

**SKRIPSI**

**ANALISIS PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT.**

**PLN (PERSERO) RAYON DAYA MAKASSAR**



**OLEH**

**SAAD MUBARAK**

**1058295212**

**JUSRIADI**

**1058297712**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2018**

**ANALISIS PEMELIHARAAN PEMELIHARAAN JARINGAN  
DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH DI PT. PLN (PERSERO) RAYON  
DAYA MAKASSAR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat**

**Untuk memperoleh gelar sarjana**

**Program Studi Teknik Elektro**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik**

**Disusun dan diajukan oleh**

**SAAD MUBARAK**

**1058295212**

**JUSRIADI**

**1058297712**

**PADA**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**MAKASSAR**

**2018**



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

**GEDUNG MENARA IQRA LT. III**

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), email : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)  
Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

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

Judul Skripsi : **ANALISIS PEMELIHARAAN TRANFORMATOR DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) RAYON DAYA MAKASSAR**

NAMA : 1. SAAD MUBARAK

2. JUSRIADI

STAMBUK : 1. 105 82 952 12

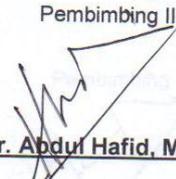
2. 105 82 977 12

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

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

  
**Ir. Abdul Hafid, M.T**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
**Dr. Umar Katu, ST., M.T**  
NBM : 990 410



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

**GEDUNG MENARA IQRA LT. III**

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), email : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **SAAD MUBARAK** dengan nomor induk Mahasiswa 1058295212 dan **JUSRIADI** dengan nomor induk Mahasiswa 1058297712, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-Y/20201/091004/2018,, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 24 Mei 2018.

Makassar, 

6 Ramadhan	1439 H
24 Mei	2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, S.E., M.M

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Andi Faharuddin, S.T., M.T

b. Sekertaris : Suriyani, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

2. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T., M.T

3. Adriani, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Ir. Abdul Hafid, M.T

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., M.T  
 NBM : 855 500

## **KATA PENGANTAR**

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat 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 yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada jurusan Elektro dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah : **“ANALISIS PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) RAYON DAYA MAKASSAR”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya 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. Bapak Ir. Hamzah Al Imran S.T., M.T. sebagai dekan Fakultas Teknik Unismuh Makassar.
2. Bapak Umar Katu S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Dr. Ir .Zahir Zainuddin, M.SC, selaku pembimbing I dan bapak Ir. Abd Hafid, M.T selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala kelimpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhususnya angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah swt dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, 5 Mei 2018

PENULIS

**Saad Mubarak<sup>1</sup> , Jusriadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**Email :** [saad.gagak17@gmail.com](mailto:saad.gagak17@gmail.com)

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**Email :** [Jusriadi045@gmail.com](mailto:Jusriadi045@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Untuk mengukur dan memacu kinerja dari suatu unit dalam melayani dan menyediakan energi listrik tanpa terhenti maka perlu digunakan suatu perangkat parameter yang terukur. Untuk mengetahui system pemeliharaan yang dilakukan pada trafo distribusi, Untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari transformator distribusi. Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah Metode Literatur, Metode Observasi, Metode Diskusi, Prosedur pelaksanaan pemeliharaan fisik harus dilakukan sesuai dengan tahapan, Hal-hal yang perlu disiapkan untuk melakukan rencana, Pelaksanaan pekerjaan harus mengikuti peraturan atau prosedur K3, penggunaan peralatan keselamatan kerja harus memenuhi syarat, Apabila tidak digunakan, maka peralatan tersebut disimpan pada tempatnya dan dirawat dengan baik dan benar. Kesimpulan nya adalah Pemeliharaan yang teratur, penggunaan pemakaian serta management yang baik dari Trafo Distribusi akan meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik sehingga kontinuitas pelayanan listrik ke konsumen terjamin, Trafo Distribusi merupakan salah satu jenis dari trafo yang digunakan sebagai trafo penurun tegangan (step down) dari tegangan menengah (11,6/20kV) menjadi tegangan rendah (220/380V).

