

SKRIPSI
ANALISIS PENAMBAHAN TRAFU SISIPAN PADA
PENYULANG ULP PANAKKUKANG DENGAN
MENGGUNAKAN APLIKASI ETAP 12.6.0



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS PENAMBAHAN TRAFKO SISIPAN PADA
PENYULANG ULP PANAKKUKANG DENGAN
MENGUNAKAN APLIKASI ETAP 12.6.0**



105821105018

105821104318

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : ANALISIS PENAMBAHAN TRAFU SISIPAN PADA PENYULANG ULP PANAKKUKANG DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI ETAP 12.6.0

Nama : 1. ISWANDI

2. AHMAD

Stambuk : 1. 105821105018

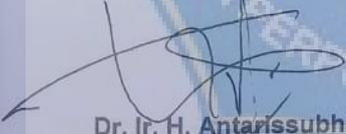
2. 105821104318

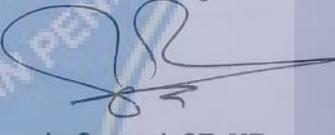
Makassar, 06 Januari 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T


Ir. Suryani, ST.,MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro


Ir. Adriani, S.T.,M.T

NBM 1044 202

iii



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Iswandi** dengan nomor induk Mahasiswa **105 82 11050 18**, dan **Ahmad** dengan nomor induk mahasiswa **105 82 104318** dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : **0001/SK-Y/20201/091004/2024** sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal **06 Januari 2024**.

Makassar, 01 Rajab 1445 H
06 Januari 2024 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRIAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. H. zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng
- b. Sekretaris : Dr. Ir. Ridwang, S.Kom., MT

3. Anggota

- 1. Andi Faharuddin, ST., MT
- 2. Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM
- 3. Ir. Abdul Hafid, MT

Mengetahui

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

Pembimbing II

Ir. Suryani, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM
NBM : 795 108

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan Proposal ini yang berjudul **“Analisis Penambahan Trafo Sisipan Pada Penyulang ULP Panakkukang Menggunakan Program ETAP 12.6.0”** dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan proposal ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Dr H. Ambo Asse M.ag. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Hj. Nurnawaty. ST., MT., IPM Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T. Selaku Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Dr. Ir. H. Antarissubhi, IUT. Selaku Pembimbing I, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Ir. Suryani, ST., MT. Selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
6. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik kami dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

7. Ayah dan Ibu tercinta, kami mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – Besarnya Atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
8. Saudara – saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkait dengan Mekanika 2018 yang banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan proposal ini. Akhirnya penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca umumnya.

Makassar, 5 Juni 2023

Analisis Penambahan Trafo Sisipan Pada Penyulang ULP Panakkukang dengan Menggunakan Aplikasi Etap 12.6.0

ABSTRAK

Iswandi¹ , Ahmad²

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl.Sultan Alauddin No.259,Rappocini,Makassar,Sulawesi Selatan,90221,Indonesia

E-mail : wandiiswandi036@gmail.com

E-mail : ahmadtekni06@gmail.com

Transformator distribusi berfungsi untuk mentransformasikan energi listrik dari sumber listrik ke pelanggan. PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan pengelola sistem tenaga listrik selalu berusaha memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggannya. Untuk tetap dapat menjaga kualitas, maka keandalan sistem distribusi harus selalu terjaga dengan baik. Agar sistem distribusi tetap andal, maka presentase pembebanan pada transformator distribusi tersebut jangan sampai melebihi ketentuan yaitu 80% dari kapasitasnya berdasarkan surat edaran Nomor : 0017 .E/DRI/2014. Transformator overload ini juga terjadi di transformator distribusi GT. GT.PUNO15 berkapasitas 200 kVA pada penyulang UNM di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Panakkukang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pihak PLN melakukan pemasangan trafo sisipan dengan kapasitas 160 kVA. Sehingga, Penulis mengamati penanganan kasus tersebut dan berdasarkan hasil penelitian berupa data pengukuran Beban. Tujuan kegiatan ini yaitu mengatasi beban lebih yang dialami trafo dengan menghitung persen pembebanan dan juga menentukan letak ideal trafo sisipan. Metode yang digunakan dengan menggunakan perhitungan manual maupun menggunakan simulasi Etap 12.6.0. Hasil yang diperoleh dari kegiatan ini adalah diperoleh persentase pembebanan sebelum pemasangan trafo sisipannya mencapai 93 % dengan perhitungan secara manual/ rumus, nilai yang tentunya melewati standar PLN, dan setelah pemasangan trafo sisipan, persentase pembebanan mengalami penurunan menjadi 69 %, sehingga mengalami penurunan sebanyak 24 % Sedangkan hasil persentase pembebanan dari simulasi menggunakan ETAP 12.6.0 didapatkan persentase pembebanan sebelum pemasangan trafo sisipan mencapai 94,9% dan setelah dilakukan penyisipan yakni 70,1%. Sehingga mengalami penurunan sebanyak 23,8%. Adapun perhitungan jarak ideal trafo sisipan menggunakan rumus yakni mencapai 239 meter dari trafo overlaod.

Kata Kunci: Trafo sisipan, Trafo Overload, Jarak Ideal

Analysis of adding an insert transformer to the Panakkukang ulp feeder using the 12.6.0 application

ABSTRACT

Iswandi¹ , Ahmad²

Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering University of Muhammadiyah Makassar

Jl.Sultan Alauddin No.259,Rappocini,Makassar,Sulawesi Selatan,90221,Indonesia

E-mail : wandiiswandi036@gmail.com

E-mail : ahmadtekni06@gmail.com

The distribution transformer serves to transform electrical energy from the power source to the customer. PT. PLN (Persero) as an electric power system management company always tries to provide the best service to its customers. To maintain quality, the reliability of the distribution system must always be well maintained. In order for the distribution system to remain reliable, the percentage of loading on the distribution on the distribution transformer should not exceed the provision, which is 80% of its capacity based on circular letter Number: 0017. E/DRI/2014. This overload transformer also occurs in GT distribution transformers. FTO PUNO15 with a capacity of 200 kVA on the UNM feeder at PT. PLN (Persero) Slow Service Unit Customers of Panakkukang. To overcome this problem, PLN installed an insert transformer with a capacity of 160 kVA. Thus, the author observed the handling of the case and based on the results of the study in the form of load measurement data. The purpose of this activity is to overcome the excess load experienced by the transformer by calculating the percent of loading and also determining the ideal location of the insert transformer. The method used uses manual calculations or uses Etap 12.6.0 simulations. The results obtained from this activity were obtained the percentage of loading before the installation of the insert transformer reached 93% with manual calculations / formulas, a value that certainly passed the PLN standard, and after the installation of the insert transformer, the percentage of loading decreased to 69%, so that it decreased by 24% While the loading percentage results from the simulation using ETAP 12.6.0 obtained the percentage of loading before the installation of the insert transformer reached 94.9% and after insertion it was 70.1%. So that it decreased by 23.8%. The calculation of the ideal distance of the insert transformer uses the formula, which reaches 239 meters from the overlaod transformer.

Keywords: *Insert transformer, Overload transformer, Ideal Distance*

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Mamfaat penelitian.....	4
1.5 Batasan masalah	5
1.6 Metode penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.2.2 Sistem Distribusi Primer	10
2.2.3. Sistem Distribusi Sekunder.....	11
2.2.4 Gardu Distribusi.....	12
2.2.5 Trafo Distribusi	14
2.2.6 Tahanan	18
2.2.7 Trafo Sisipan	18
2.2.8 Perhitungan Letak Penempatan Trafo Sisipan	19
2.2.9 Etap 12.6.0	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	23
3.2 Alat Dan Bahan	23
3.3 Prosedur Penelitian.....	23
3.4 Teknik Pengambilan Data	24
3.5 Flow Chat Penelitian	26

BAB IV METODE PENELITIAN	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1 Trafo Distribusi GT.PUN015	29
4.1.2 Data Pengukuran Trafo Sebelum Pemasangan Trafo Sisipan.....	31
4.1.3 Trafo Sisipan	33
4.1.4 Data Pengukuran Trafo GT.PUN032	34
4.1.5 Data Pengukuran Trafo GT.PUN015 Setelah Pengalihan Ke beban trafo sisipan.....	36
4.1.6 Perancangan Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan Etap	38
4.2 Pembahasan.....	42
4.2.1. Perbandingan Presentase Pembebanan Trafo GT.PUN015 UNM Sebelum Dan Sesudah Pengalihan Beban Ke Trafo Sisipan.....	44
4.2.2 Perbandingan presentase pembebanan Trafo GTPUN015 UNM sebelum Sesudah pengalihan beban ke trafo sisipan dengan menggunakan simulasi etap.....	45

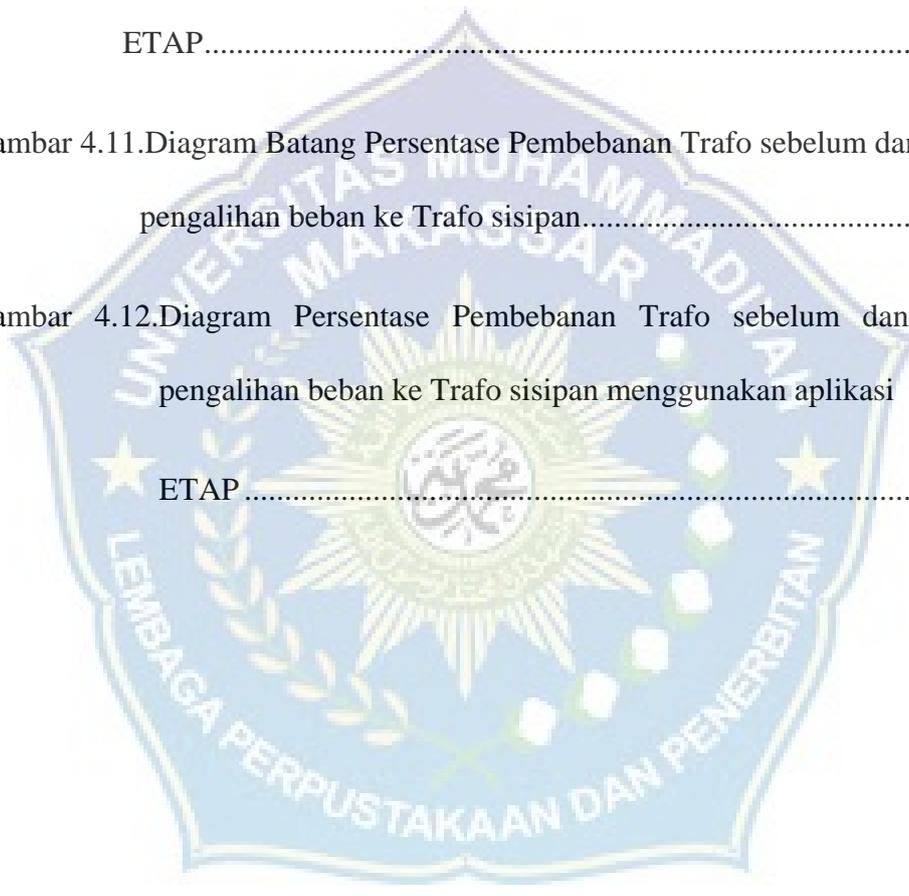
4.2.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Presentase Pembebanan Trafo	
Secara Manual Dan Aplikasi Etap	46
4.2.4 Perhitungan Letak Penempatan Trafo Sisipan	47
BAB V PENUTUP.....	50
A.KESIMPULAN.....	50
B. SARAN	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema sistem Tenaga Listrik	9
Gambar 2.2	Bagian-Bagian Sistem Distribusi Primer	10
Gambar 2.3	Tegangan Menengah Ke Tegangan Rendah.....	11
Gambar 2.4	Contoh Kontruksi Gardu Portal.....	13
Gambar 2.5	Gardu Cantol	14
Gambar 2.6	Bagian Transformator	15
Gambar 2.7	Tampilan Program ETAP 12.6.0.....	22
Gambar 3.1	Flow Chart Penelitian.....	26
Gambar 4.1	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang UNM	28
Gambar 4.2	Trafo Distribusi GT.PUN01	29
Gambar 4.3	Name Plat Trafo Distribusi GT.PUN015	30
Gambar 4.4	Singgel Line Trafo Distribusi GT.PUN015.....	30
Gambar 4.6	.Trafo Sisipan GT.PUNM032	33
Gambar 4.5	Name Plat Trafo Sisipan GT.PUNM032.....	34
Gambar 4.7.	Simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Sebelum Pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP	38
Gambar 4.8.	Hasil simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Sebelum pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.....	39

