

**SKRIPSI**

**ANALISIS EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 160 kVA DI PT.**

**PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING**



**DISUSUN OLEH**

**WAHYU RINALDI MAJID**

**105821113019**

**SUMARNI SYARSAL**

**105821112319**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2024**

**ANALISIS EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 160 KVA DI PT.**

**PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar sarjana

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh :

**WAHYU RINALDI MAJID**

**105821113019**

**SUMARNI SYARSAL**

**105821112319**

**PADA**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2024**

**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)



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

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 EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 160 KVA DI PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING.**

Nama : 1. Sumarni Syarsal  
2. Wahyu Rinaldi Majid

Stambuk : 1. 105821112319  
2. 105821113019

Makassar, 06 Januari 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Ir. Abdul Hafid, M.T

Pembimbing II

Andi Fharuddin, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adrijani, S.T., M.T., IPM

NBM : 1044 202

**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)



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Sumarni Syarsal dengan nomor induk Mahasiswa 105821112319 dan Wahyu Rinaldi Majid dengan nomor induk Mahasiswa 105821113019, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/20201/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 06 Januari 2024.

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, S.T., M.T., ASEAN, Eng

2. Penguji

a. Ketua : Andi Abd Halik Lateko, S.T., M.T., Ph.D

b. Sekretaris : Ir. Suryani, S.T., M.T., IPM

3. Anggota

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

2. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

3. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Abdul Hafid, M.T

Pembimbing II

Andi Faharuddin, S.T., M.T

Dekan



Dr. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

## **Analisis Efisiensi Transformator Distribusi 160 KVA Di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING**

Wahyu Rinaldi Majid<sup>1</sup>, Sumarni Syarsal<sup>2</sup>, Abdul Hafid<sup>3</sup>, Andi Faharuddin<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

[Wahyumajid1234@gmail.com](mailto:Wahyumajid1234@gmail.com), [SumarniSyarsal9@gmail.com](mailto:SumarniSyarsal9@gmail.com), [abdulhafid@unismuh.ac.id](mailto:abdulhafid@unismuh.ac.id), [afaharuddin@gmail.com](mailto:afaharuddin@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Transformator distribusi merupakan komponen krusial dalam sistem pembangkitan dan distribusi tenaga listrik. Efisiensi transformator menjadi aspek penting dalam mengoptimalkan penggunaan energi listrik. Oleh karena itu penjaminan level efisiensi yang memadai merupakan hal yang sangat penting. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran dan analisis kinerja efisiensi transformator. Empat buah transformator 160kVA 20/400,  $f = 50\text{Hz}$  dipilih untuk diamati dan dibandingkan efisiensinya. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan serta arus luaran transformator masing-masing siang hari (11:00) dan malam hari (19:00). Kemudian dilakukan analisis rugi daya dan penentuan efisiensinya yang terjadi di siang dan malam hari pada ke-4 transformator tersebut. Hasil penelitian itu menunjukkan perbedaan tingkat efisiensi antara ke-4 buah transformator yang diamati: Transformator 1 efisiensi 98,6% (beban 32% siang hari) dan efisiensi 98,1% (beban 8% malam hari), transformator 2 efisiensi 98,6% (beban 28% siang hari) dan efisiensi malam 98,7% (beban 51% malam hari), transformator 3 efisiensi 97,6% (beban 13% siang hari) dan efisiensi 97,9% (beban 15% malam hari), transformator 4 efisiensi 98,5% (beban 27% siang hari) dan efisiensi 98,3% (beban 20% malam hari). Semua transformator memiliki level efisiensi yang layak di atas 90%.

**Kata kunci:** Transformator, Efisiensi, Kerugian, Tegangan, Listrik

## **Analisis Efisiensi Transformator Distribusi 160 KVA Di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING**

Wahyu Rinaldi Majid<sup>1</sup>, Sumarni Syarsal<sup>2</sup>, Abdul Hafid<sup>3</sup>, Andi Faharuddin<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

[Wahyumajid1234@gmail.com](mailto:Wahyumajid1234@gmail.com), [SumarniSyarsal9@gmail.com](mailto:SumarniSyarsal9@gmail.com), [abdulhafid@unismuh.ac.id](mailto:abdulhafid@unismuh.ac.id), [afaharuddin@gmail.com](mailto:afaharuddin@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Distribution transformers are crucial components in electric power generation and distribution systems. Transformer efficiency is an important aspect in optimizing the use of electrical energy. Therefore, ensuring an adequate level of efficiency is very important. The method used in this research is measurement and analysis of transformer efficiency performance. Four 160kVA 20/400,  $f = 50\text{Hz}$  transformers were chosen to observe and compare their efficiency. This test is carried out by measuring the voltage and output current of the transformer during the day (11:00) and at night (19:00), respectively. Then an analysis of the power losses and determination of the efficiency that occurs during the day and night on the 4 transformers is carried out. The results of the research show differences in efficiency levels between the four transformers observed: Transformer 1 efficiency 98.6% (32% load during the day) and 98.1% efficiency (8% load at night), transformer 2 efficiency 98.6 % (28% load during the day) and night efficiency 98.7% (51% load at night), transformer 3 efficiency 97.6% (13% load during the day) and efficiency 97.9% (15% load at night) , transformer 4 efficiency 98.5% (27% load during the day) and efficiency 98.3% (20% load at night). All transformers have a decent efficiency level of above 90%.*

*Keywords: Transformer, Efficiency, Losses, Voltage, Electric.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir ini adalah : “ **ANALISIS EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 160 kVA DI PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING**”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sebab itu penulis sebagai manusia biasa tidak lupuk dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi teknik penulisan maupun dari segi perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan lapang dada atas segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat buat kita semua.

Skripsi ini dapat terwujud atas berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty,S.T.,M.T.,IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Adriani, S.T., M.T., IPM. Selaku Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ir. Abdul Hafid, M.T. Selaku Pembimbing I Dan Bapak Andi Fharuddin, S.T., M.T Selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak/ Ibu Dosen serta Staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayah Dan Ibu tercinta, kami mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan dan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Terkhususnya Koordinat 2019 dan selembaga Fakultas Teknik yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas 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.

Makassar, 26 Desember 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Metode Penelitian.....	5
<b>BAB II PEMBAHASAN</b> .....	8
A. Transformator.....	8
B. Prinsip Kerja Transformator.....	8
C. Jenis Jenis Transformator.....	11
1. Transformator Bersumber pada Pendamping Kumparan.....	11
2. Transformator Berdasarkan Fungsi.....	11
D. Bagian Bagian Pada Transformator.....	13
1. kumparan trafo.....	13
2. Inti trafo.....	14
3. Minyak Trafo.....	14
4. Bushing Trafo.....	15
5. Pendingin Transformator.....	16
E. Hubungan Pada Trafo 3 Fasa.....	16
1. Trafo Hubung Bintang (Y).....	18

2.	Trafo Hubung Delta .....	20
3.	Trafo Zig-zag .....	21
F.	Jaringan Distribusi .....	21
1.	Jaringan distribusi bagi berdasarkan besaran tegangan.....	23
2.	Jaringan distribusi bagi berdasarkan frekuensinya .....	23
3.	Organisasi peruntukan dalam kaitannya dengan pembangunan .....	24
4.	Jaringan distribusi bersumber pada tingkat jaringan .....	24
G.	Daya Pada Saluran Distribusi .....	26
H.	Arus beban penuh .....	27
I.	Rugi-Rugi Energi Pada Trafo.....	27
1.	Rugi-rugi Inti (Besi).....	28
2.	Rugi-rugi tembaga (pcu).....	29
J.	Kerugian Transformator Serta Efisiensi.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>32</b>
A.	Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	32
1.	Waktu .....	32
2.	Lokasi penelitian.....	32
B.	Jenis Penelitian.....	32
C.	Study Literatur .....	32
D.	pengambilan data .....	33
1.	Data arus .....	33
2.	Data Tegangan.....	33
3.	Data Tahanan atau Resistansi.....	34
4.	Informasi Daya Masukan Dan keluaran.....	34
E.	Analisa Data.....	35
1.	Analisi beban puncak .....	35
2.	Analisis Rugi-rugi Daya dan efisiensi transformator .....	36
F.	Flowchart .....	37
<b>BAB IV ANALISA DATA .....</b>		<b>38</b>
A.	Data Transformator .....	38
1.	Data transformator 1 ( satu ) .....	39
2.	Data transformator 2 .....	42
3.	Data transformator 3 .....	45

4. Data transformator 4 .....	48
B. Menghitung Rugi Daya Dan Efisiensi Transformator .....	51
1. Siang hari .....	51
2. Malam hari .....	55
C. Grafik Pembebanan Pada 4 Transformator .....	58
D. Grafik Persentase Pembebanan Pada 4 Transformator .....	58
E. Grafik Penelitian Efisiensi Pada 4 Transformator.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
A. KESIMPULAN.....	60
B. SARAN.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teori Dasar Transformator.....	7
Gambar 2.2 Konstruksi Trafo .....	8
Gambar 2.3 Trafo Distribusi.....	12
Gambar 2.4 Inti Transformator .....	13
Gambar 2.5 Vektor Diagram Arus Seimbang.....	16
Gambar 2.6 Vektor Diagram Arus Tidak Seimbang.....	17
Gambar 2.7 Vektor Arus Hubung Bintang.....	18
Gambar 2.8 Vektor Arus Hubung Delta.....	19
Gambar 2.9 Skema Sistem Jaringan Distribusi.....	21
Gambar 3.1 flowchart Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Single Line Diagram Jalan Kakaktua.....	38
Gambar 4.2 Nameplate Transformator Distribusi Merk Trafindo 1.....	39
Gambar 4.3 Nameplate Transformator Distribusi Merk Trafindo 2.....	42
Gambar 4.4 Nameplate Transformator Distribusi Merk Sintra.....	45
Gambar 4.5 Nameplate Transformator Distribusi Merk B&D.....	48
Gambar 4.6 Grafik Pembebanan Pada Masing Masing Transformator .....	59
Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Pada Masing Masing Transformator .....	59
Gambar 1L. Kantor Pln (Persero) Rayon Mattoanging Makassar Selatan.....	64
Gambar 2L. Lokasi Transformator 1.....	64
Gambar 3L. Lokasi Transformator 2.....	65
Gambar 4L. Lokasi Transformator 3.....	65
Gambar 5L. Lokasi Transformator 4.....	66
Gambar 6L. Dokumentasi Pengambilan Data Trafo Pada Siang Hari.....	66
Gambar 7L. Dokumentasi Pengambilan Data Trafo Pada Malam Hari.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pengukuran Beban Siang Dan Malam Pada Transformator 1.....	40
Tabel 4.2 Data Pengukuran Beban Siang Dan Malam Pada Transformator 2.....	43
Tabel 4.3 Data Pengukuran Beban Siang Dan Malam Pada Transformator 3.....	46
Tabel 4.4 Data Pengukuran Beban Siang Dan Malam Pada Transformator 4.....	49
Tabel 4.5 Data Pembebanan Pada Transformator 1,2,3 Dan 4 .....	51



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Seiring berjalannya waktu, energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok manusia. Dengan kemajuan teknologi pemanfaatan energi listrik, masyarakat secara tidak langsung bergantung pada energi listrik baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun industri. Energi listrik dapat dengan mudah diangkut dan diubah menjadi bentuk energi lainnya. Penyediaan energi listrik yang stabil dan berkesinambungan merupakan prasyarat mutlak yang harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik).

Selain perluasan pembangunan moneter dan kecepatan perbaikan yang sangat cepat di Sulawesi Selatan khususnya di wilayah Makassar, maka akan terjadi kebutuhan energi listrik yang lebih besar dan lebih besar karena meluasnya aktivitas lokal dalam berbagai masalah sehari-hari. baik latihan modern maupun keluarga. Perluasan tindakan di wilayah lokal ini akan menyebabkan peningkatan prasyarat pemanfaatan energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat ini, PLN terus berupaya mengatasi masalah ini dengan berbagai cara, mengingat membangun pembangkit listrik yang menciptakan habitat di berbagai wilayah (Sudiartha, 2012).

Judul yang dipilih “**ANALISIS EFISIENSI TRAFODISTRIBUSI 160 KVA DI PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING**” diciptakan terutama karena dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, keandalan dan

kestabilan sistem sangat penting guna memberikan kemudahan dalam pelayanan kepada konsumen. Salah satu alat atau perlengkapan yang memegang peranan penting dalam bekerjanya suatu sistem adalah trafo. Trafo memperluas tegangan yang dikirim oleh generator dan menyalurkannya melalui saluran transmisi. Tegangan ini kemudian dibawa untuk disebarluaskan lebih lanjut ke klien yang sudah ada. Trafo generator mempunyai kemampuan sebagai penghubung antara generator dengan saluran transmisi. Sambungan antara saluran transmisi dan beban adalah trafo distribusi.

