

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR UNTUK  
MENANGGULANGI KELEBIHAN BEBAN PADA  
TRANSFORMATOR PENYULANG KAJANG**



**OLEH :**

**SAEFUL ASHARI**

**MUHAMMAD ASRUL**

**105821107618**

**105821100917**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH**

**MAKASSAR**

**2024**

**HALAMAN JUDUL**

**“ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR UNTUK  
MENANGGULANGI KELEBIHAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR  
PENYULANG KAJANG”**



**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

**SAEFUL ASHARI**

**105821107618**

**MUHAMMAD ASRUL**

**105821100917**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

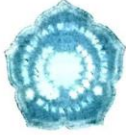
**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH**

**MAKASSAR**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**



**Kampus  
Merdeka**

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](http://www.unismuh.ac.id), e-mail: [unismuh@gmail.com](mailto: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 TRANSFORMATOR UNTUK MENANGGULANGI KELEBIHAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR PENYULANG KAJANG**

Nama : 1. SAEFUL ASHARI  
2. MUHAMMAD ASRUL  
Stambuk : 1. 105821107618  
2. 105821100917

Makassar, 06 Januari 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

  
Ir. Abdul Hafid M.T.


Pembimbing II

  
Andi Faharuddin, S.T., M.T.

Mengetahui,

Prodi Teknik Elektro



  
Andi Faharuddin, S.T., M.T.

Prodi Teknik Elektro : 1044 202

# PENGESAHAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : [teknik@unismuh.co.id](mailto:teknik@unismuh.co.id)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Saeiful Ashari** dengan nomor induk Mahasiswa **105 82 11076 18**, dan **Muhammad Asrul** dengan nomor induk mahasiswa **105 82 1009 17** dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : **0001/SK-Y20201/091004/2024** 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 ISRAN RAMLI, ST., MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

b. Sekretaris : Ir. Rahmnia, ST., MT.

3. Anggota

1. Dr. Ir. Ridwang, S.Kom., MT.

2. Ir. Suryani, ST., MT.

3. Andi Abdul Halik Lateko, ST., MT., P.hd.

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Abdul Hafid, M.T.

Pembimbing II

Andi Faharuddin, ST., MT.



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795.108

## KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Analisis penambahan transformator sisipan untuk mengatasi *overload* pada transformator di penyulang Jurusan Kajang ” Sebagai tugas akhir dan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik universitas muhammadiyah makassar.

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih terkhusus dan teristimewa kepada orang tuaku tercinta, Bapak Amirullah dan Ibu Hj. Humrah karena telah mendidik, membimbing serta selalu mendoakan dan mendukung penulis tanpa henti.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ibu Dr. Hj Nurnawaty, S.T.,M.T.,I.P.M, selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Ibu Adriani, S.T.,M.T.,I.P.M, selaku ketua jurusan tehknik elektro fakultas Teknik.
3. Bapak Ir. Abdul Hafid M.T. selaku Pembimbing I, yang telah mengarahkan dan membimbing saya mulai dari awal persiapan penulisan skripsi sampai selesai dengan baik dan berkualitas.
4. Bapak Andi Faharuddin,S.T.,M.T. selaku pembimbing II, yang telah mengarahkan dan membimbing saya mulai dari persiapan penulisan skripsi sampai selesai dengan baik dan berkualitas.



5. Seluruh dosen dan staf fakultas tehknik universitas Muhammadiyah makassar yang telah membimbing dan memberikan materi perkuliahan pada penulis.
  6. Ayahanda dan ibu tercinta, penulis mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
  7. Saudara-saudaraku serta rekan- rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2018 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah Swt dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis rekan –rekan, masyarakat serta bangsa dan negara, amin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 06 Januari 2024

penulis

**ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR UNTUK  
MENANGGULANGI  
KELEBIHAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR PENYULANG  
KAJANG**

**Saeful Ashari<sup>1</sup>, Muhammad Asrul<sup>2</sup>**

Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: [saefulashari415@gmail.com](mailto:saefulashari415@gmail.com)<sup>1</sup>, [basobone2907@gmail.com](mailto:basobone2907@gmail.com)<sup>2</sup>

**ABSTRAK**

*Abstract:* Pertumbuhan konsumen atau beban listrik dari tahun ke tahun merupakan salah satu perkembangan yang terus berlangsung dalam sistem tenaga listrik. Namun, masalah dengan pengiriman listrik sering terjadi. Salah satunya adalah kelebihan muatan, atau pemuatan, trafo distribusi yang telah mencapai kapasitas maksimumnya. Ketika kapasitas pemuatan transformator melebihi 80%, dikatakan kelebihan beban. Jika ini berlanjut untuk sementara waktu, insulasi cair dan padat trafo dapat mengalami panas berlebih, yang akan mengurangi masa pakainya dan bahkan mungkin menyebabkan trafo gagal total. Memasang trafo sisipan atau peningkatan (peningkatan kapasitas) adalah dua solusi lain untuk masalah kelebihan beban trafo. Trafo Distribusi 200 kVA, AM097 di PT. PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA Area feeder Kajang, Ulp Tanete PT. PLN (Persero) wilayah kerja TANETE Rayon mengalami trafo *overload*. Penurunan tegangan ujung terbesar adalah 32%, dan persentase pembebanan mencapai 94%. Trafo sisipan adalah Trafo tambahan yang berfungsi untuk memecah beban atau membagi beban pada trafo yang mengalami kelebihan beban atau diatas 80%. Dari hasil perhitungan manual didapatkan nilai persentase pembebanan trafo sebelum pemasangan trafo sisipan yaitu 83% dan setelah dilakukan pemasangan trafo sisipan sehingga mengalami penurunan sebanyak 32%. Dari hasil perhitungan untuk jarak ideal trafo sisipan adalah Berkisar 240 meter dari trafo yang mengalami beban lebih, sedangkan realisasi pemasangan trafo sisipan yang terpasang pada penyulang kajang adalah 160 dari titik trafo eksisting yang telah terpasang. Hal ini tidak melebihi batasan ideal dalam penentuan jarak dari trafo sisipan.

**Kata kunci :** Trafo Sisipan, Jarak Ideal, Trafo *Overload*, Alat Ukur Ratio Tester Trafo.

**ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR UNTUK  
MENANGGULANGI  
KELEBIHAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR PENYULANG  
KAJANG**

Saeful Ashari<sup>1</sup>, Muhammad Asrul<sup>2</sup>  
Muhammadiyah University of Makassar  
e-mail: saefulashari415@gmail.com 1, basobone2907@gmail.com 2

**ABSTRACT**

*Abstract: The growth of consumers or electricity loads from year to year is one of the ongoing developments in the electric power system. However, problems with electricity delivery often occur. One of them is overloading, or loading, distribution transformers that have reached their maximum capacity. When the transformer loading capacity exceeds 80%, it is said to be overloaded. If this continues for a while, the transformer's liquid and solid insulation may overheat, which will reduce its service life and possibly even cause the transformer to fail completely. Installing an insert or upgrade transformer (increasing capacity) are two other solutions to the transformer overload problem. 200 kVA Distribution Transformer, AM097 at PT. PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA Kajang feeder area, Ulp Tanete PT. PLN (Persero) in the TANETE Rayon work area experienced a transformer overload. The largest tip stress drop is 32%, and the loading percentage reaches 94%. An insert transformer is an additional transformer whose function is to break up the load or divide the load on a transformer that is overloaded or above 80%. From the results of manual calculations, it was found that the transformer loading percentage value before installing the insert transformer was 83% and after installing the insert transformer, it decreased by 32%. . From the calculation results, the ideal distance for an insert transformer is around 240 meters from the transformer that experiences overload, while the realization of installing an insert transformer installed on the awning feeder is 160 from the point of the existing transformer that has been installed. This does not exceed the ideal limit in determining the distance from the transformer. insert.*

**Keywords: Insert Transformer, Ideal Distance, Overload Transformer, Transformer Ratio Tester Measuring Instrument.**



## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Sistem Tenaga Listrik.....	6
B. Sistem Jaringan Distribusi.....	7
C. Minyak Transformator.....	14
D. Bushing Transformator.....	15
E. Sistem Pendingin Transformator.....	16

F. Proteksi pada Transformator Distribusi.....	17
G. Penumaian (Grounding) Pada Transformator Distribusi.....	19
H. Keadaan Transformator Tanpa Beban.....	20
I. Pembebanan Trafo Dan Standar Pln.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
A. Waktu Dan Tempat.....	22
B. Perencanaan Penelitian .....	22
C. Penulisan Laporan.....	24
D. Alur Penelitian.....	25
E. Metode Analisa.....	25
F. Ketidakseimbangan Beban.....	25
G. Metode Yang Di gunakan Dalam Penanganan masalah overload.....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
A. Data transformator distribusi BMGX BT50-087.....	29
B. Trafo distribusi BMGX BT50-087.....	31
C. Data beban transformator distribusi BMGX BT50-087 Sebelum sisipan	33
D. Trafo sisipan .....	38
E. Data pengukuran trafo sisipan BMGX BT50-106.....	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Gambaran umum system Tenaga listrik.....	7
Gambar 2.2	Konfigurasi system spindle.....	10
Gambar 2.3	Bagian inti dari transformator.....	14
Gambar 2.4	Bushing transformator.....	16
Gambar 2.5	Trafo dalam keadaan tanpa beban.....	20
Gambar 2.6	Single line diagram gardu distribusi.....	21
Gambar 3.1	Alur penelitian.....	25
Gambar 3.2	Vektor arus dalam keadaan tidak seimbang.....	26
Gambar 4.1	Single line diagram penyulang jurusan kajang.....	30
Gambar 4.2	Trafo distribusi BMGX BT50-087.....	32
Gambar 4.3	Trafo sisipan distribusi BMOZ BT50-106.....	33
Gambar 4.4	Name plat trafo distribusi BMGX BT50-087.....	33
Gambar 4.5	Single line trafo distribusi BMOZ BT50-087.....	34
Gambar 4.6	Trafo sisipan BMOZ BT50-106.....	41
Gambar 4.7	Name plat trafo distribusi BMOZ BT50-106.....	42
Gambar 4.8	Single line diagram trafo distribusi.....	43
Gambar 4.9	Lokasi penempatan trafo utama BMGX BT50-087.....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data trafo distribusi BMGX BT50-087.....	29
Tabel 4.2 Hasil pengukuran beban trafo BMGX BT50-987.....	33
Tabel 4.3 Data spesifikasi name plat trafo distribusi BMOZ BT50-106.....	39
Tabel 4.4 Hasil pengukuran beban trafo BMOZ BT50-087.....	42



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pertumbuhan konsumen atau beban listrik dari tahun ke tahun merupakan salah satu perkembangan yang terus berlangsung dalam sistem tenaga listrik. Sistem untuk mendistribusikan listrik harus sangat andal. Namun, masalah dengan pengiriman listrik sering terjadi. Salah satunya adalah kelebihan muatan, atau pemuatan, trafo distribusi yang telah mencapai kapasitas maksimumnya. Ketika kapasitas pemuatan transformator melebihi 80%, dikatakan kelebihan beban.