Gambar 4.9 Simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 setelah Pemasangan/ Pengalihan Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP	40
Gambar 4.10.Hasil simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Setelah Pemasangan/ Pengalihan Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.....	41
Gambar 4.11.Diagram Batang Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan beban ke Trafo sisipan.....	44
Gambar 4.12.Diagram Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan beban ke Trafo sisipan menggunakan aplikasi ETAP	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai-Nilai Standar (kVA) Tansformator Distribusi yang Dipakai PLN.....	16
Tabel 4.1. Data <i>Spesifikasi</i> Trafo Distribusi GT.PUN015	29
Tabel 4.2. Hasil pengukuran beban Trafo GT.PUN015 Sebelum pemasangan Trafo Sisipan.....	31
Tabel 4.3. Hasil perhitungan pembebanan trafo GT.PUN015	32
Tabel 4.4. Data <i>Spesifikasi/ nameplat</i> Trafo Sisipan GT.PUNM032.....	33
Tabel 4.5. Hasil pengukuran beban Trafo Sisipan GT.PUN032	34
Tabel 4.6. Hasil perhitungan pembebanan trafo GT.PUN032	35
Tabel 4.7. Hasil pengukuran beban Trafo GT.PUN015 setelah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.....	36
Tabel 4.8 Hasil perhitungan pembebanan trafo GTPUN015 setelah pengalihan	37
Tabel 4.9. Hasil perbandingan pengukuran beban Trafo GT.PUN015 sebelum dan sesudah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan dengan perhitungan manual dan menggunakan Aplikasi ETAP.....	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT PLN (Persero) Area Makassar mempunyai luas wilayah kerja 5.372,4 km², meliputi Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkep, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar, dengan total 35 unit kerja, dan masing-masing terdiri dari 4 Unit ULP, 6 Unit Ranting, 15 Unit Kantor Jaga dan 11 Unit Lisdes. Semua Wilayah tersebut mendapatkan suplai tenaga listrik dari 12 Gardu Induk terbesar yang dihibungkan dari Sistem SulSel dengan jaringan Transmisi 150,70 dan 30 KV. Beban puncak pada sistem Sulsel yang mencakup wilayah kerja Cabang Makassar sebesar 222 MW.

Kerja UP3 Makassar Selatan meliputi 6 ULP yaitu ULP Panakukang, ULP Mattoangin, ULP Sungguminasa, ULP Kalebajeng, ULP Takalar dan ULP Malino, sedangkan UP3 Makassar Utara meliputi 4 ULP yaitu ULP Karebosi, ULP Daya, ULP Maros dan ULP Pangkep.

Tahun 1914 Perusahaan ketenagalistrikan di kota Makassar dan sekitarnya sudah ada sejak zaman penjajahan Belanda di Indonesia. Saat itu penyediaan tenaga listrik dikelola oleh suatu lembaga yang disebut dengan Electriciteit Weizen. Konon pembangkit listrik di Kota Makassar yang pertama kali terpasang yaitu sekitar 1914 dengan menggunakan mesin uap yang berlokasi di Pelabuhan Makassar. Sejalan dengan pertumbuhan kota yang diikuti dengan meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik, pada tahun 1925 dibangun Pusat Listrik Tenaga

Uap (PLTU) di tepi sungai Jeneberang daerah Pandang-pandang, Sungguminasa. PLTU Pandang-pandang Sungguminasa ini hanya mampu beroperasi hingga tahun 1957.

Tahun 1990 Melalui peraturan pemerintah No. 17, PLN ditetapkan sebagai pemegang kuasa usaha ketegalistrikan. Dan pada tahun 1992, Pemerintah memberikan kesempatan kepada sektor swasta untuk bergerak dalam bisnis penyediaan tenaga listrik. Sejalan diatas maka pada bulan Juni 1994 status PLN dialihkan dari Perusahaan Umum menjadi Perusahaan Perseroan (Persero).

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan industri-industri pada Indonesia semakin pesat. Begitu juga menggunakan kebutuhan akan energi listrik yang tiap tahunnya ikut meningkat. Hal ini ditandai menggunakan banyaknya bangun baru baik buat perumahan juga buat perjuangan perindustrian, sebagai akibatnya jumlah pelanggan PLN pula turut bertambah. agar energi listrik yang dibangkitkan mampu sampai ke pelanggan, maka perlu disalurkan melalui sistem tenaga listrik. Sistem energi listrik ini terdiri asal pusat pembangkitan, saluran transmisi, serta saluran distribusi. pada penyalurannya dari sentra pembangkitan menuju ke beban melalui suatu jaringan yang sangat jauh. Seiring dengan bertambahnya pertumbuhan ekonomi Indonesia, jumlah konsumen yang tersambung ke jaringan PLN juga semakin bertambah. Hal inilah yang bisa mengakibatkan terjadinya rugi-rugi daya pada sistem penyaluran tenaga listrik. Dalam penyaluran energi listrik ke beban akan mengalami rugi-rugi teknis (*losses*) yaitu rugi daya dan rugi

energi mulai asal pembangkit, saluran transmisi, serta saluran distribusi. (Erhaneli & Riski, 2013)

Jaringan distribusi yaitu bagian sistem energi listrik yang bertugas menyalurkan tenaga listrik asal transmisi menuju ke beban atau konsumen. biasanya tak jarang terjadi beban tak seimbang di fhasa-fhasanya (sistem distribusi tiga fasa) atau terjadi naik turunnya tegangan sebab penyaluran energi listrik yang jauh asal pusat pembangkit. kasus jatuh tegangan sering sekali terjadi di sistem jaringan listrik pada aneka macam wilayah sebab terjadinya penambahan beban yang tersambung. untuk menyampaikan pelayanan yang baik serta agar tak menyebabkan kerugian di konsumen, Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus menjaga kualitas tegangan di jaringan. oleh sebab itu perlu dilakukan upaya-upaya supaya jaringan distribusi selalu dalam kondisi baik

1.2. Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengatasi *overload* yang di alami Trafo Distribusi ULP Panakkukang ?
2. Berapa besar pembebanan transformator sebelum dan sesudah pemasangan Trafo sisipan ULP Panakkukang ?
3. Bagaimana menentukan letak dan jarak pemasangan trafo sisipan di ULP Panakkukang ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berkaitan dengan rumusan masalah yang di atas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan cara mengatasi *overload* pada trafo distribusi ULP Panakkukang
2. Untuk mendapatkan besar pembebanan trafo sebelum dan sesudah pemasangan trafo sisipan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan aplikasi Etap 12.6.0
3. Untuk menentukan letak dan jarak penempatan trafo sisipan di ULP Panakkukang

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di harapkan dari kegiatan penelitian tugas akhir ini yakni sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui sebagai bahan untuk menambah pengetahuan mengenai rugi- rugi daya dan jatuh tegangan yang sering terjadi pada jaringan distribusi.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan tentang kelistrikan dan bisa menjadi acuan atau referensi dalam penelitian selanjutnya.
3. Untuk mengetahui cara menghitung jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan dan dapat membuat simulasinya dengan menggunakan *software* ETAP 12.6.0

1.5. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini berdasarkan kemampuan dan keterbatasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya menggunakan Aplikasi Etap 12.6.0
2. Penelitian ini hanya membahas cara menghitung jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan
3. Penelitian ini di laksanakan di Wilayah ULP Panakkukang

1.6. Metode Penulisan

Proposal ini terdiri dari tiga bab, adapun gambar secara singkat isi dari proposal ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, dalam bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, mamfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, dalam bab ini membahas mengenai teori yang berkaitan dengan permasalahan dalam melaksanakan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN, dalam bab ini berisikan tentang waktu dan penelitian, langkah-langkah penelitian, serta alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHSAN, dalam bab ini membahas tentang hasil penelitian mengenai analisis penambahan trafo sisipan pada penyulang ULP Panakkukang dengan menggunakan program ETAP 12.6.0

BAB V PENUTUP, dalam bab ini berisikan kesimpulan dari semua hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk dapat mengembangkan penelitian ini untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitan yang dilakukan oleh 1 sutawinaya putu dkk mengenai studi penambahan transformator sisipan, menjelaskan bahwa hasil perhitungan memakai data pengukuran dan hasil simulasi ETAP, diketahui terjadi karena adanya kenaikan beban secara berkala. Begitu juga yang terjadi pada drop tegangan disisi pelanggan yang paling relative besar. (Sutawinaya & Teresna, 2017). Kemudian untuk bisa memperbaiki kondisi seperti ini PT. PLN(Persero) ULP Panakkukang sudah berupaya untuk menambah suatu transformator sisipan, dan membentuk pada pemetaan terhadap tata letak transformator tadi.

Pada penelitan ini yaitu bertujuan untuk mengatasi beban lebih yang dialami dengan trafo menghitung persen pembebanan dan juga memilih jarak ideal trafo. lalu metode yang dilakukan pada penelitian tadi menggunakan menggunakan perhitungan manual dan memakai program ETAP 12.6.0.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

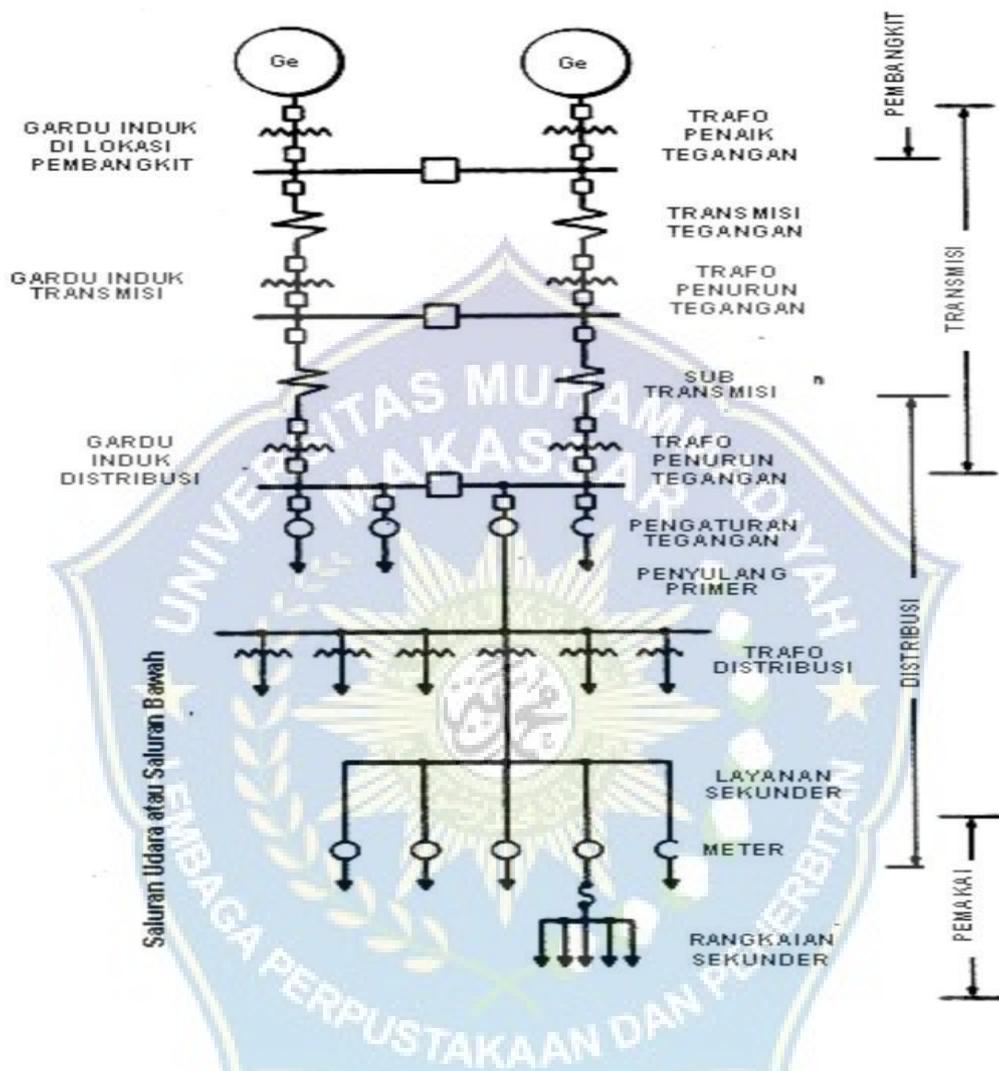
Sistem distribusi ini adalah bagian dari sistem tenaga listrik, dimana sistem ini bertujuan untuk mengirimkan energi listrik dari unit pembangkit listrik sampai kekonsumen. Tenaga listrik yang dihasilkan dari unit pembangkit ini adalah 11 KV sampai 24 KV, kemudian tegangannya dinaikkan oleh gardu induk tegangan tinggi dengan transformator penaik tegangan (*step up*) menjadi 500

KV, kemudian disalurkan melalui transmisi. Tujuan dinaikkan tegangan sampai 500 KV adalah untuk mengurangi kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana kerugian daya adalah sebanding kordinat arus yang mengalir. Daya yang sama apabila nilai tegangannya diperbesar maka nilai arus yang mengalir semakin kecil, sehingga kerugian daya semakin kecil pula.

