

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
ARUS NETRAL PADA TRAFODISTRIBUSI  
PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING**



**Skripsi**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk menyelesaikan Starta Satu (S1)  
Program studi Teknik Elektro

**AHMAD AGUN  
105821110418**

**ASDI  
105821103318**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2023**



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: [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 PERSETUJUAN

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 KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING

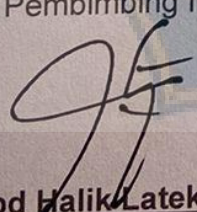
Nama : 1. ASDI  
2. AHMAD AGUN  
Stambuk : 1. 105821103318  
2. 105821110418

Makassar, 27 Juli 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

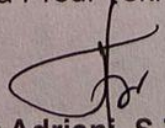
Pembimbing I

Pembimbing II

  
Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T,Ph,D

  
Dr. Jr. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Elektro

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

NBM : 1044 202





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama ASDI dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11033 18, dan AHMAD AGUN dengan nomor induk mahasiswa 105 82 1110418 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 003/05/A,4/II/45/2024 sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 27 Juli 2024.

Makassar, 19 Syaban 1445 H  
27 Juli 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 : Andi Faharuddin, ST., MT

b. Sekretaris : Dr. Ir. Ridwang, S.Kom., MT

3. Anggota : 1. Ir. Abdul Hafid, MT

2. Rizal A Duyo, ST., MT

3. Dr. Ir. Hafisah Nirwana, MT

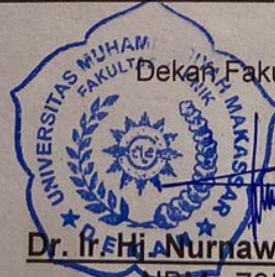
Mengetahui :

Pembimbing I

Andi Abd Halik lateko Tj, S.T.,M.T,Ph,D

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.



Dekan Fakultas Teknik

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

NBM : 795 108



**KATA PENGANTAR**  
**Bismillahirrahmanirrahim**

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya, yang telah memungkinkan penulisan tesis ini dengan judul "**Analisis Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral Pada Trafo Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging**" dapat terwujud. Meskipun dalam proses penulisan ini, penulis mengalami berbagai hambatan, namun dengan dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing, semua rintangan dapat diatasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada semua yang telah membantu:

1. Allah Yang Maha Kuasa, Sang Pencipta yang telah memberikan karunia dan perlindungan kepada hamba-Nya;
2. Orang tua kami yang telah memberikan kami dukungan dan motivasi yang luar biasa;
3. Ibu Dr. Ir. Hj Nurnawati, S.T., M.T., I.P.M., yang menjabat sebagai Dekan Fakultas Teknik;
4. Ibu Ir. Adriani, S.T., M.T., yang menjabat sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar;
5. Bapak A. Abd. Halik Lateko, ST.,MT.,Phd sebagai pembimbing pertama dan Bapak Dr. Ir. Zahir Zainuddin sebagai pembimbing kedua, yang telah memberikan perhatian dan kesempatan kepada penulis untuk membimbing dalam menyelesaikan proposal ini;
6. Semua tenaga pengajar dan staf di Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan bimbingan dan mengajar materi kepada penulis;
7. Teman-teman sejawat mahasiswa serta individu di luar lingkungan kampus, bersama dengan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung;

Penulis mengakui bahwa laporan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengundang kritik dan saran yang konstruktif untuk meningkatkan kualitas laporan skripsi ini dan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar,

2024

Penulis

**Ahmad Agun**

**105821110418**

**Asdi**

**105821103318**

**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik**

**Email : [ahmadagun18@gmail.com](mailto:ahmadagun18@gmail.com), [asdi75788@gmail.com](mailto:asdi75788@gmail.com)**

### **Abstrak**

Skripsi ini membahas pentingnya perlindungan sistem kelistrikan untuk menjamin kelangsungan operasional yang tinggi dalam konteks pertumbuhan ekonomi yang pesat. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, PLN perlu menjamin pasokan listrik yang stabil dan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan ketika memastikan keselamatan pusat beban dan pembangkit listrik meliputi keandalan sistem, pemeliharaan peralatan, dan respons cepat terhadap kegagalan. Melalui pemantauan yang cermat, perencanaan yang matang, dan penerapan teknologi canggih pada sistem ketenagalistrikan, PLN dapat memastikan kemampuan pasokan listrik sesuai dengan permintaan konsumen. Oleh karena itu, menjamin keamanan sistem kelistrikan merupakan kunci terpenting untuk menjaga stabilitas dan keandalan pasokan listrik kepada seluruh pengguna.

**Kata Kunci :** Perlindungan Sistem Kelistrikan, PLN, Trafo , Arus Netral

### **ABSTRACT**

*This document addresses the importance of electrical system protection in ensuring high operational continuity amid rapid economic growth. With the rising demand for electrical energy, PLN must ensure a stable and continuous electricity supply to meet the needs of society and industry. Factors to consider in protecting load centers and power plants include system reliability, equipment maintenance, and quick response to disturbances. Through careful monitoring, thorough planning, and the implementation of advanced technology in the electrical system, PLN can ensure the opportunity to serve electricity in line with consumer preferences. Therefore, electrical system protection becomes a crucial factor in maintaining the stability and reliability of electricity supply for all users.*

**Keywords:** Electric power sistem Protection, Transformator, Neutral Current, PLN

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan peneliatian .....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Metode Penulisan .....	3
1.7 Sistematika penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Defenisi Trafo Distribusi .....	5
2.2. Prinsip Kerja Transformator .....	6
2.3. Bentuk Dan Konstruksi Transformator .....	7
2.4. Rugi – Rugi Transformator .....	8
2.5. Ketidakseimbangan Beban Transformator .....	10
2.6. Pemeliharaan Trafo Distribusi .....	13
2.7. Persamaan Persamaan Yang Digunakan Dalam Perhitungan ....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1. Jenis penelitian .....	22
3.2. Waktu Dan Lokasi Penelitian .....	22
3.3. tahapan Penelitian .....	22
3.4. Flowchart Penelitian .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	
4.1 Data Transformator Daya .....	40
4.2 Analisis Beban Puncak Transformator.....	40
4.2.1 Hari Pertama (Minggu 3 Desember 2017) Siang .....	41
4.2.2 Hari Pertama (Minggu 3 Desember 2017) Malam.....	43

4.3 Hasil ..... 45

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 47

5.2 Saran ..... 49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Terlihat ketidakseimbangan beban yang terjadi dimasing- masing fasa

Tabel 4.2. Menunjukkan bahwa arus yang mengalir di fasa R, S dan T

Tabel 4.3. Menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata

Tabel 4.4. Terlihat bahwa rugi-rugi daya lebih besar terjadi pada malam hari

Tabel 4.5. Terlihat bahwa efisiensi trafo lebih besar pada malam hari





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe Transformator

Gambar 2.2 Prinsip Kerja Transformator

Gambar 2.3 (a) Vektor Diagram Arus Keadaan Seimbang

(b) Vektor Diagram Arus Keadaan Tidak Seimbang

Gambar 2.4 Diagram Fasor Tegangan Saluran Daya Model Fasa Tunggal Gambar 2.5 Segitiga Daya

Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Gambar 4.1 Name Plate Travo 315 KVA



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Permintaan akan energi listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, perkembangan kebutuhan energi listrik dan kapasitas infrastruktur yang ada memerlukan pengamanan sistem yang berkelanjutan untuk memastikan kontinuitas operasi sistem kelistrikan yang tinggi. Dalam jaringan listrik yang luas, untuk mencapai koordinasi yang optimal, sangat penting untuk melakukan pengamanan pada pusat beban dan pusat pembangkit.

Indonesia pada masa ini sedang melaksanakan pembangunan disegala bidang. Seiring dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang mendukung tercapainya tujuan pembangunan tersebut. Salah satunya adalah sarananya adalah dengan adanya penyediaan tenaga listrik. Tenaga listrik merupakan kebutuhan utama, baik untuk kehidupan sehari-hari dan kebutuhan industri. Ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk ditransportasikan dan dikonversikan ke dalam bentuk energi lain. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyuitas merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik.

Perkembangan pembangunan di segala bidang menuntut agar PLN mendapatkan kesempatan melayani tenaga listrik yang sesuai dengan keinginan konsumennya. Akan tetapi pada saat berusaha memenuhi keinginan tersebut kadang terjadi polarisasi beban yang tidak sama rata dan menyebabkan suatu ketidakseimbangan yang akhirnya berakibat merugikan bagi PLN. Ketidakseimbangan

beban pada suatu sistem tenaga listrik adalah suatu keadaan yang pasti terjadi. Beban yang tidak seimbang pada setiap fasa R, fasa S, fasa T akan mengalirkan arus pada netral trafo IN. Besarnya arus dari netral trafo IN itu sendiri ditentukan dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya. Besarnya arus yang mengalir pada penghantar nya ini menyebabkan sebagian daya disepanjang penghantar ini mengalami rugi-rugi. Upaya memenuhi beban dan memperhatikan faktor kenyamanan konsumen dilanjutkan agar terjadi kestabilan dan yang terdapat konyuitas penyuplaian tenaga listrik ke konsumen.

Dalam memenuhi kebutuhan listrik, terjadi pembagian beban yang awalnya merata, namun ketidaksejajaran waktu penggunaan beban menyebabkan ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi penyediaan tenaga listrik. Selain ketidaksejajaran waktu, koneksi yang tidak seimbang pada fasa R, S, dan T juga menjadi faktor yang mempengaruhi. Ketidakseimbangan beban ini menyebabkan kerugian teknis atau losses, yang merugikan PLN. Untuk mencapai penyuplaian listrik yang stabil dan kontinu kepada konsumen, diperlukan pengelolaan beban yang lebih baik.

## **B. Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini penulis menguraikan permasalahan AntaraLain:

- a. Bagaimana cara menentukan persentase pembebanan transformator distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging?
- b. Berapa besar ketidakseimbangan beban transformator distribusi arus netral?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:



1. Untuk mengetahui persentase pembebanan transformator distribusi PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging.
2. Untuk mengidentifikasi ketidakseimbangan beban transformator distribusi terhadap arus netral.

#### **D. Batasan Masalah**

Permasalahan dalam tugas akhir ini dibatasi pada pengukuran beban transformator, ketidakseimbangan beban transformator, dan analisis dampak ketidakseimbangan beban terhadap transformator. Pengukuran dilakukan hanya selama satu hari, sehingga data dari hari-hari lain tidak diolah. Pendekatan yang digunakan untuk memilih IR, IS, IT adalah dengan mengukur arus tertinggi pada pagi dan malam hari.