Ketika trafo distribusi kelebihan beban, tegangan turun (turun), yang mengakibatkan penumpukan panas pada inti trafo dan belitan. Jika ini berlanjut untuk sementara waktu, insulasi cair dan padat trafo dapat mengalami panas berlebih, yang akan mengurangi masa pakainya dan bahkan mungkin menyebabkan trafo gagal total. Memasang trafo sisipan atau peningkatan (peningkatan kapasitas) adalah dua solusi lain untuk masalah kelebihan beban trafo. Trafo Distribusi 200 kVA, AM097 di PT. PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA Area feeder Kajang, Ulp Tanete PT. PLN (Persero) wilayah kerja TANETE Rayon mengalami trafo *overload*.

Penurunan tegangan ujung terbesar adalah 32%, dan persentase pembebanan mencapai 94%. Tindakan pada trafo distribusi diperlukan sebagai respons terhadap trafo kelebihan beban dan penurunan tegangan yang parah. Memasang trafo sisipan adalah tindakan terbaik, oleh karena itu perhatikan di mana beban berada. Meningkatkan kapasitas trafo yang ada adalah semua yang diperlukan



untuk memutakhirkannya; namun demikian, ini belum dapat sepenuhnya mengkompensasi penurunan tegangan di ujung saluran. Strategi pemasangan trafo insert pada Trafo Distribusi AM097 diperiksa dalam penelitian ini.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu perencanaan, meningkatkan kehandalan sistem, dan meningkatkan kemampuan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) pada Trafo Distribusi AM097 dalam menyalurkan energi.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang harus dipecahkan adalah sebagai berikut dengan memperhatikan latar belakang yang telah diuraikan:

- a. Bagaimana cara perhitungan persentase pembebanan transformator yang mengalami *overload*?
- b. Metode apa yang digunakan dalam penanganan transformator yang mengalami *overload* tersebut ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan apa yang telah di kemukaan pada rumusan masalah diatas maka tujuan dari penulisan ini adalah :

- a. Dapat mengetahui berapa besar pembebanan transformator sebelum dan sesudah ditangani.
- b. Mengetahui, dan menganalisis cara penanggulangan transformator distribusi yang mengalami masalah *overload* agar tidak terjadi kerusakan dengan harapan dapat meminimalisir gangguan pada transformator distribusi.

#### **D. Batasan Penelitian**

Batas masalah yang peneliti gunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Metode yang digunakan khusus transformator sisipan
- b. Perhitungan persentase pembebanan Transformator
- c. Penyulang yang dibahas khusus penyulang jurusan kajang

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin peneliti capai melalui analisis penambahan transformator sisipan mengatasi *overload* pada transformator di penyulang :

- a. Menambah wawasan serta pengetahuan tentang gangguan dan pemeliharaan transformator distribusi.
- b. Mengetahui cara penanggulangan transformator distribusi yang mengalami masalah *overload* agar tidak terjadi kerusakan dengan harapan dapat meminimalisir gangguan pada transformator distribusi sehingga konsumen pelanggan dapat menikmati layanan listrik dengan baik.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan untuk memahami lebih jelas isi skripsi maka sistematika penulisannya sebagai berikut:

**Bab I Pendahuluan**, membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

**Bab II Tinjauan Pustaka**, dalam laporan ini berisi dasar teori pendukung yang mendukung pembahasan tugas akhir penelitian.

**Bab III Metode Penelitian,** dalam laporan ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian dan proses yang akan di laksanakan.

**Bab IV Hasil Penelitian,** Membahas tentang metode yang digunakan dalam penanganan masalah (beban lebih) pada transformator distribusi BMGX BT50-087, Yaitu salah satu trafo distribusi yang mengalami beban lebih, Sehingga para peneliti dapat menjadikan sebagai bahan acuan dalam proses mengumpulkan data-data dan mendokumentasikan sehingga peneliti dapat mengetahui masalah yang terjadi dilapangan, Serta apa yang diharapkan oleh pihak Pln dapat membantu terjadinya masalah beban lebih pada trafo tersebut sehingga perlu dilakukan sebuah metode penyisipan trafo.

**Bab V Penutup,** membahas tentang kesimpulan atau inti dari pokok pembahasan yang telah diuraikan di bab-bab sebelumnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

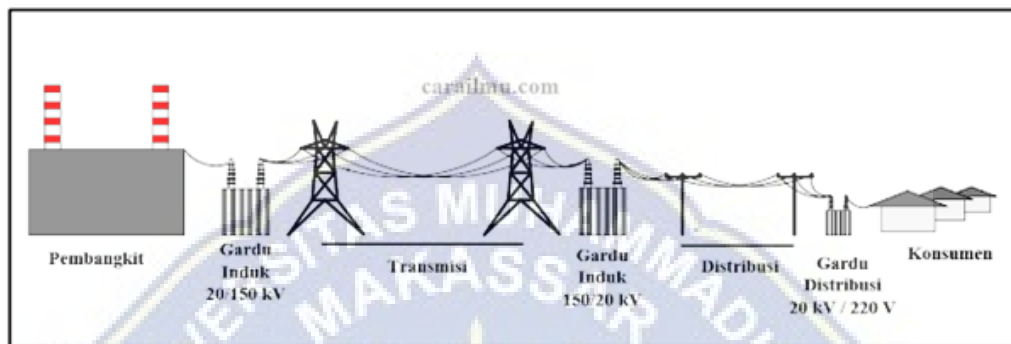
#### **A. Sistem Tenaga Listrik**

Dalam sistem tenaga listrik, sistem distribusi merupakan hal yang sangat penting. Pasalnya, sistem ini langsung terhubung dengan pengguna listrik pelanggan di saluran tegangan menengah dan rendah. Menerima listrik dari sumber listrik dan mendistribusikannya ke konsumen adalah tugas yang dilakukan oleh sistem distribusi itu sendiri.

Elemen penting dari sistem distribusi tegangan menengah adalah trafo distribusi. Namun gangguan pada trafo distribusi sering terjadi salah satunya adalah *Overload* pada transformator. Beban yang terpasang pada trafo lebih besar dari kapasitas maksimumnya, yang merupakan akar penyebab kelebihan beban. sehingga akan berdampak pada trafo yaitu menjadi panas dan menyebabkan suhu lilitan pada koil trafo menjadi naik. Kenaikan temperatur belitan dapat menyebabkan kerusakan pada isolasi belitan pada kumparan trafo yang beresiko merusak trafo dan dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran listrik ke konsumen. Salah satu bagian dari sistem distribusi tenaga listrik adalah gardu distribusi. Pada gardu distribusi ini biasanya digunakan trafo distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan yang dapat digunakan pada jaringan distribusi tegangan rendah (trafo step down); misalnya tegangan 20 KV menjadi tegangan 400 Volt atau 220 Volt. Jika trafo beroperasi pada beban nominalnya, trafo akan berjalan terus menerus.

## B. Sistem Jaringan Distribusi

Pendistribusian tenaga listrik pada sistem ini di bagi menjadi tiga komponen penting, yaitu pembangkitan, distribusi (transmisi), dan distribusi, seperti di tunjukkan pada diagram di bawah ini.



GAMBAR 2. 1 Gambaran Umum Sistem Tenaga Listrik  
(Ashar Arifin, 2021)

Distribusi Primer (20KV) dan Distribusi Sekunder (400/220V) adalah dua kategori di mana tegangan dalam sistem distribusi dapat di bagi. Jaringan distribusi 400/220V sering disebut sebagai Jaringan Tegangan Rendah, dan jaringan distribusi 20KV kadang di sebut sebagai Jaringan Tegangan Menengah (JTM).

### 1. Transformator Distribusi

Trafo distribusi merupakan perangkat tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik kepada pelanggan dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi. Sisi primer dan sisi sekunder membentuk kedua sisi trafo distribusi ini. Saluran yang menyediakan sisi sekunder di kenal sebagai sisi primer.



Unit peralatan yang termasuk sisi primer adalah :

- a. Saluran sambungan dari SUTM ke unit transformator
- b. Fuse Cut Out (FCO)
- c. Lightning Arrester (LA)

Tujuan pemasangan trafo distribusi adalah untuk mengurangi/menurunkan tegangan listrik sistem distribusi tenaga listrik untuk tegangan konsumsi penggunaan konsumen. Trafo step down 20 KV/400 V adalah trafo yang paling sering di gunakan. Pada sistem distribusi ini tegangan fasa ke fasa adalah 380 V, namun karena sering terjadi penurunan tegangan maka tegangan rendah dibuat lebih dari 380 V agar tegangan yang di terima pelanggan/konsumen tidak kurang atau tidak kurang dari 380 V .

## **2. Jaringan Pada Sistem Distribusi Primer**

Sebuah media jaringan distribusi tegangan (20 KV) berfungsi sebagai jaringan distribusi utama. Pengumpan jaringan membentuk sistem distribusi utama. Jaringan ini berjalan dari sisi primer trafo distribusi yang dipasang pada tiang-tiang saluran, ke sisi sekunder trafo daya yang dipasang di jaringan listrik. Ada lima jenis yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jaringan pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah (Primer 20 KV), antara lain jaringan radial, jaringan penghantar konektor, jaringan sirkuler, jaringan spindel, dan sistem kluster atau klaster.