Tegangan yang di transmisikan akan diturunkan dengan transformator penuruntegangan (*step down*) pada gardu induk distribusi menjadi 20 KV, kemudian disalurkan ke trafo distribusi yang lebih kecil menjadi tegangan rendah yaitu 220/380 volt kemudian disalurkan ke konsumen atau pelanggan.

Pada wilayah pusat tegangan tinggi ini diturunkan kembali dengan transformator penurun tegangan (*step down*) yang berakibat apabila ditinjau nilai tegangannya maka mulai dari titik sumber sampai titik beban terdapat bagian saluran yang mempunyai nilai tegangan yang berbeda dapat memunculkan arus netral, dimana nilai arus netral ini muncul apabila terjadi beban tidak seimbang . Dan dari saluran tersebut (saluran distribusi primer) inilah gardu - gardu distribusi dapat mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya menggunakan trafo distribusi sehingga menjadi sistem tegangan rendah yaitu 220/380 Volt. Setelah itu, maka selanjutnya akan disalurkan oleh saluran distribusi sekunder kepada para konsumen.

Pada gambar 2.1 ini dapat dilihat pengelompokan distribusi tegangan listrik dan suatu pembagiannya.



Gambar 2.1 Skema Sistem Tenaga Listrik 2008

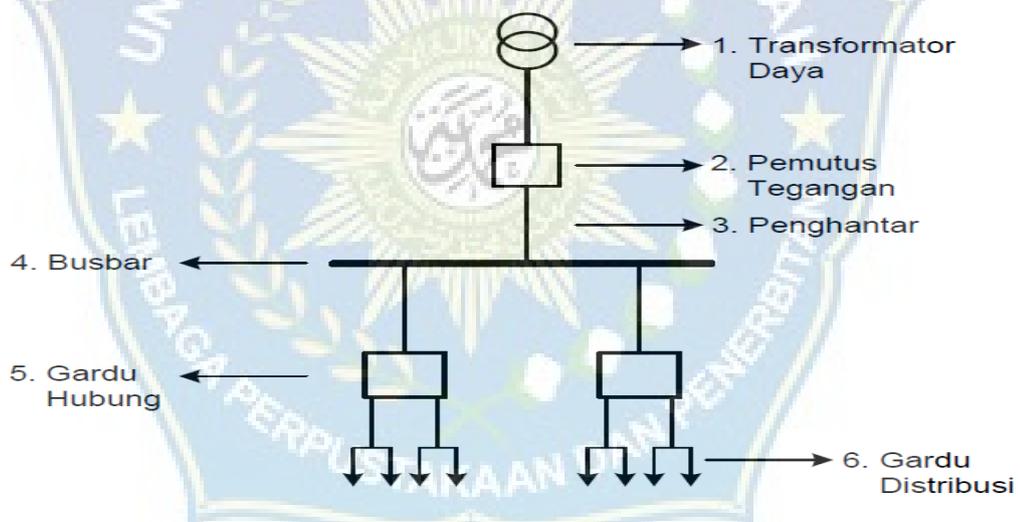
2.2.2 Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi utama, sering pula disebut sebagai sistem jaringan tegangan menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 KV atau 11,6 KV. Jaringan ini yang didistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke gardu induk distribusi.

Bagian-bagian distribusi primer terdiri dari:

1. Transformator daya, berfungsi untuk menurunkan tegangan.
2. Pemutus tegangan, berfungsi sebagai pengaman yaitu pemutusdaya.
3. Penghantar, berfungsi menjadi penghubung daya.
4. Gardu hubung, untuk menyalurkan daya ke gardu distribusi tanpa mengubah tegangan.
5. Gardu distribusi, buat menurunkan tegangan 20 KV ke 220-380 Volt.

Untuk pengelompokan distribusi secara umum bisa ditinjau di gambar 2.2 yang adalah bagian-bagian distribusi primer secara umum (Arpah & Andi Muhamad, 2020)



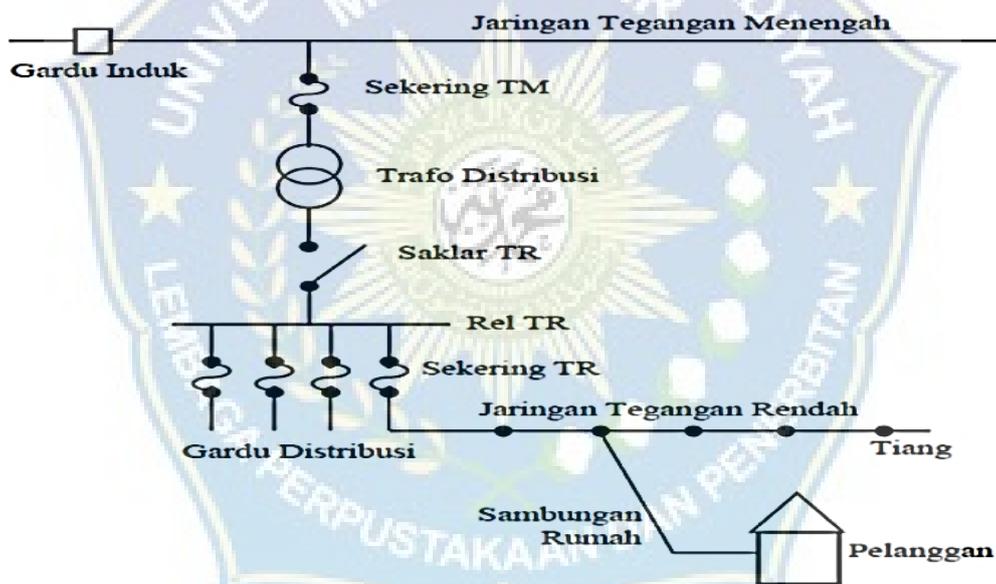
Gambar 2.2 Bagian-Bagian Sistem Distribusi Primer.

2.2.3 Sistem Ditribusi Sekunder

Tenaga listrik di distribusikan asal gardu induk (GI) melalui penyulang yang terdiri dari gardu-gardu distribusi.Fungsi gardu di penyulang yaitu buat menurunkan tegangan utama sebagai 220/380 Volt yang di distribusikan melalu jaringan tegangan rendah. Konsumen energi listrik disambung asal JTR

menggunakan memakai sambungan tempat tinggal (SR). Selanjutnya asal SR energi listrik masuk ke alat pembatas dan pengukur (APP) terlebih dahulu sebelum memasuki instalasi rumah milik konsumen. APP berfungsi buat membatasi daya dan mengukur pemakaian energi listrik ke konsumen.

Jaringan distribusi sekunder ialah suatu jaringan yang terletak sehabis gardu distribusi yang berfungsi menyalurkan tegangan listrik bertegangan rendah. Jaringan distribusi sekunder disuplai dari tiga atau lebih fideer, bertujuan bila salah satu fideer terganggu sisa jaringan sekunder akan dapat dengan mudah menampung beban asal fideer yang terganggu itu.



Gambar 2.3 Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen.

2.2.4 Gardu Distribusi

Gardu distribusi adalah suatu daerah atau bangunan instalasi yang didalamnya ada alat-alat pemutus, penghubung, pengamanan dan transformator distribusi untuk mendistribusikan tenaga listrik sesuai menggunakan kebutuhan konsumen. alat-alat ini berfungsi buat menyulang atau mendistribusikan energi

listrik secara baik yang mencakup koimunitas pelayanan yang terjamin, mutu yang tinggi dan menjamin keselamatan bagi manusia. Fungsi gardu distribusi adalah sebagai berikut:

1. Menyalurkan Energi listrik ke konsumen tegangan rendah
2. Menurunkan tegangan menengah ke tegangan rendah
3. Sebagai papan hubung untuk tegangan rendah

Konstruksi gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud serta tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan Pemerintah Daerah setempat. Komponen-komponen gardu yaitu:

1. Pengaman trafo (FCO , Arrester)
2. Trafo distribusi
3. Kawat penghantar
4. PHB-TR (Papan Hubung Bagi-Tegangan Rendah)
5. Grouding
6. Dan alat- alat pendukung lainnya

Jenis konstruksi gardu tiang terbagi atas 2 yakni sabagai berikut:

1. Gardu portal

Gardu portal adalah gardu distribusi tipe pemasangan terbuka dengan memakai konstruksi dua tiang atau lebih,tempat kedudukan transformator sekurang-kurangnya 3 meter diatas permukaan tanah, transformator distribusi dipasang pada bagian atas dan papan hubungan bagi tegangan rendah atau PHB-TR diletakkan pada bagian bawah diagram satu garis dari pada garis portal.



Gambar 2.4 Contoh Kontruksi Gardu Portal

Gambar di atas merupakan contoh konstruksi gardu portal dengan 2 tiang, guna mengatasi faktor keterbatasan ruang pada gardu portal, maka digunakan konfigurasi *switching* atau proteksi yang sudah terkait ringkasan sebagai RMU (*Ring Main Unit*) peralatan *switching incoming-outgoing* berupa pemutus beban atau LBS (*Load Breaker Switch*) atau pemutus beban otomatis (PBO) atau CB (*circuit breaker*) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan *remote control*)

2. Gardu Cantol

Pada gardu distribusi tipe Cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya kurang atau sama dengan 100 KVA fasa 3 atau fasa Transformator terpasang adalah jenis CSP (*completely self protected transformer*) yaitu peralatan *switching* dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator. (Arpah & Andi Muhamad, 2020)



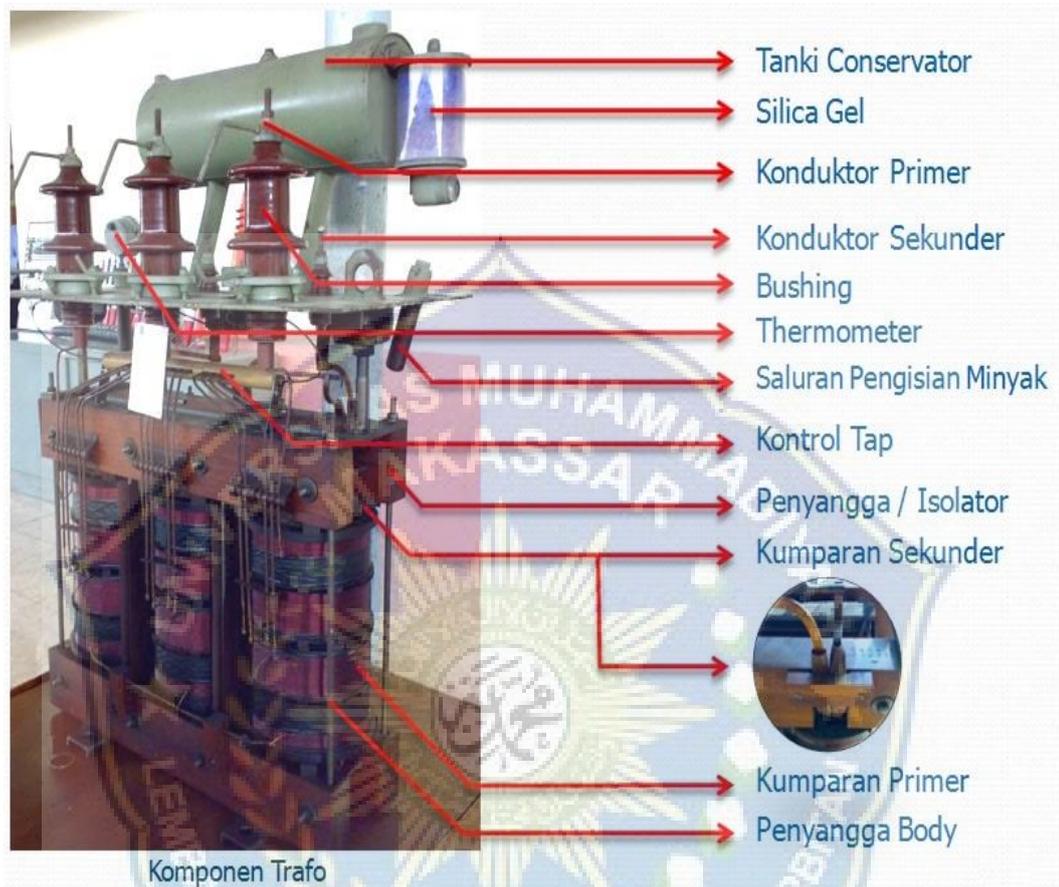
Gambar 2.5 Gardu Contol

2.2.5 Trafo Distribusi

Pada biasanya, transformator adalah suatu alat listrik yang bisa menindahkan dan mengganti energi listrik berasal satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkainya listrik lain tanpa mengganti frekuensi dari sistem melalui suatu gandengan magnet dan sesuai perinsip induksi electromagnet. Fungsi transformator distribusi buat menurunkan tegangan sebagai tegangan distribusi.