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

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai sarana untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan bidang keahlian dan mempersiapkan diri untuk dunia kerja.
  - b. Sebagai penerapan teori yang dipelajari di bangku kuliah dalam kehidupan sehari-hari..
2. Bagi Perusahaan
  - a. Memudahkan pegawai PLN dalam menangani masalah gangguan beban.
  - b. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang gangguan.

## **F. Metodologi penelitian**

Dalam tugas akhir ini, penulis melakukan penelitian dan pengambilan data menggunakan metode:

### **1. Studi Literatur**

Dalam metode ini, penulis mengumpulkan bahan tulisan dari sumber pustaka yang relevan untuk mendukung tugas akhir ini.

### **2. Studi Bimbingan**

Dalam hal ini, penulis berdiskusi dengan Dosen Pembimbing dari Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

### **3. Pengumpulan Data**

Untuk menunjang tugas akhir ini penulis mengumpulkan data singkat pada distribusi ULP Mattoanging.

## **G. Sistematika Penulisan**

Bab I : Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, serta maksud dan tujuan dari penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan dari laporan hasil penelitian.

Bab II : Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian.

Bab III : Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, diagram balok dan gambar rangkaian, serta metode penelitian yang berisi langkah-langkah dalam proses melakukan penelitian.

Bab IV : Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian, alat dan perhitungan serta pembahasan terkait judul penelitian.

Bab V : Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran terkait judul penelitian.





## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Transformator**

##### **2.1.1 Memahami Transformator**

Trafo, yang juga dikenal sebagai "transformator," adalah perangkat listrik yang mengubah kekuatan listrik AC pada satu level tegangan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Biasanya, trafo digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Selain itu, trafo juga dapat digunakan untuk pengambilan sampel tegangan, pengambilan sampel arus, dan transformasi impedansi. Trafo terdiri dari dua atau lebih kumparan yang melilit inti besi feromagnetik. Kumparan-kumparan ini biasanya tidak terhubung langsung satu sama lain. Salah satu kumparan terhubung dengan sumber listrik AC (kumparan primer), sedangkan kumparan lainnya menyuplai listrik ke beban (kumparan sekunder).

Trafo hanya beroperasi dengan sumber listrik AC dan tidak akan berfungsi jika disuplai oleh arus DC seperti baterai (Linsley, 2004). Transformator daya digunakan untuk menyalurkan daya listrik antara tegangan tinggi dan rendah, dan dalam praktik umumnya, transformator daya dihubungkan ke tanah pada titik netral sesuai dengan kebutuhan sistem proteksi.

Trafo daya adalah perangkat listrik yang berfungsi untuk mentransfer daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (transformasi tegangan). Dalam operasi standar, transformator daya dibumikan pada titik netral yang sesuai dengan kebutuhan sistem proteksi. Misalnya, trafo 150/70

kV dibumikan langsung pada sisi netral 150 kV, sedangkan trafo 70/20 kV dibumikan dengan hambatan pada sisi netral 20 kV.

Menurut Linsley (2004), peningkatan kapasitas transformator menimbulkan tantangan dalam mengelola panas yang dihasilkan oleh inti trafo dengan aman dan efektif. Solusi umum untuk masalah ini adalah menempatkan trafo dalam wadah berisi minyak isolasi yang menutupi seluruh inti dan lilitan. Minyak ini berfungsi ganda, sebagai media pendingin dan isolasi untuk inti transformator.

Untuk melayani beban puncak, kapasitas daya trafo ditingkatkan, sehingga penting untuk memperhatikan keandalan oli trafo agar tidak terjadi panas berlebihan akibat arus yang mengalir melalui inti.

Penggunaan yang sangat sederhana dan andal ini merupakan salah satu alasan utama mengapa arus bolak-balik banyak digunakan untuk menghasilkan dan mendistribusikan tenaga listrik.

Transformator Bisa bersama berdasarkan fungsi/penggunaan menyukai :

- a. Transformator mesin (Generator)
- b. Transformator Cabang Induk
- c. Transformator Distribusi

Penggunaan trafo dalam sistem distribusi tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga jenis:

- a. Trafo peningkatan, yang juga disebut trafo daya, dipakai untuk meningkatkan tegangan dari pembangkit untuk transmisi.
- b. Trafo, yang juga dikenal sebagai trafo distribusi, mengurangi tegangan dari tingkat transmisi menjadi tingkat distribusi..
- c. Trafo instrumen, yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dimanfaatkan untuk menurunkan tegangan dan arus agar sesuai dengan kebutuhan pengukuran meteran.

### **2.1.2 Konstruksi Bagian- bagian Transformator Kekuatan**

Konstruksi trafo terdiri dari dua komponen, yakni perangkat inti dan perangkat tambahan.

- a. Peralatan utama transformator Kekuatan terdiri dari :
  - 1) Gulungan mator

Kumparan trafo terdiri dari beberapa lilitan kawat tembaga yang dilapisi dengan bahan isolasi seperti kardus atau pertinax, yang berfungsi untuk mengisolasi inti besi dan kumparan lainnya.

- 2) Inti besi

Terbuat dari pelat feromagnetik tipis, ini berguna untuk memfasilitasi aliran fluks akibat arus listrik yang melintasi kumparan.



3) Minyak Transformator

Sebagian besar trafo daya memiliki kumparan dan intinya tenggelam dalam minyak isolasi, khususnya trafo daya dengan kapasitas besar.

4) Busing

Konduktor (dibuat dari porselen) yang menghubungkan kumparan trafo dengan sistem luar.

5) Tangki Dan wali (spesial Untuk transformator basah)

Secara umum, bagian-bagian trafo yang tenggelam dalam minyak isolasi ditempatkan dalam tangki baja. Tangki trafo, yang sering digunakan pada trafo distribusi, dilengkapi dengan sirip pendingin untuk meningkatkan luas permukaan dinding tangki. Ini meningkatkan konveksi panas dari minyak secara efisien dan efektif menampung ekspansi minyak trafo. Tangki juga dilengkapi dengan konservator.

b. Peralatan membantu transformator terdiri dari :

- 1) Perangkat yang lebih canggih terletak pada inti besi dan kumparan gulungan. Pemanasan terjadi karena adanya kerugian dalam besi dan kerugian tembaga.
- 2) Tap Changer adalah perangkat yang bertugas mengatur perpindahan posisi keran (penukar) dengan maksud mencapai tegangan keluaran yang konsisten meskipun beban berfluktuasi.
- 3) Peralatan proteksi adalah perangkat yang berfungsi melindungi trafo dari potensi bahaya fisik, listrik, dan kimia.

## 2.2 Hukum Basi

### 2.2.1 Hukum Induksi Faraday

Menurut hukum Faraday, integral lintasan medan listrik yang melintasi lintasan tertutup berbanding lurus dengan perubahan waktu dari fluks induksi magnetik yang melalui lintasan tersebut. Sementara arus induksi magnetik mengalir melalui area yang dibatasi oleh lintasan tersebut. Jika arah integral lintasan medan listrik dianggap positif, maka perbandingan lurusanya bersifat negatif. dilingkari oleh garis lengkung. Sedangkan arus induksi magnet melewati suatu daerah yang dibatasi oleh garis lengkung. Jika arah integral garis gaya listrik yang dipertimbangkan positif, maka perbandingan lurusnya bertanda negatif.

Kekuatan transformator Kapan ditinjau dari samping tegangan tinggi (*utama*)

Bisa dirumuskan sebagai mengikuti :

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (2.1)$$

Di mana :

S : Kekuatan transformator (kVA)

V : Tegangan samping utama

I : Arus bersih

(A)

Sehingga Untuk menghitung saat ini beban penuh (*penuh memuat*) bisa menggunakan

Rumus :

Dimana : 
$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (2.2)$$

$I_{FL}$  : Saat ini beban penuh (A)

$S$  : Kekuatan transformator (kVA)

$V$  : Tegangan samping transformator sekunder (kV)

Disebabkan oleh ketidakseimbangan beban di antara masing-masing fase pada sisi sekunder transformator (fase R, S, dan T), arus mengalir melalui netral trafo. Aliran arus melalui penghantar netral trafo menyebabkan kerugian.



*Kerugian* pada konduktor netral transformator Ini Bisa dirumuskan sebagai

mengikuti :

$$P_N = I_N^2 R_N \quad (2.3)$$

Di mana :

$P_N$  : *Kerugian* pengirim netral

transformator (watt)  $I_N$  : Arus pada trafo netral (A)

$R_N$  : Tahanan pengirim netral transformator ( $\Omega$ )

Sementara kerugian yang timbul akibat arus netral yang mengalir ke tanah bisa dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$P_G = I_G^2 R_G \quad (2.4)$$

Di mana :

$P_G$  : *Kerugian* konsekuensi saat ini netral mengalir ke tanah (watt)  $I_G$  : Arus netral yang mengalir ke tanah (A)

$R_G$  : Tahanan pembumian netral transformator ( $\Omega$ )

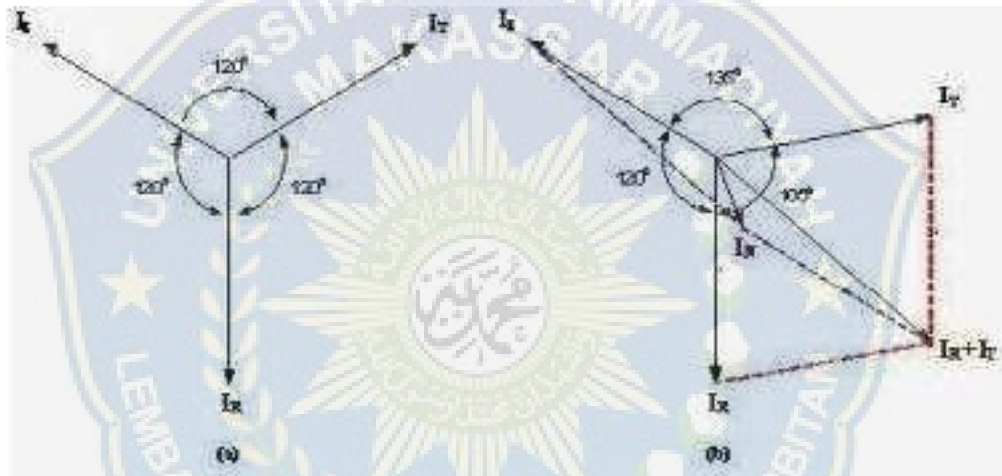
Yang disengaja dengan keadaan seimbang adalah sesuatu keadaan Di mana :

- Ketiga vektor saat ini / tegangan Sama besar.
- Ketiga vektor satu sama lain membentuk sudut  $120^\circ$  Satu Sama lainnya.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan tidak terpenuhinya salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang .

Kemungkinan keadaan tidak seimbang Ada tiga itu adalah :

- Ketiga vektor Sama besar Tetapi tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak Sama besar Tetapi membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak Sama besar Dan tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.



**Gambar 2.1 vektor diagram alir**

Gambar 2.1 (a) menunjukkan diagram aliran vektor dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat jumlah ketiga vektor arus ( $I_R$ ,  $I_S$ ,  $I_T$ ) sama dengan nol sehingga arusnya tidak seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arus ( $I_R$ ,  $I_S$ ,  $I_T$ ) tidak sama dengan nol sehingga timbul suatu besaran yaitu arus netral ( $I_N$ ) yang besarnya tergantung pada seberapa besar faktor ketidakseimbangannya. adalah.



Apabila terjadi ketidakseimbangan beban maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{I_R, I_S, I_T}{I_{rata-rata}} \quad (2.5)$$

### 2.2.2 Kekuatan Pada saluran Distribusi

Contohnya, daya P disalurkan melalui saluran yang memiliki konduktor netral. Jika arus pada fase-fase distribusi tersebut seimbang, maka kekuatan dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot [V] \cdot [I] \cdot \text{karena } \varphi \quad (2.6)$$

Di mana :

P : Kekuatan pada akhir pengiriman

V : Tegangan pada akhir kirim

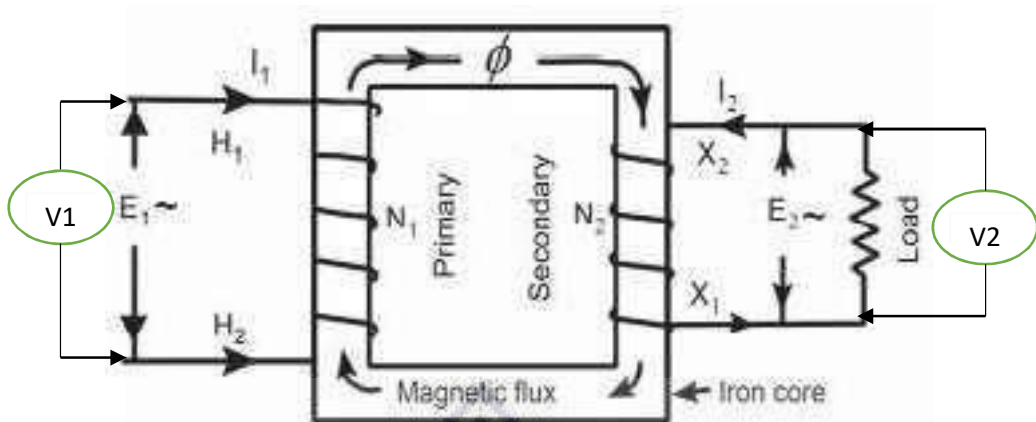
I : Arus Fasa

karena  $\varphi$  : Faktor Kekuatan

Daya yang mencapai penerima pada ujung saluran akan mengalami penurunan dari nilai P karena adanya kerugian dalam saluran. Jika [I] adalah magnitudo arus fase pada distribusi daya P dalam keadaan seimbang, maka dalam distribusi daya yang sama tetapi dalam keadaan tidak seimbang.

### 2.2.3 Prinsip Kerja

Ketika kumparan primer terhubung dengan tegangan sumber, arus bolak-balik II akan mengalir melalui kumparan. Inti kumparan menyebabkan perubahan fluks magnetik akibat arus II. Perubahan fluks magnetik ini menghasilkan EMF (Electric Motive Force) pada kumparan primer yang menginduksi energi primer EP.



**Gambar 2.2. Prinsip basis dari transformator**

Di mana :

$V_1$  : Tegangan sumber

$V_2$  : Tegangan beban

$I_1$  : Arus primer

$I_2$  : Arus sekunder

$N_p$  :: Jumlah gulungan gulungan utama

$NS$  : Jumlah gulungan kumparan sekunder

$E_p$  : EMF yang diinduksi pada kumparan

primer  $E_s$  : GGL induksi pada gulungan

sekunder  $\Phi$  : Fluks magnet

$d$  : Mengubah garis-garis magnet

$dt$  : Perubahan waktu

Ukuran GGI induksi pada gulungan sekunder :

$$E_p = -N_p \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.7)$$

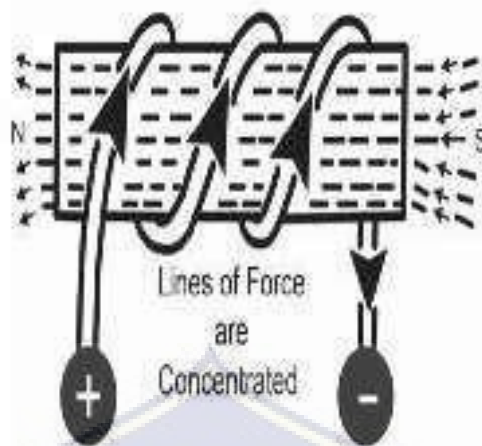
Aliran magnet yang berdiskusi GGL induksi  $E_p$  juga dialami oleh kumparan sekunder karena saling fluks.

Demikianlah fluks membahas  $E_2$  menginduksi ggl pada kumparan sekunder.

Besar GGI induksi pada gulungan sekunder :

$$E_s = -NS \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.8)$$

Jika arus listrik bolak-balik mengalir di sekitar inti besi, inti besi tersebut akan mengalami pemagnetan (lihat Gambar 2.2). Ketika magnetisasi terjadi, jika inti tersebut dikelilingi oleh kumparan, akan timbul perbedaan tegangan pada kedua ujung kumparan atau akan muncul gaya gerak listrik (EMF) (lihat Gambar 2.3).

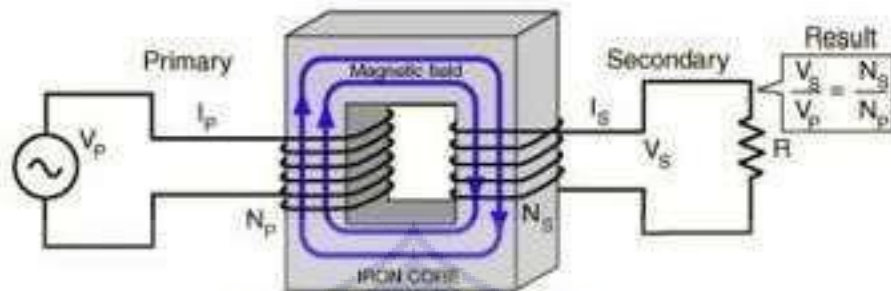


**Gambar 2.3. Sesuatu Saat ini Listrik Mengelilingi Inti Besi Menjadi Magnet.**



**Gambar 2.4. Sesuatu Gulungan Mengelilingi Magnet Maka Gaya gerak listrik akan timbul.**

## 2.2.4 Transformator Ideal



**Gambar. 2.5 Transformator Ideal**

Dalam transformator ideal, tidak ada energi yang dikonversi menjadi bentuk energi lain di dalamnya, sehingga daya listrik di kumparan sekunder sama dengan daya listrik di kumparan primer. Perbandingan tegangan sebanding dengan perbandingan jumlah lilitan dalam transformator ideal. Daya di sisi primer sama dengan daya di sisi sekunder trafo. Oleh karena itu, rumus yang digunakan adalah:

$$P = V \times I$$

Oleh Karena

$$P = V \times I \quad (2.9)$$

Jadi diperoleh

$$V \times P = v \times X \quad (2.10)$$

Dengan menghubungkan persamaan (2.7) dengan (2.8), diperoleh rumus di bawah ini:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad (2.11)$$



Di mana :

$V_p$  = Tegangan primer (volt)  
 $V_s$  = Tegangan sekunder (Volt)  
 $N_p$  = Belitan sisi primer (belokan)  
 $N_s$  = Belitan sisi primer (belokan)  
 $I_p$  = Arus belitan (ampere)  
Adalah = Arus belitan (ampere)

Namun, dalam kenyataannya, tidak ada trafo yang sempurna. Ini karena trafo selalu mengalami kerugian, yang termasuk:

1. Kerugian tembaga, yakni kerugian yang terjadi karena pemanasan akibat arus yang melewati resistansi kawat penghantar pada kumparan primer dan sekunder transformator, merupakan fenomena umum. Kerugian tembaga sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir melalui kumparan.
2. Kerugian eddy current: Kerugian yang disebabkan oleh pemanasan akibat arus eddy (arus pusaran) yang terbentuk di dalam inti besi yang tebal. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan tegangan antara kedua sisi, yang menyebabkan arus berputar-putar di sekitar inti. Kerugian akibat arus eddy sebanding dengan kuadrat tegangan yang

disuplai ke trafo.

3. Kerugian histeresis: kerugian yang berhubungan dengan pembentukan medan magnet diinti besi setengah etipa

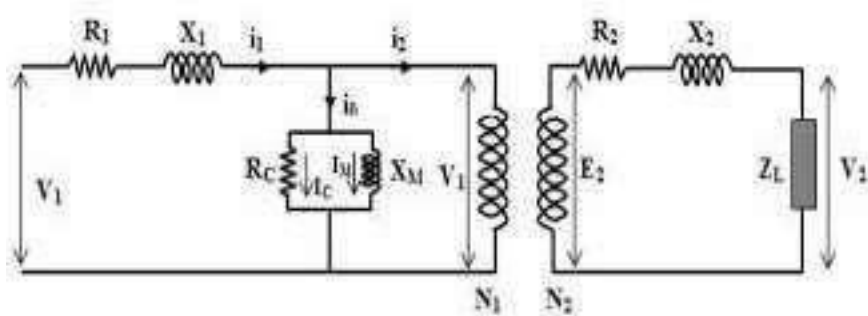


siklus, menghasilkan fluks bolak-balik pada inti besi. Kerugian-kerugian ini tidak linear dan kompleks.

4. Kebocoran fluks terjadi ketika sebagian fluks tidak melintasi inti besi dan hanya melewati salah satu kumparan trafo. Fluks yang bocor ini akan menciptakan induktansi sendiri pada belitan primer dan sekunder, yang pada gilirannya akan mempengaruhi nilai daya yang disalurkan dari sisi primer ke sisi sekunder transformator.