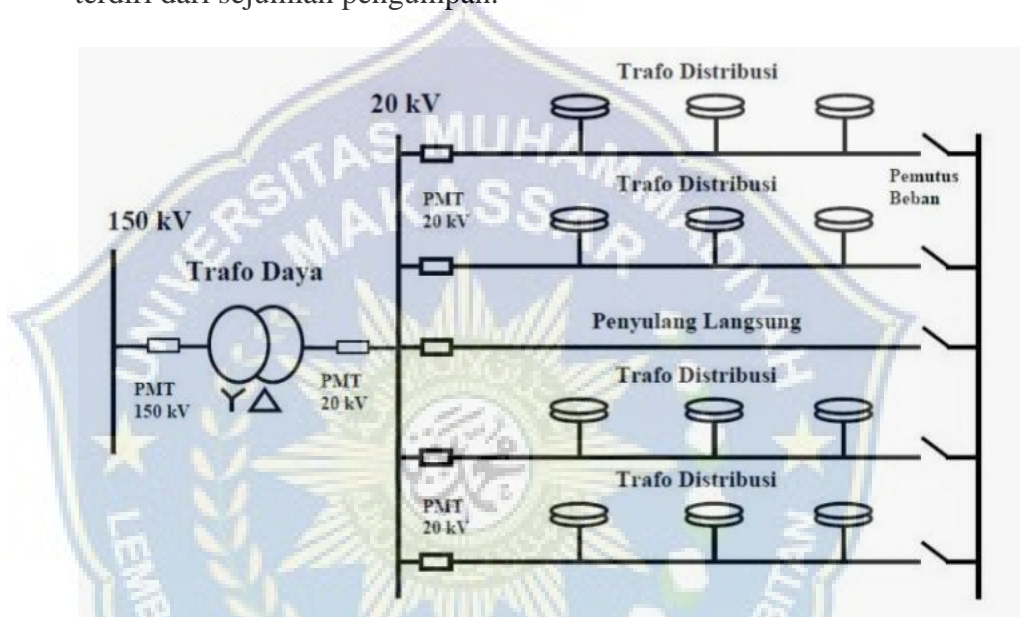
- a. Sistem distribusi yang paling sederhana dan hemat biaya adalah sistem distribusi jaringan radial. Pada sistem ini, sejumlah penyulang secara radial mensuplai sejumlah gardu distribusi.
- b. Sambungan Jaringan (Tie Line) Ketika arus beban lebih tinggi dari arus beban penuh atau arus normal trafo distribusi, gangguan beban lebih mungkin terjadi karena material yang terpasang pada trafo lebih berat dari kapasitas tipikal yang dapat dibawa oleh trafo . Bila digunakan secara berlebihan, suhu belitan trafo akan naik, akibatnya suhu minyak trafo juga naik.

Kualitas isolasi transformator menurun akibat kelebihan beban. Dan jika terus berlanjut, isolasi akan rusak atau gagal, yang dapat menyebabkan korsleting dan merusak trafo. Bagi power user, kelebihan beban berdampak negatif pada sisi client.

- a. Jaringan Sistem Loop Terbuka, yang biasanya dapat di sediakan dalam satu gardu induk, merupakan pengembangan dari sistem radial sebagai hasil dari kebutuhan untuk meningkatkan kehandalan. Namun, itu harus berada di satu sisi tegangan tinggi karena ini diperlukan untuk memindahkan beban jika terjadi gangguan. Bisa juga dari gardu induk lainnya.
- b. Jaringan untuk Sistem Loop Tertutup Untuk jaringan yang menerima daya dari gardu induk tunggal, jaringan sistem loop tertutup merupakan pilihan praktis. Sistem ini sering menggunakan relai dua arah dan membutuhkan

sistem perlindungan yang lebih rumit. Lebih andal daripada sistem lain, sistem ini.

- c. *Twisted Network* Sistem spindel yang digambarkan pada gambar di bawah menggabungkan pola radial dan cincin dalam tata letak jaringan. Tegangan dari gardu berakhir pada gardu switching (GH), dan spindel terdiri dari sejumlah pengumpan.



GAMBAR 2. 2 Konfigurasi Sistem Spindel (Aji, 2019)

Biasanya, spindel terdiri dari sejumlah feeder aktif serta feeder cadangan ekspres, yang semuanya di hubungkan oleh gardu induk (GH). Jaringan tegangan menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah dan saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM) biasanya menggunakan pola spindel. Namun saat di gunakan, sistem spindel bekerja seperti sistem radial. Gardu Distribusi terletak di dalam feeder aktif dan bertanggung jawab untuk mendistribusikan tegangan ke pengguna Tegangan Rendah (TR) dan Tegangan Menengah (TM).

Trafo distribusi mungkin mengalami gangguan beban lebih ketika beban terpasang melebihi daya dukung trafo yang biasa atau ketika arus beban lebih tinggi daripada arus beban penuh atau arus normal trafo distribusi. Suatu trafo dianggap kelebihan beban sesuai dengan SPLN Nomor 50 Tahun 1997 jika bebannya lebih besar dari 80%, atau dalam arti beban trafo yang di ijinan adalah 80% dari kapasitasnya. Overload ini terjadi karena penggunaan energi listrik yang tidak sah (injeksi/pencurian arus), sambaran petir, dan juga terjadi akibat pembebanan asimetris pada setiap fasa.

Baik belitan trafo maupun trafo oli akan mengalami kenaikan suhu akibat pembebanan yang berlebihan. Kualitas isolasi transformator menurun akibat kelebihan beban. Dan jika terus berlanjut dalam jangka waktu yang lama, hal itu akan mengakibatkan kegagalan isolasi trafo, yang dapat menyebabkan korsleting dan kerusakan pada trafo. Overload memiliki efek negatif bagi pengguna listrik di sisi pelanggan.

### **3. Konstruksi Transformator**

Perangkat listrik statis yang disebut transformator di gunakan untuk memindahkan daya dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya dengan mengubah voltase tanpa mengubah daya atau frekuensi. Gulungan primer transformator berfungsi untuk menerima energi listrik dari sumber tegangan yang di berikan. Gulungan sekunder adalah bagian dari transformator yang menerima energi listrik yang di induksi. Inti adalah bagian dari transformator yang menyediakan rangkaian keengganan rendah untuk jalur gaya magnet.

Dua kumparan konduktor berinsulasi yang membentuk kumparan ini di isolasi secara elektrik satu sama lain. Perbandingan jumlah lilitan pada kedua kumparan mempengaruhi perbandingan perubahan tegangan. Kedua gulungan diputar di sekitar inti baja lembaran berlapis dan di masukkan ke dalam tangki transformator berisi minyak.

Jika kumparan primer dialiri arus bolak-balik maka akan timbul fluks magnet bolak-balik sepanjang inti yang akan menginduksi kumparan sekunder sehingga kumparan sekunder akan menimbulkan tegangan : Jika transformator di yakini transformator ideal dimana tidak ada daya rugi-rugi pada trafo, maka daya pada kumparan primer (P1) sama dengan daya pada kumparan sekunder (P2). Menurut rumus berikut, rasio belitan pada kumparan primer dan sekunder menentukan tegangan dan arus pada kumparan sekunder:

$$\eta = \frac{V_S \cdot I_S}{V_P \cdot I_P} \times 100 \%$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi (%)

$V_p$  = Tegangan Sisi Primer (V)

$V_s$  = Tegangan Sisi Sekunder (V)

$I_p$  = Arus Sisi Primer (A)

$I_s$  = Arus Sisi Sekunder (A)

#### 4. Prinsip Kerja Transformator

Transformator memiliki dua buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, kedua kumparan tersebut bersifat induktif dan kedua



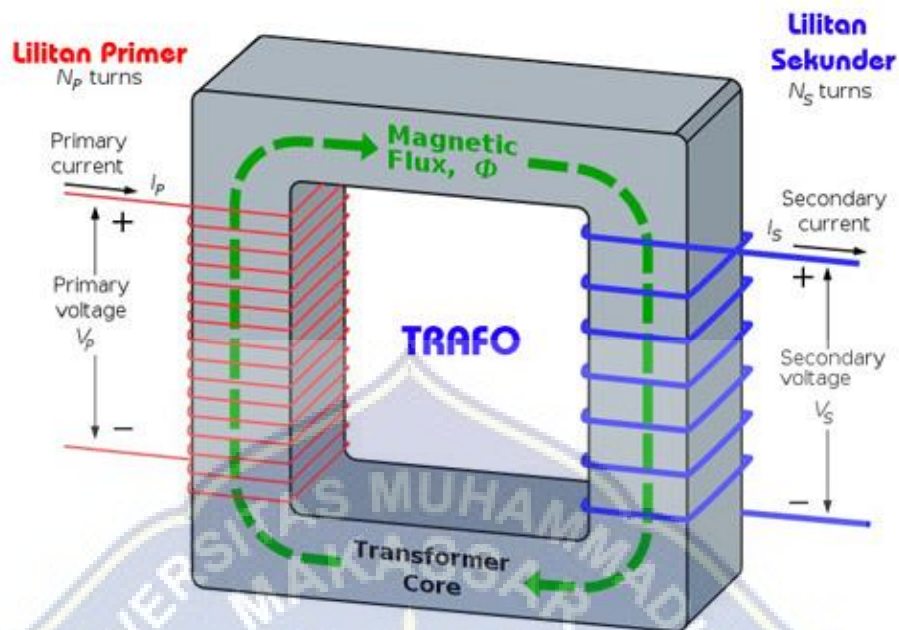
kumparan tersebut terpisah secara elektrik tetapi dikopel secara magnetis melalui saluran yang memiliki keengganan rendah. Fluks bolak-balik di hasilkan dalam inti yang di laminasi ketika koil primer di hubungkan ke sumber tegangan bolak-balik.

Kumparan primer mengalami induksi akibat adanya fluks pada kumparan primer (*self induction*), dan kumparan sekunder mengalami induksi akibat saling induksi yang menyebabkan timbul fluks magnet pada kumparan sekunder. Jika sirkuit sekunder di bebani, arus sekunder mengalir, memungkinkan energi listrik ditransfer secara keseluruhan. Tujuan mendasar menggunakan inti dalam transformator adalah untuk menurunkan keengganan sirkuit magnetik (hambatan magnetik).

## 5. Inti Transformator

Transformer dapat secara luas di klasifikasikan menjadi dua jenis: tipe inti dan tipe shell. Gulungan transformator di lilitkan pada dua sisi persegi inti, yang terdiri dari lapisan besi berinsulasi persegi panjang. Kumparan transformator di putar di sekitar pusat inti dalam tipe cangkang, yang terbuat dari lapisan inti berinsulasi.

Jika terjadi hubung singkat, trafo dengan tipe konstruksi cangkang memberikan keandalan konstruksi inti yang unggul dalam menghadapi tekanan mekanis yang kuat. Pada diagram di bawah ini, kedua jenis inti transformator inti di gambarkan.