Dalam industri, tentu saja, banyak hal bergantung pada keandalan dan produktivitas kerangka listrik. Salah satu syarat keandalan sistem peruntukan tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk menyalurkan energi listrik untuk disalurkan kepada konsumen adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil, karena jika dianggap sama maka kelancaran penyediaan tenaga listrik dapat diandalkan. Transformator digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Trafo merupakan bagian utama dalam bidang tenaga listrik untuk menyuplai tenaga listrik dari genset PLN yang dayanya bisa mencapai beberapa kilovolt, yang kemudian disalurkan ke pos-pos yang ada dan kemudian dialirkan kembali melalui trafo yang diperlukan dalam semua usaha.

Batasan usia tertentu berlaku untuk perangkat elektronik, termasuk transformator. Jika trafo mati maka kontinuitas jaringan listrik pun terganggu. Untuk menghindari hal tersebut maka perlu dilakukan pemantauan terhadap

kondisi trafo melalui perawatan secara berkala. Pemeliharaan preventif diperlukan untuk mendeteksi kondisi insulasi dan mengetahui penyebab kegagalan insulasi. Beban yang diberikan tidak sesuai dengan yang diinginkan, oleh karena itu keadaan ini menyebabkan penurunan efisiensi trafo dan penurunan kapasitas transformator dalam menyediakan tumpukan.

Oleh karena itu trafo merupakan bagian yang vital dan dengan mempertimbangkan sulitnya kerja sebuah trafo maka diusahakan agar perangkat keras ini mempunyai umur yang panjang dan dapat digunakan lebih lama, maka dari itu trafo harus dijaga dengan pemanfaatan yang benar, bagus dan pas. situasi penumpukan dan perlengkapan serta pamerannya harus selalu dijaga. fokus pada pemanfaatannya senantiasa efektif Terdapat sebagian aspek yang bisa pengaruhi keadaan transformator ialah temperatur serta pembebanan.

Penelitian ini juga berguna sebagai acuan ketika ingin melakukan pemeriksaan/pemeliharaan tahunan transformator oleh pihak PLN mattoanging .Buat mengenali gimana kinerja transformator saat sebelum dipasang umumnya dicoba pengujian memakai beban nominal, biar bisa mengetahui transformator dalam kondisi baik ataupun tidak, sehingga kinerja transformator dikala digunakan bisa maksimal.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah :



1. Berapa besar rugi-rugi daya yang terjadi kepada 4 transformstor distribusi 160 kVA di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING ?
2. Berapa besar efisiensi pada masing - masing transformator distribusi 160 kVA di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING pada saat beban puncak dan off puncak ( bukan beban puncak) ?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui persentase beban puncak dan besar rugi-rugi yang terjadi pada transformator distribusi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING.
2. Dapat menentukan berapa besar efisiensi pada masing masing transformator distribusi 160 kVA di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING pada saat beban puncak dan off puncak.

### **D. Batasan Masalah**

1. Hanya membahas tentang efisiensi pada transformator distribusi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING.
2. Transformator yang dibahas yaitu transformator distribusi yang ada di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING.
3. Membahas tentang rugi-rugi daya dan efisiensi pada transformator distribusi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING.

### **E. Manfaat Penelitan**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terutama pada jurusan Teknik elektro.

2. Mengetahui pengaruh efisiensi dan rugi-rugi daya pada transformator distribusi.

## **F. Metode Penelitian**

Langkah-langkah yang dicoba dalam penyusunan tugas akhir ini merupakan selaku berikut:

### 1. Studi L iteratur

Pada tahapan ini dicoba pedalaman modul buat menuntaskan permasalahan yang dirumuskan,selain itu pula dicoba riset literatur serta buku harian yang menunjang riset Riset literature dicoba supaya bisa digunakan selaku panduan data buat menunjang penyelesaian pengolahan informasi riset data riset literatur pula sangat di perlukan buat penerapan riset .

### 2. Wawancara

Wawancara adalah korespondensi lisan untuk mengumpuIkan informasi dari seseorang dengan menggunakan pertanyaan dan jawaban langsung kepada otoritas dari yayasan/atau perwakilan penting untuk mendapatkan data pemeriksaan yang diperlukan.

### 3. Riset

Penelitian/pemulihan data dilakukan untuk memenuhi informasi berbeda dari tulisan yang perlu diselesaikan penulis esai agar lebih tepat dan dapat terwakili.

### 4. Bimbingan

Latihan instruksional adalah korespondensi antara penulis esai dan pengelola untuk menyikapi susunan penulis esai apabila terdapat kekurangan atau kesalahan dalam perencanaan.

## **G. Sistematika Penyusunan**

Untuk bekerja dengan audit dan penggambaran, pengaturan tugas terakhir ini digambarkan sejenak sebagai:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini memperjelas landasan perencanaan Tugas terakhir, landasan definisi permasalahan obyektif dan batasan permasalahan kelayakan pengaturan pendekatan ujian dan sistematika penyusunannya.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan ide-ide hipotetis yang membantu Tugas Terakhir, memuat hipotesis penting yang digunakan dan menjadi informasi pendukung bagi para ilmuwan sehubungan dengan permasalahan yang akan direnungkan, khususnya bagian-bagian pokok pada trafo energi, suhu trafo, dan produktivitas trafo. .

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bagian ini akan menjelaskan situasi di mana pemeriksaan selesai, jenis eksplorasi, rencana penelitian dan jalannya eksplorasi.

### **BAB IV ANALISA DAN DATA HASIL PENELITIAN**

Bagian ini mengkaji penyelidikan informasi.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini memuat tujuan dari seluruh hasil eksplorasi akibat produktivitas trafo apropriasi serta gagasan-gagasan yang berkaitan dengan usaha terakhir.

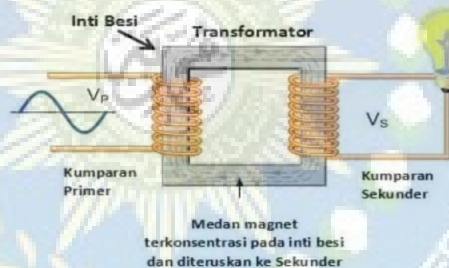


## BAB II

### PEMBAHASAN

#### A. Transformator

Trafo adalah perangkat listrik yang mengubah tegangan aliran pengganti mulai dari satu tingkat kemudian ke tingkat berikutnya melalui kopling yang menarik dan bergantung pada standar pendaftaran elektromagnetik di mana proporsi tegangan antara sisi esensial dan sisi opsional langsung sesuai dengan proporsinya. dari jumlah lilitan dan sebaliknya relatif terhadap proporsi aliran, trafo terdiri dari sebuah pusat yang terbuat dari besi berlapis dan 2 ikal, yaitu loop esensial dan loop opsional. (Sentosa, dkk. 2006)

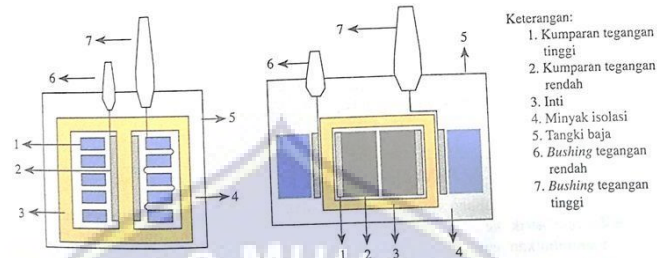


Gambar 2.1 Teori Dasar Transformator

#### B. Prinsip Kerja Transformator

Pedoman fungsi trafo bergantung pada peraturan Ampere dan Faraday, lebih spesifiknya “aliran listrik dapat menimbulkan medan tarik menarik dan medan tarik berlawanan dapat menghasilkan aliran listrik”. Apabila salah satu loop pada trafo bermuatan, maka terjadi gaya tarik menarik yang berubah-ubah. Keriting opsional akan mendapatkan jalur daya yang menarik dari loop esensial yang luasnya berubah dan pada ikal opsional juga ada pendaftaran

yang disebabkan oleh kontras tegangan antara 2 penutupan ikal. Kuantitas garis-garis gaya (gerakan) yang memasuki ikal opsional setara dengan garis-garis gaya yang muncul darinya kumparan utama.



Gambar 2.2 Konstruksi Trafo

Bila belitan primer dikaitkan dengan sumber tegangan yang berputar, sedangkan belitan sekunder berada dalam kondisi tanpa beban, sehingga mengalir terus-menerus melalui kumparan primer yang disebut arus beban nol ( $I_0$ ). Hal ini secara terus menerus akan menghasilkan gerakan memutar pada bagian tengahnya. Gerakan memutar ini dikelilingi oleh lilitan utama dan lilitan bantu, sehingga pada kedua lilitan tersebut timbul gaya gerak listrik sebesar:

$$E_1 = 4,44 f N_1 \phi \text{ (volt)} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$E_2 = 4,44 f N_2 \phi \text{ (volt)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Pada persamaan diatas, (2.1) merupakan Ikal esensial dikaitkan dengan sumber tegangan yang berputar, sedangkan loop opsional berada dalam kondisi terbuang, sehingga mengalir terus-menerus melalui ikal esensial yang disebut arus beban nol ( $I_0$ ). Hal ini secara terus menerus akan menghasilkan gerakan memutar pada bagian tengahnya. Gerakan

memutar ini dikelilingi oleh lilitan utama dan lilitan bantu, sehingga pada kedua lilitan tersebut timbul gaya gerak listrik sebesar: harus meningkat jadi  $I_1$  , hingga dipenuhi :

$$N_1 I_0 = N_1 I_1 - N_2 I_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Gaya gerak listrik yang dibangkitkan pada kumparan memunculkan medan elektrik yang kokoh pada isolasi kumparan, teristimewa pada isolasi disekitar belitan kumparan tegangan besar Arus yang mengalir pada kumparan hendak memunculkan rugi-rugi tembaga. Fluks pada inti hendak memunculkan rugi- rugi arus eddy serta rugi-rugi histeresis, serta jumlah kedua rugi-rugi ini diucap rugi-rugi inti. Pemanasan sebab rugi-rugi tembaga serta rugi-rugi inti hendak menaikkan temperatur isolasi trafo. Disamping itu, arus pada kumparan hendak memunculkan gaya mekanik, serta kala dialiri arus hubung pendek style ini memunculkan tekanan yang berat pada isolasi. Oleh sebab itu, sistem isolasi wajib mempunyai ketentuan selaku berikut: kekuatan dielektrik wajib melebihi kokoh medan elektrik paling tinggi yang ditemui pada komponen trafo; mampu mempunyai gaya mekanis yang ditimbulkan arus hubung pendek serta bisa mendisipasikan panas yang terjalin pada trafo ke medium dekat dengan baik.

## **C. Jenis Jenis Transformator**

### **1. Transformator Bersumber pada Pendamping Kumparan**

Transformator bisa dibedakan bersumber pada pendamping kumpara ataupun lilitannya jadi

- a. Transformator 1 belitan.
- b. Transformator 2 belitan.
- c. Transformator 3 belitan.

Transformator satu belitan merupakan lilitan primer ialah bagian dari lilitan sekunder ataupun kebalikannya Trafo satu belitan ini lebih diketahui selaku “auto trafo ataupun trafo hemat”, Trafo 2 belitan merupakan trafo yang memiliki 2 belitan ialah sisi tegangan besar serta sisi tegangan rendah, dimana kumparan sekunder serta primer berdiri sendiri. Trafo 3 belitan merupakan trafo yang memiliki belitan primer, sekunder serta tersier, masing-masing berdiri sendiri pada tegangan yang berbeda.

### **2. Transformator Berdasarkan Fungsi**

Bagi Berdasarkan gunanya Transformator dipecah atas : Trafo daya, Trafo distribusi, Trafo pengukur, Trafo Elektronik.

#### **a. Trafo Daya**

Trafo daya adalah trafo yang digunakan untuk menyuplai daya. Transformator daya memiliki 2 guna ialah menaikkan tegangan listrik (steep-up) serta menurunkan tegangan listrik (step- down), Transformator dayai tidak bisa digunakan langsung buat menyuplai beban, sebab sisi tegangan rendahnya masih lebih besar dari tegangan beban, sebaliknya sisi tegangan



tingginya ialah tegangan transmisi, Transformator berperan selaku step-up pada sistem dimana tegangan keluaran lebih besar dari pada tegangan masukan (misalnya pada pengiriman/penyaluran energi serta kebalikannya trafo step-down apabila tegangan keluaran lebih rendah dari pada tegangan masukan misalnya menerima/mengeluarkan energi

b. Trafo Distribusi

Trafo distribusi pada dasarnya sama dengan trafo daya, yang penting tegangan rendah pada trafo daya dibandingkan dengan tegangan besar pada trafo sirkulasi masih lebih diperhatikan. Kedua tegangan pada trafo peruntukan adalah tegangan angkut, khusus untuk tegangan sebar menengah (TM) dan tegangan dispersi rendah (TR), Sirkulasi trafo digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik secara langsung ke konsumen. Trafo sirkulasi yang umumnya digunakan adalah trafo step down 20/0,4 kV, tegangan tahap rangka JTR adalah 380 Volt, karena terjadi penurunan tegangan maka tegangan rak TR dibuat lebih dari 380 Volt sehingga tegangan menuju finish tumpukan menjadi 380 Volt.

c. Trafo Ukur

Biasanya trafo ini digunakan untuk mengukur arus (I) dan tegangan (V). Trafo ini dibuat khusus untuk mengukur arus dan tegangan yang tidak dapat diperkirakan secara langsung dengan amperemeter atau voltmeter.

d. Trafo Elektronik

Trafo ini memiliki aturan yang sama dengan trafo energi namun batas energi responsifnya kecil. adalah sekitar 300 VA yang dimanfaatkan untuk kebutuhan rangkaian elektronik.