Sebuah transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan di kedua kumparan, umumnya kumparan tersebut berasal kawat tembaga yang dibelit seputar kaki inti transformator.

Berikut adalah bagian transformator pada gambar ini.



Gambar 2.6 Bagian Transformator

Prinsip dasar transformasi energi pada transformator dengan memberikan tegangan bolak-balik pada belitan primer untuk membangkitkan medan magnetik. Garis-garis *fluks* dari medan magnetik tersebut akan memotong konduktor belitan sekunder, menginduksi tegangan pada terminalnya. Besaran tegangan pada kedua terminal berbanding lurus terhadap jumlah lilitan masing-masing belitan.

➤ Spesifikasi Umum Daya Pengenal Transformator Distribusi

Nilai-nilai daya pengenal transformator distribusi yang lebih banyak dipakai dalam *SPLN 8° : 1978 IEC 76 – 1 (1976)* seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 nilai-nilai standar (KVA) transformator distribusi yang dipakai PLN.

Kapasitas trafo Kva		
5	40	250
6.3	50	315
8	63	400
10	80	500
12.5	100	630
16	125	800
25	160	1000
31.5	200	1250
		1600

➤ Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \dots \dots \dots (1)$$

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (IFL) dapat menggunakan persamaan:

Dimana :

S = Daya transformator (KVA)

V = Tegangan sisi primer transformator (V)

I = Arus (A)

Menurut Frank D. Petruzella, dalam menghitung presentase pembebanan suatu transformator dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ beban} = (I_{\text{Rata-rata}} / I_{\text{FL}}) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Rumus untuk menghitung rata-rata arus beban ($I_{\text{Rata-rata}}$), yakni :

$$I_{\text{Rata-rata}} = (I_{\text{R}} + I_{\text{S}} + I_{\text{T}}) / 3 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

$I_{\text{Rata-rata}}$ = rata-rata arus beban (A)

I_{FL} = arus beban penuh (A)

I_{R} = arus fasa R (A)

I_{S} = arus fasa S (A)

I_{T} = arus fasa T (A)

2.2.6 Tahanan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi antara belitan dengan groun atau antara dua belitan. Metoda yang umum dilakukan adalah dengan memberikan tegangan dc dan mempresentasikan kondisi isolasi dengan satuan megaohm. Pengujian tahanan isolasi sangat penting karena untuk mencegah terjadinya arus bocor pada belitan yang dapat menyebabkan gangguan pada transformator sehingga dapat membuat transformator mengalami kerusakan (Indra et al., 2022). Faktor-faktor yang mengalami kualitas tahan isolasi pada transformator tenaga menurun antara lain:

- suhu
- Jalur bocor pada permukaan eksternal seperti kotoran bushing atau isolator kotor,
- Usia peralatan atau komponen

2.2.7 Trafo Sisipan

Banyaknya trafo distribusi yang mengalami batas umur gunakan dari transformator tersebut. Hal tersebut menyebabkan seringkali terjadinya pemadaman akibat transformator yang rusak,pada transformator tersebut belum sampai pada umur pakai yang diperkirakan. Cara yang dapat dilakukan untung mengatasi pertarungan tersebut dengan memasang trafo sisipan pada gardu distribusi yang mengalami over load.

Jumlah pelanggan yang akan dipindahkan asal jurusan A ke gardu distribusi M 22 masing-masing di fasa R sebanyak 44 pelanggan, di fasa S sebanyak 24 pelanggan, dan fasa T sebanyak 15 pelanggan. Jadi total pelanggan yang akan dipindahkan sebagian jurusan A ke trafo sisipan adalah 83 pelanggan, dengan total besar yang dipindahkan sebesar 124 A. Sedangkan di gardu distribusi M.235 dilakukan pemindahan semua jurusan A gardu distribusi M.325 yaitu sebesar 77 pelanggan, dengan total sebesar arus yang dipindahkan sebesar 133 A. sehingga total arus yang dipindahkan ke trafo sisipan adalah sebesar 257 A.

2.2.8 Perhitungan Letak Penempatan Transformator

Jarak transformator yang terlalu jauh dengan beban yang akan dilayani maka menyebabkan *drop* tegangan yang besar. Oleh sebab itu pada saat pendataan KVA trafo harus diperhatikan jarak maksimum dari trafo distribusi tersebut terhadap konsumen, penentuan jarak ideal trafo distribusi pertama yakni:

$$L = \frac{10\% \times V_{vc}}{i \text{ beban puncak} \times R \text{ saluran}} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

- L = Jarak Penempatan
- R = Tahanan Penghantar
- I = Arus Yang Mengalir (A)
- V_{vc} = Besarnya Tegangan Pada Penghantar (V)
- 10% = Efisiensi saluran

2.2.9 ETAP 12.6.0

Etap adalah suatu aplikasi yang mendukung sistem energi listrik. Perangkat ini mampu bekerja pada keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik online untuk pengelolaan data real time atau digunakan buat mengendalikan sistem secara real time. Fitur yang terdapat didalamnya punya cara lain diantaranya fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkit energi listrik, sistem distribusi juga sistem distribusi energi listrik.

Analisa energi listrik yang bisa dilakukan ETAP 12.6.0 antara lain:

- Analisa aliran daya (*load flow*)
- Analisa hubung singkat (*short circuit*)
- *Arc Flas Analysis*
- Analisa kestabilan transien.

Dalam menganalisa tenaga listrik, suatu diagram saluran tunggal (*single line diagram*) merupakan notasi yang disederhanakan untuk sebuah sistem energi listrik tiga fasa. menjadi ganti berasal surat keterangan saluran tiga fasa yang terpisah, digunakan sebuah konduktor. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram juga pada analisa rangkaian. Elemen elektrik seperti misalnya pemutus rangkain, transformator, kapasitor, busbar, juga konduktor lain bisa ditunjukkan dengan menggunakan simbol yang telah distandarisasi buat diagram saluran tunggal. Elemen pada diagram tidak mewakilli ukuran fisik atau lokasi asal alat - alat listrik, namun merupakan konvesensi umum untuk mengatur diagram menggunakan urutan kiri ke kanan yang sama, sebagai saklar atau alat-alat

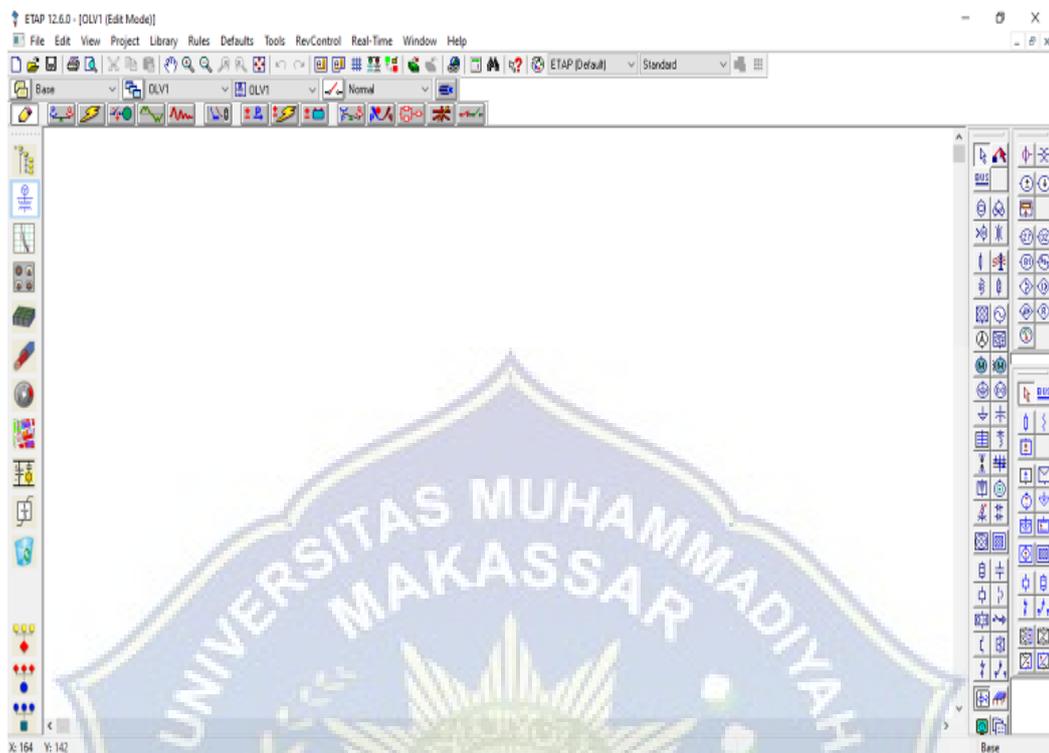
lainnya diwakili. Suatu sistem terdiri atas sub-sub bagian, keliru satunya adalah aliran daya dan hubungan singkat. buat membuat simulasi peredaran daya dan hubungan singkat, maka data-data yang dibutuhkan buat menjalankan program simulasi antara lain:

- Data Generator
- Data Transformator
- Data Kawat Penghantar
- Data Beban
- Data Bus

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP adalah :

- *OneLine* Diagram, menunjukkan hubungan anantara komponen/alat-alat listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
- *Library*, berita tentang seluruh alat-alat yang akan dipakai pada sistem kelistrikan. Data elektris maupun mekanis dari alat-alat yang lengkap bisa memudahkan serta memperbaiki yang akan terjadi simulasi.
- *Study Case*, berisikan parameter yang berhubungan menggunakan metode studi yang akan dilakukan dengan format akibat analisa.

Setiap komponen sistem energi listrik dapat digambarkan dalam *worksheat* atau ruang kerja program menggunakan lambang-lambang tertentu spesifikasi masing - masing komponen dapat diseuaikan keadaan sebenarnya atau syarat nyata dilapangan.(Arpah & Andi Muhamad, 2020)



Gambar 2.7 Perogram ETAP 12.6.0

Berikut inilah contoh dari tampilan layar Etap 12.6.0 Dimana tampilan etap ini terdiri dari berbagai macam komponen etap antara lain, *cable*, *bus*, *transformator*, CB, beban, transmisi, dan masih ada beberapa lainnya. Dan ditampilkan Etap tersebut kita akan merangkai cara menguji trafo overload dengan menggunakan komponen yang ada pada tampilan etap, dan apa bila rangkaian tersebut sudah kita buat maka selanjutnya kita akan simulasikan dan akan terlihat otomatis hasil dari simulasi pada tampilan etap.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Proses penelitian ini akan dilakukan selama 2 minggu yaitu mulai tanggal 30 agustus sampai tanggal 13 september 2023 yang berlokasi di PT.PLN (PERSERO) ULP Panakkukang.

3.2 Alat Dan Bahan

1. Tang
2. Ampre
3. Senter
4. Aplikasi ETAP 12.6.0

3.3 Prosedur Percobaan

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penulis mengikuti langkah-langkah yang terstruktur supaya laporan tugas akhir bisa dikerjakan secara sistematis dan terarah. Berikut adalah langkah-langkah yang menjadi acuan penulis:

1. Studi Literatur

Mencari dan mengumpulkan data-data asal buku, jurnal, artikel-artikel dan sumber pustaka lainnya yang terdapat hubungannya menggunakan pertarungan yang dibahas pada tugas akhir ini.

2. Pengambilan Data

Pengambilan asal data-data sendiri dilakukan pada PT. PLN (Persero) ULP Panakkukang Penyulang yang lalu dijadikan menjadi bahan dalam penulisan tugas akhir. dalam metode pengambilan data digunakan cara perhitungan melalui aplikasi ETAP 12.6.0. Metode pengambilan data dengan cara pengukuran langsung dilokasi.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Observasi

Penulis melakukan obserfasi di PT PLN (Persero) ULP Panakkukang khususnya Transformator Distribusi penyulang panakkukang, yakni tempat penelitian terhadap penggunaan Trafo sisipan pada beban lebih.