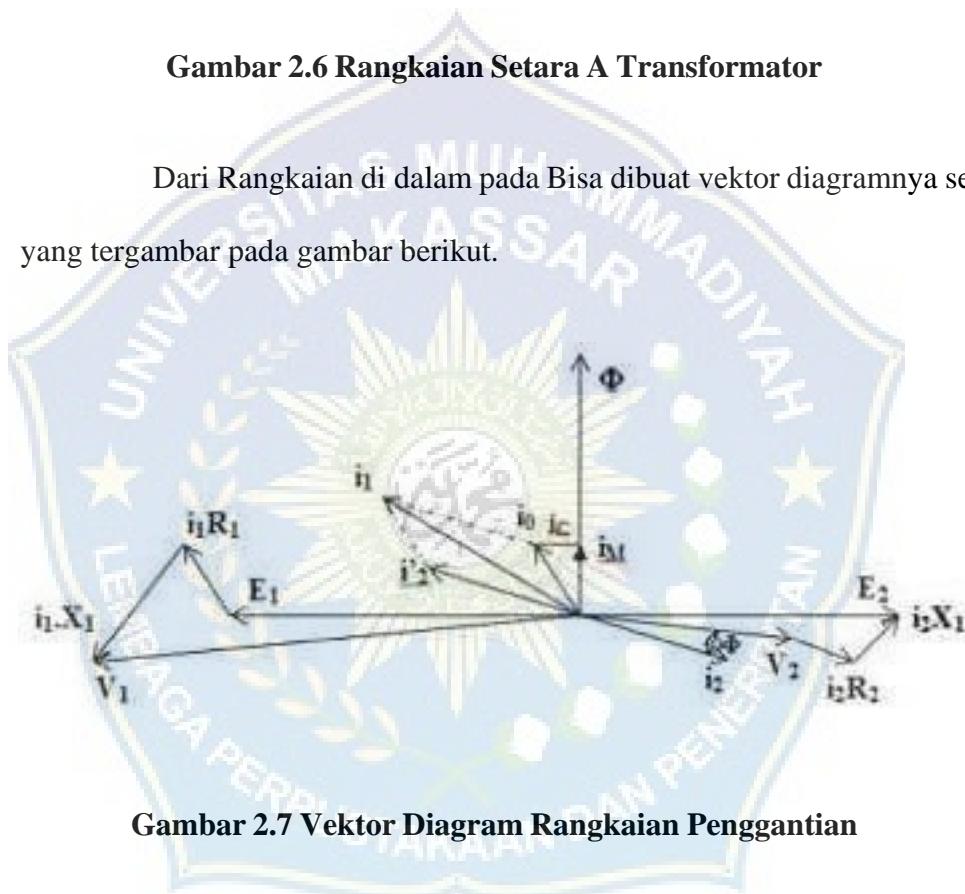
### **2.2.5 Rangkaian Setara Transformator**

Rangkaian ekuivalen transformator dibentuk oleh arus magnetik. Tidak seluruhnya arus ini merupakan fluks mutual ( $\phi_m$ ), sebagian juga melibatkan hanya kumparan primer ( $\phi_1$ ) atau hanya kumparan sekunder ( $\phi_2$ ). Dalam model rangkaian ekuivalen yang digunakan untuk menganalisis transformator, keberadaan kebocoran  $\phi$  yang melalui proses transformasi dapat diungkapkan sebagai reaktansi  $X_1$ , dan kebocoran  $\phi_2$  yang melalui proses transformasi dapat diungkapkan sebagai reaktansi  $X_2$ .



**Gambar 2.6 Rangkaian Setara A Transformator**

Dari Rangkaian di dalam pada Bisa dibuat vektor diagramnya seperti yang tergambar pada gambar berikut.



**Gambar 2.7 Vektor Diagram Rangkaian Penggantian**

Dari model Rangkaian pada Bisa Juga dikenal hubungan penjumlahan vektor:

$$V_1 = E_1 + i_1 R_1 + i_1 X_1 \quad (2.12)$$

$$E_2 = V_2 + i_2 R_2 + i_2 X_2$$

$$\text{atau } E_1 = A \cdot E_2$$

sampai :

$$E_1 = A (Z_L + R_2 + X_2)$$

Karena

$$a = N_2/N_1 = 1/a \text{ atau}$$

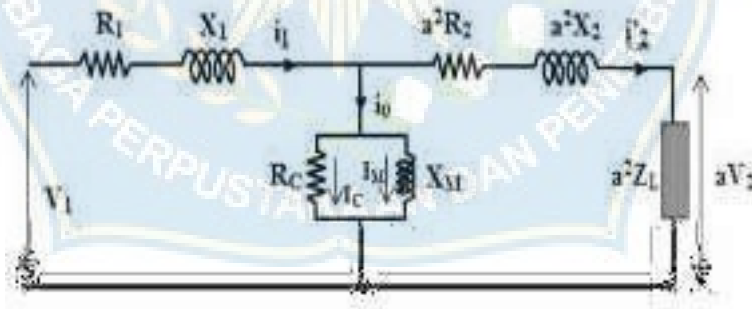
$$I_2 = a I_1 \text{ Jadi}$$

$$E_1 = Z_L + X_2$$

Dan

$$V_1 = Z_L + R_2 + a^2 X_2 + I_1 R_1 + I_1 X_1$$

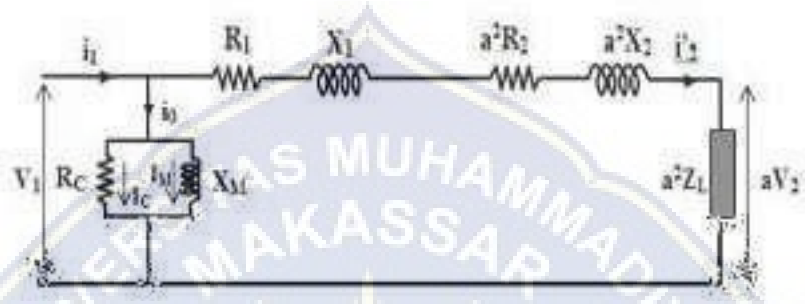
Artinya, persamaan terakhir menunjukkan bahwa jika parameter rangkaian sekunder dinyatakan dalam nilai rangkaian primer, nilai tersebut perlu dikalikan dengan faktor. Dengan demikian, model rangkaian menjadi seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 2.8 Rangkaian Penggantian Dilihat dari sisi Utama



Untuk mempermudah analisis, model rangkaian bisa diubah. Jika semua parameter sekunder dinyatakan dalam harga rangkaian primer, maka nilai tersebut harus dikalikan dengan faktor  $a^2$ , di mana  $a = E_1/E_2$ . Dengan demikian, model rangkaian menjadi seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut.



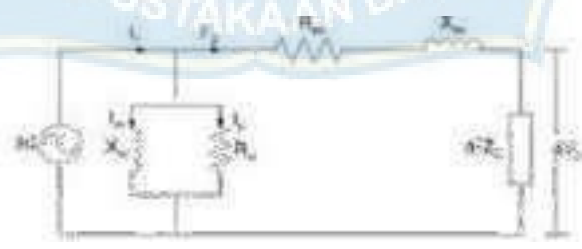
**Gambar 2.9 Parameter Sekunder pada Rangkaian Utama**

Jadi diperoleh hasil perhitungan sebagai mengikuti :

$$R_{ek} = R_1 + a^2 R_2 \text{ (ohm)} \dots\dots\dots (2.13)$$

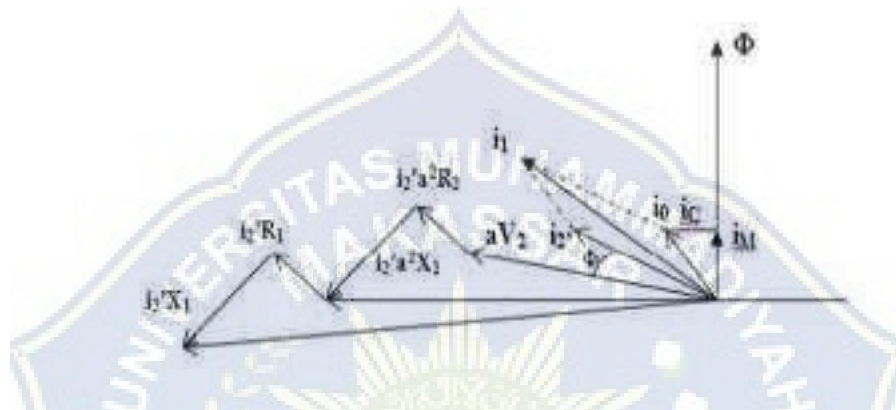
$$X_{ek} = X_1 + a^2 X_2 \text{ (ohm)} \dots\dots\dots (2.14)$$

Jadi jaringan di dalam pada Bisa berubah menyukai gambar di bawah Ini :



**Gambar 2.10 Hasil Akhir Penyederhanaan Rangkaian Setara Transformator**

Parameter transformator tercakup dalam model rangkaian (sirkuit setara)  $R_C$ ,  $X_m$ ,  $R_{ek}$ , dan  $X_{ek}$  dapat memiliki nilai yang signifikan dalam dua jenis pengukuran, yaitu pengukuran beban nol dan pengukuran hubung singkat. Diagram vektor rangkaian untuk beban dengan faktor daya tertinggal dapat diilustrasikan dalam gambar berikut.

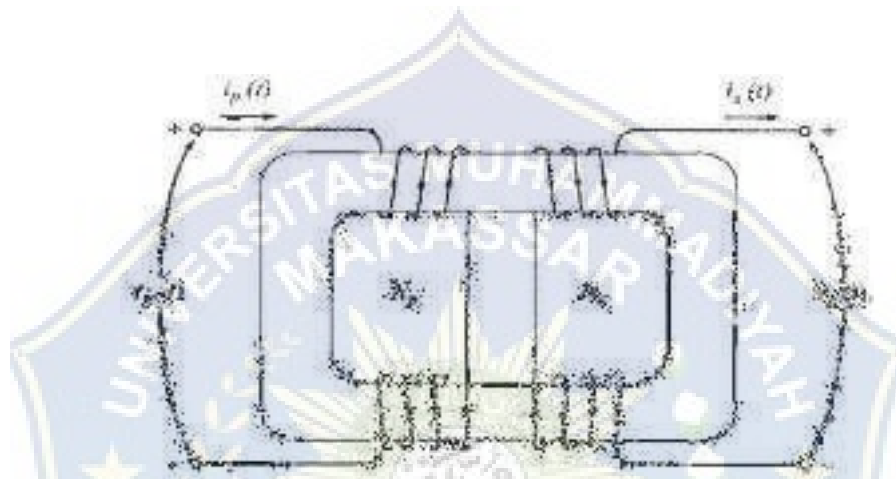


**Gambar 2.11 Vektor Diagram Rangkaian Penggantian**

### 2.2.6 Konstruksi Transformator

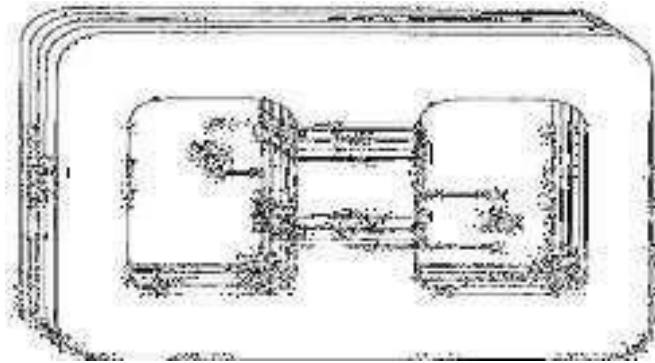
Transformator dirancang sedemikian rupa untuk mengurangi sebanyak mungkin kerugian yang mungkin terjadi selama operasinya. Inti transformator umumnya terbuat dari bahan besi-silikon yang memiliki kerugian histeresis yang rendah, dan penggunaan inti besi yang dilaminasi dapat mengurangi kerugian arus eddy. Gulungan primer dan sekunder transformator memiliki jumlah lilitan yang sama. Meskipun gulungan ini biasanya ditempatkan pada kaki yang terpisah, namun secara umum, setengah dari setiap gulungan ditempatkan pada setiap kaki.