#### **D. Bagian Bagian Pada Transformator**

Tujuan penggunaan trafo diseminasi adalah untuk mengatur tegangan primer dari sistem sirkulasi ke tegangan yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan.



Gambar 2.3 Transformator 3 fasa distribusi

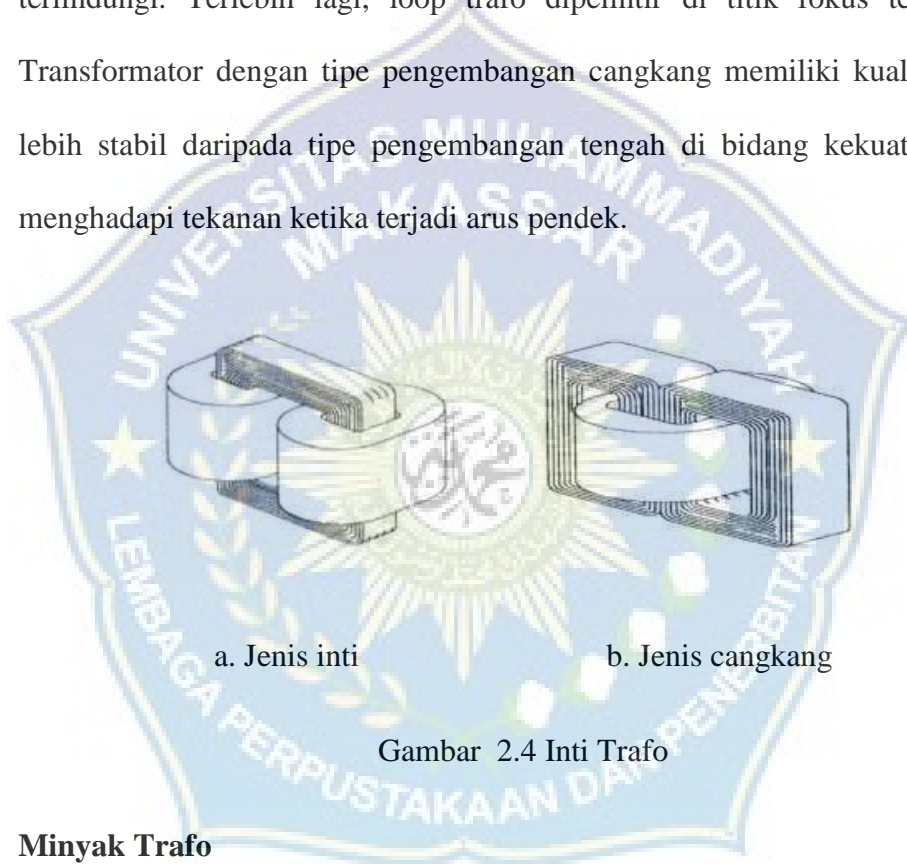
Pengembangan trafo secara keseluruhan meliputi: Loop, Trafo Center, Oli Trafo, Bushing Trafo, Tipe Pendingin Trafo.

##### **1. kumparan trafo**

Trafo terdiri atas 2 lilitan, yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder, dimana dengan asumsi bahwa arus putar dialirkan ke salah satu lilitan pada trafo, jumlah saluran daya tarik berubah, akibatnya terjadi pendaftaran pada lilitan esensial. Sisi, sisi bantu mendapat garis daya tarik menarik dari sisi berlawanan. Angka penting juga berubah, sehingga pendaftaran juga muncul di sisi opsional, efeknya ada perbedaan tegangan antara kedua lapisan tersebut.

## 2. Inti trafo

Dilihat dari segi universal, pusat trafo terdiri dari 2 jenis yaitu tipe tengah atau inti dan tipe shell atau cangkang. Bentuk tengahnya dibuat dari konstruksi besi berpelindung berbentuk persegi dan kumparan trafo dipelintir pada 2 sisi persegi. Di sisi lain, tipe cangkang dikerjakan dari konstruksi pusat yang terlindungi. Terlebih lagi, loop trafo dipelintir di titik fokus tengahnya. Transformator dengan tipe pengembangan cangkang memiliki kualitas yang lebih stabil daripada tipe pengembangan tengah di bidang kekuatan untuk menghadapi tekanan ketika terjadi arus pendek.



Gambar 2.4 Inti Trafo

## 3. Minyak Trafo

Pada trafo terdapat minyak yang berperan penting dalam sistem pendingin trafo untuk membuang panas akibat kehilangan energi trafo dan juga sebagai sistem pelindung. Minyak transformator mengandung naftalin, lilin, dan aromatik.

Ada beberapa manfaat minyak trafo sebagai proteksi, antara lain:

- a. Proteksi fluida mempunyai ketebalan berkali-kali lipat atau lebih dari proteksi gas, sehingga mempunyai kekuatan dielektrik yang lebih menonjol
- b. Proteksi fluida akan menempati lubang-lubang atau ruang-ruang yang harus dilindungi dan sekaligus melalui siklus transformasi mematikan intensitas yang muncul akibat kemalangan energi.
- c. Perlindungan cairan pada umumnya akan mampu memperbaiki dirinya sendiri (self-mending) jika terjadi pelepasan.

Kekuatan listrik dicirikan sebagai tegangan terbesar yang diperkirakan menyebabkan kerusakan dielektrik pada suatu material yang dinyatakan dalam satuan Volt/m. Dimana kekuatan dielektrik merupakan komponen kekuatan listrik suatu bahan sebagai penutup.

#### **4. Bushing Trafo**

Buat tujuan keamanan, pemandu tegangan tinggi dilewatkan melalui medan pembumian melalui bukaan terbuka yang dibuat sesedikit mungkin bisa jadi serta umumnya memerlukan sesuatu pengikat padu yang diucap bushing.

Bagian utama sesuatu bushing terdiri dari inti ataupun konduktor, bahan dielektrik serta flans yang dibuat dari logam, Inti berperan buat menyalurkan arus dari bagian dalam peralatan ke halte luar serta bekerja pada tegangan besar Dengan bantuan/Zans, isolator diikatkan pada tubuh perlengkapan yang dibumikan.

## 5. Pendingin Transformator

Terdapat sebagian jenis pendingin pada transformator ialah

### a. ONAN (Oil Natural Air Alami )

Sistem pendingin ini memakai perputaran minyak serta perputaran hawa secara alamiah. Sirkulasi minyak yang terjalin diakibatkan oleh perbandingan berat tipe antara minyak yang dingin dengan minyak yang panas.

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

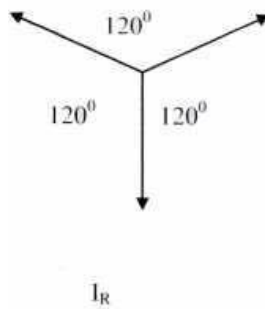
Sistem pendingin ini memakai perputaran minyak. Biasanya, di sisi lain, udara dialirkan secara menyentak, yakni dengan menggunakan kipas angin yang digerakkan oleh mesin listrik. Biasanya berfungsi! Trafo dimulai dengan ONAN atau ONAF namun hanya sebagian kipas yang menyala bergantung pada suhu transformator telah terus menjadi bertambah hingga kipas angin yang yang lain hendak berbalik secara bertahap.

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

Pada sistem ini, perputaran minyak digerakkan dengan memakai kekuatan pompa, sebaliknya perputaran hawa memakai kipas angin.

## E. Hubungan Pada Trafo 3 Fasa

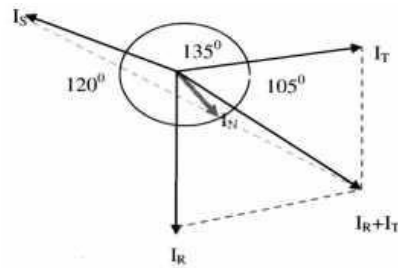
Pada transformator sirkulasi 3 fasa seperti terlihat pada foto terlampir terdapat beberapa aliran yang sedang berlangsung, sehingga yang berlangsung pada trafo tersebut adalah aliran yang sedang berlangsung pada setiap tahapannya (tahap R, tahap S dan tahap T).



Gambar 2.5 Grafik Aliran Keseimbangan Vektor

Gambar 2.5 menampilkan outline aliran vektor dalam kondisi seimbang. Di sini terlihat jelas bahwa besaran ketiga vektor arus ( $I_R$ ,  $I_S$ ,  $I_T$ ) sama dengan nol sehingga tidak timbul arus tak bias ( $I_N$ ). Hal ini menunjukkan peraturan Kirchoff, lebih spesifiknya jumlah aliran yang mengalir pada semua sisi adalah nol.

Dengan melihat Gambar 2.5, aliran yang sedang berlangsung pada trafo 3 tahap adalah  $I_R$ ,  $I_S$ ,  $I_N$  dan  $I_n$ . Arus  $I_R$  adalah arus yang mengalir pada tahap R yang umumnya disalurkan dengan [I], arus  $I_S$  adalah arus yang mengalir pada tahap S yang dapat disalurkan dengan b [I], arus  $I_T$  adalah arus yang mengalir dalam tahap T yang biasanya disalurkan dengan c , Arus  $I_n$  adalah arus kontinu yang mengalir pada titik tidak bias karena kondisi beban yang tidak seimbang pada trafo dan besar kecilnya bergantung pada seberapa besar aspek ketidakseimbangannya.



Gambar 2.6 Vektor Diagram Arus Tidak Balance

Bersumber pada metode penghubung transformator 3 fasa bisa dibedakan jadi transformer hubung bintang ,hubung dela dan hubung zigzag

**1. Trafo Hubung Bintang (Y)**

Aliran yang berlangsung pada 1a, 1b dan 1c disebut arus saluran (II). Arus yang berjalan melalui I<sub>a</sub>, I<sub>b</sub> dan I<sub>c</sub> disebut arus saluran (II). Arus yang berjalan melalui I<sub>aN</sub>, I<sub>bN</sub> dan I<sub>cN</sub> disebut arus tahap (I<sub>m</sub>) dimana N adalah titik tidak bias yang merupakan titik berkumpulnya salah satu penyelesaian dari ketiga putaran tersebut. Tegangan panggung adalah V<sub>ab</sub>, V<sub>bn</sub> dan V<sub>cn</sub>, yang masing-masing berada 120° di luar panggung. (Sulasno, 2009).

Dalam asosiasi bintang terdapat titik non-partisan dan saluran tidak memihak yang akan mengalirkan arus Masuk yang sangat besar merupakan :

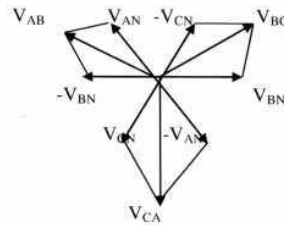
$$I_N = I_A + I_B + I_C \dots\dots\dots(2.4)$$

Dalam sistem yang seimbang  $I_N = 0$ , salurannya bisa diabaikan , sebaliknya tegangan merupakan :

$$V_{AB} = V_{AN} + V_{NB} = V_{AN} - V_{BN}$$

$$V_{BC} = V_{BN} - V_{CN}$$

$$V_{CA} = V_{CN} - V_{AN}$$



Gambar 2.7 hubungan bintang

Berdasarkan vektor di atas itu berlaku hubungan  $I_l = I_p$  serta  $V_{AB} = \sqrt{3} V_{AN}$  ataupun

$$V_L = \sqrt{3} V_P \dots \dots \dots (2.5)$$

Ketiga belitan transformator diatas di atas identik, hingga besarnya energi pada hubung bintang merupakan :

$$S = 3 V_{PI}P, \text{ karena } V_P = V_L / \sqrt{3} \text{ serta } I_P = I_L$$

$$S = 3 (V_L / \sqrt{3} I_L \text{ ataupun } S = \sqrt{3} V_L I_L$$

$$I_A = I_B = I_C = I_L.$$

$$I_L = I_{ph}$$

$$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = V_{L-L}$$

$$V_{L-L} = V_{ph}$$

Dimana :

$V_{L-L}$  = tegangan line to line (volt).

$V_{ph}$  = tegangan fasa (volt).