2. Wawancara

Penulis melakukan wawancara kepada para pegawai yang ada pada ULP Panakkukang terkhusus yang berada pada bidang teknik yang memahami persoalan sistem tenaga-listrikan berkaitan dengan kasus yang akan terjadi. Wawancara dapat dilakukan menggunakan tatap muka maupun melalui telpon supaya bisa memahami lebih jauh tentang penggunaan trafo dalam mengatasi beban lebih dan untuk memperjelas data yang diperoleh pada saat observasi

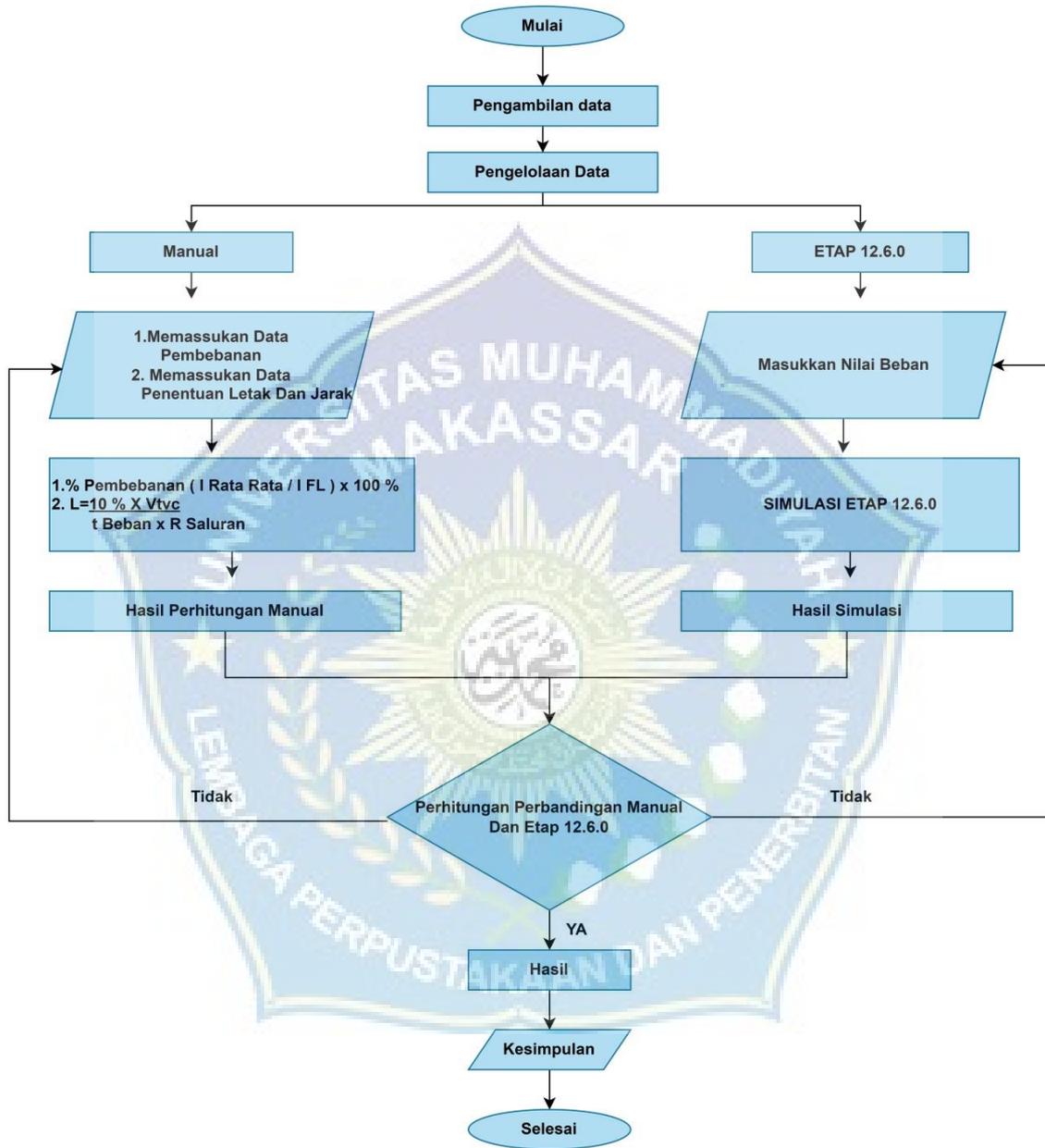
3. Teknik Analisa data

pada penelitian, teknik analisa data yang dilakukan pada analisa naratif serta simulasi. Data-data yang diperoleh asal suatu instansi pada bentuk data lengkap. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan beberapa referensi pada bentuk jurnal yang memiliki kaitan dengan judul tugas akhir,selanjutnya melakukan pengambilan data di PT. PLN (Persero) ULP Panakkukang.

Adapun rumus yang digunakan dalam penyelesaian proposal ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan rumus (1).
- b. Penentuan letak transformator sisipan dari jarak transformator dapa menggunakan rumus (4).

3.5 Flow Chart Penelitian



Gambar 3.1 flow chart penelitian

1. Langkah awal pada proses penelitian kami yaitu menggunakan mencari studi literature yang relaven tentang penambahan trafo sisipan.
2. Sehabis menerima data yang relaven maka langkah selanjutnya kami akan mengelola data tadi.
3. Lalu menghitung pembebanan dengan menggunakan aplikasi ETAP dan dihitung secara manual.
4. Adapun cara menghitung pembebanan pada ETAP yaitu kami hanya memasukkan data beban kemudian data tadi otomatis akan diolah oleh program ETAP.
5. Selanjutnya menghitung secara manual dengan memakai rumus pada mencari nilai pembebanan
6. Sehabis didapatkan nilai pembebanan tadi maka kami mencari penentu letak serta jarak trafo sisipan dengan menggunakan rumus.
7. Menghitung secara manual dan dihitung dengan menggunakan aplikasi ETAP maka kami membandingkan hasil perhitungan keduanya untuk mengetahui apakah ada perbedaan nilai hasil pembebanan.

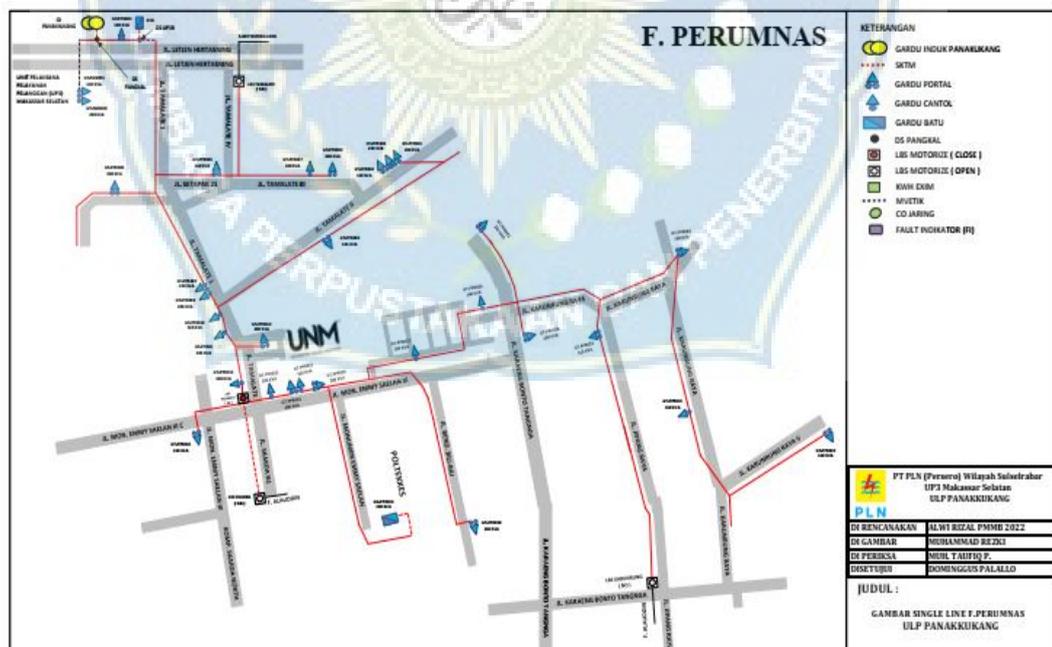
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dimulai untuk mendapatkan data pada Trafo Distribusi GT.PUN015 yang merupakan salah satu Trafo distribusi yang mengalami *overload* pada penyulang UNM di PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan ULP Panakkukang dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Trafo Distribusi GT.PUN015 yang berlokasi di Jl. RAYA PENDIDIKAN ini memiliki nilai persentase pembebanan yaitu 93,% dengan kapasitas 200 kVA.



Gambar 4.1 *Single Line Diagram* Penyulang UNM

4.1.1. Trafo Distribusi GT PUN015

Ketidak optimalan kerja pada sebuah Trafo akibat beban lebih yang mengakibatkan mutu pelayanan kepada konsumen PT. PLN (Persero) berkurang dan yang lebih merugikan ialah dapat mengakibatkan kerusakan pada Trafo. Hal inilah yang terjadi pada Trafo GT PUN015 yang mengalami beban lebih. Untuk permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pemasangan Trafo sisipan guna mengurangi beban lebih dan perbaikan *drop* tegangan pada Trafo tersebut.

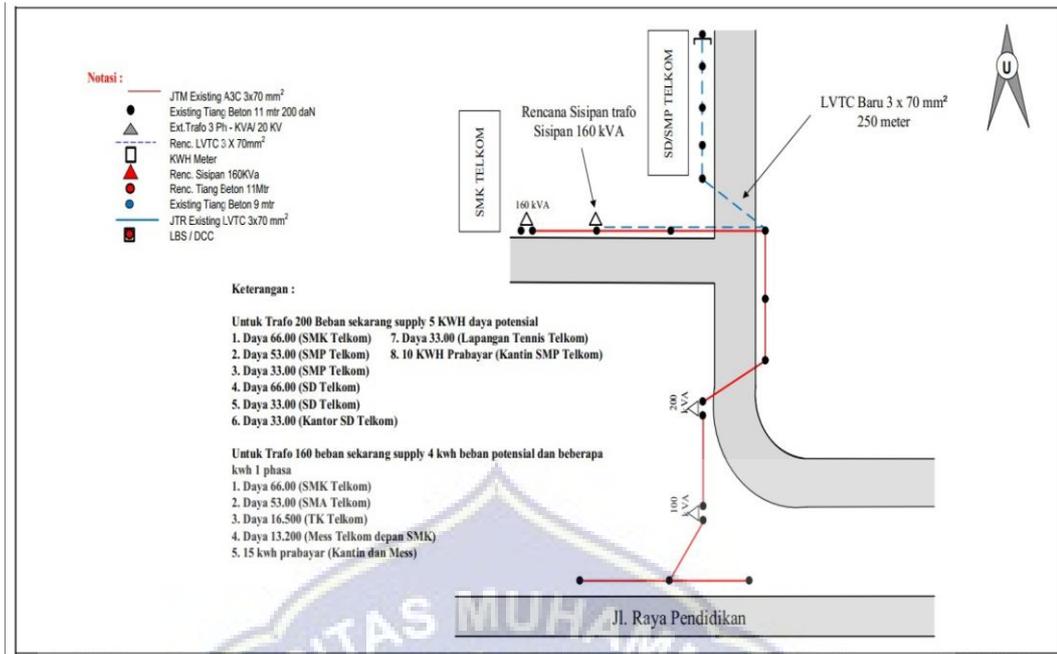
Berikut merupakan spesifikasi/ *nameplat* dari Trafo GT PUN015:

Tabel 4.1. Data Spesifikasi Trafo Distribusi GT PUN015

Data Trafo Distribusi GT.PUN015	
Kapasitas	200 kVA
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Merk Trafo	HERMETIK
Nomor Seri	33180250031
Tahun Pembuatan	2018



Gambar 4.2 Trafo Distribusi GT.PUN015



Gambar 4.3 Singgel Line Trafo Distribusi GT.PUN015



Gambar 4.4 Name Plat Trafo Distribusi GT.PUN015

4.1.2. Data Pengukuran Trafo Sebelum Pemasangan Trafo Sisipan

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada Trafo distribusi yang mengalami *overload*.

Tabel 4.2. Hasil pengukuran beban Trafo GT.PUN015 Sebelum pemasangan Trafo sisipan.

Data Trafo		Jurusan Penampang	Hasil Pengukuran Arus (A)				Beban (%)
Kapasitas (Kva)	Primer/ Sekunder		R	S	T	N	
200 kVA	20 kV /400V	A (LVTC 3×70+50mm ²)	176	136	166	50	
		B (LVTC 3×70+50mm ²)	137	120	72	40	
		TOTAL	313	256	238	90	93%

Sesuai dengan Tabel 4.2 .Maka dilihat beban pada Trafo GT.PUN025 telah melewati arus nominalnya.Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu :

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{IR+IS+IT}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{313+256+238}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \frac{807}{3}$$

$$I \text{ rata-rata} = 269A$$

Untuk menghitung arus beban penuh (IFL) dapat menggunakan rumus sebagai berikut yaitu :

$$I_{FL} = \frac{\text{kapasitas trafo}}{400\sqrt{3}}$$

$$I_{FL} = \left(\frac{200000 \text{ VA}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}} \right)$$

$$I_{FL} = 289 \text{ A}$$

Kemudian dimasukkan kedua nilai hasil perhitungan $I_{\text{Rata-rata}}$ dan I_{FL} kedalam persamaan rumus persen pembebanan sebelumnya, sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo tersebut.

$$\% \text{ Pembebanan} = \left(\frac{269}{289} \times 100\% \right)$$

$$\% \text{ Pembebanan} = 93 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan persentase beban pada Trafo dan hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT.PUN015 mengalami *overload* karena total persentase beban Trafo yakni 93%. Sebuah Trafo dikatakan *overload* apabila melebihi beban 80% dari kapasitasnya.