GAMBAR 2. 3 Bagian Inti pada Transformator  
(Darsono dkk, (2014))

### C. Minyak Transformator

Minyak trafo memainkan peran penting dalam sistem isolasi trafo dan juga berfungsi sebagai pendingin untuk menyebarkan panas yang menyebabkan hilangnya daya di trafo. Naftalena, parafin, dan senyawa aromatik adalah tiga bahan utama minyak trafo. Sebagai isolator pada trafo, minyak trafo memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Di bandingkan dengan insulasi gas, insulasi cair memiliki kerapatan setidaknya 1000 kali lebih tinggi, memberikan kekuatan listrik yang lebih besar.

2. Isolasi cair akan menutupi celah atau ruang yang akan di isolasi dan sekaligus melalui proses konversi menghilangkan panas akibat kehilangan daya.
3. Jika terjadi pelepasan cairan isolasi biasanya sembuh dengan sendirinya. Kapasitas isolasi listrik suatu zat diukur dengan kekuatan di elektriknya. Tegangan tertinggi yang di butuhkan untuk membuat kerusakan dielektrik pada suatu material diukur dalam Volts/m dan disebut sebagai kekuatan di elektrik. Kualitas oli sebagai isolator meningkat dengan meningkatnya kekuatan di elektrik oli trafo. Hasil uji kekuatan dielektrik rendah menunjukkan adanya kontaminan minyak seperti air atau partikel konduktif dalam minyak. Idealnya, hasil uji kekuatan dielektrik yang tinggi belum tentu menunjukkan tidak adanya kontaminasi pada oli. Oli yang memiliki titik nyala tinggi dipilih untuk mengurangi kemungkinan kebakaran peralatan. Titik nyala oli baru tidak boleh kurang dari 135°C sedangkan oli bekas tidak boleh kurang dari 130°C.

#### **D. Bushing Transformator**

Bushing adalah metode menghubungkan jaringan luar ke satu set belitan. Sebuah konduktor dan isolator membentuk busing. Di antara konduktor busing dan transformator badan tangki utama, isolator bertindak sebagai isolator. Agar busing dapat menghubungkan kumparan trafo dengan rangkaian luar yang telah dilapisi isolasi. Antara konduktor dan tangki trafo, isolator juga berfungsi sebagai sekat. Porselen di gunakan untuk membuat busing yang berlubang di tengahnya. Lihat gambar di bawah untuk informasi tambahan.



GAMBAR 2. 4 BushingvTransformator  
(Nugraha dkk, 2020)

Inti atau konduktor, zat di elektrik, dan flan logam membentuk sebagian besar busung. Inti beroperasi pada tegangan tinggi dan membawa arus dari bagian dalam peralatan ke terminal bagian luar. Insulator seharusnya di bumikan ke badan perangkat dengan menggunakan flans.

### **E. Sistem Pendingin Transformator**

Pengelompokan sistem pendingin trafo antara lain :

#### **1. ONAN (Oil Natural Air Natural)**

Sirkulasi udara dan oli secara alami di gunakan dalam sistem pendingin ini. Perbedaan berat jenis antara minyak dingin dan panas inilah yang menyebabkan minyak bersirkulasi.

#### **2. ONAF (*Oil Natural Air Force*)**

Metode pendinginan ini secara artifisial menciptakan kembali sirkulasi udara oli alami dengan memaksa angin melalui kipas yang di tenagai oleh motor listrik. Pengoperasian transformator biasanya di mulai

dengan ONAN atau ONAF, tetapi hanya sebagian yang memutar kipas. Kipas lainnya akan berputar secara progresif jika suhu transformator meningkat.

### 3. OFAF (*Oil Force Air Force*)

Pada sistem ini, sirkulasi udara di gerakkan oleh kipas, sedangkan oli di sirkulasikan oleh pompa tenaga.

## **F. Proteksi Pada Transformator Distribusi**

Sistem proteksi pada sistem tenaga listrik mengisolasi atau melindungi area yang terdapat risiko gangguan atau bahaya. Tujuan dasar perlindungan adalah untuk menghentikan terjadinya gangguan, mengakhiri gangguan yang telah dimulai, melokalisirnya, dan mengurangi dampaknya. Biasanya, ini dilakukan dengan mengisolasi bagian yang terganggu dan menghindari penggunaan area lain.

### 1. Fuse

Alat proteksi arus berlebih yang menggunakan teori peleburan adalah sekering. Berdasarkan seberapa cepat elemen sekering (fuse link) meleleh, ada dua jenis sekering yang berbeda: tipe K (cepat) dan tipe T (lambat). Fuse Cut-Out adalah sekering yang dirancang untuk di gunakan pada tegangan lebih dari 600 V.

Jenis pengusiran Jenis yang paling sering di gunakan dalam sistem distribusi saluran udara adalah pemutus sekering. Sekering jenis ini menggunakan sekering yang berisi elemen sekering yang relatif pendek. Fuse Cut-Out sering di pasang antara jalur distribusi primer dan trafo

distribusi. Elemen sekring akan melebar dan memutus rangkaian jika terjadi gangguan untuk melindungi trafo distribusi dari bahaya. Pemutusan saluran primer dari trafo distribusi jika terjadi gangguan pada sisi sekunder trafo atau jaringan dapat mencegah terjadinya pemadaman pada seluruh jaringan primer yang disebabkan oleh gangguan dan arus lebih pada saluran primer, atau sebaliknya.

## 2. Lightning Arrester

Penangkal petir digunakan dalam jaringan distribusi untuk melindungi peralatan dari gangguan yang disebabkan oleh sambaran petir. Arester tambahan digunakan untuk menjaga sistem distribusi terhadap *flashover*. Peralatan yang disambungkan dari konduktor fasa ke tanah memiliki arester terpasang. Arester perlu di pasang pada setiap fase dari setiap tiang agar proteksi garis menjadi lebih efektif. Arester memiliki kualitas isolasi saat sistem beroperasi secara normal.

Jika terjadi sambaran petir, arester akan bertransisi menjadi konduktor, menyediakan jalur tahan petir ke tanah yang mencegah trafo mengalami tegangan berlebih yang signifikan. Rute ke tanah perlu di rancang sedemikian rupa sehingga tidak menghalangi aliran listrik yang biasa. Setelah petir berlalu, ia perlu menutup kembali ke isolator sesegera mungkin untuk mencegah pemutus sirkuit terbuka. Arus bocor arester tidak boleh melebihi 2 mA saat berjalan normal.

Arester kemungkinan akan mengalami kerusakan jika arus bocor lebih besar dari jumlah ini. Arester yang biasanya di gunakan pada jalur distribusi

adalah jenis katup. Celah percikan, celah seri, dan elemen resistansi dengan sifat non-linier membentuk arester tipe katup.

Tidak ada pemutusan seri yang dapat di timbulkan oleh tegangan frekuensi dasar. Interupsi bertindak sebagai konduktor jika celah seri pecah pada permulaan lonjakan yang cukup kuat. Arus tindak lanjut tidak dapat di putus oleh interupsi seri. Resistansi non-linier, yang dalam hal ini memiliki sifat resistansi kecil untuk arus besar dan resistansi kuat untuk arus susulan dari frekuensi fundamental, membantu menutup celah rangkaian.

### **G. Penumbumian (Grounding) pada Transformator Distribusi**

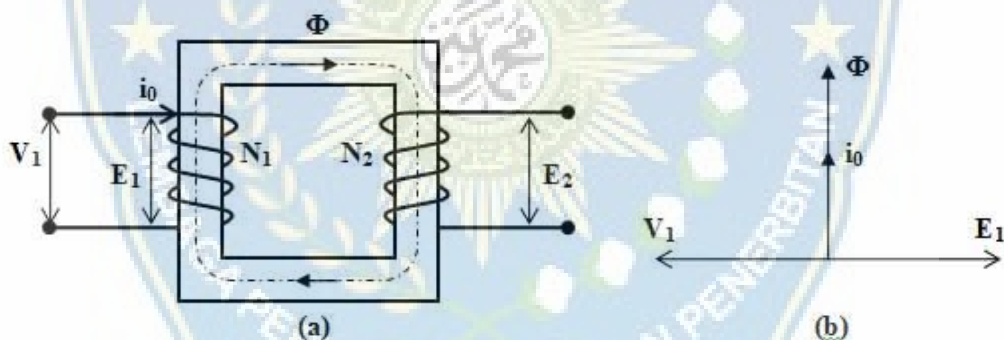
Dalam kasus gangguan pentanahan atau kebocoran arus karena kegagalan isolasi dan tegangan berlebih pada peralatan jaringan distribusi yang di sebabkan oleh sambaran petir, sistem pentanahan pada jaringan distribusi di gunakan sebagai perlindungan langsung untuk peralatan dan manusia. Dengan menghubungkan salah satu kabel pembawa arus sistem distribusi ke ground, atau lebih umum, dengan menghubungkan titik netral trafo dan generator ke ground, sistem penumbumian di pasang. Resistansi elektroda dan pentanahan harus di pertimbangkan dalam sistem pentanahan peralatan. Tanggung jawab utama sistem penumbumian peralatan adalah:

1. Menjamin keselamatan operator dan orang-orang di sekitar peralatan di tempat kerja.
2. Membatasi voltase antara komponen non-pembawa peralatan agar selalu di bawah batas aman.
3. Sebagai saluran balik impedansi rendah untuk arus gangguan ke tanah.



## H. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Ketika kumparan primer transformator di hubungkan ke sumber, tegangan sinusoidal  $V_1$  akan mengalirkan arus primer sinusoidal  $I_0$ , dan tegangan mengasumsikan bahwa belitan reaktif murni  $I_0$  akan berada 90 derajat di belakang  $V_1$ . Arus utama  $I_0$  menghasilkan fluks yang berbentuk sinusoidal dan sefase. Arus primer  $I_0$  menghasilkan fluks fase yang juga menciptakan sinusoid. Kumparan primer dan kumparan sekunder akan dipotong oleh fluks bolak-balik ini, dan karena harga bolak-balik menurun, ggl di produksi di kedua kumparan. EMF koil primer akan bekerja untuk menyeimbangkan tegangan yang di berikan  $V_1$ .



GAMBAR 2. 5 Trafo Dalam Keadaan Tanpa Beban  
(Qurotaayun dkk, 2015)

## I. Pembebanan Trafo Dan Standar PLN

Indeks ketergantungan adalah metrik keandalan berbasis skala probabilitas. Untuk menyediakan kerangka kerja untuk menilai ketergantungan jaringan sistem distribusi, berbagai indeks telah dibuat. SPLN merupakan persyaratan yang di

tetapkan oleh Direksi dan merupakan standar perusahaan bagi PT. PLN (Persero). Ini dapat berupa aturan, rekomendasi, arahan, prosedur pengujian, dan spesifikasi teknis. Lebih dari 264 standar telah berhasil di selesaikan sejak tahun 1976. 33 standar umum, 61 standar generasi, 71 standar transmisi, 99 standar distribusi. Standar ini bertujuan untuk mendefinisikan dan menilai keandalan jaringan distribusi tenaga listrik.