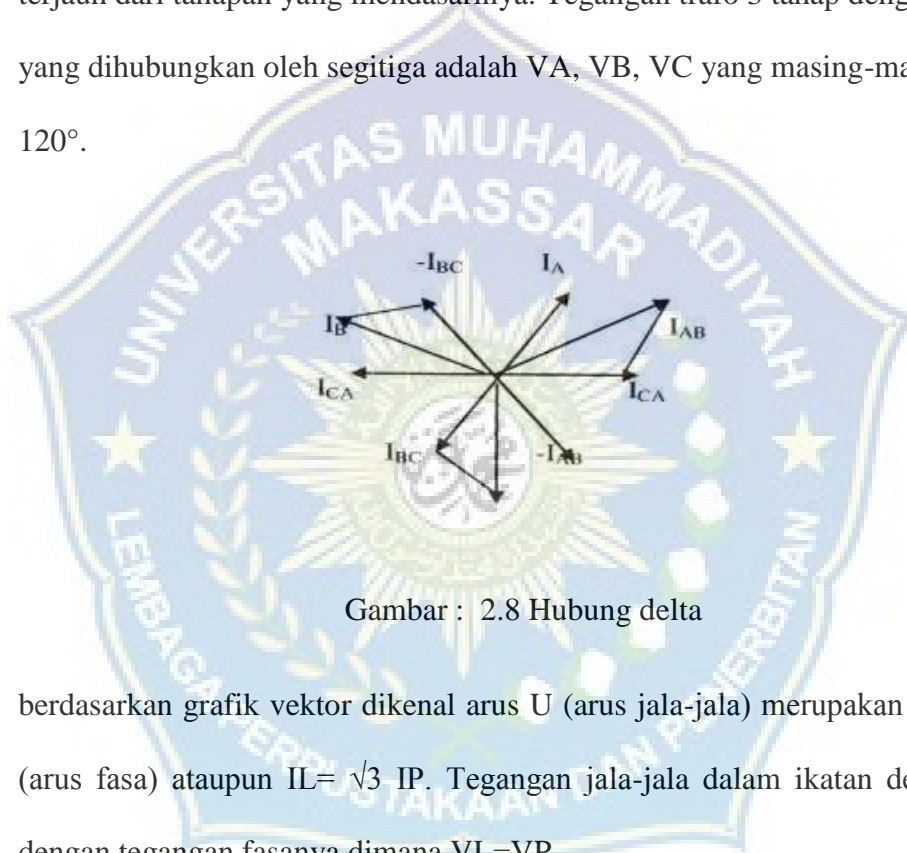
$I_L$  = arus line (Ampere).

$I_{ph}$  = arus fasa (Ampere).



## 2. Trafo Hubung Delta

Trafo hubung delta merupakan trafo hubungan 3 tahap, dimana teknik asosiasinya adalah ujung belitan tahap dibawahnya dihubungkan dengan selesainya belitan tahap berikutnya, selesainya tahap kedua sampai batas terjauh tahap ketiga. tahapan dan penyelesaian tahapan ketiga sampai batas terjauh dari tahapan yang mendasarinya. Tegangan trafo 3 tahap dengan Loop yang dihubungkan oleh segitiga adalah  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  yang masing-masingunik  $120^\circ$ .



Gambar : 2.8 Hubung delta

berdasarkan grafik vektor dikenal arus  $U$  (arus jala-jala) merupakan  $\sqrt{3} \times I_{AB}$  (arus fasa) ataupun  $I_L = \sqrt{3} I_P$ . Tegangan jala-jala dalam ikatan delta sama dengan tegangan fasanya dimana  $V_L = V_P$ .

tingginya energi pada hubung delta merupakan  $S = 3 V_{PI} I_P = 3 V_L I_L / \sqrt{3}$  ataupun  $S = \sqrt{3} V_L I_L$ . Buat beban tidak balance  $U = I_{AB} - I_{CA}$ ,  $I_B = I_{BC} - I_{AB}$ ,  $I_C = I_{CA} - I_{BC}$ , dimana  $V_{AB} + V_{BC} + V_{CA} = 0$

$$\text{Dik } I_B = I_C = I_L$$

$$I_L = I_{ph}$$

$$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = V_{L-L}$$

$$V_{L-L} = V_{ph} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

$V_{L-L}$  = Tegangan line to line (Volt)

$V_{ph}$  = Tegangan fasa (Volt)

$I_L$  = Arus line (Ampere)

$I_{ph}$  = Arus fasa (Ampere)

### 3. Trafo Zig-zag

Sekilas pandang, trafo zigzag merupakan trafo dengan alasan yang unik. Salah satu penerapannya adalah untuk memberikan sorotan non-partisan pada kerangka kelistrikan yang tidak memiliki titik netral. Pada transformator silang, setiap belitan 3 tahap dibelah menjadi 2 bagian dan masing-masing dihubungkan dengan sebuah kaki yang berbeda.

### F. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan keseluruhan bagian dari suatu sistem yang menunjang penyebaran tenaga listrik yang dimulai dari gardu induk primer. Pengelompokan jaringan apropriasi berdasarkan desainnya mencakup struktur organisasi spiral, desain jaringan lingkaran, dan struktur jaringan gandar.

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem sirkulasi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber energi listrik yang sangat besar (*Mass Power Source*) ke pelanggan. Jadi motivasi di balik sosialisasi tenaga listrik adalah:

- Penyampaian atau peredaran kapasitas listrik ke beberapa wilayah pembeli.
- ialah sub kerangka ketenagalistrikan yang berhubungan langsung dengan konsumen, karena penyediaan energi ke titik beban pelanggan dilayani secara langsung melalui lembaga peruntukannya.

Umumnya kerangka sirkulasi di bagi menjadi 4 bagian, antara lain :

- Gardu Induk Distribusi
- Jaringan Primer
- Transformator Distribusi
- Jaringan Sekunder.

Gardu Penyebar atau distribusi merupakan gardu induk yang didalamnya terdapat trafo energi yang bertugas menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah. Organisasi esensial adalah organisasi yang bertugas menyalurkan tenaga listrik dari gardu sirkulasi ke trafo dengan tegangan sebar 20 KV. Organisasi tegangan rendah (organisasi opsional) adalah organisasi yang menghubungkan transformator dispersi dengan pembeli, tegangan yang disebarkan adalah 380/220V.



Gambar 2.9 Skema Sistem Jaringan Distribusi

## **1. Jaringan distribusi bagi berdasarkan besaran tegangan**

Normal tegangan yang digunakan di Indonesia adalah

- Buat organisasi tegangan menengah: 20 KV 2 kawat tahap 3/3 kawat tahap 4 11,55 KV kawat satu tahap 2.
- buat organisasi tegangan rendah 380 V 3 kawat tahap 4 Kawat 220 V 1 tahap 2, untuk tegangan menengah lama 6 KV dan tegangan rendah 110 V akan sengaja dihilangkan, dan kerangka yang dibuat berikut adalah 11,55/20 KV untuk jaringan tegangan tinggi menengah dan 220/440 V, 220/380 V untuk organisasi tegangan rendah.

## **2. Jaringan distribusi bagi berdasarkan frekuensinya**

Frekuensi pada umumnya digunakan dalam sistem tenaga listrik merupakan 25 Hz, 50 Hz dan 60 Hz. Biasanya, sebagian besar jaringan kereta listrik menggunakan 25 Hz, di beberapa wilayah Eropa frekuensi listrik menggunakan 50 Hz. Pengulangan 60 Hz digunakan secara luas di AS dan Jepang dengan keunggulan dibandingkan dengan 50 Hz, khususnya kecepatan terkoordinasi mesin pendaftaran dengan 2 pos: 3600 rpm untuk 60 Hz, dan 3000 RPM untuk 50 Hz, untuk tegangan yang sama dan batas trafo, karena trafo 60 Hz lebih ringan dibandingkan trafo 50 Hz sehingga material yang dibutuhkan lebih sedikit. Selain itu, reaktansi penerimaan lebih kecil, dan reaktansi kapasitansi lebih menonjol, sehingga sejauh mungkin meningkat, kerugian jaringan berkurang dan produktivitas lebih menonjol. Di Indonesia sendiri, frekuensi yang digunakan diatur pada 50 Hz.

### **3. Organisasi peruntukan dalam kaitannya dengan pembangunan**

Berdasarkan perkembangannya, organisasi pengangkutan dapat dibedakan menjadi:

- a. Saluran Udara Tegangan Menengah
- b. Saluran Penghubung Tanah Dasar

Pesawat bertegangan menengah banyak digunakan di komunitas sederhana dan komunitas perkotaan besar yang kepadatan penumpangnya tidak terlalu besar. Mengingat hal-hal di atas, memilih jenis konstruksi yang tepat sangat bergantung pada kondisi dan minat pembeli, meskipun sebenarnya pipa udara lebih murah menurut sudut pandang spesialis, namun saluran penghubung tanah lebih produktif. mengenai jumlah dasar hambatan dan keunggulan.

### **4. Jaringan distribusi bersumber pada tingkat jaringan**

Contoh jaringan penyampaian yang penting dalam suatu kerangka sosialisasi sangat menentukan sifat administrasi yang diperoleh dari kerangka tersebut, khususnya dalam kaitannya dengan kesesuaian administrasi.

- a. Kerangka Spiral

Kerangka spiral adalah susunan organisasi yang penting serta tiap salurannya cuma sanggup menyalurkan energi dari satu aliran energi Sistem ini biasa dipakai buat melayani wilayah dengan tingkatan kepadatan beban rendah, Dengan keuntungannya merupakan kesederhanaan dari segi teknis dan bayaran dini pembuatan lebih murah, Sebaliknya kelemahannya merupakan kontinuitas pelayanan tidak bisa dipastikan serta apabila terjalin kendala paling utama dekat dengan

sumber, hingga seluruh beban hendak turut tersendat sampai bisa di obati berarti terputusnya pelayanan pelanggan serta rugi energi serta tegangan pula besar

b. kerangka loop

Kerangka pengaturan lingkaran adalah organisasi yang dimulai dari satu titik pada rel energi dan dikelilingi oleh beban-beban dan kemudian kembali ke titik rel energi pertama. Jaringan pengaturan umumnya digunakan dalam sistem sirkulasi yang melayani muatan dengan keselarasan dan bantuan yang besar (lebih baik daripada sistem yang tersebar) dan banyak digunakan di kawasan modern kecil dan kawasan bisnis. Karena kerangkanya berbentuk lingkaran, maka sering disebut kerangka cincin/pita lengan, dengan manfaat bahwa hambatan dapat dibatasi sesedikit mungkin karena kedua penutup pengumpan dikaitkan dengan sumbernya sehingga perkembangannya administrasi dapat dijamin.

c. Kerangka Kisi (Organisasi)

Sistem kisi adalah sistem yang mempunyai beberapa rel energi yang dihubungkan oleh saluran pengumpan pengikat dan setiap gardu induk dispersi dapat memperoleh energi dari beberapa rel. Manfaat dari kerangka ini lebih disukai membantu koherensi dibandingkan desain spiral atau lingkaran, kemampuan beradaptasi dalam mengelola/mengharapkan perkembangan beban sesuai dengan ketebalan beban yang sangat besar.

d. Kerangka Poros

Rangka alat angkut dengan desain poros merupakan penyempurnaan dari contoh yang terbentang dan lingkaran yang terpisah. Sebagian saluran-saluran yang keluar dari satu gardu utama dikoordinasikan menuju satu titik yang disebut gardu induk (GH), kemudian gardu induk dan gardu induk tersebut dihubungkan pada satu saluran yang disebut dengan Feeder. Cepat. Gardu induk pengangkut dalam kerangka ini terletak di sepanjang jalur fungsi dan dihubungkan secara seri. Dalam keadaan tertentu, kerangka kerja ini bekerja secara radial, namun dalam kondisi krisis atau ketika ada masalah, kerangka kerja ini bekerja secara melingkar. Dengan manfaat yang sangat mendasar dalam hal khusus dalam bekerja secara radial dan memiliki koherensi yang lebih baik. Dari sistem spiral atau lingkaran, pengecekan setiap heap lebih mudah dibandingkan dengan desain matriks, sehingga peralatan keamanan defensif tidak terlalu rumit dibandingkan desain jaringan, dan sangat bagus untuk digunakan di wilayah metropolitan dengan kepadatan beban yang tinggi.

### **G. Daya Pada Saluran Distribusi**

Energi (P) disalurkan lewat sesuatu saluran dengan penghantar netral. Apabila pada penyaluran energi ini arus-arus fasa dalam kondisi balance hingga besarnya energi bisa dinyatakan selaku berikut:

$$P = v . i \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

P = daya

V = Tegangan

I = arus

Energi yang hingga pada ujung terima hendak lebih kecil dari P sebab terjalin penyusutan dalam saluran. Bila [I] merupakan besaran arus fasa dalam penyaluran energi sebesar P pada kondisi balance hingga pada penyaluran energi yang sama namun dengan kondisi tidakseimbang besarnya arus-arus fasa.

#### H. Arus beban penuh

Apabila ditinjau dari tegangan besar energi transformator bisa dituliskan selaku berikut:

$$I_F = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot v} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

$I_F$  = arus beban penuh trafo

V = tegangan sisi sekunder (kV)

S = daya transformator (kVA)

Jadi untuk menghitung arus beban penuh (full load) dapat memakai persamaan selaku berikut:

#### I. Rugi-Rugi Energi Pada Trafo

Intinya, daya listrik yang masuk ke trafo tidak setara dengan daya listrik yang dilepaskan dari trafo. Hal ini dikarenakan adanya rugi-rugi, khususnya arus yang hilang pada saat melewati trafo. rugi-rugi energi dapat dibagi



menjadi 2, yaitu rugi pusat (Pi) dan rugi tembaga (PCU). Pada keadaan beban nol, rugi- rugi yang terjalin cumalah rugi inti, Rugi inti tidak mempengaruhi dengan terdapatnya pergantian beban, Besarnya rugi inti dari beban nol hingga beban penuh nilainya sama, dengan anggapan tanggapan tegangan primer tidak berganti ataupun konstan..