Transformator daya dibuat dengan menggunakan satu jenis inti. Salah satu jenis konstruksinya terdiri dari lapisan pelat baja persegi panjang sederhana dengan kumparan trafo yang dililitkan di kedua sisi persegi panjang tersebut. Model konstruksi ini dikenal sebagai "bentuk inti", sesuai dengan gambar yang ditampilkan di bawah:



**Gambar. 2.12. Konstruksi Transformator " Inti Membentuk"**

Sementara konstruksi trafo jenis pertama dikenal sebagai "bentuk inti", konstruksi trafo jenis kedua dikenal dengan istilah "bentuk cangkang". Pada jenis "bentuk cangkang", inti memiliki tiga kaki yang dilapisi dengan gulungan yang melingkari kaki tengahnya, sesuai dengan gambar yang ditunjukkan di bawah. Dalam beberapa kasus, inti dibuat berlapis-lapis dengan lapisan isolasi listrik pada setiap lapisannya untuk mengurangi terjadinya arus eddy.



**Gambar. 2.13. Konstruksi Transformator " Kerang Membentuk"**

Berdasarkan peran dan fungsinya dalam sistem kelistrikan, trafo daya dibagi menjadi tiga jenis, yakni:

- a. Trafo Unit/Step Up, digunakan untuk meningkatkan tegangan dari output generator ke tingkat transmisi (150 kV).
- b. Trafo Gardu Induk/Step Down, ditempatkan di ujung saluran transmisi tingkat distribusi (24 kV).
- c. Trafo distribusi, mengambil tegangan dari distribusi dan menurunkannya menjadi tegangan akhir yang akan digunakan (380 dan 220 V)..

### **2.3 Kekuatan Aktif, Reaktif, Dan Nyata Pada Transformator**

Daya adalah jumlah energi yang dikeluarkan untuk melakukan kerja. Dalam konteks sistem tenaga listrik, daya mengacu pada energi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan atau menjalankan kegiatan bisnis. Daya listrik umumnya diukur dalam watt atau "Horsepower" (HP). Horsepower adalah unit daya listrik di mana 1 HP setara dengan 736 Watt atau lb-ft/detik. Sedangkan watt adalah unit tenaga listrik di mana 1 watt setara dengan daya yang dihasilkan dengan mengalikan arus 1 ampere dengan tegangan 1 volt.

### 2.3.1 Kekuatan Aktif ( Kekuatan Datar- Datar)

Daya aktif adalah daya yang digunakan untuk menghasilkan energi yang sebenarnya digunakan untuk melakukan pekerjaan. Satuan untuk daya aktif adalah watt, yang digunakan untuk mengukur energi seperti panas, cahaya, dan berbagai macam kegiatan lainnya. Berikut adalah rumus untuk daya aktif.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2.15)$$

### 2.3.2 Kekuatan Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang dibutuhkan untuk membentuk medan magnet. Medan magnet ini kemudian menghasilkan fluks magnetik. Contoh perangkat yang menghasilkan daya reaktif meliputi trafo, motor, dan lampu pijar. Satuan yang digunakan untuk mengukur daya reaktif adalah Var (volt ampere reaktif).

$$Q = VIS \sin \phi \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \phi \dots\dots\dots(2.17)$$



### 2.3.3 Kekuatan Nyata

Daya semu adalah daya yang diperoleh dengan mengalikan tegangan RMS dan arus RMS dalam suatu jaringan, atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri dari daya aktif dan daya reaktif. Satuan untuk daya semu adalah VA (volt ampere).



**Gambar 2.14 Tambahan Trigonometri Kekuatan Aktif, Reaktif dan Jelas**

$S = P + jQ$ , memiliki tanda/ besar Dan sudut  $S$

$$= S \phi$$

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

Untuk mendapatkan Kekuatan Satu fase, lalu Bisa

Persamaannya dapat diturunkan seperti di bawah ini:

$$S = hal + jQ \dots \dots \dots (2.18)$$

Dari gambar 2.14 terlihat itu

$$P = VI \phi$$

$$Q = V. \phi$$

Jadi :

$$S1\phi = V. \phi + J V. \sin \phi \quad S1\phi =$$

$$VI (\cos \phi + j\sin \phi)$$

$$S1\varphi = V. ej \varphi$$

$$S1\varphi = V. \varphi S1$$

$$\varphi = V.$$

Sedangkan untuk rangkaian tiga fase, terdapat dua jenis konfigurasi hubungan, yaitu:

Hubungan



**Gambar 2.15 Koneksi Bintang**

Di mana :

$V_{RS} = V_{RT} = V_{ST} = V_L$  ; Tegangan di antara

fase  $V_{RN} = V_{SN} = V_{TN} = V_P$  ; Tegangan fasa

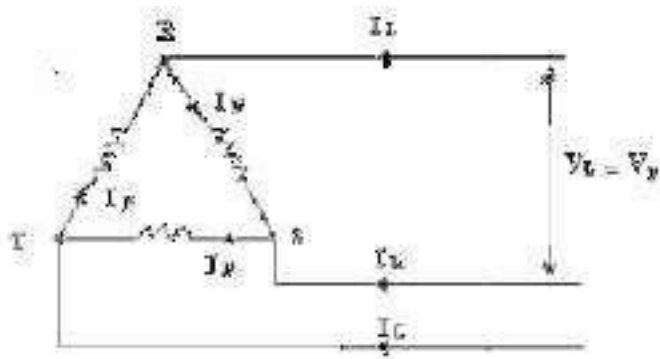
$R = L (P)$  ; Saat ini fase /Saatini saluran

Kapan  $L$  adalah saat ini saluran  $P$  adalah saatini fase, maka hubungan tersebut akan berlaku:

$$L = P$$

$$V_L = \sqrt{3} V_P$$

Koneksi Delta ( $\Delta$ )



**Gambar 2.16 Koneksi Delta**

Di mana :

$$R_S = S_T = T_R = P ; \text{ Saat ini fase}$$

$$I_R = I_S = I_T = a ; \text{ Arus saluran}$$

$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = V_L (V_P) ; \text{ Tegangan di antara fase}$$

Ketika  $V_L$  adalah tegangan antar fasa dan  $V_P$  adalah tegangan fasa maka berlaku hubungan:

$$V_L = V_P$$

$$L = \sqrt{3} \cdot P$$

Dari keduanya jenis jaringan di dalam di atas, untuk Untuk mendapatkan daya tiga fasa dapat digunakan rumus:

$$S(3) = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \text{ atau } ( \dots \dots \dots 2.19)$$

## 2.4 Karena Phi Meter

Dalam istilah sehari-hari, alat ini disebut cosinus phi meter ( $\phi$ ). Tujuan mengukur  $\cos \phi$  atau nilai cosinus sudut fasa adalah untuk memberikan indikasi langsung mengenai perbedaan fasa yang terjadi antara arus dan tegangan. Kita tidak menginginkan penunjukan sudut fasa, melainkan penunjukan cosinus phi. Untuk menghitung  $\cos \phi$  digunakan rumus :

$$\frac{P}{V \cdot I} = \text{Karena} \dots \dots \dots (2.20)$$

Informasi :

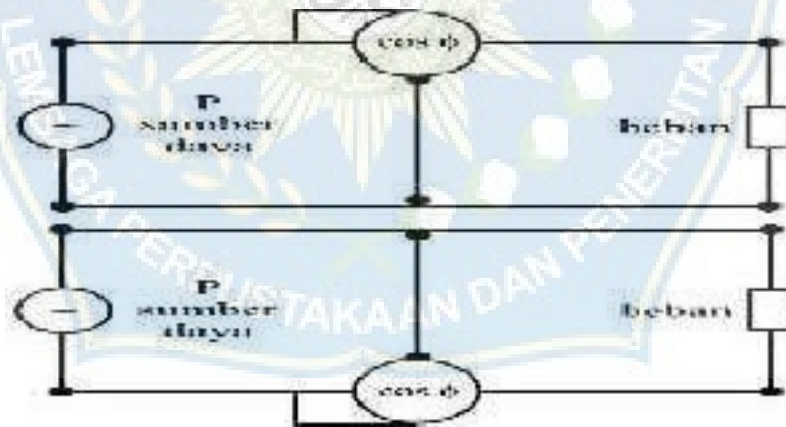
P : Kekuatan yang dalam satuan watt

V : Tegangan di dalam satuan volt

S : Saat ini listrik dalaman satuan ampere

### 2.4.1 Devinisi Karna Phi Meter

Cos phimeter adalah alat yang digunakan untuk menentukan faktor daya, yaitu perbedaan fasa antara tegangan dan arus. Alat ini sering disebut sebagai cosinus meter  $\phi$  dalam istilah sehari-hari. Tujuan pengukuran  $\text{Cos } \phi$  adalah untuk mengetahui nilai cosinus dari sudut fasa. Metode penyambungannya serupa dengan Watt meter, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar. 2.17. Phi Meter**

Kosfimeter banyak digunakan dan dipasang pada:

- - Panel pengukuran mesin pembangkit
- - Panel gardu induk dan koneksi gardu induk
- - Alat pengujian, alat petir, dan lainnya.

Jenis-jenis cos phi meter adalah

- Cos phi meter sirkuitor
- Cos phi meter prinsip elektrodinamis
- Cos phi meter dengan prinsip gulungan menyeberang

#### **2.4.2 Teknik Pengukuran Dengan Menggunakan Karena Phi Meter**

Pembacaan nilai pada alat ukur cos phi meter harus dilakukan dengan hati-hati, dengan melihat langsung dari atas penunjuk. Dengan cara ini, nilai yang terbaca pada garis skala akan akurat, tepat di bawah jarum. Jika Anda tidak melihat langsung ke atas penunjuk, Anda akan membaca nilai yang salah, baik ke kiri atau ke kanan dari garis sebenarnya; kesalahan ini disebut paralaks. Untuk menghindari paralaks, jarum penunjuk pada alat presisi dibuat berbentuk sayap tipis dan dilengkapi dengan cermin kecil di bawah jarum penunjuk skala. Pada posisi pembacaan yang benar, ujung jarum dan bayangannya di cermin harus tepat sejajar membentuk satu garis tipis.