Tujuannya adalah untuk menawarkan manual yang terfokus untuk mengevaluasi kinerja dan mengetahui seberapa andal sistem distribusi, serta sebagai tolok ukur untuk kemajuan atau mengetahui proyeksi yang harus di penuhi oleh PT. PLN (Persero). Indeks Keandalan Nilai Standar berdasarkan SAIDI dan SAIFI. (Wahyudi, 1976).





## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan setelah pelaksanaan seminar proposal tempat penelitian ini dilakukan di Area Unit Pelayanan Pelanggan Rayon Tanete pada tanggal 03 Juli 2023 sampai 31 Juli 2023 untuk mengetahui kondisi dan situasi system jaringan distribusi listrik. Unit pelayanan Jaringan Rayon Tanete.

1. Waktu Pengambilan Data ini dilakukan pada bulan Juli s/d Juni 2023
2. Tempat/ Lokasi
  - a. Tempat : ULP TANETE UP3 BULUKUMBA
  - b. Lokasi : Jl. Langsung No.42, Tanete,Kec. Bulukumba,Sulawesi Selatan  
92552

#### **B. Perencanaan Penelitian**

Rencana yang jelas tentang bagaimana mengevaluasi dan menginterpretasikan data dikenal sebagai perencanaan penelitian. Metode kuantitatif digunakan untuk merancang penelitian ini. Metode penelitian kuantitatif menggunakan angka dan analisis statistik untuk mewakili data. Pendekatan observasi digunakan selama prosedur pengumpulan data. Pendekatan observasi melibatkan peneliti dalam proses pengumpulan data secara langsung. Langkah-langkah penelitian diuraikan di bawah ini.

a. Studi Literatur

Penulis terlibat dalam kegiatan analisis sastra untuk menemukan teori-teori yang relevan dengan masalah yang di temukan. Analisis penambahan trafo sisipan untuk mengatasi beban lebih pada trafo di departemen penyulang kajang di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA di lakukan dengan menggunakan berbagai sumber antara lain buku referensi, jurnal, dan internet.

b. Observasi Lapangan

Pengumpulan data dapat di lakukan dengan cara observasi, yaitu proses mengamati secara cermat dan langsung terhadap sesuatu saat berada di lapangan atau di tempat penelitian. Dalam hal ini, peneliti harus melakukan perjalanan ke lokasi penelitian, di arahkan oleh desain penelitian, untuk mengamati langsung berbagai hal atau keadaan lapangan.

Untuk menetapkan validitas penemuan ilmiah, observasi selalu merupakan langkah pertama. Pengamatan langsung harus di lakukan saat melakukan penelitian di lapangan; dalam hal ini penulis melakukan penelitian di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA.

c. Fokus Penelitian

Bidang studi utama peneliti proyek adalah yaitu tentang Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator Di Penyulang Jurusan Kajang di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA.

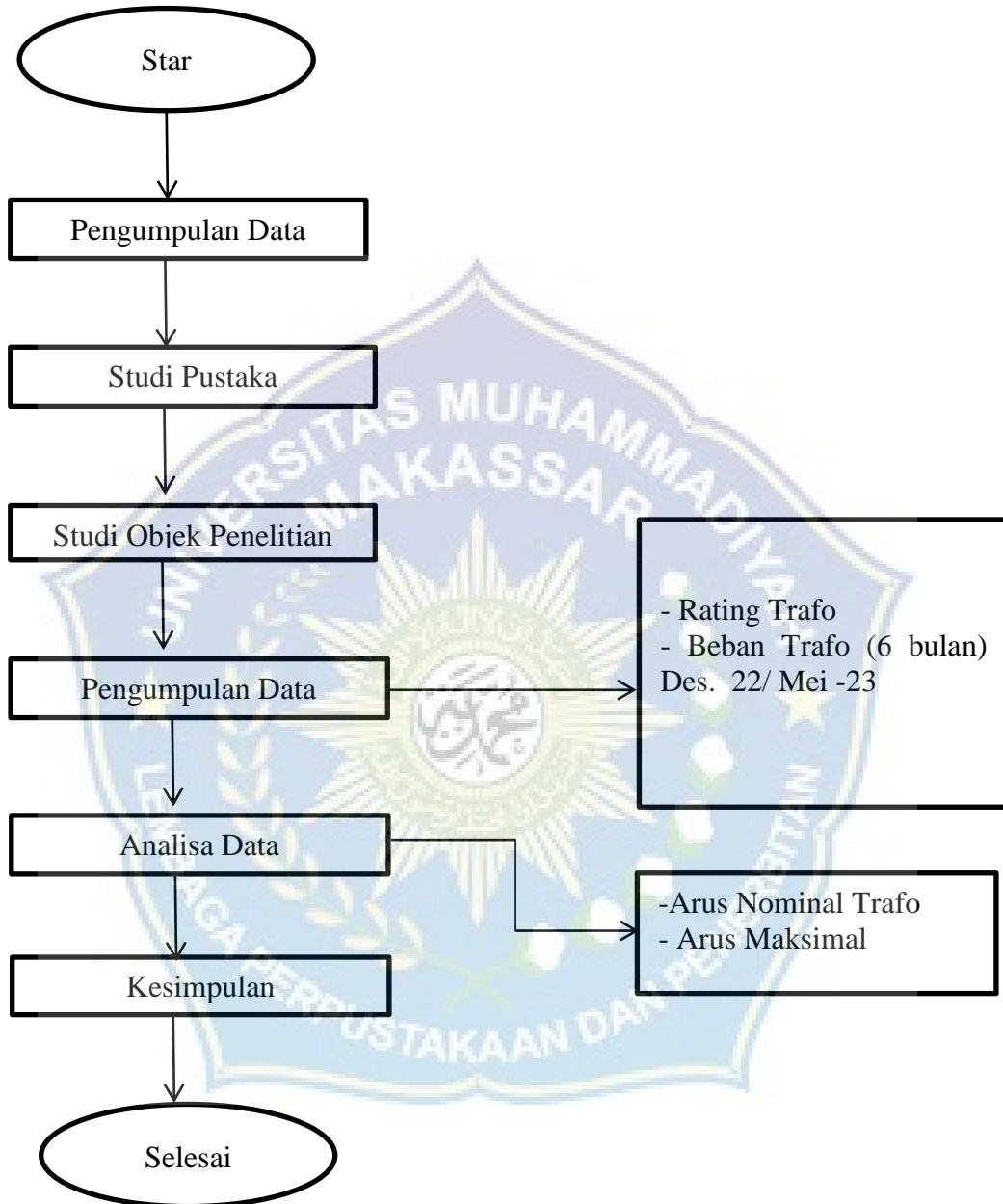
#### d. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, peneliti mengirimkan izin penelitian dari universitas ke PLN untuk meminta izin lokasi penelitian. Peneliti melakukan penelitian sesuai dengan judul yang akan di berikan setelah mendapatkan surat dari PLN. Untuk menyelesaikan penelitian ini, peneliti harus mengumpulkan data trafo yang di perlukan di PT PLN (Persero) ULP Tanete Up3 Bulukumba.

#### C. Penulisan Laporan

Penulisan laporan dibuat berdasarkan informasi yang di kumpulkan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penelitian dengan menggunakan rumus-rumus yang relevan dengan pokok bahasan sehingga dapat memberikan gambaran penelitian secara menyeluruh dan dapat di pertanggung jawabkan dengan baik.

#### D. Alur Penelitian



GAMBAR 3. 1 Alur Penelitian



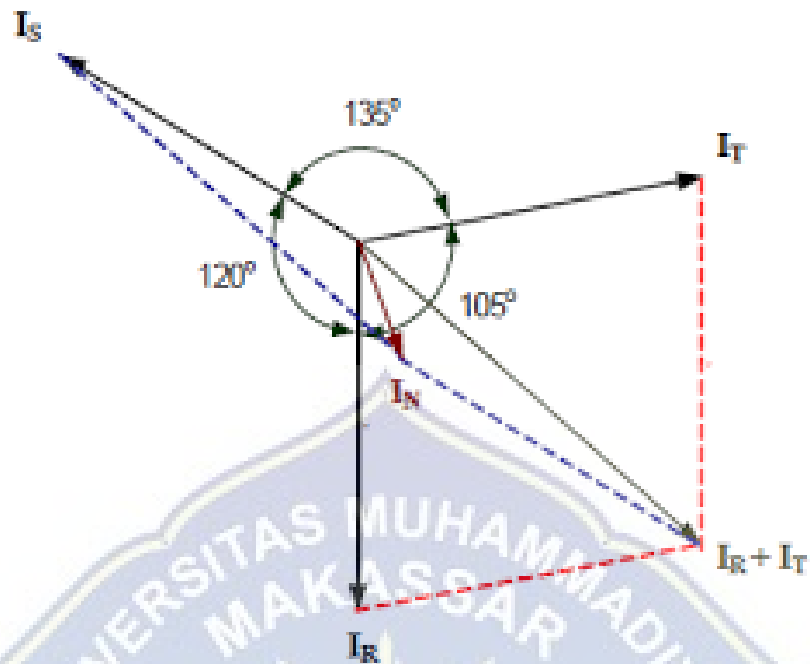
## **E. Metode Analisa**

Karena persamaan matematika yang di gunakan hanyalah persamaan umum yang dapat di selesaikan secara manual tanpa menggunakan teknik mutakhir, maka analisis data yang di kumpulkan dari PT. PLN (Persero) ULP Tanete Up3 Bulukumba di lakukan secara manual.

## **F. Ketidakseimbangan Beban**

Keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua prasyarat untuk keadaan seimbang tidak terpenuhi. Ada tiga keadaan tidak seimbang:

1. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama dan tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.



GAMBAR 3. 2 Vektor Arus Dalam Keadaan Tidak Seimbang.  
(Juliyanto, 2018)

Diagram vektor arus dalam keadaan tidak seimbang di tunjukkan di atas. Seperti yang dapat diamati, arus netral ( $I_N$ ), yang jumlahnya bergantung pada ukuran faktor ketidakseimbangan, tercipta ketika total tiga vektor arus ( $I_R$ ,  $I_S$ , dan  $I_T$ ) tidak sama dengan nol. Empat kabel - R, S, T, dan N - dengan fase warna standar - R (merah), S (kuning), T (hitam), dan N (biru) hadir dalam sistem kelistrikan yang sudah mapan.