### 1. Rugi-rugi Inti (Besi)

Rugi-rugi inti (Pi) dapat diurutkan menjadi 2 bagian, yaitu rugi histeresis dan rugi arus pusaran air (Eddy current). Jadi Rugi pusat dapat ditulis dalam situasi:

$$P_i = P_h + P_e \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

- P<sub>i</sub> = rugi inti (watt)
- P<sub>h</sub> = rugi histeresis
- P<sub>e</sub> = rugi eddy current

#### a. rugi histeris (Ph)

Rugi histeresis adalah rugi yang diakibatkan oleh gerakan memutar ( ) pada bagian tengah besi .Pada besi yang mengalami transisi substitusi, rugi histeresis per siklus relatif terhadap wilayah lingkaran histeresis (Sulasno, 2009), Histeresis rugi histeris dapat dituliskan selaku berikut:

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_m^n \text{ (watt)} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

K<sub>h</sub> = konstanta histerisis

F = frekuensi (Hz)

Bm = kerapatan fluks maksimum (Tesla)

b. Rugi Eddy Current (Arus Pusar)

Rugi ini disebabkan oleh aksi yang sedang berlangsung di tengah. Arus pusar tidak sepenuhnya terbentuk oleh tegangan yang dipicu di tengahnya yang membuat penyesuaian transisi yang menarik. Pada dasarnya, tegangan yang diminta pada setrika setara dengan tegangan pada trafo. Dapat dibayangkan bahwa setiap pelat besi merupakan opsional yang dihubungkan pendek. sampai EMF yang diminta di tengah akan relatif terhadap gerak.

Impedansi pusat aliran yang disalurkan dapat dianggap stabil untuk lapisan halus dan tidak bergantung pada pengulangan, untuk frekuensi rendah atau frekuensi energi listrik, jadi;

$$P_e = K_e f^2 . B^2 (\text{watt}) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

Pe = rugi eddy current

Ke = konstanta

Jadi rugi-rugi inti merupakan

$$P_f = P_h . P_e = K_h f . B_{m1} + K_h f . B_{m2}$$

Dimana :

Pf = rugi total inti (watt).

**2. Rugi-rugi tembaga (pcu)**

Rugi-rugi tembaga terjadi karena adanya hambatan pada belitan. Kerugian tembaga akan langsung relatif terhadap ukuran tumpukan sehingga

meningkatkan arus tumpukan juga akan meningkatkan kerugian tembaga (Linsley, 2002). Kerugian tembaga ini dapat dituliskan dalam kondisi sebagai berikut:

$$P_{cu} = I^2R \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

$P_{cu}$  = Rugi-rugi tembaga

$I$  = Arus (Ampere)

$R$  = Tahanan (Ohm)

#### **J. Kerugian Transformator Serta Efisiensi**

Untuk setiap mesin atau peralatan listrik, tidak sepenuhnya ditentukan oleh seberapa banyak kerugian yang terjadi pada aktivitas normal. Efektivitas mesin yang berputar/bergerak biasanya antara 50-60% karena terdapat kerugian gesekan dan angin. Trafo tidak mempunyai bagian yang bergerak/berputar sehingga kejadian-kejadian buruk tersebut tidak terjadi (Linsley, 2002).

Transformator tidak bergerak, namun sering kali mengalami kerugian, meskipun ukurannya tidak sebesar peralatan listrik seperti mesin atau perangkat keras serbaguna lainnya. Transformator energi saat ini umumnya dirancang dengan efisiensi dasar 95%. (Ermawanto, 2013)

Produktivitas transformator merupakan korelasi antara hasil energi yang berharga dan masukan energi yang lengkap. Karena kontribusi transformator

setara dengan hasil energi bermanfaat ditambah kerugiannya, maka kondisi efektivitasnya dapat dituliskan dalam struktur berikut:

$$\text{Persen efisiensi} = \text{energi keluaran energi masukan} \times 100 \%$$

$$= \text{energi keluaran energi masukan} + \text{kerugian} \times 100 \%$$

Dari persamaan di atas, jelaslah kalau efisiensi transformator bisa ditetapkan buat tiap beban dengan pengukuran langsung energi masukannya serta energi keluarannya serta efisiensinya dihitung memakai persamaan pertama. karena keterbatasan sarana pengujian yang ada kadang-kadang sukar melaksanakan pengukuran beban masukan-keluaran secara langsung, khususnya buat transformator yang sangat besar. jika pengukuran masukan-keluaran tidak membolehkan kerugian transformtor bisa diukur ataupun dihitung serta efisiensinya ditetapkan dengan memakai persamaan kedua diatas.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu Dan Lokasi Penelitian**

##### **1. Waktu**

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Agustus 2023

##### **2. Lokasi penelitian**

Lokasi Penelitian ini akan bertempat di PT.PLN (Persero) ULP MATTOANGING.

#### **B. Jenis Penelitian**

Dalam penelitian “Analisis efisiensi Transformator Distribusi 160 kVA di PT .PLN (Persero) ULP MATTOANGING kami menggunakan jenis pemeriksaan kuantitatif dan subyektif. Kuantitatif adalah pengumpulan informasi berdasarkan estimasi interior yang dilakukan dalam eksplorasi ini dimana hasil estimasi diselesaikan dalam struktur numerik, sedangkan pemeriksaan subjektif adalah melakukan penyelidikan mendalam berdasarkan informasi estimasi kuantitatif.

#### **C. Study Literatur**

Kajian penulisan merupakan kumpulan referensi dari buku-buku, eksplorasi masa lalu dan catatan harian dari web yang terhubung atau dapat menguatkan hipotesis penyelesaian ujian “Investigasi Kemahiran Trafo Distribusi 160 kva.

#### **D. pengambilan data**

Dalam eksplorasi kali ini pencipta mengumpulkan informasi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING, Pengumpulan informasi dilengkapi dengan menyebutkan informasi yang ada dari PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING, Informasi diperoleh dengan mengikuti strategi yang ada di kantor, khususnya dengan mengirimkan surat persetujuan pengumpulan informasi dan Perguruan Tinggi. Kemudian tunggu jawaban dari PLN, setelah surat jawaban didapat barulah dikumpulkan informasi persyaratan untuk penelitian. Informasi yang diperlukan adalah sebagai berikut:

##### **1. Data arus**

Informasi berkelanjutan yang dibutuhkan adalah aliran informasi yang sedang berlangsung pada setiap tahapan (tahapan R, S, T dan N). Informasi yang mengalir ini diharapkan dapat menentukan tipikal aliran arus pada tahapan R, S dan T, sedangkan informasi arus yang tidak bias diharapkan dapat menentukan seberapa besar kerugian daya yang terjadi pada transformator peruntukan.

##### **2. Data Tegangan**

Tegangan yang terdapat pada trafo sirkulasi ini merupakan tegangan yang mengalir pada setiap stage dan tegangan fungsi yang terdapat pada trafo. Informasi tegangan yang diperlukan adalah informasi tegangan kerja transformator. Informasi ini diharapkan dapat mengetahui seberapa besar arus puncak dimana informasi tersebut diperlukan dengan mengacu pada keadaan, khususnya :

$$I_F = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot v} \dots\dots\dots(3.1)$$

3. Data Tahanan atau Resistansi

Pada suatu trafo sirkulasi terdapat beberapa proteksi, yaitu hambatan tiap tahapan, hambatan pada trafo sebenarnya dan hambatan pada netral trafo. Informasi hambatan yang diperlukan adalah hambatan yang terdapat pada trafo peruntukan dimana informasi tersebut diperlukan oleh keadaan, khususnya:

$$P_{cu} = I^2 R \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana kondisi diatas adalah untuk mengatasi kehilangan tembaga pada trafo. Informasi penghalang lain yang diperlukan adalah informasi oposisi yang mengalir dalam panduan transformator yang tidak memihak dimana hal ini mengacu pada situasi, untuk lebih spesifik:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \dots\dots\dots(3.3)$$

4. Informasi Daya Masukan Dan keluaran

Data daya input dan output dibutuhkan untuk memenuhi persyaratan persamaan, dimana dalam persamaan ini jelas terlihat untuk mengetahui besar efisiensi harus diketahui besarnya daya input dan daya output yaitu:

$$P_{in} = \text{beban } i \text{ kVA} \times \cos \phi + P_{total} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$P_{out} = \text{beban } i \text{ kVA} \times \cos \phi \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

$P_{in}$  : daya masukan

$P_{out}$  : daya keluaran

$P_{total}$  : daya total

$\cos \phi$  : factor daya

## E. Analisa Data

Investigasi informasi dilakukan setelah pengumpulan informasi di PT. PLN (Persero) ULP MATTOANGING, Informasi yang diperoleh diubah menjadi struktur numerik dan dibedah memanfaatkan kondisi yang ada. Dalam menganalisis informasi yang diperoleh, tidak ada strategi yang digunakan, karena perhitungan yang digunakan merupakan perkiraan biasa.

### 1. Analisa beban puncak

Pemeriksaan beban trafo diselesaikan dengan menghitung arus beban penuh trafo terlebih dahulu memanfaatkan kondisi tersebut. Syarat ini untuk menentukan arus total, artinya setelah diperoleh arus habis maka diperoleh syarat untuk menentukan arus tipikal, yaitu:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

$I_{FL}$  : arus beban penuh

$I_{beban}$  : arus beban

$S$  : daya

$V$  : tegangan sekunder

Setelah arus rata-rata diketahui, seterusnya perbandingan arus rata-rata dan arus total dikali 100 % untuk mengetahui berapa persen pembebanan



yang terdapat pada trafo distribusi yang mana dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{I \text{ rata rata}}{I \text{ full load}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

2. Analisis Rugi-rugi Daya dan efisiensi transformator

Kehadiran aliran arus pada transformator yang tidak memihak menyebabkan hilangnya daya. Berapa banyak kerugian energi yang dapat diatasi dengan menggunakan kondisi tersebut. Apabila besarnya kerugian daya diketahui, besarnya pengaruh kerugian dapat ditentukan dengan membandingkan pengaruh kerugian daya dan pengaruh transformator.

$$P_{cu} = \left( \frac{\text{beban } i \text{ KVA}}{\text{beban penuh, KVA}_{FL}} \right)^2 \times P_{cu} FL \dots\dots\dots(3.8)$$

Efisiensi transformator adalah ujian antara daya mendekati dan daya aktif. Pemeriksaan kemahiran harus diselesaikan dengan tujuan agar diketahui berapa banyak daya yang hilang pada trafo pengangkut. Estimasi produktivitas diselesaikan dengan memanfaatkan kondisi tersebut

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.9)$$

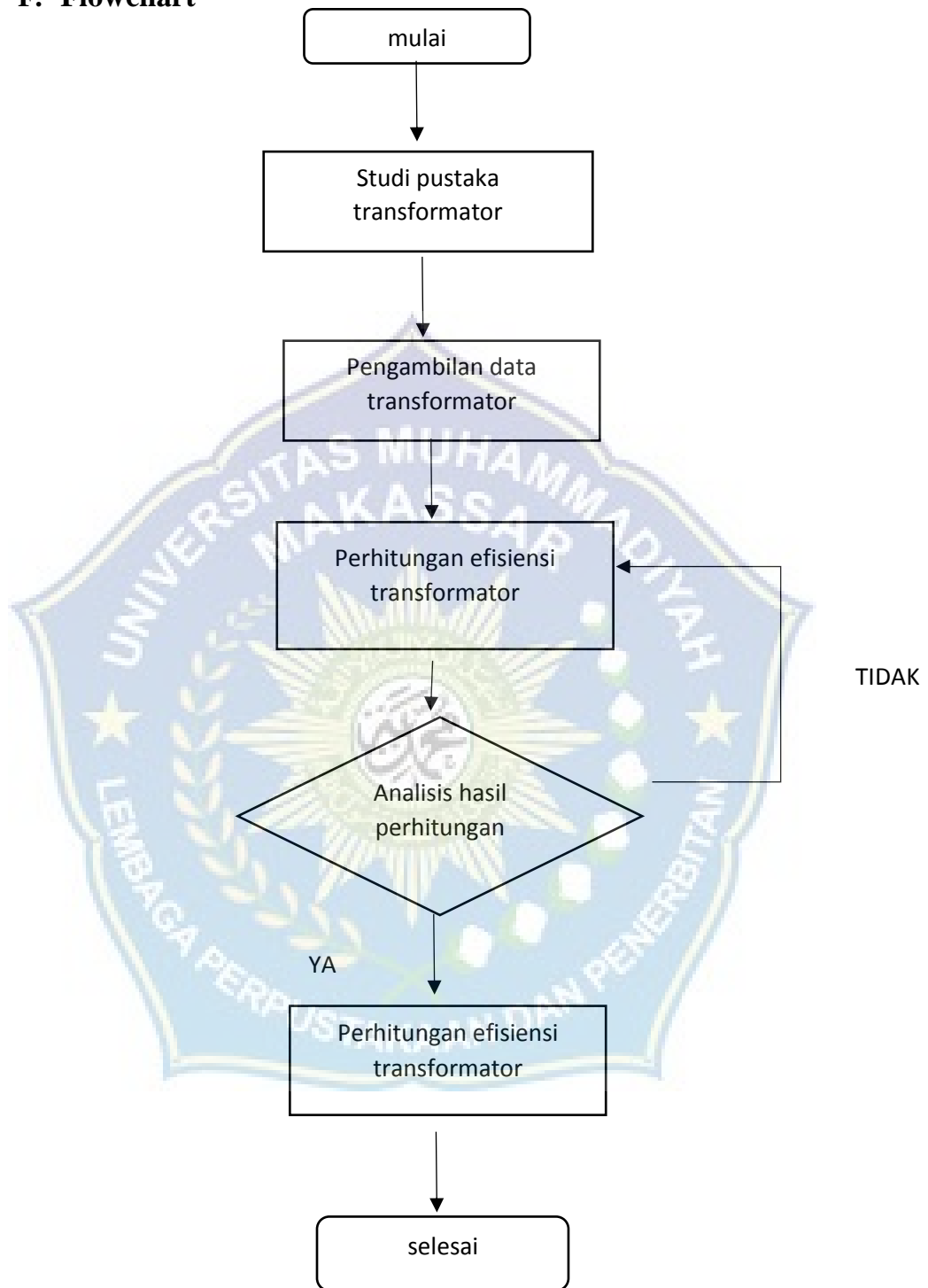
Dimana :