Cara mengubah atau memperkecil hambatan sebelum besaran listrik masuk ke komponen utama alat ukur adalah dengan mengatur nilai hambatan agar sebanding dengan hambatan alat ukur. Hal ini memastikan bahwa besaran sebenarnya yang masuk ke komponen utama alat ukur tetap berada dalam batas yang ditentukan.

#### **2.4.3 Prinsip Kerja Karena Phi Meter**

Pengukuran  $\cos \phi$  didasarkan pada prinsip gerak listrik dan dapat dianggap sebagai pengukuran dengan kumparan silang. Kumparan ini terdiri dari kumparan arus dan kumparan tegangan, dengan prinsip kerja yang mirip dengan watt meter. Dalam pengukuran  $\cos \phi$ , akurasi

sempurna bukanlah tujuan utama. Menurut petunjuk dari produsen alat ukur, kesalahan yang diperbolehkan adalah dua derajat pada sudut skala penunjuk.

Pada gulungan SI Bekerja sesuatu

$$\text{gaya, } K_1 = C_1 \cdot I_1 \cdot 3$$

. Karena  $\varphi$

$$Q = \text{dari } 2 \cdot V_1 \cdot \text{Karena } \varphi$$

Gaya pada gulungan S<sub>2</sub> besar :

$$K_2 = \text{dari } 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \text{Karena } (90 - \varphi) = C^4 \cdot V \cdot \sin \alpha$$

Kopel Yang disebabkan oleh K<sub>1</sub> adalah :

$$M_1 = C^5 \cdot V \cdot \text{Saya} \cdot \text{Karena } \varphi \text{ dosa}$$

$\alpha$

Kopel K<sub>2</sub> adalah :

$$M_2 = \text{dari } 6 \cdot V \cdot \sin \cdot \text{karena } \alpha$$

Atau itu  $\alpha = C \cdot \text{karena } \varphi$

Sebagai akibatnya, jarum yang terhubung pada kumparan bergerak akan selalu sejajar dengan kumparan S<sub>2</sub>, yang menghasilkan penunjukan yang berbanding lurus dengan F. Ketika arus mengarah seperti yang ditampilkan dalam gambar di atas, kopling dihasilkan oleh gaya I<sub>2</sub> sebesar I<sub>3</sub> menyebabkan kedua gaya kopling bekerja secara bersamaan. Dampaknya, kumparan S<sub>2</sub> dan jarum berhenti pada sudut negatif F, yang berarti jarum berhenti di sisi kiri garis tengah vertikal.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A . Jenis Penelitian**

Dalam penelitian mengenai "Analisis Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi", penulis menggunakan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan mengumpulkan data berdasarkan pengukuran yang dilakukan selama penelitian ini, dan hasil pengukuran tersebut diolah dalam bentuk matematis. Sementara itu, pendekatan kualitatif melibatkan analisis penelitian berdasarkan data kuantitatif yang telah terkumpul.

#### **B . Waktu Dan Lokasi Penelitian**

##### 1. Waktu

Pembuatan dan penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan November - Desember 2021 sesuai dengan jadwal penelitian yang telah direncanakan.

##### 2. Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP RAYON MATTOANGING.

#### **C. Tahapan Penelitian**

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Studi Literatur

Studi literatur melibatkan mengumpulkan referensi dari buku-buku, penelitian sebelumnya, dan jurnal-jurnal yang relevan atau dapat mendukung teori penyelesaian penelitian tentang "Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi", sebagaimana dijelaskan dalam bagian studi literatur (BAB II).

## 2. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan data dari PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING. Pengumpulan data dilakukan dengan meminta data yang telah ada di PT. PLN (Persero). Proses ini mengikuti prosedur yang ditetapkan oleh instansi tersebut, yaitu dengan mengirimkan surat permohonan izin pengambilan data dari pihak Universitas. Setelah itu, menunggu balasan dari PT. PLN, dan setelah surat balasan diterima, barulah dilakukan pengambilan data sesuai kebutuhan untuk penelitian.

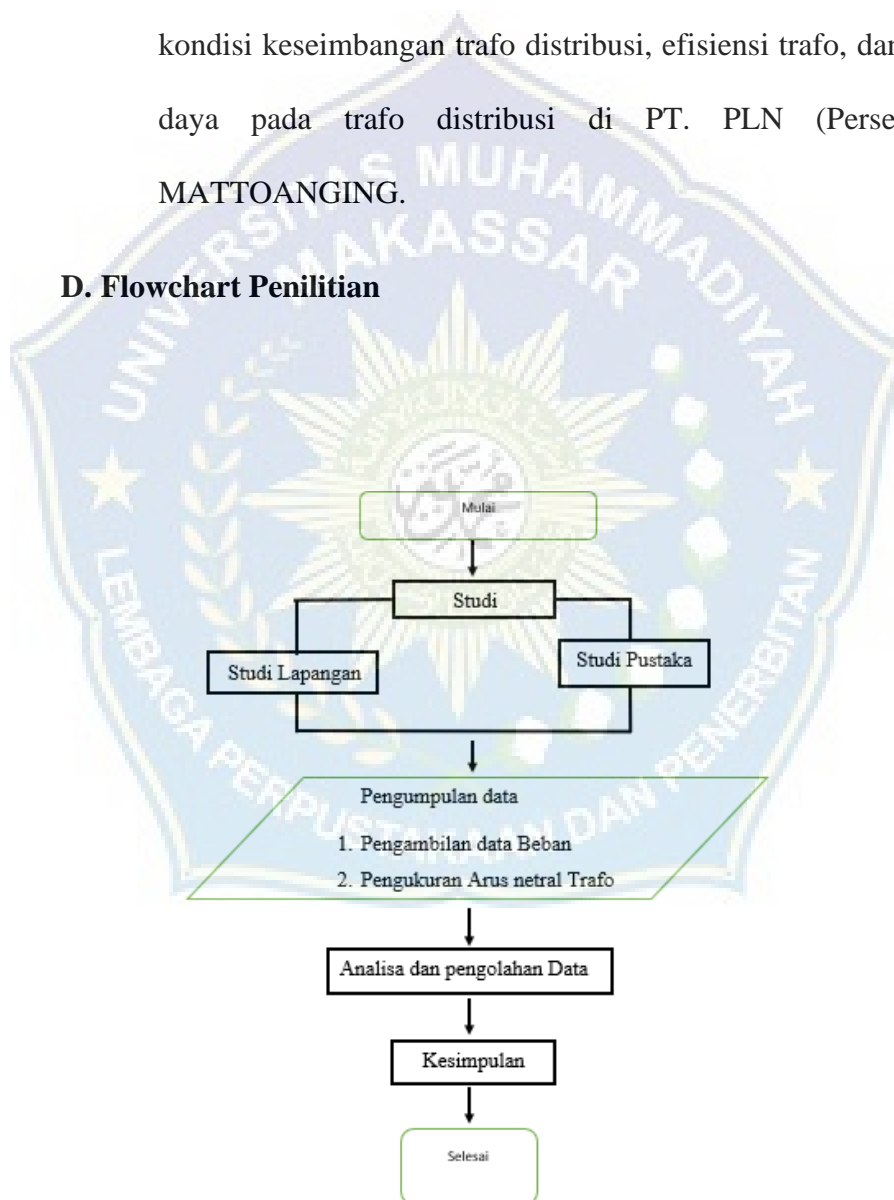
## 3. Analisis Data

Setelah mengambil data dari PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING, analisis data dilakukan. Data-data yang diperoleh diolah menjadi bentuk matematis dan kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan yang sudah ada. Dalam proses analisis data ini, tidak digunakan metode khusus, melainkan menggunakan perhitungan konvensional.

#### 4. Hasil

Hasil penelitian adalah solusi dari permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini. Permasalahan tersebut diselesaikan melalui pendekatan matematis dengan menggunakan persamaan yang telah ada. Output dari penelitian ini berupa 28 kesimpulan yang menyoroti kondisi keseimbangan trafo distribusi, efisiensi trafo, dan kerugian daya pada trafo distribusi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING.

#### D. Flowchart Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Daya Trafo

Detail dari transformator daya yang dipergunakan oleh ULP Mattoanging :

Tegangan kerja	: 100 kV
Batas arus sekunder	: 144 A
R <sub>G</sub> dan R <sub>n</sub>	: 16,1 Ohm

Trafo : 3 phasa

#### 4.2 Analisis Beban Puncak Transformator

Daya transformator, bila dilihat dari sisi tegangan tinggi (primer), dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

dimana :

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi primer trafo (kV)

I : arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (*full load*)

menggunakan rumus :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Dengan Penjelasan :

I<sub>FL</sub> : Arus Beban Penuh (A)

V : Tegangan Sisi Sekunder (kV)

S : Daya Transformator (kVA)

#### 4.1.1 Hasil Perhitungan $I_N$ Pagi

Tabel 4.1 Fasa R,S dan T

$I_R$	$I_S$	$I_T$
28A	37A	42A

$$\begin{aligned}I_N &= 28 \angle 0^\circ + 37 \angle 240^\circ + 42 \angle 120^\circ \\&= 28 (\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 37 (\cos 240^\circ + j \sin 240^\circ) + 42 (\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) \\&= A + jB \\I_N &= \sqrt{A^2 + B^2} \\&= 28 (1 + j 0) + 37 (-0,5 + j 0,866) + 42 (-0,5 + j 0,866) \\&= 28 - 18,5 - j 32,042 - 21 + j 36,372 \\&= 28 - 18,5 - 21 - j(32,042 + j 36,372) \\&= (-11,5) + j 68,414 \\I_N &= \sqrt{(-11,5)^2 + 68,414^2} \\&= \sqrt{132,25 + 4689,312} \\&= \sqrt{4821,562} \\&= 69,43 \text{ A}\end{aligned}$$

#### Analisa dan Pengamatan :

##### a. KetidakSeimbangan Beban

Ketidakseimbangan beban menghasilkan arus netral yang cukup besar, mencapai 69,43 A di pagi hari. Ketidakseimbangan beban ini dapat terjadi akibat distribusi arus yang tidak merata di antara fase-fase.