Tabel 4.3. hasil perhitungan pembebana trafo GT.PUN015

NO	I Rata-Rata	I _{FL}	% Pembebanan
1	269	289	93%

4.1.3. Trafo Sisipan

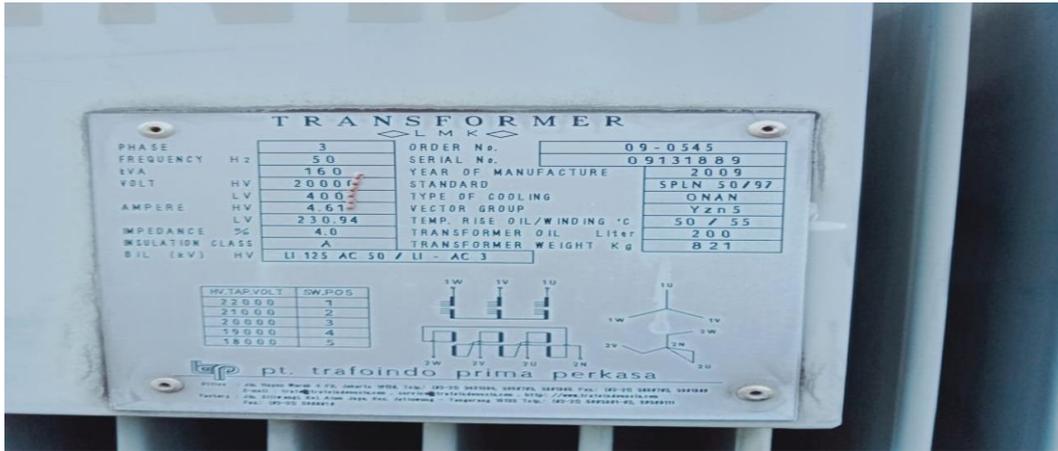
Trafo sisipan yang ditambahkan untuk melayani beban lebih pada Trafo distribusi di penyulang UNM yaitu Trafo GT.PUNM032 dengan kapasitas beban 100 Kva.

Tabel 4.4. Data *Spesifikasi/ name plat* Trafo Sisipan GT.PUN032

Data Trafo Sisipan GT.PUNM032	
Kapasitas	160 Kva
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3 Fasa
Merk Trafo	ONAN
Nomor Seri	091318892009
Tahun Pembuatan	2009



Gambar 4.6 trafo sisipan GT.PUN032



Gambar 4.7 Name plat trafo sisipan GT.PUN032

4.1.4. Data Pengukuran Trafo Sisipan GT.PUN032

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada Trafo sisipan setelah mengambil sebagian beban Trafo GT.PUN032:

Tabel 4.5. Hasil pengukuran beban Trafo Sisipan GT.PUN032.

Data Trafo		Jurusan Penampang	Hasil Pengukuran Arus (A)				Beban (%)
Kapasitas (KVA)	Primer/ Sekunder		R	S	T	N	
160 kVA	20 kV/ 400 V	A (LVTC 3×70+50mm ²)	112	66	53	53	
		B (LVTC 3×70+50mm ²)	112	66	53	43	
		TOTAL	224	132	106	96	66 %

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, sebagian beban dari Trafo *overload* dialihkan ke Trafo sisipan guna mengurangi beban di Trafo tersebut. Untuk mengetahui pembebanan pada Trafo sisipan GT.PUN015 maka perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan data pengukuran pada table 4.4.

Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu :

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{IR+IS+IT}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{224+132+106}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \frac{462}{3}$$

$$I \text{ rata-rata} = 154 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan rumus yaitu :

$$I_{FL} = \frac{\text{kapasitas trafo}}{400\sqrt{3}}$$

$$I_{FL} = \left(\frac{160000 \text{ VA}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}} \right)$$

$$I_{FL} = 231 \text{ A}$$

Sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo Sisipan GT.PUN032 :

$$\% \text{ Pembebanan} = \left(\frac{154}{231} \times 100\% \right)$$

$$\% \text{ Pembebanan} = 66 \%$$

Dengan demikian persentase pembebanan pada Trafo Sisipan GT.PUN032 yaitu sebesar **66 %**

Tabel 4.6 hasil perhitungan pembebanan trafo GT.PUN032

No	I Rata- Rata	I _{FL}	% Pembebanan
1	154	231	66

4.1.5. Data Pengukuran Trafo GT.PUN015 Setelah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada Trafo GT.PUN015 setelah sebagian beban dialihkan ke Trafo Sisipan

Tabel 4.7. Hasil pengukuran beban Trafo GT.PUN015 setelah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Data Trafo		Jurusan Penampang	Hasil Pengukuran Arus (A)				Beban (%)
Kapasitas (KVA)	Primer/ Sekunder		R	S	T	N	
200 Kva	20Kv/	A (LVTC 3×70+50mm ²)	126	110	130	30	
	400V	B (LVTC 3×70+50mm ²)	100	90	50	20	
		TOTAL	226	200	180	50	69 %

Setelah dilakukan penambahan Trafo sisipan dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pembebanan pada Trafo GT.PUN015 tetap melayani 3 jurusan yang dimana ketiga jurusan tersebut masing-masing jurusan mengalami penurunan pertiap jurusannya. Adapun persen pembebanan pada Trafo ini dapat dihitung dengan menggunakan data pengukuran pada Tabel 4.5, yaitu :

$$\% \text{Pembebanan} = (I_{\text{Rata-rata}} / I_{\text{FL}}) \times 100\%$$

Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu :

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{IR+IS+IT}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \left(\frac{226+200+180}{3} \right)$$

$$I \text{ rata-rata} = \frac{606}{3}$$

$$I \text{ rata-rata} = 202 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan rumus yaitu :

$$I_{FL} = \frac{\text{kapasitas trafo}}{400\sqrt{3}}$$

$$I_{FL} = \left(\frac{200000 \text{ VA}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}} \right)$$

$$I_{FL} = 289 \text{ A}$$

Sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo GT.PUN015 yaitu:

$$\% \text{ Pembebanan} = \left(\frac{202}{289} \times 100\% \right)$$

$$\% \text{ Pembebanan} = 69 \%$$

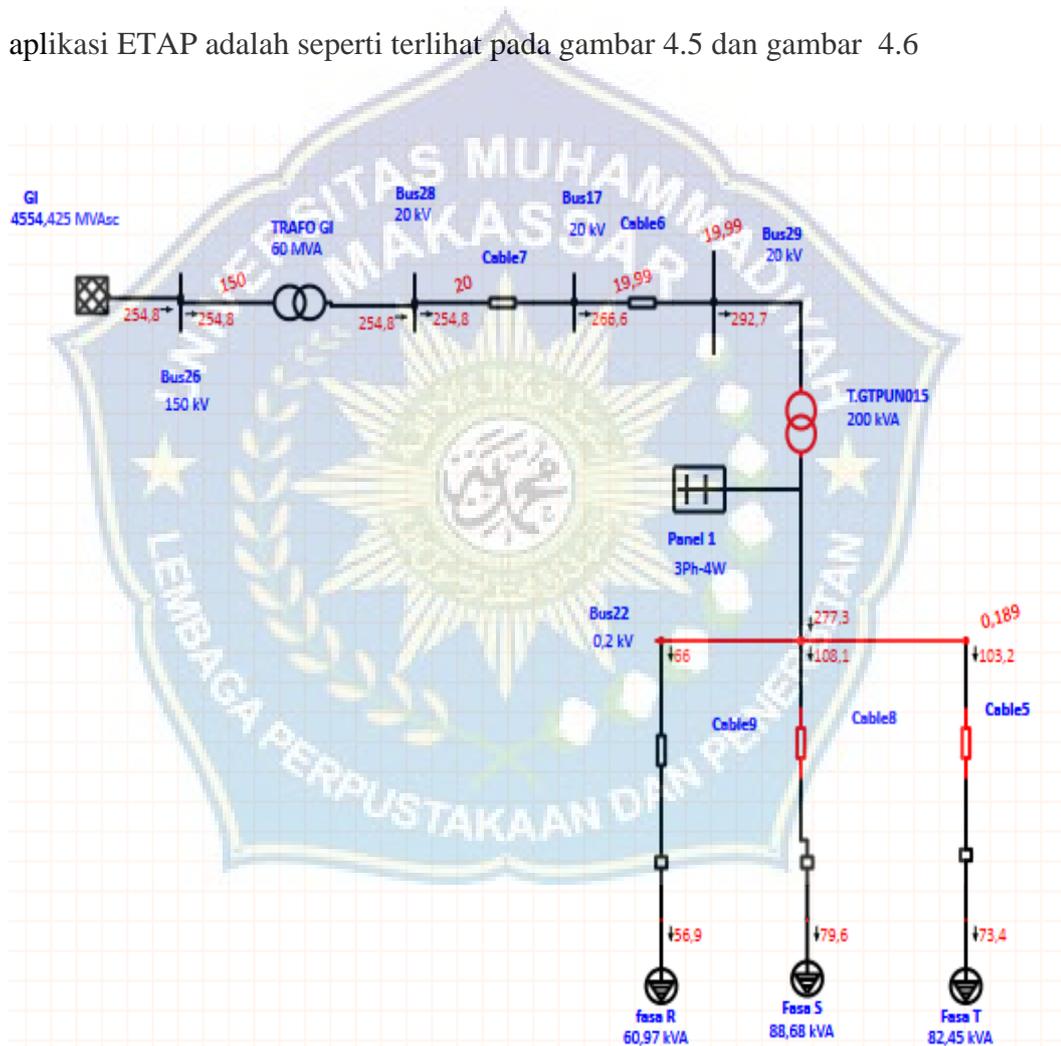
Setelah dilakukan perhitungan persentase pembebanan pada Trafo setelah sebagian beban dialihkan ke Trafo sisipan maka hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT.PUN015 sudah kembali normal atau tidak mengalami *overload* karena total persentase pembebanan Trafo tidak lagi melebihi beban standar yang telah ditentukan sebelumnya, yakni **69%**.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan pembebanan trafo GT.PUN015 setelah pengalihan beban ke trafo sisipan

No	I Rata-Rata	I _{FL}	% Pembebanan
1	202	289	69

4.1.6. Perancangan Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan ETAP 12.6.0

Etap digunakan untuk menghitung pembebanan pada Trafo Distribusi. Data yang diperlukan dalam simulasi ETAP pada Trafo ini diantaranya data JTR dan beban, data kapasitas Trafo. Adapun capture gambar hasil simulasi pembebanan sebelum pemasangan trafo sisipan pada trafo GT.PUN015 dengan menggunakan aplikasi ETAP adalah seperti terlihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6

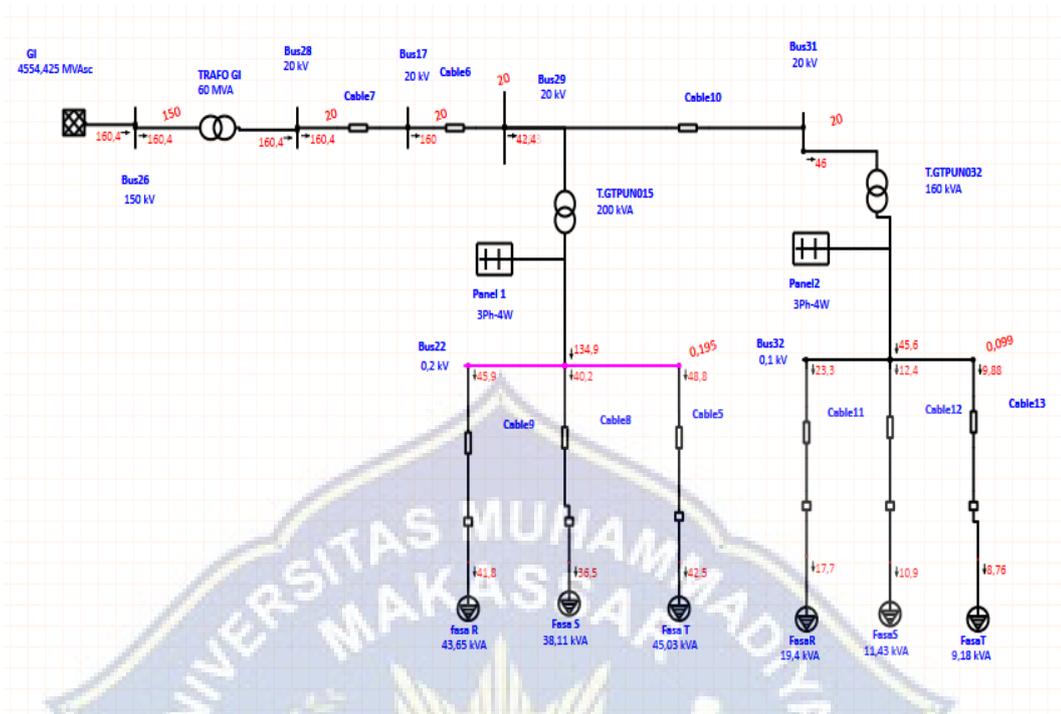


Gambar 4.7. Simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Sebelum Pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP 12.6.0

ID	kW Flow	kvar Flow	% Loading	% Voltage Drop
1 Cable10	152,8	60,06		0,02
2 Cable11	152,8	110,9		0,02
3 Cable12	57,04	33,12	77,4	13,25
4 Cable13	40,57	24	55,3	9,46
5 Cable14	54,67	31,5	74,1	14,79
6 Trafo	152,8	9,25	0,3	0
7 TrafoGTPUN015	152,8	110,9	94,4	6,67

Gambar 4.8. Hasil simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Sebelum pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.