$\eta$  : Efisiensi

$P_{in}$  : daya masukan

$P_{out}$  : daya keluaran

## F. Flowchart



Gambar,2.10 *flowchart* penelitian

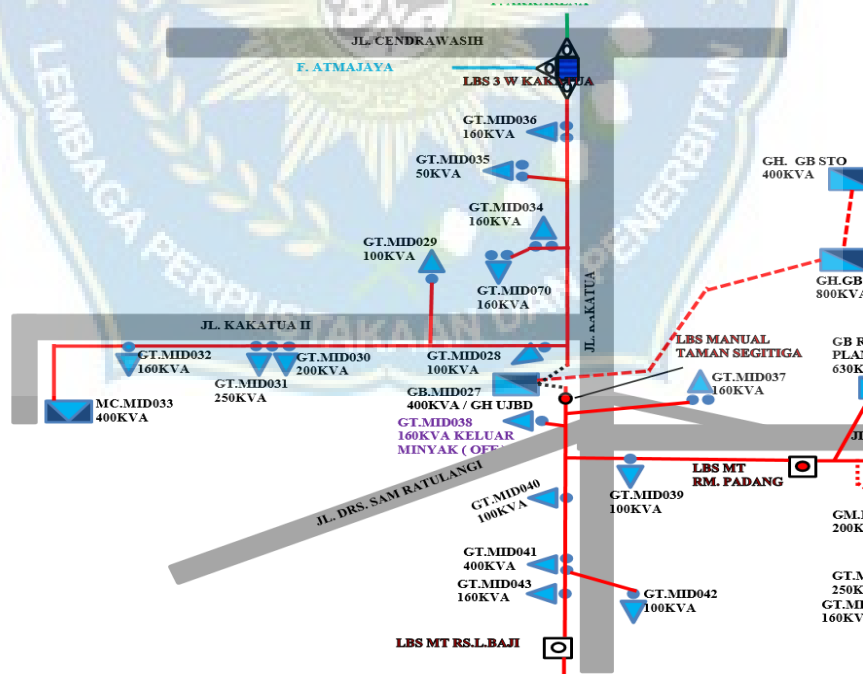
## BAB IV

### ANALISA DATA

#### A. Data Transformator

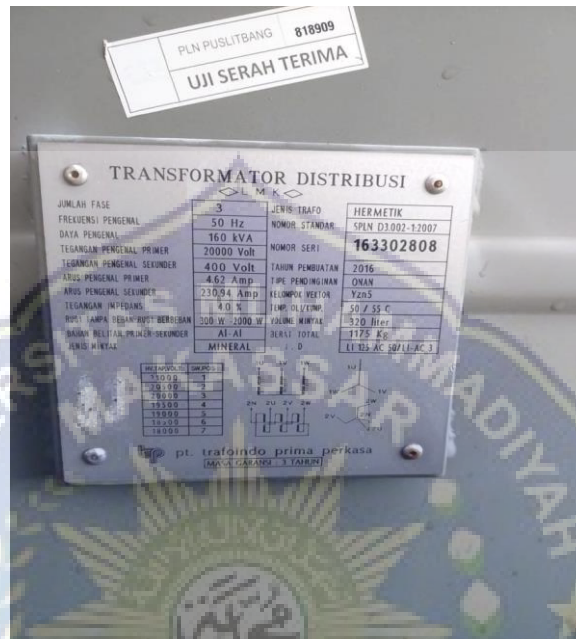
Data penelitian ini diambil dari pengukuran langsung yang dilakukan siang dan malam di jalan kakaktua (rayon mattoanging) pada 4 transformator dengan kapasitas yang sama yaitu transformator 160 kVA .

- Transformator 1 berlokasi di depan yayasan kampus UMI (GT : MID034)
- Transformator 2 berlokasi di depan asrama tentara (GT : MID036)
- Transformator 3 berlokasi di depan kantor lurah parang (GT : MID032)
- Transformator 4 berlokasi di depan rumah sakit labuang baji (GT : MID043)



Gambar 4.1 *Single line diagram* di jalan kakaktua

## 1.Data transformator 1 ( satu )



Gambar 4.2 Nameplate transformator distribusi merek trafindo

Merek trafo : TRAFINDO

Daya : 160 kVA

Cos  $\phi$  : 0,85

Impedansi : 4%

Rugi inti ( *no load losses* ) : 300 watt

Rugi tembaga ( *on load losses* ) : 2000 watt

Tegangan primer : 20000 volt

Tegangan sekunder : 400 volt

Pengukuran data beban transformator 1 pada siang hari pada pukul 11:00	Pengukuran data beban transformator 1 pada malam hari pada pukul 19:00
Arus fase R : 13,1 A	Arus fase R : 28,5 A
Arus fase S : 97,1 A	Arus fase S : 5,4 A
Arus fase T : 116 A	Arus fase T : 23,7 A
Arus N : 11 A	Arus N : 10,4 A
Tegangan fase to fase (F-F) : 387,6 V	Tegangan fase to fase (F-F) : 395 V
Tegangan fase to netral (F-N) : 225,1 V	Tegangan fase to netral (F-N) : 226,2 V

Tabel 4.1 data pengukuran beban siang dan malam pada transformator 1

Menghitung beban pada transformator 1

**a. Analisis beban puncak**

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

$$= \frac{160.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400} = 231 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata siang}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{13,1 + 97,1 + 116}{3} = 75,4 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata malam}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{28,5 + 5,4 + 23,7}{3} = 19,2 \text{ A}$$

Jadi beban puncak pada transformator 1 terjadi pada siang hari

**b. Persentase pembebanan trafo :**

Pada siang hari

$$\frac{I \text{ rata rata siang}}{I \text{ full load}} = \frac{75,4}{231} \times 100\% = 32\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 32\% = 51 \text{ kVA}$$

Pada malam hari

$$\frac{I \text{ rata rata malam}}{I \text{ full load}} = \frac{19,2}{231} \times 100\% = 8\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 8\% = 12 \text{ kVA}$$

**c. Perhitungan arus netral**

Ketika ketidakseimbangan beban yang ada pada transformator terjadi akan menyebabkan munculnya arus netral. Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral pada sistem jaringan distribusi tegangan rendah. Pada umumnya nilai arus netral sendiri akan bernilai nol jika beban pada setiap fasa seimbang dan apabila beban transformator tidakseimbang maka arus netralnya dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

- Pada siang hari

$$\begin{aligned} I_N &= I_R < 0^\circ + I_S < 240^\circ + I_T < 120^\circ \\ &= 13,1 < 0^\circ + 97,1 < 240^\circ + 116 < 120^\circ \\ &= 13 - 48,55 - j84,09 - 58 + j100,46 \\ &= -94 + j16,37 \\ &= 94,4 < 8,14^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

- Pada malam hari

$$\begin{aligned}
 I_N &= I_R < 0^0 + I_S < 240^0 + I_T < 120^0 \\
 &= 28,5 < 0^0 + 5,4 < 240^0 + 23,7 < 120^0 \\
 &= 28,5 - 2,7 - J4,68 - 11,85 + J20,52 \\
 &= 13,95 + 15,84J \\
 &= 21,11 < 48,63^0 \text{ A}
 \end{aligned}$$

## 2. Data transformator 2



Gambar 4.3 Nameplate transformator distribusi trafindo

Merek trafo : TRAFINDO

Daya : 160 kVA

Cos  $\phi$  : 0,85

Impedansi : 4%

Rugi inti ( *no load losses* ) : 300 watt

Rugi tembaga ( *on load losses* ) : 2000 watt

Tegangan primer : 20000 volt

Tegangan sekunder : 400 volt

Tabel 4.2 data pengukuran beban siang dan malam pada transformator 2

Pengukuran data beban transformator 2 pada siang hari pada pukul 11:00	Pengukuran data beban transformator 2 pada malam hari pada pukul 19:00
Arus fase R : 65,5 A	Arus fase R : 103,7 A
Arus fase S : 59,1 A	Arus fase S : 152,7 A
Arus fase T : 70,4 A	Arus fase T : 100 A
Arus N : 11 A	Arus N : 50 A
Tegangan fasa to fasa (F-F) : 391,5 V	Tegangan fasa to fasa (F-F) : 390 V
Tegangan fasa to netral (F-N) : 224,9 V	Tegangan fasa to netral (F-N) : 225,9 V

**a. Analisis beban puncak pada trafo 2**

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

$$= \frac{160.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400} = 231 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata siang}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{65,5 + 59,1 + 70,4}{3} = 65 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata malam}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{103,7 + 152,7 + 100}{3} = 118,8 \text{ A}$$

Jadi beban puncak pada transformator 2 terjadi pada malam hari



**b. Persentase pembebanan trafo :**

Pada siang hari

$$\frac{I \text{ rata rata siang}}{I \text{ full load}} = \frac{65}{231} \times 100\% = 28\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 28\% = 44 \text{ kVA}$$

Pada malam hari

$$\frac{I \text{ rata rata malam}}{I \text{ full load}} = \frac{118,8}{231} \times 100\% = 51\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 51\% = 81 \text{ kVA}$$

**c. Perhitungan arus netral**

Ketika ketidakseimbangan beban yang ada pada transformator terjadi ini akan menyebabkan munculnya arus netral. Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral pada sistem jaringan distribusi tegangan rendah. Pada umumnya nilai arus netral sendiri akan bernilai nol jika beban pada setiap fasa seimbang dan apabila beban transformator tidakseimbang maka arus netralnya dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

- Pada siang hari

$$\begin{aligned} I_N &= I_R < 0^\circ + I_S < 240^\circ + I_T < 120^\circ \\ &= 65,5 < 0^\circ + 59,1 < 240^\circ + 70,4 < 120^\circ \\ &= 65,5 - 29,55 - j51,18 - 53,2 + j60,9 \\ &= 0,75 + j9,72j \\ &= 9,75 < 85,59^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

- Pada malam hari

$$\begin{aligned}
 I_N &= I_R < 0^0 + I_S < 240^0 + I_T < 120^0 \\
 &= 103,7 < 0^0 + 152 < 240^0 + 100 < 120^0 \\
 &= 103,7 - 76 - 1131,64 - 50 + 186,6 \\
 &= -33 - 45,04J \\
 &= 50,26 < 63,66^0 \text{ A}
 \end{aligned}$$

### 3. Data transformator 3



Gambar 4.4 Nameplate transformator distribusi sintra

Merek trafo : SINTRA

Daya : 160 kVA

Tengangan primer : 20000 v

Tengangan sekunder : 400 v

Cos φ : 0,85

Impedansi : 4%

Rugi inti ( no load losses ) : 300 watt

Rugi tembaga ( on load losses ) : 2000 watt

Tabel 4.3 data pengukuran beban siang dan malam pada transformator 3

Pengukuran data beban transformator 3 pada siang hari pada pukul 11:00	Pengukuran data beban transformator 3 pada malam hari pada pukul 19:00
Arus fase R : 46,7 A	Arus fase R : 41 A
Arus fase S : 26,5 A	Arus fase S : 32,4 A
Arus fase T : 20,1 A	Arus fase T : 31,2 A
Arus N : 22,3 A	Arus N : 167 A
Tegangan fasa to fasa (F-F) : 390,8 V	Tegangan fasa to fasa (F-F) : 395 V
Tegangan fasa to netral (F-N) : 225,5 V	Tegangan fasa to netral (F-N) : 226,2 V