Keadaan seimbang adalah keadaan di mana besaran dari tiga vektor arus/tegangan adalah sama. Ketiga vektor berada pada sudut  $120^\circ$  satu sama lain. Diagram arus vektor ditunjukkan dalam keadaan seimbang pada gambar di atas. Seperti yang dapat di amati, tidak ada arus netral karena penjumlahan tiga vektor arus ( $I_R$   $I_S$   $I_T$ ) sama dengan nol.

### 1. Arus Netral

Dalam sistem tiga fase, empat kabel, arus netral mengacu pada aliran arus dalam konduktor netral. Karena meluasnya penggunaan beban nonlinier, seperti inverter, peralatan las, dan beban nonlinier lainnya, arus harmonik serta ketidakseimbangan beban dapat mengakibatkan terciptanya arus netral.

### 2. Penyaluran dan Losses Daya pada Keadaan Arus Seimbang

Karena rugi saluran, daya yang diterima akan lebih kecil . Arus konsentrasi kapasitif di saluran di asumsikan sangat minim dalam model ini sehingga dapat di abaikan. Akibatnya, arus ujung transmisi dan arus ujung penerima memiliki ukuran yang sama.

### 3. Losses Akibat Keadaan Arus Tidak Seimbang

Arus akan mengalir pada penghantar netral akibat pembebanan pada setiap fasa yang tidak seimbang. Penghantar netral akan bertegangan jika arus mengalir melewatinya dan penghantar netral memiliki nilai resistansi, yang akan mengakibatkan tegangan tidak seimbang pada trafo.

## **G. Metode yang Di gunakan dalam Penanganan Masalah *Overload* pada Transformator.**

Salah satu trafo distribusi yang mengalami *overload* akan di bahas dalam skripsi ini oleh para peneliti. Kajian di lakukan dengan melakukan survey langsung ke lapangan, mengumpulkan data, dan mendokumentasikan data yang dirasa perlu oleh PLN Ulp Tanete Up3 Bulukumba. Pendekatan yang di lakukan kali ini untuk mengatasi masalah *overload* yang di lakukan oleh PT. PLN (Persero) ULP Tanete

Up3 Bulukumba dikenal dengan “Metode Penyisipan Trafo” yaitu penambahan trafo dengan kapasitas 50 kVA untuk membantu trafo sebelumnya dan mencegah terjadinya kerusakan pada trafo setelah disisipi.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Transformator Distribusi BMGX BT50-087

Penelitian ini di mulai untuk mendapatkan data pada trafo distribusi BMGX BT50-087 Yang merupakan salah satu trafo distribusi yang mengalami kelebihan beban pada penyulang kajang di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA, Trafo Distribusi BMGX BT50-087 yang berlokasi di jalan Dusun Bonto Tangnga.

TABEL 4. 1 Data Spesifikasi Trafo Distribusi BMGX BT50-087

Data Trafo Distribusi BMGX BT50-087	
Kapasitas	50 KVA
Frekuensi	50 HZ
Jumlah Fasa	3 Fasa
Merk Trafo	PT.SINTRA SINARINDO ELEKTRIK
Nomor Seri	22066358
Tahun Pembuatan	2020
Tegangan primer 21- 18 kV ( 7 tapping)	21- 18 kV ( 7 tapping)
Tegangan sekunder	400 V
Arus pengenal	72.17 A
Impedansi	4 %
Rugi inti & rugi tembaga	90 W & 800 W
Kelompok vector	Yzn5



Dengan demikian, kami menetapkan untuk mengambil trafo distribusi BMGX BT50-087 Sebagai objek penelitian untuk tugas akhir yang berjudul “Analisis Penambahan Transformator Untuk menanggulangi Kelebihan Beban Pada Transformator Penyulang Kajang”.

## **B. Trafo Distribusi BMGX BT50-087**

Ketidak optimalan kerja pada sebuah trafo akibat beban lebih yang mengakibatkan terhadap suatu mutu pelayanan kepada konsumen di PT. PLN (persero) Ulp Tanete Berkurang Dan Lebih Merugikan Ialah Dapat Mengakibatkan Kerusakan Terhadap Trafo Untuk Mengatasi Permasalahan Tersebut Dapat Di atasi Dengan Melakukan Pemasangan Trafo Sisipan Guna Mengurangi Beban Lebih Dan Perbaikan Drop Tegangan Pada Trafo Tersebut.





**C. Data beban transformator distribusi BMGX BT50-087  
Sebelum Sisipan**

TABEL 4. 2 Hasil Pengukuran Beban Trafo BMGX BT50-087

Data Trafo		Jurusan Penampang	fasa			
Kapasitas (KVA)	Primer/Se kunder		R	S	T	N
50 KVA	20 KV 400 V	A (LVTC 3 x 70+50 mm <sup>2</sup> )	32,98A	2,8A	52,86A	87,66A
		B (LVTC 3 x 70 + 50 mm <sup>2</sup> )	11,43A	2,8A	20,65A	34,88A
		C (LVTC 3x 70+ 50 mm <sup>2</sup> )	23,4A	0 A	33,5A	30,59A
Total			67,81A	5,6A	107.01A	122,54A

Berdasarkan hasil pengukuran beban trafo BMGX BT50-087

Beban pada jurusan A di hitung dengan menggunakan tegangan fasa R, S dan T

sebesar  $\frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$  dan asumsi factor daya 0.85 lagging

- Daya pada fasa R,  $P_R = 32.98 \times 230 \times 0.85 = 6.447,59 \text{ W}$
- Daya pada fasa S,  $P_S = 2,8 \times 230 \times 0.85 = 547,4 \text{ W}$
- Daya pada fasa T,  $P_T = 52,86 \times 230 \times 0.85 = 10.334 \text{ W}$

Daya total pada jurusan A dengan penampang kabel LVTC 3x70+50 mm<sup>2</sup> adalah

$$\begin{aligned}
 W_A &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 6447,59 + 547,4 + 10.334,13 \\
 &= 17,329 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Beban pada jurusan B di hitung dengan menggunakan tegangan fasa R, S dan T

sebesar  $\frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$  dan asumsi factor daya 0.85 lagging

- Daya pada fasa R,  $P_R = 11,43 \times 230 \times 0,85 = 2.234,56 \text{ W}$
- Daya pada fasa S,  $P_S = 2,8 \times 230 \times 0,85 = 547,4 \text{ W}$
- Daya pada fasa T,  $P_T = 20,65 \times 230 \times 0,85 = 4.037,07 \text{ W}$

Daya total pada jurusan B dengan penampang kabel LVTC 3x70+50mm<sup>2</sup> adalah

$$\begin{aligned}
 W_B &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 2.234,56 + 547,4 + 4.037,075 \\
 &= 6,819 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Beban pada jurusan C di hitung dengan menggunakan tegangan fasa R, S dan T

sebesar  $\frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$  dan asumsi factor daya 0.85 lagging.

- Daya pada fasa R,  $P_R = 23,4 \times 230 \times 0,85 = 4.574,7 \text{ W}$
- Daya pada fasa S,  $P_S = 0 \times 230 \times 0,85 = 0 \text{ W}$
- Daya pada fasa T,  $P_T = 33,5 \times 230 \times 0,85 = 6.549,25 \text{ W}$

Daya total pada jurusan C dengan penampang kabel LVTC 3x70+50mm<sup>2</sup> adalah

$$\begin{aligned}
 W_C &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 4.574,7 + 0 + 6.549,25 \\
 &= 11,123 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Daya total beban trafo BMGX BT50-087 adalah

$$\begin{aligned}
 W_{Total} &= W_A + W_B + W_C \\
 &= 17,339 + 6,819 + 11,123 \\
 &= 35,271 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Dan kapasitas pembebanan ,

$$\begin{aligned} S_{Total} &= \frac{W_{Total}}{0.85} \\ &= \frac{35,271}{0,85} \\ &= 41,495 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Kapasitas trafo BMGX BT50-087 berdasarkan nameplate adalah 50 kVA dan arus beban penuhnya sebesar 72.17 A. Arus beban penuh berdasarkan perhitungan adalah

$$|I_{FL}| = \frac{50 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V}} = 72,17 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan beban yang di uraikan di atas maka beban trafo BMGX BT50-087 adalah

$$\begin{aligned} \% \text{ beban} &= \frac{S_{total}}{50 \text{ kVA}} \times 100\% \\ &= \frac{41,495}{50 \text{ kVA}} \times 100\% \\ &= 83 \% \end{aligned}$$

1. Perhitungan arus netral trafo BMGX BT50-087 untuk beban sekarang

Perhitungan arus netral trafo BMGX BT50-087 untuk beban sekarang berdasarkan data pengukuran untuk fasa R, S dan T adalah

$$\begin{aligned} I_N &= I_R \angle 0^\circ + I_S \angle 240^\circ + I_T \angle 120^\circ \\ &= 67,81 \angle 0^\circ + 5,6 \angle 240^\circ + 107,01 \angle 120^\circ \\ &= 11,51 + 87,82 i \\ &= 88,57 \angle 82,54^\circ \end{aligned}$$

Perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran ( $88,57 \angle 82,54^\circ$ )

## 2. Perhitungan Efisiensi Trafo Sebelum Sisip

- Perhitungan efisiensi trafo BMGX BT50-087 untuk beban sekarang sebelum ada trafo sisipan.