Berdasarkan kedua gambar dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT.PUN015 sebelum dilakukan pemasangan Trafo sisipan guna pengalihan beban masih mengalami beban lebih (*overload*). Hal ini sesuai dengan perhitungan manual dimana nilai persen pembebanan Trafo mengalami beban lebih. Selanjutnya, untuk menampilkan gambar simulasi dan hasil pembebanan Trafo GT.PUN015 setelah pemasangan Trafo sisipan. Adapun gambar hasil simulasi pembebanan setelah pemasangan Trafo sisipan dengan menggunakan aplikasi ETAP adalah seperti pada gambar 4.10 dan 4.11.



Gambar 4.9 Simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 setelah Pemasangan/ Pengalihan Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP

Study Reports

Ref.	Select	Reports
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Untitled

Project Report

Active Project 33333

All Project in Active Directory

ID	kW Flow	kvar Flow	% Loading	% Voltage Drop
1 Cable 10	154,9	40,8		0,02
2 Cable 11	154,8	91,65		0,02
3 Cable 12	39,31	23,33	52,7	9
4 Cable 13	33,94	20,26	45,5	7,78
5 Cable 14	41,48	24,33	55,4	11,37
6 Cable 16	39,85	23,01		0
7 Cable 17	20,34	11,29	51,5	23,54
8 Cable 18	10,91	6,32	27,9	14,33
9 Cable 19	8,32	4,95	21,4	8,55
10 Trafo	154,9	-10,06	0,3	0
11 TrafoGTPUN015	115	80,15	70,1	4,91
12 TrafoGTPUN032	39,85	23,01	28,8	1,03

Gambar 4.10. Hasil simulasi pembebanan Trafo GT.PUN015 Setelah Pemasangan/Pengalihan Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.

Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu besar pembebanan suatu transformator yang diizinkan adalah sebesar 80% dari kapasitas transformator tersebut. Sehingga Trafo GT.PUN015 dinyatakan sebagai transformator *overload* karena persentase pembebanannya yang melebihi ketentuan yaitu 93 %.

Untuk menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik dan mutu pelayanan pada pelanggan, maka pihak PLN mengambil tindakan untuk melakukan perbaikan sebagaimana mestinya hingga dapat mengatasi kondisi *overload* suatu transformator. Namun dalam penelitian ini, penulis hanya melakukan analisis terhadap sebuah transformator guna mengatasi kondisi tersebut, dan objek pada penelitian ini berpusat pada transformator yang terletak di JL. Raya Pendidikan (GT.PUN015) yang mengalami beban lebih (*overload*) tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, beban lebih pada sebuah transformator dapat diatasi dengan dua cara yaitu *Uprating* kVA Trafo dan pemasangan Trafo sisipan (Pengalihan Beban). Namun dalam mengatasi *overload* pada Trafo tersebut dilakukan pemasangan Trafo sisipan, hal ini dilakukan karena kondisi dilapangan yang tidak memungkinkan untuk dilakukannya *Uprating* kVA Trafo dan juga untuk memperbaiki *drop* tegangan pada Trafo tersebut.

Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan Trafo sisipan yaitu pemindahan sebagian beban yang ada pada Trafo Utama guna mengurangi beban sehingga kembali dalam keadaan normal atau tidak dalam keadaan *overload*.

Selain itu, faktor lain juga menjadi pertimbangan pemasangan Trafo sisipan

adalah keadaan atau kondisi perkembangan beban yang tiap tahunnya akan mengalami peningkatan dikarenakan lokasi pada Trafo Utama merupakan daerah pemukiman. Berdasarkan pertimbangan ini maka pihak PLN mengatasi permasalahan tersebut dengan pemasangan Trafo sisipan GT.PUN032 dengan kapasitas 160 kVA.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu besar pembebanan suatu Trafo yang diizinkan adalah sebesar 80% dari kapasitas Trafo. Sehingga trafo GT.PUN015 dinyatakan sebagai Trafo *overload* dikarenakan persentase pembebanan yang melebihi ketentuan yaitu 93 %.

Untuk menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik dan mutu pelayanan pada pelanggan, maka pihak PLN mengambil tindakan untuk melakukan perbaikan sebagaimana mestinya hingga dapat mengatasi kondisi *overload* suatu Trafo. Namun dalam penelitian ini, penulis hanya melakukan analisis terhadap sebuah Trafo guna mengatasi kondisi tersebut, dan objek pada penelitian ini berpusat pada Trafo GT.PUN015 yang mengalami beban lebih (*overload*).

Berdasarkan hasil penelitian penulis, beban lebih pada sebuah Trafo dapat diatasi dengan dua cara yaitu *uprating* dan pemasangan Trafo sisipan. Namun dalam mengatasi *overload* pada Trafo GT.PUN015 ini dilakukan pemasangan Trafo sisipan, hal ini dilakukan untuk memperbaiki beban lebih dan juga *drop* tegangan pada Trafo tersebut.

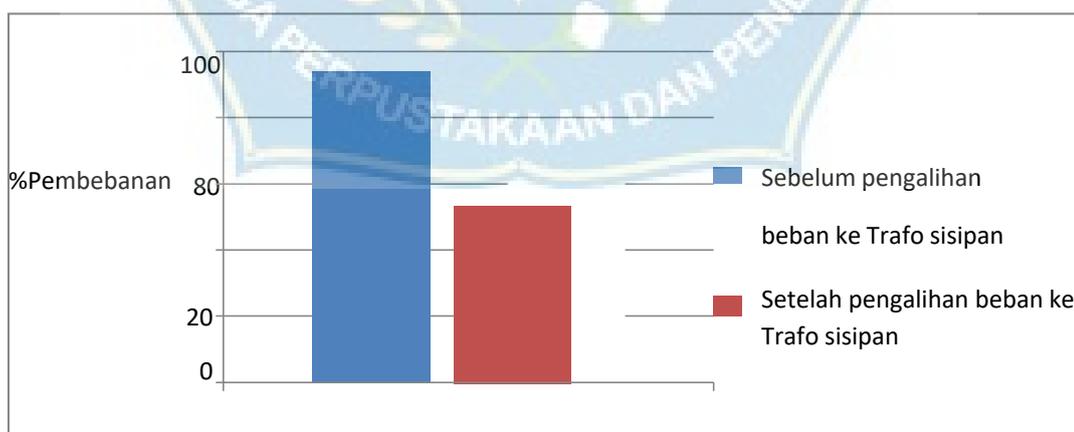
Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan Trafo sisipan yakni pemindahan sebagian atau keseluruhan beban dari salah satu jurusan yang

ada pada Trafo utama guna mengurangi pembebanan sehingga kembali dalam keadaan normal atau tidak dalam keadaan *overload*.

Selain itu, faktor lain juga menjadi pertimbangan pemasangan Trafo sisipan yaitu kondisi perkembangan beban yang tiap tahunnya akan mengalami peningkatan dikarenakan lokasi pada Trafo utama merupakan daerah pemukiman. Berdasarkan pertimbangan ini maka pihak PLN mengatasi permasalahan tersebut dengan pemasangan Trafo sisipan GT.PUN032 dengan kapasitas 160 kVA.

4.2.1 Perbandingan Persentase Pembebanan Trafo GT.PUN015 Penyulang UNM Sebelum dan Sesudah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Dari hasil perhitungan pada Trafo GT.PUN015 penyulang UNM sebelum dilakukan penyisipan trafo sisipan, hasil presentase pembebanan yang didapatkan yakni 93 %. Namun setelah adanya penambahan Trafo sisipan, hasil pembebanan pada Trafo tersebut mengalami perubahan. Berikut diagram perbandingan sebelum dan setelah penambahan transformator sisipan :

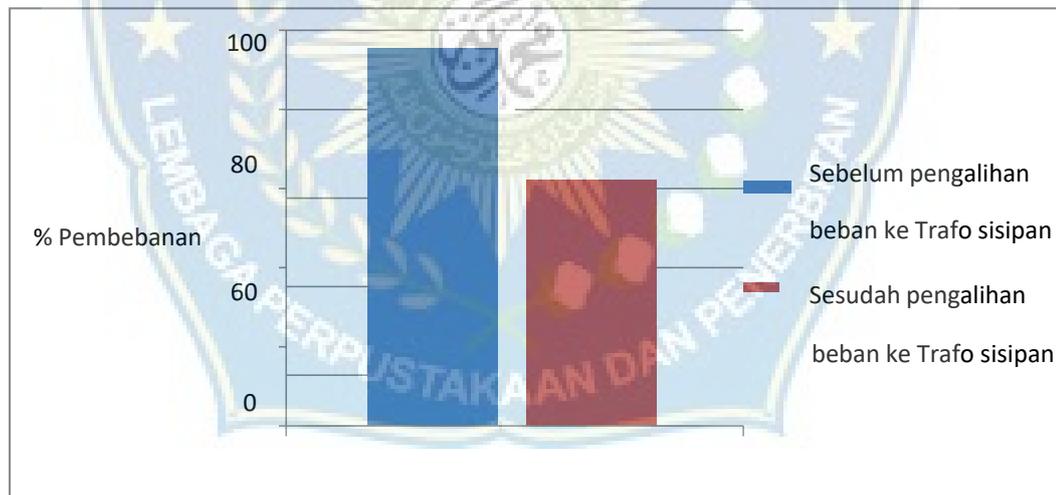


Gambar 4.11. Diagram Batang Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan

Dari Gambar 4.11, dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT.PUN015 mengalami perubahan setelah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan sehingga nilai pembebanan yang awalnya sebesar 93 % menjadi 69%, sehingga dapat dikatakan terjadi penurunan persentase pembebanan sebesar 24%.

4.2.2 Perbandingan Persentase Pembebanan Trafo GT.PUN015 Penyulang UNM Sebelum dan Sesudah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan Dengan Menggunakan Simulasi ETAP.

Dari hasil perhitungan pembebanan pada Trafo GT.PUN015 penyulang UNM sebelum dilakukan pemasangan/ pengalihan beban ke Trafo sisipan dengan menggunakan aplikasi ETAP, hasil presentase pembebanan yang didapatkan yakni 94,9 %.



Gambar 4.12. Diagram Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan beban ke Trafo sisipan menggunakan aplikasi ETAP.

Dari gambar 4.12, dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT.PUN015 mengalami perubahan setelah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan sehingga nilai pembebanan sebesar 94,9 % menjadi 70,1 %, sehingga dapat dikatakan terjadi penurunan persentase pembebanan sebesar 24,8%.

4.2.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Trafo Secara Manual Dan Aplikasi ETAP.

Setelah dilakukan perhitungan nilai presentase pembebanan pada Trafo GT.PUN015 baik sebelum dan setelah pemasangan trafo sisipan secara manual maupun menggunakan aplikasi ETAP, dapat dilihat perbandingan nilai persen pembebanan pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.9. Hasil perbandingan pengukuran beban Trafo GT.PUN015 sebelum dan sesudah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan dengan perhitungan manual dan menggunakan aplikasi ETAP.

	Tanpa Trafo Sisipan		Dengan Trafo Sisipan	
	Manual	Etap	Manual	Etap
% Pembebanan	93 %	94,9%	69%	70,1%

Dari kedua hasil sebelumnya, dapat dilihat bahwa perhitungan nilai pembebanan antara manual dengan menggunakan aplikasi ETAP memiliki perbedaan nilai persen pembebanan tidak begitu jauh. Untuk perbedaan perbandingan nilai persen pembebanan sebelum sisipan, manual maupun ETAP mencapai 1,09 % dari (93 % - 94,9 %). Sedangkan untuk perbedaan perbandingan

nilai persen pembebanan setelah pengalihan secara manual maupun ETAP mencapai -1,1 % dari (69 % - 70,1 %)

Hal yang menyebabkan terjadi selisih pada perhitungan manual dan aplikasi etap adalah sebagai berikut:

1. impedansi dan nilai resistansi pada aplikasi etap dan perhitungan manual berbeda karena di aplikasi etap memiliki standar penentuan impedansi dan resistansi bawaan dari aplikasi. Sedangkan nilai impedansi dan nilai resistansis yang ada dilapangan berbeda.
2. Pembulatan dalam penggunaan aplikasi etap, dalam penggunaan aplikasi etap yang membuat hasil dari pembenan dominan dilakukan pembulatan yang menyebabkan adanya selisih dari hasil perhitungan manual.