**a. Analisis beban puncak pada trafo 3**

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

$$= \frac{160.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400} = 231 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata siang}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{46,7 + 26,5 + 20,1}{3} = 31,1 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata malam}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{41 + 32,4 + 31,2}{3} = 34,9 \text{ A}$$

Jadi beban puncak pada transformator 3 terjadi pada malam hari

**b. Persentase pembebanan trafo :**

Pada siang hari

$$\frac{I \text{ rata rata siang}}{I \text{ full load}} = \frac{31,1}{231} \times 100\% = 13\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 13\% = 21 \text{ kVA}$$

Pada malam hari

$$\frac{I \text{ rata rata malam}}{I \text{ full load}} = \frac{34,9}{231} \times 100\% = 15\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 15\% = 24 \text{ kVA}$$

**c. Perhitungan arus netral**

Ketika ketidakseimbangan beban yang ada pada transformator terjadi ini akan menyebabkan munculnya arus netral. Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral pada sistem jaringan distribusi tegangan rendah. Pada umumnya nilai arus netral sendiri akan bernilai nol jika beban pada setiap fasa seimbang dan apabila beban transformator tidakseimbang maka arus netralnya dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

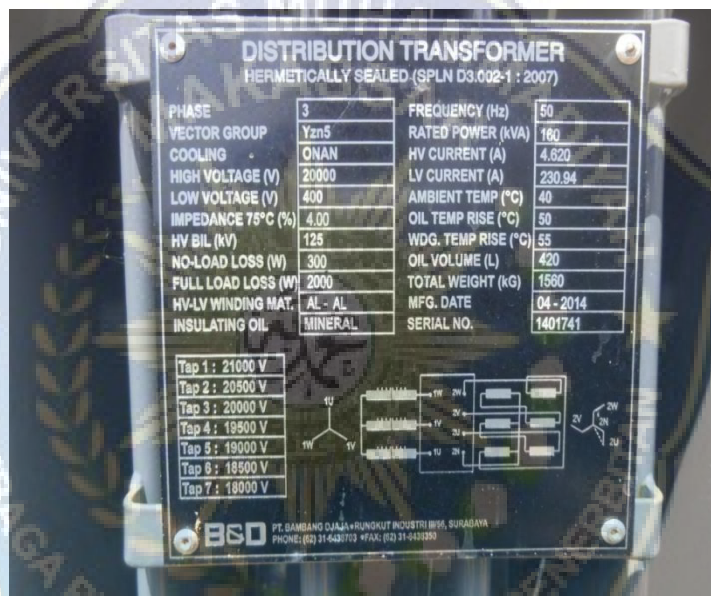
- Pada siang hari

$$\begin{aligned} I_N &= I_R < 0^\circ + I_S < 240^\circ + I_T < 120^\circ \\ &= 46,7 < 0^\circ + 26,5 < 240^\circ + 20,1 < 120^\circ \\ &= 46,7 - 13,25 - j22,95 - 10,05 + j17,41 \\ &= 23,4 - 5,54j \\ &= 24,1 < 13,32^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

- Pada malam hari

$$\begin{aligned}
 I_N &= I_R < 0^0 + I_S < 240^0 + I_T < 120^0 \\
 &= 41 < 0^0 + 32,4 < 240^0 + 31,2 < 120^0 \\
 &= 41 - 32,4 - j28,1 - 15,6 + j27,02 \\
 &= 9,2 - 1,04j \\
 &= 9,26 < 6,45^0 \text{ A}
 \end{aligned}$$

#### 4. Data transformator 4



Gambar 4.5 Nameplate Transformator Distribusi B&D

Merek trafo : B&D ( bambang djaja)

Daya : 160 kVA

Cos  $\phi$  : 0,85

Impedansi : 4%

Rugi inti ( *no load losses* ) : 300 watt

Rugi tembaga ( *on load losses* ) : 2000 watt

Tegangan primer : 20000 volt

Tegangan sekunder : 400 volt

Tabel 4.4 data pengukuran beban siang dan malam pada transformator 4

Pengukuran data beban transformator 4 pada siang hari pada pukul 11:00	Pengukuran data beban transformator 4 pada malam hari pada pukul 19:00
Arus fase R : 64,9 A	Arus fase R : 46 A
Arus fase S : 65,6 A	Arus fase S : 49,6 A
Arus fase T : 59,2 A	Arus fase T : 47,1 A
Arus N : 5,4 A	Arus N : 84 A
Tegangan fase to fase (F-F) : 390,8 V	Tegangan fase to fase (F-F) : 389 V
Tegangan fase to netral (F-N) : 225,5 V	Tegangan fase to netral (F-N) : 225 V

**a. Analisis beban puncak pada trafo 4**

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

$$= \frac{160.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400} = 231 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata siang}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{64,9 + 65,6 + 59,2}{3} = 63,3 \text{ A}$$

$$I_{\text{rata rata malam}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{46 + 49,6 + 47,1}{3} = 47,5 \text{ A}$$

Jadi beban puncak pada transformator 4 terjadi pada siang hari

**b. Persentase pembebanan trafo :**

Pada siang hari

$$\frac{I \text{ rata rata siang}}{I \text{ full load}} = \frac{63,3}{231} \times 100\% = 27\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 27\% = 43 \text{ kVA}$$

Pada malam hari

$$\frac{I \text{ rata rata malam}}{I \text{ full load}} = \frac{47,5}{231} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Atau} = 160.000 \times 20\% = 32 \text{ Kva}$$

**c. Perhitungan Arus Netral**

Ketika ketidakseimbangan beban yang ada pada transformator terjadi ini akan menyebabkan munculnya arus netral. Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral pada sistem jaringan distribusi tegangan rendah. Pada umumnya nilai arus netral sendiri akan bernilai nol jika beban pada setiap fasa seimbang dan apabila beban transformator tidakseimbang maka arus netralnya dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

- Pada siang hari

$$\begin{aligned} I_N &= IR < 0^\circ + IS < 240^\circ + IT < 120^\circ \\ &= 64,9 < 0^\circ + 65,6 < 240^\circ + 59,2 < 120^\circ \\ &= 64,9 - 32,8 - j56,81 - 29,6 + j51,27 \\ &= 2,5 + 18,47j \\ &= 18,64 < 82,29^\circ \end{aligned}$$

- Pada malam hari

$$\begin{aligned}
 I_N &= IR < 0^\circ + IS < 240^\circ + IT < 120^\circ \\
 &= 46 < 0^\circ + 49,6 < 240^\circ + 47,1 < 120^\circ \\
 &= 46 - 24,8 - j42,95 - 23,55 + j40,79 \\
 &= -2,35 - 2,16j \\
 &= 3,19 < 42,59^\circ \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Tabel data pembebanan pada transformator 1,2,3 dan 4

Nama	Tegangan (Volt)	Arus beban puncak ( ampere )	Beban siang	Beban malam
Transformator 1	387,6	75,4	32%	18%
Transformator 2	391,5	54,4	28%	51%
Transformator 3	390,8	31,1	13%	15%
Transformator 4	389,7	63,2	27%	20%

Berdasarkan data transformator dan data pada tabel diatas maka dapat di analisis data efisiensi pada transformator.

## B. Menghitung Rugi Daya Dan Efisiensi Transformator

### 1. Siang hari

#### a. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 1 beban 51 kVA

$$P_{Cu} = \left( \frac{\text{beban } i \text{ KVA}}{\text{beban penuh, } KVA_{FL}} \right)^2 \times P_{CuFL}$$



$$P_{cu} = \left(\frac{51}{160}\right)^2 \times 2.0 = 0,2032031 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,2032031$

$$= 0,503203 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 51 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 51 \times 0.85 + 0.503203 = 43,953203 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 51 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 51 \times 0.85 = 43,35 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{43,35}{43,953203} \times 100 \%$$

$$= 98,6276 \%$$

**b. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 2 beban 45 kVA**

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

$$P_{cu} = \left(\frac{45}{160}\right)^2 \times 2.0 = 0,1582031 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,1582031$

$$= 0,4582031 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 45 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 45 \times 0.85 + 0,4582031 = 38,8082031$$

- Daya keluar pada beban 45 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 45 \times 0.85 = 38,25 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{38,25}{38,8082031} \times 100 \%$$

$$= 98,5616 \%$$

**c. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 3 beban 21 kVA**

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

$$P_{cu} = \left( \frac{21}{160} \right)^2 \times 2.0 = 0,034453 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,034453$

$$= 0,334453 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 21 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 21 \times 0.85 + 0,334453 = 18,284453 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 21 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 21 \times 0.85 = 17,85 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{17,85}{18,284453} \times 100 \%$$

$$= 97,6239\%$$

**d. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 4 beban 43 kVA**

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

$$P_{cu} = \left( \frac{43}{160} \right)^2 \times 2.0 = 0,144453 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,144453$   
 $= 0,444453 \text{ kW}$

- Daya masuk pada beban 43 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 43 \times 0.85 + 0,444453 = 37,095$$

kW

- Daya keluar pada beban 43 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 43 \times 0.85 = 36,55 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{36,55}{37,0944} \times 100 \%$$

$$= 98,532 \%$$

## 2. Malam hari

### a. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 1 beban 29 kVA

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

$$p_{cu} = \left( \frac{29}{160} \right)^2 \times 2.0 = 0,0657 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,0657$

$$= 0,3657 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 29 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 29 \times 0.85 + 0,3657 = 25,1157 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 29 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 29 \times 0.85 = 24,65 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{24,65}{25,1157} \times 100 \%$$

$$= 98,14 \%$$

### b. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 2 beban 80 kVA

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

$$P_{cu} = \left( \frac{80}{160} \right)^2 \times 2.0 = 0,5 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,5$

$$= 0,8 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 80 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 80 \times 0.85 + 0,8 = 68,9 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 80 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 80 \times 0.85 = 68 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{68}{68,9} \times 100 \%$$

$$= 98,693 \%$$

**c. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 3 beban 24 kVA**

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

$$P_{cu} = \left( \frac{24}{160} \right)^2 \times 2.0 = 0,045 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,045$

$$= 0,345 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 24 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 24 \times 0.85 + 0,345 = 20,845 \text{ kW}$$

- Daya keluar pada beban 24 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

$$P_{out} = 24 \times 0.85 = 20,4 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{20,4}{20,845} \times 100 \%$$

$$= 97,865 \%$$

**d. Rugi daya dan efisiensi pada transformator 4 beban 32 kVA**

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

$$P_{cu} = \left( \frac{32}{160} \right)^2 \times 2,0 = 0,08 \text{ kW}$$

Sehingga rugi total,  $P_{total} = P_{cu} + P_i = 0,3 + 0,08$

$$= 0,38 \text{ kW}$$

- Daya masuk pada beban 32 kVA,  $P_{in} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi + P_{total}$

$$P_{in} = 32 \times 0,85 + 0,38 = 27,68$$

- Daya keluar pada beban 32 KVA,  $P_{out} = \text{beban } i \text{ KVA} \times \cos \phi$

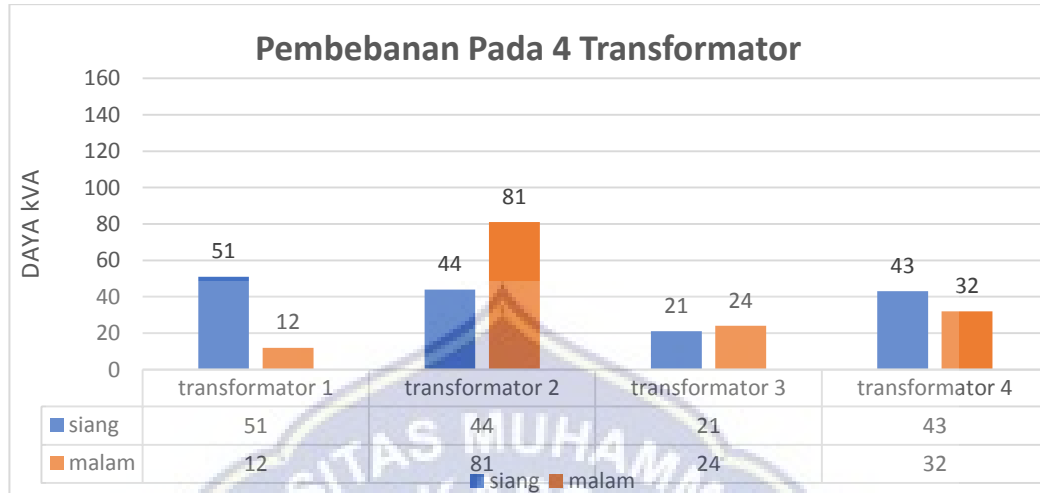
$$P_{out} = 32 \times 0,85 = 27,2 \text{ kW}$$

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

$$= \frac{27,2}{27,68} \times 100 \%$$

$$= 98,265 \%$$

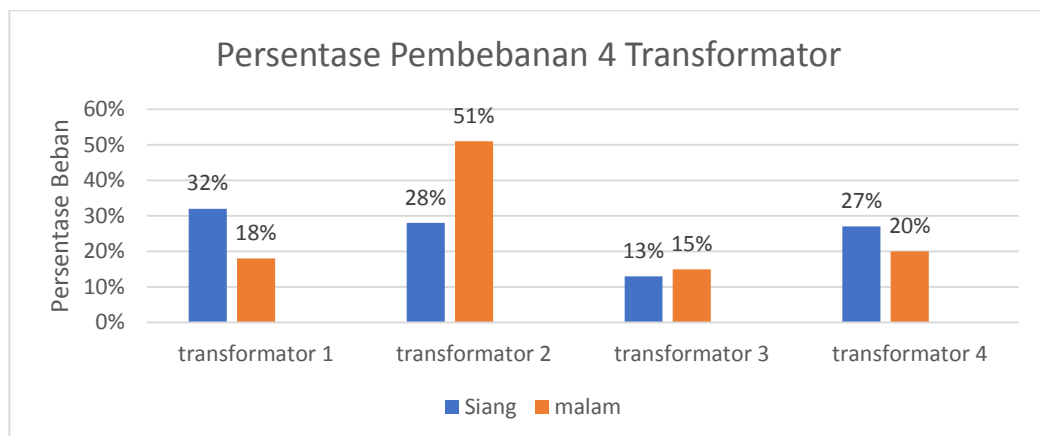
### C. Grafik Pembebanan Pada 4 Transformator



Gambar 4.6 Grafik pembebanan pada masing masing transformator

Grafik pada gambar 4.6 memperlihatkan pembebanan pada 4 transformator yang di ukur. Terlihat dengan jelas dari ke-4 transformator diatas transformator 2 merupakan transformator dengan beban puncak tertinggi yang terjadi di malam hari yaitu dengan beban 81kVA yang terjadi pada malam hari, kemudian transformator 1 dengan beban 51kVA yang terjadi pada siang hari.

