (Ampere)	Tegangan (Volt)			TEG. (V)	ARUS (A)	OLI TRAF0	WINDING TRAF0	
																HV (150 kV)	LV (11 kV)
00.00	15	1.9	0.99	50.27	11.13	769	811	793	151	116	296125		136	4.0	40	46	44
00.30	15	1.8															
01.00	15	1.8	0.99	50.08	11.11	806	833	817	156	132	296140		136	4.0	40	46	44
01.30	15	2.0															
02.00	15	1.9	0.99	50.24	11.10	777	815	804	156	119	296157		136	4.0	39	45	44
02.30	15	1.6															
03.00	15	2.0	0.99	50.09	11.10	792	819	809	150	111	296170		136	4.0	39	45	44
03.30	15	1.8															
04.00	15	2.4	0.99	50.09	11.12	807	832	818	155	131	296185		136	4.0	39	45	44
04.30	15	2.3															
05.00	15	2.1	0.99	50.23	11.13	778	816	805	152	120	296200		136	4.0	39	44	44
05.30	15	2.1															
06.00	15	2.0	0.99	50.10	11.12	791	818	809	150	115	296215		136	4.0	39	44	43
06.30	15	2.4															
07.00	15	2.6	0.99	50.09	11.07	787	815	799	149	119	296230		136	4.0	39	43	43
07.30	15	2.9															
08.00	15	2.9	0.98	50.18	10.99	788	809	786	152	123	296245		136	4.0	40	43	43
08.30	15	2.3															
09.00	15	2.3	0.99	50.08	10.93	780	804	790	154	129	296261		136	4.0	40	47	46
09.30	15	2.8															
10.00	15	2.8	0.98	50.05	10.92	780	802	793	150	114	296276		136	4.0	40	47	46
10.30	15	2.7															
11.00	15	2.7	0.98	50.16	10.90	792	830	820	146	120	296291		136	4.0	42	49	48
11.30	15	2.4															
12.00	15	2.4	0.99	49.89	10.87	811	832	821	146	116.5	296306		136	4.0	42	49	48
12.30	15	2.7															
13.00	15	2.7	0.99	50.10	10.89	810	837	826	143	121	296322		136	4.0	45	51	52
13.30	15	2.4															
14.00	15	2.4	0.99	50.12	10.82	805	819	817	143	122.8	296337		136	4.0	46	52	53
14.30	15	2.5															
15.00	15	2.4	0.99	49.99	10.91	782	805	799	155	134	296352		136	4.0	46	52	53
15.30	15	2.4															
16.00	15	2.4	0.99	50.09	10.86	811	833	826	152	132	296367		136	4.0	46	52	53

16.30	15	2.5															
17.00	15	2.5	0.99	50.27	10.92	805	821	823	155	133	296380		136	4.0	46	52	53
17.30	15	1.6															
18.00	15	1.6	0.99	50.12	10.93	806	834	815	148	126	296395		136	4.0	46	52	52
18.30	15	2.0															
19.00	15	2.0	0.99	50.18	10.92	775	798	784	150	128	296411		136	4.0	46	52	52
19.30	15	2.0															
20.00	15	2.1	0.99	50.13	11.00	790	812	800	152	130	296426		136	4.0	46	52	52
20.30	15	2.0															
21.00	15	2.0	0.99	50.11	11.09	779	793	783	150	128	296441		136	4.0	44	50	50
21.30	15	2.0															
22.00	15	2.0	0.99	50.09	11.07	787	815	799	154	129	296456		136	4.0	44	50	50
22.30	15	2.0															
23.00	15	2.0	0.99	50.18	10.99	788	809	786	150	114	296471		136	4.0	44	50	50
23.30	15	1.5															
24.00	15	1.5	0.99	50.08	10.93	780	804	790	159	138	296487		136	4.0	42	47	48
	BATASAN					ALARM 1,37 ka							ALARM 105 V		MAX. 75 °C		

PT PLN (PERSERO) UPDK PEKANBARU					
No. Dok	FR.LTG.SPKB.01.00.01				
GENERATOR	PLTG TELUK LEMBU	JAM DINAS	08.00 WIB	15.00 WIB	21.00 WIB
	UNIT : 3	REGU :	C	A	B
	TANGGAL : 05 - 06 - 2021	Ka. REGU :	Ade Nafarman	Itha Pratama	Romi Eka
	Mengetahui SPV Operasi		TRUE	TRUE	TRUE

	BEBAN (MW)	DAYA BUTA (MVAR)	COS Ø	FREQ. (Hz)	TEG. GEN (kV)	ARUS STATOR (kA)			SUHU STATOR (°C)						EKSITASI		STAND DAYA AKTIF (MW)	STAND DAYA REAKTIF (MVARh)	PENGISIAN BATERAI			TEMP. TRAFU STEP-UP (°C) UNIT 3	
						R	S	T	1	1	3	4	5	6	ARUS (Ampere)	Tegangan (Volt)			TEG. (V)	ARUS (A)	OLI TRAFU	WINDING TRAFU	
																						HV (150 kV)	LV (11 kV)
00.00	15	1.5	0.99	50.08	10.93	780	804	790	10.94	10.92	10.93				159	138	296487		136	4.0	42	47	48
00.30	15	1.5																					
01.00	15	1.5	0.99	50.11	11.02	784	809	793	11.02	11.03	11.02				141	112	296502		136	4.0	42	47	48
01.30	15	1.5																					
02.00	15	1.5	0.99	50.09	11.01	786	810	791	11.01	11.02	11.01				147	124	296518		136	4.0	42	47	48
02.30	15	1.5																					
03.00	15	1.5	0.99	50.00	11.00	789	813	799	11.00	11.00	11.1				147	124	296531		136	4.0	42	47	48
03.30	15	2.1																					
04.00	15	2.1	0.99	50.08	11.04	754	733	754	11.04	11.03	11.03				150	121	296544		136	4.0	42	47	48
04.30	15	1.6																					
05.00	15	1.7	0.99	50.07	11.05	710	736	727	11.05	11.04	11.04				145	112	296558		136	4.0	42	47	48
05.30	15	1.8																					
06.00	15	1.8	0.99	50.07	11.05	647	675	668	11.6	11.4	11.04				145	115	296568		136	4.0	42	47	48
06.30	15	1.5																					