4.2.4. Perhitungan Letak Penempatan Trafo Sisipan.

Untuk letak yang ideal dalam penempatan Trafo sisipan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{10\% \times V_{ivc}}{i \text{ beban puncak} \times R \text{ saluran}}$$

Dimana:

L: Jarak penempatan (km)

R: Tahanan penghantar (Ω /Km)

i: Arus yang mengalir pada penghantar (A)

V_{ivc} : Besar tegangan pada penghantar (V)

10%: Efisiensi saluran

Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan arus beban puncak dan panjang saluran. Untuk menentukan arus beban puncak, digunakan pengukuran Arus dari jurusan A dengan menggunakan Tabel 4.2, yakni:

$$I \text{ Rata-Rata} = \frac{IR+IS+IT}{3}$$

$$I \text{ Rata-Rata} = \frac{313+256+238}{3}$$

$$I \text{ Rata-Rata} = \frac{807}{3}$$

$$I \text{ Rata-Rata} = 269 \text{ A}$$

Sedangkan untuk menentukan tahanan saluran yaitu menggunakan rumus:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 28,25 \frac{330.000\text{mm}}{150\text{mm}}$$

$$R = 0,621 \Omega$$

Dimana :

$$\rho = 28,25 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$L = \text{Panjang penghantar (3,300 mm}^2\text{)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (150 mm}^2\text{)}$$

Setelah didapatkan kedua variable, kemudian dimasukkan ke rumus dibawah ini.

$$L = \frac{10\% \times V_{i\text{vc}}}{i \text{ beban puncak} \times R \text{ saluran}}$$

$$L = \frac{10\% \times 400}{269 \times 0,621}$$

$$L = \frac{40}{167}$$

$$L = 0,239 \text{ kms}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan seperti di atas, maka jarak jaringan yang paling ideal untuk menempatkan Trafo sisipan tersebut adalah 239 meter dari Trafo Utama. Namun dalam hal ini kita tidak dapat berpatokan pada hasil perhitungan saja, tetapi juga harus melihat dari sisi lapangan .

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat gambar menunjukkan jalur/ lokasi dari Trafo Utama ke Trafo sisipan. Beberapa hal menjadi pertimbangan adalah sebagai berikut :

1. Untuk penempatan Trafo sisipan yang jaraknya begitu dekat dengan Trafo Utama kurang baik dikarena hanya mengurangi beban lebih/ *overload* pada Trafo, tidak memperbaiki *drop* tegangannya.
2. Hasil penentuan jarak ideal Trafo sisipan yaitu 239 meter dari Trafo utama, setelah dilakukan survey dilokasi, peninjauan di lapangan dan bermusyawarah dengan warga sekitar maka Trafo sisipan dipasang 250 meter dari Trafo Utama yaitu di pekerangan SMK TELKOM Cabang PANAKKUKANG karena lokasi tersebut tidak melibihi batas penentuan jarak ideal dan masyarakat memberikan izin untuk dilakukan pemasangan dilokasi tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan dalam beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Salah satu cara mengatasi *overload* pada Trafo distribusi yaitu dengan cara pemasangan Trafo sisipan. Trafo sisipan adalah trafo tambahan yang berfungsi untuk memecah beban atau membagi beban pada Trafo yang mengalami *overload* atau beban diatas 80%.
2. Dari hasil perhitungan manual didapatkan nilai persentase pembebanan Trafo sebelum dilakukan pemasangan Trafo sisipan (pengalihan beban) yaitu 93 % dan setelah dilakukan pemasangan Trafo sisipan yaitu 69 %, sehingga mengalami penurunan sebanyak 24 %. Untuk perhitungan menggunakan aplikasi Etap persentase pembebanan Trafo sebelum dilakukan pemasangan Trafo sisipan (pengalihan beban) 94,9 % menjadi 70,1%, sehingga dapat dikatakan terjadi penurunan persentase pembebanan sebesar 24,8 %. Hal yang menyebabkan terjadi perbedaan pada perhitungan manual dan aplikasi etap tersebut , karena impedansi dan nilai resistansi, Pembulatan dalam penggunaan aplikasi etap.
3. Dari hasil perhitungan untuk jarak ideal Trafo sisipan adalah berkisar 239 meter dari Trafo yang mengalami *overload*. Sedangkan realisasi pemasangan trafo sisipan yang terpasang pada penyulang UNM adalah 250 meter dari trafo *overload* yang telah terpasang.

B. Saran

Dalam menentukan kapasitas Trafo untuk pemasangan Trafo sisipan agar tidak hanya mengandalkan hasil perhitungan saja, namun juga tetap dilakukan survey dan mempertimbangkan pertumbuhan dan perkembangan beban untuk beberapa tahun ke depan agar mendapatkan hasil yang lebih baik bagi PLN maupun masyarakat.



DAFTAR PUSTAKA

- Arpah, & Andi Muhamad. (2020). *Skripsi analisis penambahan trafo sisipan pada penyulang ulp mattoanging.*
- Erhaneli, E., & Riski, A. (2013). PENGARUH PENAMBAHAN JARINGAN TERHADAP DROP TEGANGAN PADA SUTM 20 KV FEEDER KERSIK TUO RAYON KERSIK TUO KABUPATEN KERINCI. *Jurnal Momentum ISSN: 1693-752X, 15(2).*
- Fadli, N. (n.d.). Analisa Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Penyulang Pangutan. *Universitas Mataram, NTB.*
- Hermanto, H., Sukma, D. Y., & Feranita, F. (2017). Perbaikan Jatuh Tegangan pada Feeder Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Teluk Kuantan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains, 4(1), 1–8.*
- Indra, M. H., Handayani, Y. S., & Priyadi, I. (2022). Pengujian Tahanan Isolasi Pada Transformator Distribusi 160 kVA Di PT. PLN (PERSERO) UP3 Bengkulu. ... : *Jurnal Ilmiah Bidang ...*, 12(2), 8–15.
<https://ejournal.unib.ac.id/jamplifier/article/view/25274%0Ahttps://ejournal.unib.ac.id/jamplifier/article/download/25274/11758>
- Roza, I. (2018). Analisis Tegangan Jatuh Lokasi Penempatan Trafo Distribusi 20 kV Untuk Penyaluran Energi. *Journal of Electrical and System Control*

Safala, M. F. (2016). Penstabilan Tegangan Sekunder Pada Transformator Daya 150/20kV Akibat Jatuh Tegangan. *Skripsi. Semarang: Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.*

Sutawinaya, I. P., & Teresna, I. W. (2017). STUDI ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR SISIPAN UNTUK MENOPANG BEBAN LEBIH DAN DROP TEGANGAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI KA 1516 PENYULANG BUDUK MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP 7.0. *Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi, 14(3), 133.*

Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1 Pustaka, T. (2008). *Suhadi, Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1 , Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta, 2008, hlm.11 5. 5–23.*

Winardi, B., Winarno, H., & Aditama, K. R. (2016). Perbaikan Losses dan Drop Tegangan PWI 9 dengan Pelimpahan Beban Ke Penyulang Baru PWI 11 di PT PLN (Persero) Area Semarang. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 18(2), 64–69.*

Puil 2000, Persyaratan umum Instalasi Listrik



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Iswandi / Ahmad

Nim : 105821105018 / 105821104318

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	6 %	10 %
2	Bab 2	11 %	25 %
3	Bab 3	4 %	10 %
4	Bab 4	7 %	10 %
5	Bab 5	0 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 30 November 2023

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


N. Hamid S. Ham, M.I.P.
NBM 964 591

ISWANDI / AHMAD

105821105018/105821104318

Bab I

by Tahap Tutup



mission date: 30-Nov-2023 03:14PM (UTC+0700)

mission ID: 2242900311

name: BAB_1_3.docx (20.36K)

word count: 898

character count: 5795

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium
Part II

Student Paper

4%

2

docplayer.info

Internet Source

2%

Exclude quotes

Off

Exclude bibliography

Off

Exclude matches

< 2%



ISWANDI / AHMAD

105821105018/105821104318

Bab II

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Nov-2023 03:15PM (UTC+0700)

Submission ID: 2242900629

File name: BAB_II_4.docx (3.1M)

Word count: 2061

Character count: 12870

ORIGINALITY REPORT

11%
SIMILARITY INDEX

11%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | digilibadmin.unismuh.ac.id
Internet Source | 6% |
| 2 | digilib.poliupg.ac.id
Internet Source | 3% |
| 3 | adoc.pub
Internet Source | 2% |



Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

Off

ISWANDI / AHMAD

105821105018/105821104318

Bab III

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Nov-2023 03:16PM (UTC+0700)

Submission ID: 2242901199

File name: BAB_III_4.docx (252.79K)

Word count: 478

Character count: 3166

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 repository.unmuhpnk.ac.id
Internet Source

2%

2 id.scribd.com
Internet Source

2%



Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off

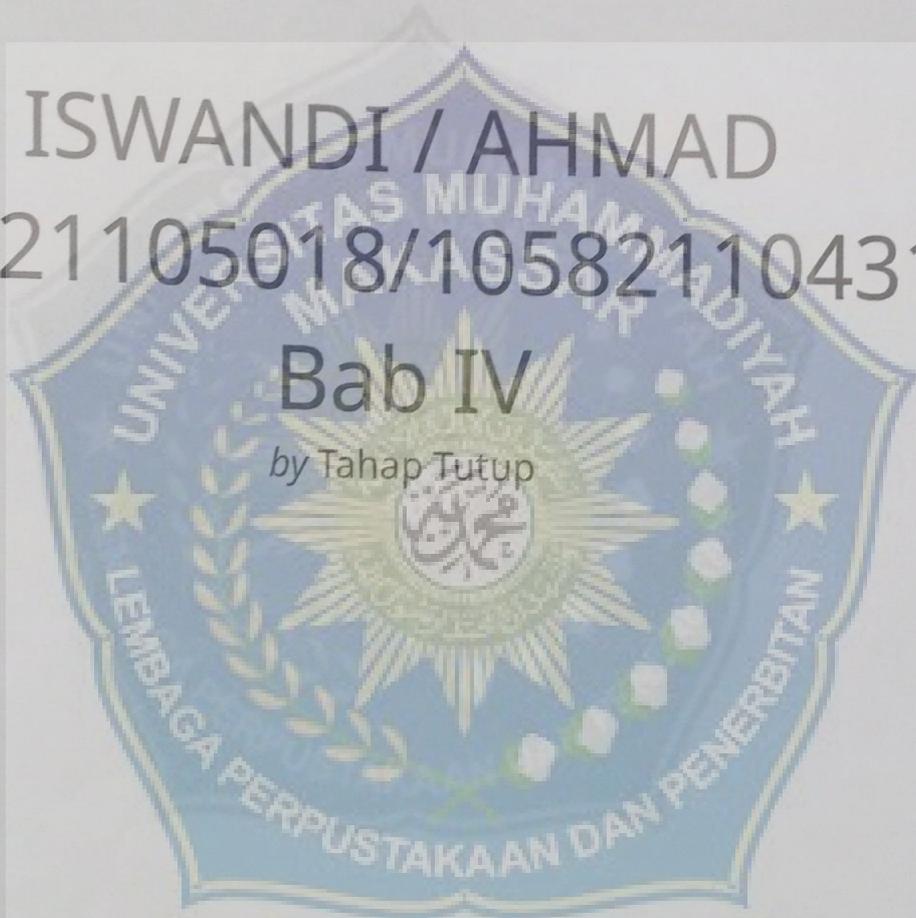


ISWANDI / AHMAD

105821105018/105821104318

Bab IV

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Nov-2023 03:17PM (UTC+0700)

Submission ID: 2242901683

File name: BAB_IV_4.docx (3.55M)

Word count: 2528

Character count: 15636

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

vdokumen.net

Internet Source

7%



Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

Off



ISWANDI / AHMAD

105821105018/105821104318

Bab V

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Nov-2023 04:02PM (UTC+0700)

Submission ID: 2242920374

File name: BAB_V_4.docx (17.98K)

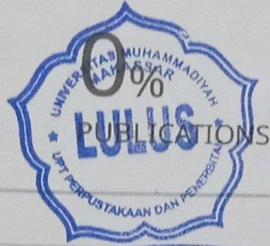
Word count: 428

Character count: 2672

ORIGINALITY REPORT

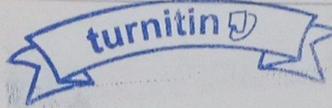
0%
SIMILARITY INDEX

0%
INTERNET SOURCES



0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 5%