Transformator distribusi 3 fasa, kapasitas 50 kVA, tegangan 20 KV/400 V

- Rugi inti (No load losses at nominal voltage) = 90 Watt
- Rugi tembaga (On load losses at principal tapping ) = 800 Watt

Untuk beban (kVA) sebesar 83 % atau 41,495 kVA maka efisiensi transformator dicari sebagai berikut,

Rugi besi,  $P_i = 90/1000 = 0.09$  kW, dan rugi tembaga pada beban penuh =  $800/1000 = 0.8$  kW

$$P_{cu} = \left( \frac{\text{beban } i \text{ KVA}}{\text{beban penuh, KVA}_{FL}} \right)^2 \times P_{cuFL}$$

$$P_{cu} = \left( \frac{41,495}{50} \right)^2 \times 0.8 = 0.551 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0.551 + 0.09 = 0.641$  kW

- Daya masuk pada beban 41,495 kVA,

$$P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$$

$$P_{in} = 41,495 \times 0.85 + 0.641 = 35,91175 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 41,495 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 41,495 \times 0.85 = 35,27075 \text{ kW}$$

- Efisiensi  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$

$$= \frac{35,27075}{35,91175} \times 100 \%$$

$$= 98.2 \%$$

### 3. Perhitungan Efisiensi Trafo Setelah Sisip

Untuk beban (kVA) sebesar 51 % atau 25,5 kVA maka efisiensi transformator di cari sebagai berikut,

- Perhitungan efisiensi trafo BMGX BT50-087 untuk beban sekarang setelah ada trafo sisipan

Untuk beban (kVA) sebesar 51 % atau 25,5 kVA maka efisiensi transformator di cari sebagai berikut,

Transformator distribusi 3 fasa, kapasitas 50 kVA, tegangan 20 KV/400 V

- Rugi inti (No load losses at nominal voltage) = 90 Watt
- Rugi tembaga (On load losses at principal tapping ) = 800 Watt

Untuk beban (kVA) sebesar 51 % atau 25,5 kVA maka efisiensi transformator dicari sebagai berikut,

Rugi besi,  $P_i = 90/1000 = 0.09$  kW, dan rugi tembaga pada beban penuh =  $800/1000 = 0.8$  kW

$$P_{cu} = \left( \frac{\text{beban } i \text{ KVA}}{\text{beban penuh, KV AFL}} \right)^2 \times P_{cuFL}$$

$$P_{cu} = \left( \frac{25,5}{50} \right)^2 \times 0.8 = 0.208 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0.208 + 0,09 = 0,298$  kW

- Daya masuk pada beban 25,5 kVA,

$$P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$$

$$P_{in} = 25,5 \times 0.85 + 0.298 = 21,973 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 25,5 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \emptyset$

$$P_{out} = 25,5 \times 0.85 = 21,675 \text{ kW}$$

- Efisiensi  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$

$$= \frac{21,675}{21,975} \times 100 \%$$

$$= 98.6 \%$$

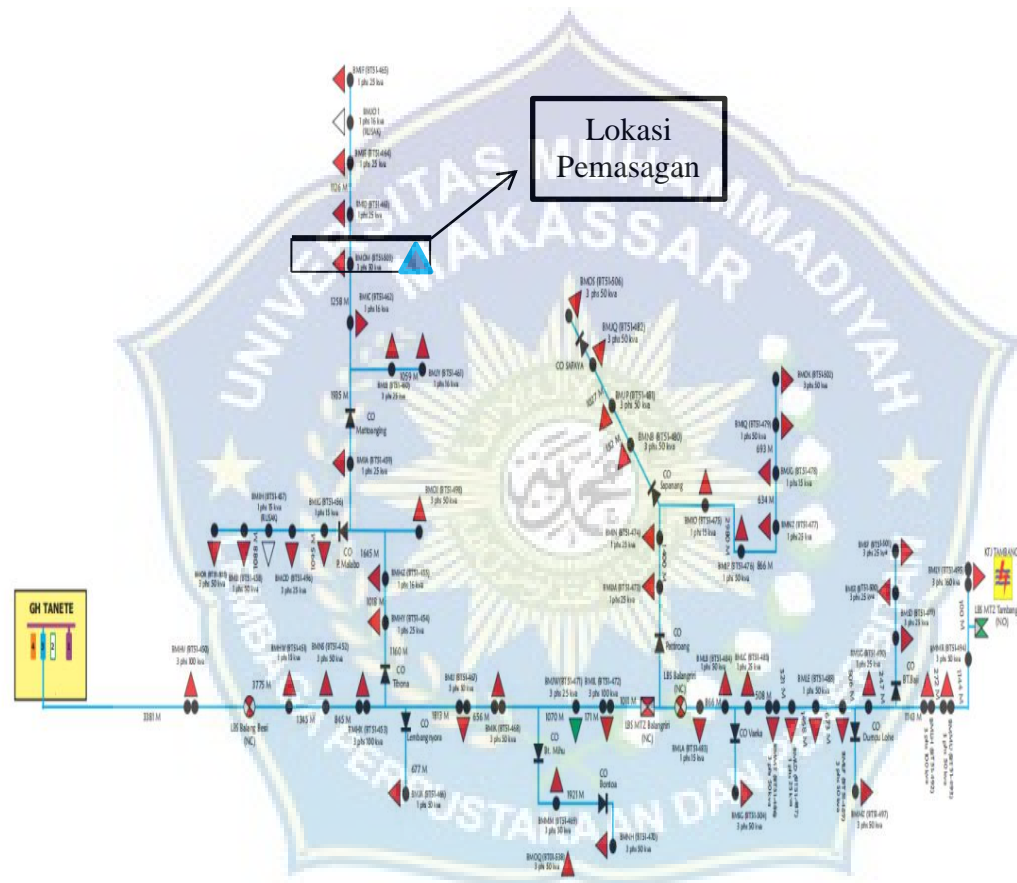
#### **D. Trafo Sisipan**

Trafo sisipan yang ditambahkan untuk melayani beban lebih pada trafo distribusi di penyulang jurusan kajang yaitu, trafo BM02 BT50- 106 dengan kapasitas beban 50 KVA 3 Fasa, trafo ini kemudian terbagi menjadi 2 jurusan yang berlokasi di halaman puskesmas salassae, Jl. Dusun Bonto Tanga. Berikut data spesifikasi name plat trafo sisipan BMGX BT50-087.



TABEL 4. 3 Data Spesifikasi Name Plat Trafo Distribusi BMOZ BT50-106

Data Trafo Distribusi BMOZ BT50-106	
Kapasitas	50 Kva
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Merk Trafo	PT.SINTRA SINARINDO ELEKTRIK
Nomor Seri	22066358
Tahun Pembuatan	2020
Tegangan primer 21- 18 kV ( 7 tapping)	21- 18 kV ( 7 tapping)
Tegangan sekunder	400 V
Arus pengenal	72.17 A
Impedansi	4 %
Rugi inti & rugi tembaga	90 W & 800 W
Kelompok vector	Yzn5



GAMBAR 4. 3 Single Line Diagram Trafo Distribusi

## E. Data Pengukuran Trafo Sisipan BMOZ BT50-106

TABEL 4. 4 Hasil Pengukuran Beban Trafo BMOZ BT50-106

Data Trafo		Jurusan	FASA			
Kapasitas (KVA)	Primer/ Sekunder	Penampang	R	S	T	N
			A (LVTC 3 x 70 +50 mm <sup>2</sup> )	9.6 A	18,3 A	54.65 A
Total			9.6 A	18.3 A	54.65 A	44.1 A

Berdasarkan hasil pengukuran beban trafo BMOZ BT50-106

Beban pada jurusan A di hitung dengan menggunakan tegangan fasa R, S dan T

sebesar  $\frac{400}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$  dan asumsi factor daya 0.85 lagging

- Daya pada fasa R,  $P_R = 9,6 \times 230 \times 0,85 = 1.876,8 \text{ W}$
- Daya pada fasa S,  $P_S = 18,3 \times 230 \times 0,85 = 3.577,65 \text{ W}$
- Daya pada fasa T,  $P_T = 54,65 \times 230 \times 0,85 = 10.684,075 \text{ W}$

Daya total pada jurusan A dengan penampang kabel LVTC 3 x 70 +50mm<sup>2</sup> adalah

$$\begin{aligned}
 W_A &= P_R + P_S + P_T \\
 &= 1.876,8 + 3577,65 + 10.684,075 \\
 &= 16,138 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Kapasitas trafo BMOZ BT50-106 berdasarkan nameplate adalah 50 kVA dan arus beban penuhnya sebesar 72.17 A. Arus beban penuh berdasarkan perhitungan adalah

$$|I_{FL}| = \frac{50 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V}} = 72,17 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan beban yang diuraikan di atas maka beban trafo BMOZ BT50-106 adalah

$$\begin{aligned} \% \text{ beban} &= \frac{S_{total}}{50 \text{ kVA}} \times 100\% \\ &= \frac{16,138}{50 \text{ kVA}} \times 100\% \\ &= 32\% \end{aligned}$$

#### 1. Perhitungan arus netral trafo sisipan BMOZ BT50-106

Perhitungan arus netral trafo BMOZ BT50-106 untuk beban sekarang berdasarkan data pengukuran untuk fasa R, S dan T adalah

$$\begin{aligned} I_N &= I_R \angle 0^\circ + I_S \angle 240^\circ + I_T \angle 120^\circ \\ &= 9,6 \angle 0^\circ + 18,3 \angle 240^\circ + 54,65 \angle 120^\circ \\ &= 26,88 + (-31,48 i) \\ &= 41,39 \angle 130,49 \end{aligned}$$

Perbandingan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran  $41,39 \angle 130,49$  )

Beban (kVA) trafo sisipan sebesar 32 % atau 16 kVA maka efisiensi transformator di cari sebagai berikut,

2. Perhitungan efisiensi trafo BMOZ BT50-106 untuk beban sekarang sebelum ada trafo sisipan

Beban (kVA) trafo sisipan sebesar 32 % atau 16 kVA maka efisiensi transformator di cari sebagai berikut,

Transformator distribusi 3 fasa, kapasitas 50 kVA, tegangan 20 KV/400 V

- Rugi inti (No load losses at nominal voltage) = 90 Watt
- Rugi tembaga (On load losses at principal tapping ) = 800 Watt

Rugi besi,  $P_i = 90/1000 = 0.09$  kW, dan rugi tembaga pada beban penuh =  $800/1000 = 0.8$  kW

$$P_{cu} = \left( \frac{\text{beban } i \text{ KVA}}{\text{beban penuh, KVA}_{FL}} \right)^2 \times P_{cuFL}$$

$$P_{cu} = \left( \frac{16}{50} \right)^2 \times 0.8 = 0.081 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0.81 + 0.09 = 0,171$  kW

- Daya masuk pada beban 16 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 16 \times 0.85 + 0,171 = 13,711 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 16 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 16 \times 0.85 = 13,6 \text{ kW}$$

- Efisiensi  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$

$$= \frac{13,6}{13,711} \times 100 \% = 99,1 \%$$

TABEL 4. 5 Hasil Pengukuran Beban Trafo

JENIS TRAF0	BEBAN AWAL (%)	BEBAN AKHIR (%)
BMGX BT50-087	83%	51%
BMOZ BT50-106	-	32%



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Salah satu cara mengatasi kelebihan beban 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 kelebihan beban diatas 80%.
2. Dari hasil perhitungan manual di dapatkan nilai persentase pembebanan trafo BMGX BT50-087 sebelum pemasangan trafo sisipan yaitu 83% dan setelah di lakukan pemasangan trafo sisipan, beban pada trafo BMGX BT50-087 turun menjadi 51% setelah beban di alihkan ke trafo sisipan BMOZ BT50-106 sebesar 32%.