UIN SUSKA RIAU

cipta milli
 Dilindungi Unda
 g mengutip seb
 g mengutip harya u
 g mengutip tidak me
 g mengumumk

07.00	15	1.5	0.99	50.14	10.98	738	767	751	10.99	10.97	10.97				149	126	296582		136	4.0	43	47	48
07.30	15	1.5																					
08.00	15	1.5	0.99	49.99	10.97	764	789	774	10.98	10.95	10.97				144	116	296598		139	4.3	39	44	43
08.30	15	2.3																					
09.00	15	2.3	0.99	49.90	10.92	776	803	792	10.93	10.92	10.92				153	130	296613		138	4.1	40	45	45
09.30	15	2.6																					
10.00	15	2.6	0.98	50.20	10.92	788	807	796	10.93	10.92	10.92				150	126	296628		138	4.1	40	45	45
10.30	15	2.5																					
11.00	15	2.5	0.99	50.09	10.91	785	805	792	10.92	10.91	10.91				150	126	296643		138	4.1	43	50	49
11.30	15	2.7																					
12.00	15	2.7	0.98	50.12	10.89	813	846	837	10.92	10.89	10.88				146	123	296658		138	4.1	43	50	49
12.30	15	2.8																					
13.00	15	2.8	0.98	50.06	10.85	808	824	814	10.87	10.85	10.85				144	123	296673		138	4.1	47	54	54
13.30	15	2.4																					
14.00	15	2.9	0.98	50.11	10.90	814	834	825	10.91	10.90	10.89				144	123	296687		138	4.1	47	54	54
14.30	15	2.0																					
15.00	15	2.0	0.99	50.20	10.92	798	815	804	10.93	10.91	10.91				160	138	296702		138	4.1	47	54	53
15.30	15	2.1																					
16.00	15	2.1	0.99	50.12	10.93	792	830	817	10.94	10.92	10.92				158	136	296717		138	4.1	47	54	53
16.30	15	2.2																					
17.00	15	2.2	0.99	50.24	10.90	792	823	793	10.94	10.93	10.93				152	131	296732		138	4.1	47	54	53
17.30	15	1.9																					
18.00	15	1.9	0.99	50.07	10.99	794	815	805	11.00	10.99	10.98				148	126	296747		138	4.1	47	54	53
18.30	15	2.1																					
19.00	15	2.1	0.99	50.00	10.93	809	820	811	10.95	10.94	10.93				153	133	296762		138	4.1	45	52	51
19.30	15	2.1																					
20.00	15	2.0	0.99	50.14	10.95	782	805	790	10.96	10.94	10.94				150	130	296777		138	4.1	45	52	51
20.30	15	2.7																					
21.00	15	2.7	0.98	50.11	11.08	792	807	805	11.8	11.08	11.07				151	131	296792		138	4.1	44	50	49
21.30	15	1.5																					
22.00	15	1.5	0.99	50.14	10.98	738	767	751	10.99	10.97	10.97				158	136	296808		138	4.1	44	50	49
22.30	15	1.5																					
23.00	15	1.8	0.99	49.99	10.97	764	789	774	10.98	10.95	10.97				152	131	296822		138	4.1	44	50	49
23.30	15	1.6																					
24.00	15	1.8	0.99	50.00	10.93	809	820	811	10.95	10.94	10.93				148	126	296834		138	4.1	44	50	49
BATASAN				ALARM 1,37 kA				MAXIMUM 80°C								ALARM 105 V		MAX. 75 °C					

PT PLN (PERSERO) UPDK PEKANBARU						
No. Dok	FR.LTG.SPKB.01.00.01					
GENERATOR	PLTG TELUK LEMBU	JAM DINAS :	08.00 WIB	15.00 WIB	21.00 WIB	
	UNIT : 3	REGU :	C	A	B	
	TANGGAL : 06 - 07 - 2021	Ka. REGU :	Itha Fratama	Itha Fratama	Romi Eka	
	Mengetahui SPV Operasi		TRUE	TRUE	TRUE	

niversity of Sultan Syar
 ran, penulisan kritik atau tinjauan
 tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Rahli Fadli, Dilahirkan di Kabupaten Lima Puluh Kota (50 Kota) bertepatan di Situjuh Padang Kuning pada tanggal 22 September 1997. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan ayah Ali Unar dan ibu Welnita. Penulis telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 02 di Kecamatan Situjuh Limo Nagari Kabupaten Lima Puluh Kota (50 Kota) pada tahun 2009. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 02 Situjuh Limo Nagari dan tamat pada tahun 2012, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMKN 2 Payakumbuh di jurusan Teknik Mesin dan selesai pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri tepatnya di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Sains dan Teknologi pada Program Studi Teknik Elektro.

Hak Cipta

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.