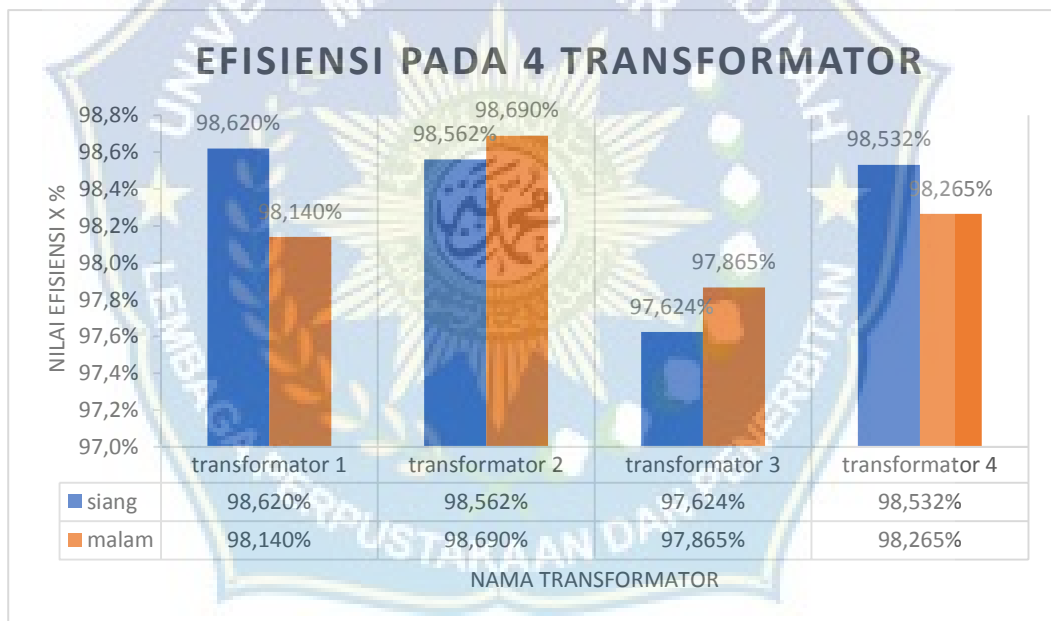
### D. Grafik Persentase Pembebanan Pada 4 Transformator



Gambar 4.7 Grafik persentase pembebanan pada masing masing transformator

Grafik pada gambar 4.7 memperlihatkan persentase pembebanan pada 4 transformator yang di ukur. Terlihat dengan jelas dari ke-4 transformator diatas transformator 2 merupakan transformator dengan persentase beban puncak tertinggi yang terjadi di malam hari yaitu dengan beban 51% yang terjadi pada malam hari, kemudian transformator 1 dengan beban 32% yang terjadi pada siang hari.

**E. Grafik Penelitian Efisiensi Pada 4 Transformator**



Gambar 4.8 Grafik efisiensi pada masing masing transformator

Pada grafik gambar 4.8 memperlihatkan efisiensi pada masing masing transformator dimana efisiensi transformator tertinggi terdapat pada transformator 2 yang terjadi pada malam hari dengan efisiensi 98,69% dan kemudian transformator 1 pada siang hari dengan efisiensi 98,62%



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil perhitungan pada bab IV maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Berdasarkan analisis beban puncak dapat disimpulkan bahwa, pada transformator 1 (satu) dan transformator 4 (empat) beban puncak terjadi pada siang hari yaitu pada transformator 1 (satu) beban puncaknya yaitu sebesar **32%** dan pada transformator 4 (empat) beban puncaknya yaitu sebesar **27%**. sedangkan pada transformator 2 (dua) dan transformator 3 (tiga) beban puncaknya terjadi pada malam hari yaitu, pada transformator 2 (dua) beban puncaknya sebesar **51%** dan pada transformator 3 (tiga) beban puncaknya sebesar **15%**.
2. Hasil perhitungan efisiensi dan rugi daya pada transformator diatas maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi transformator tertinggi pada siang hari adalah pada transformator 1 (satu) yaitu sebesar **98,6%** dengan rugi daya sebesar **0,503203 kW** dan efisiensi transformator terendah pada siang hari adala pada transformator 3 (tiga) yaitu sebesar **97,6%** dengan rugi daya **0,334453 kW** sedangkan efisiensi transformator tertinggi pada malam hari adalah pada transformator 2 (dua) yaitu sebesar **98,6%** dengan rugi daya **0,8 kW** dan efisiensi transformator terendah pada malam hari adalah pada transformator 3 (tiga) yaitu sebesar **97,8%** dengan rugi daya **0,345 kW**.

## **B. SARAN**

1. Sebaiknya transformator dioperasikan dengan beban yang sesuai standar dan tidak mengoperasikan transformator dengan beban tinggi dalam waktu yang relatif lama, agar dapat menjaga kondisi transformator dalam kondisi baik.
2. Rutin mengecek beban transformator agar dapat mengidentifikasi hal hal yang tidak diinginkan seperti overload dan lain lain pada transformator
3. Overload pada transformator terjadi ketika beban yang diberikan melebihi kapasitas rating yang ditentukan untuk transformator tersebut. Untuk mengatasi situasi ini, terdapat dua metode yang umum digunakan, yaitu metode sisipan (tap changer) dan uprating.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilian P. Kawihing,dkk. 2013, “*Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder*”, {online}, [ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/920/736](http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/920/736).(diakses 16 Juli 2023).
- Eugene C.Lister,1984, “*Mesin Dan Rangkaian Listrik,Edisi Keenam*”,Penerbit Erlangga,Jakarta.
- Dimas mahardika, dkk. 2010, “*pengembangan trafo distribusi berdasarkan pertumbuhan beban*” tahun 2012-2016 di upj batang [online], [ejurnal.Undip.ac.id/index.php/transmisi/article/download/3605/pdf](http://ejurnal.Undip.ac.id/index.php/transmisi/article/download/3605/pdf). (diakses 20 September 2023)
- Irwan nas. 2017, “*analisis pembebanan transformator distribusi di PT.PLN jeneponto* [online]. [Digilibadmin.unismuh.ac.id/pdf](http://Digilibadmin.unismuh.ac.id/pdf). (diakses 22 September 2023)
- Kadir,abdul,frof.Ir,1986, “*Transformator*” ,Jakarta,PT.Elex Media Komputindo Gramedia.
- Pabla, A.S., Abdul Hadi. Ir, 1991, “*Sistem Distribusi Daya Listrik*”, Jakarta, Cetakan Kedua, Penerbit Erlangga.
- Setiadji, Jelius Sentosa, Dkk. 2006, “*Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi*”. Jawa Timur : PT. PLN (Persero), [Julius@Petra.Ac.Id](mailto:Julius@Petra.Ac.Id) Vol 6 No.1, Maret 2006: 68 - 73
- Weedy, B.M, 1978, “*Sistem Tenaga Listrik*”, Edisi Ketiga, Penerbit Aksara Persada Indonesia.

## LAMPIRAN



**Gambar 1L : Kantor PLN (PERSERO) Rayon Mattoanging Makassar Selatan**



**Gambar 2L : Lokasi transformator 1**



**Gambar 3L : Lokasi transformator 2**



**Gambar 4L : Lokasi Transformator 3**



**Gambar 5L: Lokasi transformator 4**



**Gambar 6L: Dokumentasi Pengambilan Data Trafo Pada Siang Hari**



**Gambar 7L : Dokumentasi Pengambilan Data Trafo Pada Malam Hari**





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 : Sumarni Syarsal / Wahyu Rinaldi Majid

Nim : 105821112319/ 105821113019

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	7 %	10 %
2	Bab 2	20 %	25 %
3	Bab 3	8 %	10 %
4	Bab 4	9 %	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, 12 Desember 2023  
Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

Nurrohmah, S.Hum., M.I.P.  
NBM. 964 591



BAB I Sumarni syarsal/Wahyu  
Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019  
*by Tahap Tutup*

Submission date: 12-Dec-2023 08:38AM (UTC+0700)  
Submission ID: 2256263168  
File name: BAB\_1\_SKRIPSI\_TUTUP\_FIX\_2.docx (226.93K)  
Word count: 1035  
Character count: 6868

BAB I Sumarni syarsal/Wahyu Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

ORIGINALITY REPORT

**7%** SIMILARITY INDEX      **7%** INTERNET SOURCES      **5%** PUBLICATIONS      **0%** STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 [ejurnal.bunghatta.ac.id](http://ejurnal.bunghatta.ac.id) Internet Source 5%
- 2 [repository.umsu.ac.id](http://repository.umsu.ac.id) Internet Source 2%

Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches  < 2%



BAB II Sumarni syarsal/Wahyu  
Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019  
by Tahap Tutup

Submission date: 12-Dec-2023 08:39AM (UTC+0700)

Submission ID: 2256263620

File name: BAB\_II\_skripsi\_102347.docx (206.13k)

Word count: 3790

Character count: 22626

BAB II Sumarni syarsal/Wahyu Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	14%
2	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	2%
3	adoc.pub Internet Source	2%
4	docplayer.info Internet Source	1%
5	text-id.123dok.com Internet Source	1%

Exclude quotes  Off      Exclude matches  1%  
Exclude bibliography  Off

BAB III Sumarni syarsal/Wahyu  
Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019  
by Tahap Tutup

Submission date: 10-Dec-2023 10:48AM (UTC+0700)

Submission ID: 2253992092

File name: BAB\_3\_SKRIPSI\_2001.docx (46.31K)

Word count: 636

Character count: 4123

BAB III Sumarni syarsal/Wahyu Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

ORIGINALITY REPORT

8% SIMILARITY INDEX      8% INTERNET SOURCES      0% PUBLICATIONS      2% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- |   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | repository.uin-suska.ac.id<br>Internet Source      | 6% |
| 2 | digilib.iain-palangkaraya.ac.id<br>Internet Source | 2% |

Exclude quotes  On      Exclude matches  < 2%  
Exclude bibliography  On



BAB IV Sumarni syarsal/Wahyu  
Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

by Tahap Tutup

Submission date: 10-Dec-2023 10:48AM (UTC+0700)

Submission ID: 2253992497

File name: BAB\_4\_SKRIPSI\_TUTUP.docx (661.16K)

Word count: 2502

Character count: 10384

BAB IV Sumarni syarsal/Wahyu Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

ORIGINALITY REPORT

9%  
SIMILARITY INDEX

8%  
INTERNET SOURCES

2%  
PUBLICATIONS

4%  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a> Internet Source	7%
2	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	1%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	<1%
4	<a href="http://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	<1%

Exclude quotes  Off

Exclude matches  Off

Exclude bibliography  Off



BAB V Sumarni syarsal/Wahyu  
Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

by Tahap Tutup

Submission date: 12-Dec-2023 08:39AM (UTC+0700)

Submission ID: 2256264059

File name: BAB\_5\_SKRIPSI\_TUTUP\_2\_1.docx (18.02K)

Word count: 243

Character count: 1438

BAB V Sumarni syarsal/Wahyu Rinaldi Majid -  
105821112319/105821113019

ORIGINALITY REPORT

0%  
SIMILARITY INDEX

0%  
INTERNET SOURCE



0%  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

turnitin

Exclude quotes  Off  Exclude matches  Off

Exclude bibliography  Off

A large, semi-transparent watermark of the Universitas Muhammadiyah Makassar logo is centered on the page. The logo is a shield-shaped emblem with a sunburst in the center, surrounded by the text 'UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH' and 'LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN'.