##### b. Dampak Arus Netral

Arus netral yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan kerugian daya dalam sistem, karena arus tersebut menghasilkan panas tambahan yang berkontribusi pada kenaikan kerugian energi.

c. Efisiensi

Kehadiran arus netral yang besar menandakan potensi penurunan efisiensi operasional transformator karena ketidakseimbangan beban. Hal ini dapat mengakibatkan pemanasan berlebih pada penghantar netral serta komponen lainnya.

d. Pengelolaan Beban

Pengelolaan beban yang lebih baik diperlukan untuk mengurangi arus netral dan meningkatkan efisiensi sistem. Hal ini bisa dicapai melalui pemantauan beban secara terus-menerus dan redistribusi beban agar lebih merata.

**4.1.2 Pengukuran ( Pukul 09.00 Wita) Pagi**

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran**

I <sub>R</sub> (A)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>T</sub> (A)	I <sub>N</sub> (A)		Cos φ (Faktor Daya )
			Pengukuran	Perhitungan	
28	37	42	10,21	12,288	0,83

Sehingga dari data di atas dapat dihitung :

$$S = 20 \text{ MVA} = 20.000 \text{ KVA}$$

$$V = 100 \text{ kV}$$

$$I_{FL} = \frac{s}{\sqrt{3}.V} = I_{FL} = \frac{20.000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 100 \text{ kV}} = 115,47 \text{ Ampere}$$

$$I = \frac{I_r + I_s + I_t}{3} = \frac{28 + 37 + 42}{3} = \frac{107}{3} = 35,67 \text{ Ampere}$$



$$\text{Persentase pembebanan trafo} : = \frac{I_{\text{rata-rata}}}{I_{FL}} = \frac{35,67}{115,47} \times 100 = 30,89 \%$$

Dari perhitungan dapat terlihat bahwa persentase beban cukuptinggi yaitu : 30,89 %

Analisis ketidakseimbangan trafo :

$$a = \frac{I_r}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{28}{35,62} = 0,79 \text{ A}$$

$$b = \frac{I_s}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{37}{35,62} = 1,04 \text{ A}$$

$$c = \frac{I_t}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{42}{35,62} = 1,18 \text{ A}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya kofisien a,b dan c adalah I

Oleh karena itu , rata-rata ketidakseimbangan beban (%) yaitu :

$$= \frac{(I_a + I_b + I_c)}{3}$$

$$= \frac{(0,79 + 1,04 + 1,18)}{3} = 0,11 = 11 \%$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa ketidak seimbangan beban tidak terlalu besar sekitar 1% hal ini disebabkan pembebanan beban tidak merata diantara konsumen.

Analisa *Losses* Akibat adanya Arus Netral

Dari rumus *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar trafo dapat dihitung besarnya :

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N$$

$$= 10,21^2 \cdot 16,1 \Omega$$

$$= 1678,33 \text{ Watt}$$

$$= 1,678 \text{ KW}$$

Dimana daya aktif trafo (p) =

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$P = 20.000 \text{ KvA} \times 0,83$$

$$= 16.600 \text{ KW}$$

Sehingga, persentase *losses akibat* adanya arus netral

$$\% P_N = \frac{P_n}{P} = \frac{1,678}{16.600} \times 100 \% = 1,01 \%$$

#### 4.1.3 Hasil Perhitungan $I_N$ Malam

**Tabel 4.3 Fasa R, S dan T**

$I_R$	$I_S$	$I_T$
47A	56A	43A

$$\begin{aligned} I_N &= 47 \angle 0^\circ + 56 \angle 240^\circ + 43 \angle 120^\circ \\ &= 47 (\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 56 (\cos 240^\circ + j \sin 240^\circ) + 43 (\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) \\ &= A + jB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_N &= \sqrt{A^2 + B^2} \\ &= 47 (1 + j 0) + 56 (-0,5 + j 0,866) + 43 (-0,5 + j 0,866) \\ &= 47 - 28 - j 48,496 - 21,5 + j 37,24 \\ &= 47 - 28 - 21,5 - j (48,496 + 37,24) \\ &= (-2,5) + j 85,735 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_N &= \sqrt{(-2,5)^2 + 85,735^2} \\ &= \sqrt{6,25 + 7348,65} \\ &= \sqrt{7354,65} \\ &= 85,76 \text{ A} \end{aligned}$$

Analisa dan pengamatan :

a. Ketidakseimbangan Beban

Distribusi arus yang tidak merata di antara fase-fase menyebabkan ketidakseimbangan beban, yang menghasilkan arus netral yang signifikan, mencapai 85,82 A di malam hari.

b. Dampak Arus Netral

Arus netral yang tinggi dapat meningkatkan kerugian daya dalam sistem karena menghasilkan tambahan panas, yang berperan dalam meningkatkan kerugian energi.

c. Efisiensi

Ketika terdapat arus netral yang besar, hal ini menunjukkan adanya risiko penurunan efisiensi operasional transformator. Situasi ini dapat mengakibatkan pemanasan berlebih pada penghantar netral dan komponen lainnya.

d. Pengelolaan Beban

Diperlukan peningkatan manajemen beban untuk mengurangi arus netral dan meningkatkan efisiensi sistem. Tujuan ini dapat dicapai dengan melakukan pemantauan terus-menerus terhadap beban dan melakukan redistribusi agar distribusi beban menjadi lebih merata.

#### 4.1.4 Hari Pengukuran (Puku 22.00 Wita ) Malam

**Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Malam**

I <sub>R</sub> (A)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>T</sub> (A)	I <sub>N</sub> (A)		Cos φ (Faktor Daya )
			Pengukuran	Perhitungan	
47	56	43	10,53	11,53	0,91

Sehingga dari data di atas dapat dihitung :

$$S = 20 \text{ MVA} = 20.000 \text{ KVA}$$

$$V = 100 \text{ kV}$$

$$I_{FL} = \frac{s}{\sqrt{3} \cdot V} = I_{FL} = \frac{20.000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 100 \text{ kV}} = 115,47 \text{ Ampere}$$

$$I = \frac{I_r + I_s + I_t}{3} = \frac{47 + 56 + 43}{3} = \frac{146}{3} = 48,67 \text{ Ampere}$$

$$\text{Persentase pembebanan trafo} : = \frac{I_{\text{rata-rata}}}{IFL} = \frac{48,67}{115,47} = 42,14 \%$$

Dari perhitungan dapat terlihat bahwa persentase beban cukuptinggi yaitu : 42,14 %

Analisis ketidakseimbangan trafo :

$$a = \frac{I_r}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{47}{48,67} = 0,97 \text{ A}$$

$$b = \frac{I_s}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{56}{48,67} = 1,15 \text{ A}$$

$$c = \frac{I_t}{I_{\text{rata-rata}}} = \frac{43}{48,67} = 0,88 \text{ A}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b dan c adalah 1

Oleh karena itu, rata-rata ketidakseimbangan beban (%) yaitu :

$$\begin{aligned} &= \frac{(I_a + I_b + I_c)}{3} \\ &= \frac{(0,97 + 1,15 + 0,88)}{3} \\ &= 10 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, terlihat bahwa ketidakseimbangan mencapai sekitar 10%.

Hal ini disebabkan oleh distribusi beban yang tidak merata di antara konsumen :

Analisa *Losses* Akibat adanya Arus Netral

Dari rumus *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar trafo dapat dihitung besarnya :

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \cdot R_N \\ &= 85,82^2 \cdot 16,1 \Omega \\ &= 118,89 \text{ Watt} \\ &= 1,18 \text{ KW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo (p) =

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$P = 20.000 \text{ KVA} \times 10$$

$$= 18.200 \text{ KW}$$

Sehingga, persentase *losses akibat* adanya arus netral

$$\% P_N = \frac{P_n}{P} = \frac{118,89}{18.200} \times 100 \% = 0,65 \%$$

#### 4.1 Hasil

Dari hasil analisis, ditemukan bahwa transformator yang ada di Sulawesi Selatan, khususnya di Gardu Induk Panakukang, dan lebih spesifik lagi di ULP rayon Mattoanging penyulang Rappocini, tempat dimana penelitian mengumpulkan data, beroperasi dalam kondisi tidak seimbang. Hal ini dapat disimpulkan berdasarkan hasil pengukuran arus pada setiap fasa, yang menunjukkan ketidakseimbangan. Sesuai dengan tabel 4.1, perbedaan arus yang mengalir pada setiap fasa mengindikasikan ketidakseimbangan beban.

Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil seperti yang terlihat dalam tabel berikut ini :

**Tabel 4.5 Beban Transformator**

Waktu	I <sub>R</sub> (A)	I <sub>S</sub> (A)	I <sub>T</sub> (A)	I rata-rata (A)	Persentase (%)
Pagi Hari	28	37	42	35,67	30,89
Malam Hari	45	52	40	45,67	39,55

Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa arus yang mengalir di fasa R, S dan T berbeda, baik itu pagi hari dan malam hari berdasarkan hal diatas dapat dikatakan bahwa beban trafo dalam keadaan tidak seimbang dan ketidakseimbangan yang lebih besar terjadi dimalam hari yaitu sebesar 39,55 %

**Tabel 4.6 Ketidakseimbangan Beban**

Waktu	a (A)	b (A)	c (A)	Ketidak seimbangan rata-rata	Persentase (%)
Pagi Hari	0,79	1,04	1,18	0,11	1,1 %
Malam Hari	1,14	1,31	1,01	0,096	9,6 %

Dari tabel 4.6, dapat dilihat bahwa ketidakseimbangan beban rata-rata pada pagi hari adalah 0,11 dengan presentase ketidakseimbangan beban sebesar 1,1%. Sementara itu, pada malam hari, ketidakseimbangan rata-rata adalah 0,096 dengan presentase ketidakseimbangan beban sebesar 9,6%. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakseimbangan pada malam hari lebih besar daripada pada pagi hari, yang disebabkan oleh penggunaan beban yang lebih tinggi pada malam hari.

**Tabel 4.7 Losses Akibat adanya Arus Netral**

Waktu	$R_N (\Omega)$	$I_N(A)$		Losses akibat arus netral pada penghantar netral trafo (KW)	Persentase losses(%)
		Pengukuran	Perhitungan		
Pagi hari	16,1 $\Omega$	10,21	12,288	1,678	1.01 %
Malam Hari	16,1 $\Omega$	10,53	11,53	1,785	9,81 %

Dari tabel 4.7, terlihat bahwa kerugian lebih besar terjadi pada malam hari, yakni sebesar 1,785 KW. Hal ini disebabkan oleh pemakaian beban yang lebih tinggi pada malam hari dan ketidakseimbangan beban yang lebih besar, sehingga menyebabkan arus yang mengalir melalui penghantar netral trafo menjadi lebih besar. Akibatnya, kerugian daya juga meningkat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus yang mengalir melalui penghantar netral trafo, semakin besar kerugian daya dan persentasenya pun meningkat.



## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari temuan yang ada pada bab IV, beberapa kesimpulan dapat ditarik, yaitu :

1. Ketidakseimbangan beban pada trafo daya terjadi pada kedua periode, baik pagi maupun malam, tetapi lebih mencolok terjadi saat malam hari karena penggunaan beban yang lebih tinggi pada waktu tersebut.
2. Ketidakseimbangan beban mengakibatkan arus yang mengalir pada tiap fasa trafo menjadi tidak seragam, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kerugian daya pada trafo.
3. Persentase ketidakseimbangan beban lebih tinggi pada malam hari daripada pagi hari, yang dapat berpengaruh pada efisiensi penggunaan trafo daya.
4. Keberadaan arus netral pada trafo juga berperan dalam kerugian daya, dimana semakin tinggi arus yang mengalir pada penghantar netral trafo, semakin besar pula kerugian daya yang terjadi..

Oleh karena itu, perhatian dan manajemen yang baik terhadap ketidakseimbangan beban dan arus netral pada trafo daya sangatlah penting untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem tenaga listrik.

#### **5.2 Saran**

Di bawah ini adalah beberapa rekomendasi untuk masa depan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan :

Berikut beberapa rekomendasi untuk masa depan berdasarkan hasil analisis yang telah

dilakukan:

1. Melakukan pemantauan secara berkala: Rutin memantau beban trafo daya pada berbagai waktu, baik pagi maupun malam hari, untuk memastikan tercapainya keseimbangan beban yang optimal.
2. Menyesuaikan penyebaran beban: Mengatur distribusi beban secara merata di antara konsumen guna mengurangi ketidakseimbangan beban yang dapat menyebabkan tingginya kerugian daya.
3. Mengevaluasi arus netral: Memeriksa arus netral pada trafo daya dan mengurangi arus yang mengalir pada penghantar netral untuk mengurangi kerugian daya yang disebabkan oleh arus netral.
4. Meningkatkan efisiensi: Mencari cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan trafo daya dengan mengoptimalkan manajemen beban dan mengurangi ketidakseimbangan beban.
5. Melakukan pemeliharaan berkala: Melakukan pemeliharaan rutin pada trafo daya untuk memastikan kinerjanya tetap optimal dan mengurangi risiko kerusakan akibat beban yang tidak seimbang.

Dengan menerapkan rekomendasi-rekomendasi tersebut, diharapkan efisiensi dan performa trafo daya dapat ditingkatkan, sehingga sistem tenaga listrik dapat beroperasi dengan lebih baik dan efisien.

L

A

M

P

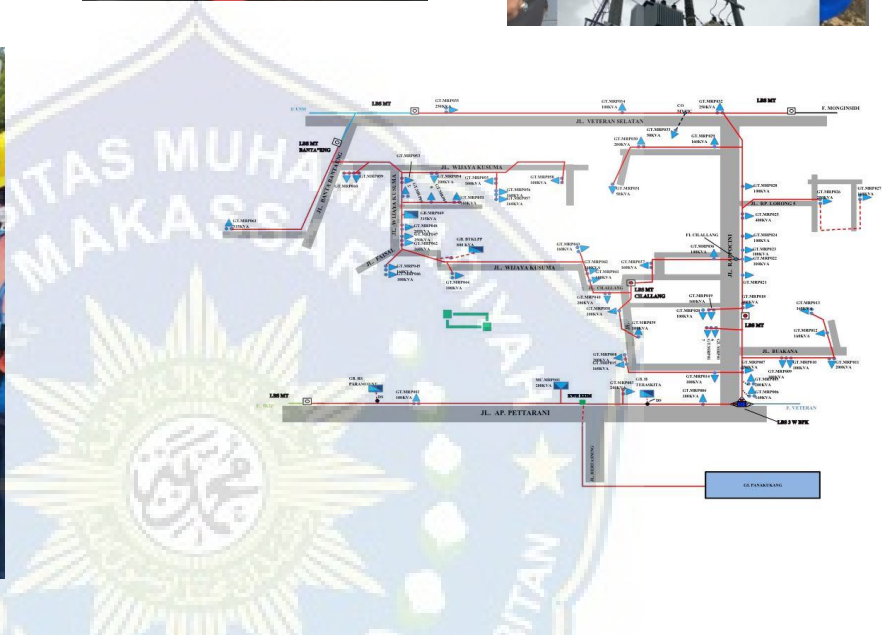
I

R

A

N





DATA PENGUKURAN GARDU MATTOANGING (Jan 2022 s/d Jun 2022) RE-EDIT 2022  
 BEBAN = (Arus Amper x Teg PHB FN) / 1000  
 PERSEN = (TOTAL BEBAN x 100) / Kapasitas

KODE GARDU	ALAMAT / LOKASI / NOMOR LOKASI	KAPASITAS			Tipe Pemakaian	DATA PENGUKURAN	JANUARI	TUGASAN PEMANGKAP				TUGASIAN (Amp)				BEBAN (kVA)				REMARKS			
		TT 500V	Primer / Sekunder	Other				1	2	3	4	PHB 1	PHB 2	LOKASI 1	LOKASI 2	1	2	3	4				
GT MPP06	J. RAPOCON-KOMP. CITRA ESTATE SIPAN GSI/ATAMA ESTATE	100	20020	80	51	10 SEPTEMBER 2022	19.23					47	56	43	58	229	401	220	32.29	38.47	29.54	33.43	
												47	56	43			220						
												0	0	0			220						

KODE GARDU	ALAMAT / LOKASI / NOMOR LOKASI	KAPASITAS			Tipe Pemakaian	DATA PENGUKURAN	JANUARI	TUGASAN PEMANGKAP				TUGASIAN (Amp)				BEBAN (kVA)				REMARKS			
		TT 500V	Primer / Sekunder	Other				1	2	3	4	PHB 1	PHB 2	LOKASI 1	LOKASI 2	1	2	3	4				
GT MARD13	J. PENGHIBUR SELATAN 180 PENGHIBUR KIRI PEMASARAN	200				30 OKTOBER 2022	11	10	17	17	238	793	225	225	2.26	4.80	3.81	4.36					
GT MARD12	J. PENGHIBUR BELAKANG BALIHO LAGUNA 3048913	100				30 OKTOBER 2022	25	4	5	29	238	818	230	230	17.85	4.18	5.57	8.57					
GT MARD16	J. LAMBOCUCILING BUNTLU DEPAN HOTEL FINISSI 1279088	315				30 OKTOBER 2022	390	179	181	77	238	883	222	222	42.28	38.81	28.45	36.73					
GT MARD19	J. RAUWALI DEPAN GORJA HEMP 1843075991	200				14 OKTOBER 2022	187	175	172	87	238	799	219	219	66.24	43.23	58.36	58.38					
GT MARD10	J. RAUWALI DEPAN RTM 98129	180				25 OKTOBER 2022	13	25	13	111	723	946	238	238	11.87	18.71							
GT MARD11	WATERKOP CITY	100				25 OKTOBER 2022	15	18	7	87	238	238	238	18.35	6.96								
GT MARD15	J. RAUWALI DEPAN TPAJUL 118104187	315				11 OKTOBER 2022	154	213	182	36	234	886	230	230	52.85	81.44	28.18	71.48					



**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

Nomor : 063/05/C.4-VI/II/45/2024  
Lamp. : -  
Hal : 1

Makassar, 21 Rajab 1445 H  
02 Februari 2024 M

Permintaan Data Dalam Penyelesaian Tugas Akhir

Kepada yang Terhormat Bapak/Ibu,  
Pimpinan PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging

Di - Tempat

*Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan Rahmat Allah SWT, Sehubungan dengan rencana penelitian tugas akhir, mahasiswa Universitas Muhammadiyah Makassar tersebut di bawah ini :

No	NIM	NAMA	JUDUL
1	10582 11033 18	Asdi	ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL PADA TRAF0 25 KVA STUDI KASUS PADA PT. PLN ULP MATTOANGING
2	10582 11104 18	Ahmad Agun	

Untuk Keperluan diatas, kiranya dapat diberikan izin untuk Pengambilan Data selama 2 Minggu guna keperluan penelitian. Dengan Data Sebagai Berikut:

1. Data Trafo (Spesifikasi)
2. Data Single Line
3. Data Beban Puncak

Data di atas diperlukan dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu di haturkan banyak terima kasih.

*Jazakumullah Khaeran Katsiran*  
*Wassalamu 'Alaikum warahmatullah Wabarakatuh*

Makil Bekan I,  
  
**Mr. Muhsyafaat S Kuba, S.T, M.T**  
NIM. 975/288







**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

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 : Asdi / Ahmad Agun

Nim : 10582103318 / 105821110418

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	24 %	25 %
3	Bab 3	8 %	10 %
4	Bab 4	9 %	10 %
5	Bab 5	4 %	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, 07 Juni 2024

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Nurrahmah, S.Hum.,M.I.P

NBM. 964 591



ORIGINALITY REPORT

10%  
SIMILARITY INDEX

9%  
INTERNET SOURCES

2%  
PUBLICATIONS

%  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 electricdot.wordpress.com  
Internet Source 2%
- 2 www.grafiati.com  
Internet Source 2%
- 3 etheses.uinsgd.ac.id  
Internet Source 2%
- 4 Sandy Suryady, Eko Aprianto Nugroho.  
"SIMULASI FAKTOR KEAMANADAN  
PEMBEBANAN STATIK RANGKA PADA TURBIN  
ANGIN SAVONIUS", Jurnal Ilmiah Multidisiplin,  
2022  
Publication 2%
- 5 etheses.uin-malang.ac.id  
Internet Source 2%

Exclude quotes On  
Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	17%
2	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	7%

Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches < 2%



ORIGINALITY REPORT

3%	8%	3%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	metlitelkanr2010.weebly.com Internet Source	3%
2	repository.ub.ac.id Internet Source	3%
3	repo.darmajaya.ac.id Internet Source	3%

Exclude quotes  Off      Exclude matches  Off  
Exclude bibliography  Off



AB IV ASDI/AHMAD AGUN - 10582103318/105821110418

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	journal.um.ac.id Internet Source	3%
2	elko.polnam.ac.id Internet Source	3%
3	jurnal.poltekstpaul.ac.id Internet Source	3%

Exclude quotes

On

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

On



ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Muh. Chotim. "MENGURANGI TINGKAT AGRESIVITAS ANAK USIA TK MELALUI TERAPI BERMAIN (PLAY THERAPY)", *Counsellia: Jurnal Bimbingan dan Konseling*, 2016

Publication

4%



turnitin

Exclude quotes

On

Exclude bibliography

On

Exclude matches

< 2%