#### **B. Saran**

Menentukan Kapasitas Trafo Untuk Pemasangan Trafo Sisipan Agar Tidak Dalam Hanya Meandalkan Hasil Perhitungan Saja, Namun Juga Tetap Di lakukan Survey Atau Mempertimbangkan Pertumbuhan Dan Perkembangan Beban Untuk Berapa Tahun Kedepan Agar Mendapatkan Hasil Yang Lebih Baik Bagi PLN Maupun Masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, N. Analisis Penempatan dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas. Bali: Universitas Udayana: 2010.
- Aji. (2012). Konfigurasi Sistem Spindel Menggunakan Partikel Swarm optimiseon untuk memperbaiki voutage Stability Index Dengan Losess.
- Berahim, H. Pengantar Teknik Tenaga Listrik Teori Ringkas dan Penyelesaian Soal. Yogyakarta: Andi Offset. 1996.8-11.
- Darsono dkk, (2014). Inti Pada Transformator, 2014, *General Jurnal Of Nuclear Scance And Tecnologi* vol.17 No.2014-101-110
- Dwiyanto. (2018). Ketidakseimbangan Beban, *Jurnal Elektro Lucat* Vol.4 Na.1 juli 2018.
- Drajad Wahyudi. (1976), Pembebanan Trafo Dan Standar PLN. Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro.
- Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
- Ibnu Hjr. (2018). Sistem Jaringan Distribusi 2018, *Jurnal Energi Kelistrikan* Vol. No 10.1 Januari-Juni 2018
- Warman. Pemilihandan Peningkatan Penggunaan / Pemakaian Serta Manajemen Trafo Distribusi. Sumatera Utara : Universitas Sumatra Utara: 2004.
- Partanoan, Harahap , dkk, 2019. Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi ETAP 12.6.0
- Putu sutawinaya, I wayan Teresna dan Febry Setyacahyana P 2014. Studi analisis penambahan transformator sisipan untuk menopang beban lebih dan drop tegangan pada trado distribusi KA 1516 penyulang budk menggunakan simulasi etab.
- Kadek wahyudi widiatmika, I wayan arta wijaya, I yoman setiawan 2018. Analisis penambahan transformator sisipan untuk



mengatasi overload pada transformator DB0244 di penyulang sebelanga

Nugroho dkk, (2020), Bushing Transformator. 2020, Jurnal Amplifier Mei 2022 Vol 12 No 1 v/issn 2089-2020 dan E/ISSN 2622-2000

Qurotaayun, (2015). Trafo Dalam Tanpa Beban. 2020, Jurnal Amplifier Mei 2022 Vol 12 No 1 v/issn 2089-2020 dan E/ISSN 2622-2000

Partanoan, Harahap , dkk, 2019. Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi ETAP 12.6.0.

Partaonan harahap, Muhammad Adam, Agus Prabowo 2019. Analisis penambahan trafo sisip sisi Distribusi 20 Kv mengurangi beban Overload dan jatuh tegangan pada trafo B1 11 Rayon Tanah jawa dengan simulasi etab

I Kadek,Wahyudi,Widiatama,I Wayan Arta Wijaya, I Yoman

Setiawan 2018, Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sebelanga.

I Kadek,Wahyudi,Dkk 2008 , Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sebelanga.

Najmul, Fadil 2017 Widiatmika, dkk 2018 Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Oveload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sebelanga.

## LAMPIRAN

### A. Pengukuran Pembebanan Pada Trafo BMOZ BT50-106



### B. Pengukuran Pembebanan Pada Trafo BMOZ BT50-106



C. Pengukuran Pembebanan Pada Trafo BMGX BT50-087



D. Pengukuran Pembebanan Pada Trafo BMGX BT50-087





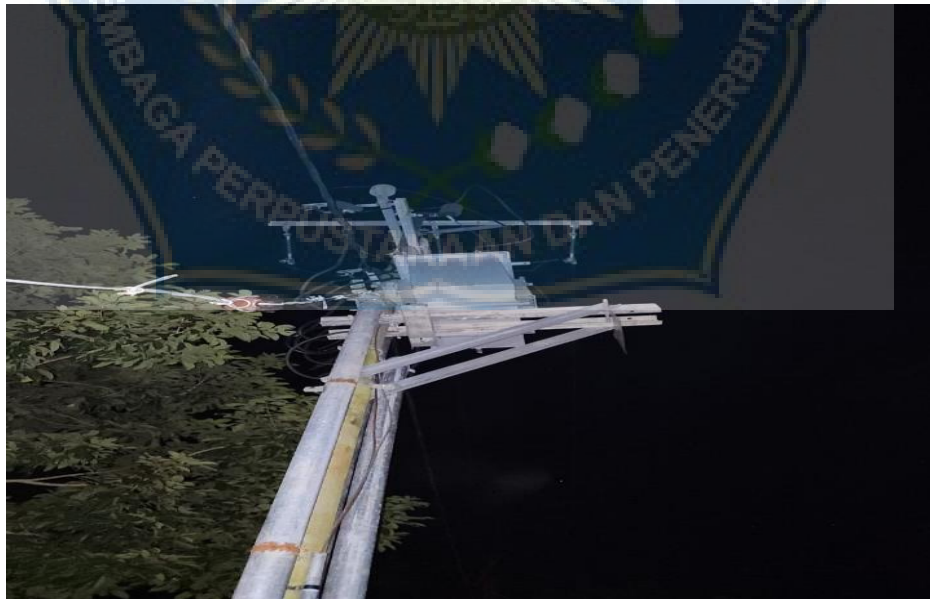
E. Pengecekan Trafo Sisipan Yang Telah Terpasang BM0Z BT50-106



**GAMBAR 4. 4** Trafo Distribusi BMGX BT50-087  
(ulp tanete up3 bulukumba)



**GAMBAR 4. 5** trafo Sisipan Distribusi BMOZ BT50-106  
(ulp tanete up3 bulukumba)



**GAMBAR 4. 6** Name plat Trafo Distribusi BMGX BT50-087  
(ulp tanete up3 bulukumba)







## SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

 MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp. (0411) 866972, 881593, Fax. (0411) 865588

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 : Saiful Ashari  
Nim : 105821107618  
Program Studi : Teknik Elektro  
Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	0 %	10 %
2	Bab 2	2 %	25 %
3	Bab 3	1 %	10 %
4	Bab 4	10 %	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, 01 Desember 2023  
Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

  
Saiful Ashari, Hum., M.I.P.  
NIM. 105821107618



Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222  
Telepon (0411)866972,881 593, fax (0411)865 588  
Website: www.library.unismuh.ac.id  
E-mail : [perpustakaan@unismuh.ac.id](mailto:perpustakaan@unismuh.ac.id)



BABI SAEFUL ASHARI -  
105821107618

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Nov-2023 11:45AM (UTC+0700)

Submission ID: 2242739537

File name: BAB\_I\_98.docx (19.52K)

Word count: 676

Character count: 4561

BAB I SAEFUL ASHARI - 105821107618

ORIGINALITY REPORT


0%	0%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

Exclude quotes  Off      Exclude matches  Off  
Exclude bibliography  Off





BAB II SAEFUL ASHARI -  
105821107618

by Tahap Tutup

Submission date: 30-Nov-2023 11:45AM (UTC+0700)

Submission ID: 2242740555

File name: BAB\_II\_100.docx (973.97K)

Word count: 2831

Character count: 17924

BAB II SAEFUL ASHARI - 105821107618

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

armanbacktrak5.wordpress.com

Internet Source

2%

2

paxful.com

Internet Source

<1%

Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliography





BAB III SAEFUL ASHARI -

105821107618

by Tahap Tutup



Submission date: 01-Dec-2023 09:16AM (UTC+0700)

Submission ID: 2243742416

File name: BAB\_III-1\_2.docx (210.58K)

Word count: 898

Character count: 5661

BAB III SAEFUL ASHARI - 105821107618

ORIGINALITY REPORT


1% SIMILARITY INDEX      1% INTERNET SOURCES      0% PUBLICATIONS      0% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 id.123dok.com Internet Source 1%

Exclude quotes  Off      Exclude matches  Off  
Exclude bibliography  Off





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
MAKASSAR

**BAB IV SAEFUL ASHARI -  
105821107618**

by Tahap Tutup

Submission date: 22-Nov-2023 08:43AM (UTC+0700)

Submission ID: 2235698226

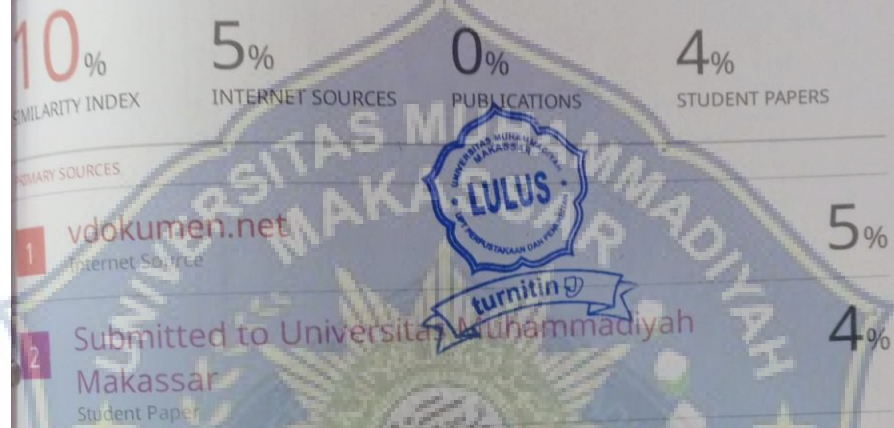
File name: bab\_4\_skripsi\_acc.docx (1.41M)

Word count: 1682

Character count: 8108

AB IV SAEFUL ASHARI - 105821107618

ORIGINALITY REPORT





BAB V SAEFUL ASHARI -

105821107618

by Tahap Tutup



Submission date: 01-Dec-2023 10:37AM (UTC+0700)

Submission ID: 2243828150

File name: BAB\_V-1\_4.docx (17.28K)

Word count: 271

Character count: 1626

BAB V SAEFUL ASHARI - 105821107618

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERESTED SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

Exclude quotes

Exclude bibliography  off

Exclude matches