Kata kunci : Trafo Distribusi. Transformator Distribusi. Pemeliharaan Transformator

**Saad Mubarak<sup>1</sup> , Jusriadi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**Email :** [saad.gagak17@gmail.com](mailto:saad.gagak17@gmail.com)

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**Email :** [Jusriadi045@gmail.com](mailto:Jusriadi045@gmail.com)

**ABSTRACT**

*To measure and spur the performance of a unit in serving and providing electrical energy without stopping it is necessary to use a measured device parameters. To know the system maintenance performed on the distribution taransformator, To know the nature and characteristics of the transformarot distribution. Methods of data collection conducted in this research are Literature Method, Observation Method, Discussion Method, Physical maintenance implementation procedure must be done in accordance with stages, Things that need to be prepared to do the plan, The implementation of the work must follow the rules or procedures K3, work must be eligible, if not used, then the equipment is kept in place and properly maintained and properly maintained. The conclusion is that regular maintenance, use of usage and good management of Distribution Trafo will improve the reliability of electric power system so that continuity of electricity service to the consumer is guaranteed, Distribution Trafo is one type of transformer used as a voltage down transformer (step down) of the voltage medium (11.6 / 20kV) to low voltage (220 / 380V).*

*Keywords: Distribution Trafo. Distribution Transformer. Maintenance of the Transformer*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Transformator.....	6
B. Jenis-jenis Transformator dan Penggunaannya.....	7

C. Transformator Distribusi .....	9
D. Tegangan Transformator Distribusi .....	11
E. Penyebab Gangguan Transformator.....	12
F. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder .....	14
G. Pengertian <i>Drop</i> Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah .....	14
H. Manajemen trafo .....	15
I. Mutasi Trafo.....	15
J. Pembebanan Transformator .....	16
K. Pemeliharaan.....	16
L. Jenis Pemeliharaan.....	17
M. Simbol Flowchart (Bagan Alur Penelitian).....	19
N. Kerangka Berpikir.....	19

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	23
B. Metode Pengumpulan Data.....	23
C. Cara kerja .....	24
D. Kerangka Fikir (Flowchart).....	27

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Single Line .....	28
B. Sampel Transformator Distribusi.....	30
C. Pengumpulan Data .....	30
D. Pelaksanaan Pemeliharaan Transformator .....	36
E. Pemeliharaan Transformator Distribusi.....	37

F. Pemeriksaan Secara Visual .....	37
G. Pengukuran Nilai Tahanan Isolasi .....	38

## **BAB 5 PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	40
B. Saran.....	40

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Trafo Daya.....	7
Gambar 2.2 Transformator Distribusi 3 fasa.....	8
Gambar 2.3 Transformator Tegangan .....	8
Gambar 2.4 Transformator arus .....	9
Gambar 3.1 spesifikasi transformator .....	24
Gambar 2.6 Kerangka Fikir (Flow Chart).....	27
Gambar 4.1 Single Line di PT. PLN (PERSERO) Rayon Daya Makassar .....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol Flowchart.....	18
Tabel 4.1 Lokasi di Sekitar Golf .....	33
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran di Sekitar Golf .....	33
Tabel 4.3 Lokasi Bontoa .....	35
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Penyulang di Bontoa.....	36
Tabel 4.5 Hasil Magger Kumparan Primer-Body Transformator .....	38
Tabel 4.6 Hasil Magger Kumparan Skunder-Body Transformator .....	38
Tabel 4.7 Hasil Magger Kumparan Primer-Sekunder Transformator .....	38
Tabel 4.8 Hasil Magger Kumparan Primer-Body Transformator .....	39
Tabel 4.9 Hasil Magger Kumparan Sekunder-Body Transformato .....	39
Tabel 4.10 Hasil Magger Kumparan Primer-Sekunder Transformator .....	39

## **DAFTAR SINGKATAN**

SAIDI	: System average interruption duration index
SAIFI	: System interruption frequency index
GGL	: Gaya Gerak Listrik
GI	: Gardu Induk

## DAFTAR LAMPIRAN

A. Foto dokumentasi.....	51
--------------------------	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Bisnis PLN erat kaitannya dengan pelayanan terhadap masyarakat. Untuk mengukur dan memacu kinerja dari suatu unit dalam melayani dan menyediakan energi listrik tanpa terhenti maka perlu digunakan suatu perangkat parameter yang terukur. Tingkat pelayanan yang akan diberikan menentukan aspek teknis/ekonomis sistem yang diperlukan dan harga jual (tarif listrik). Untuk itu, salah satu cara digunakanlah parameter SAIDI – SAIFI sebagai tolak ukur pelayanan energi listrik kepada konsumen.

SAIDI adalah parameter kinerja unit untuk melihat berapa lama pelanggan mengalami pemadaman listrik. Sedangkan SAIFI adalah parameter kinerja unit untuk melihat berapa kali pelanggan mengalami pemadaman listrik.

Transformator Distribusi dapat dipasang diluar ruangan (pemasangan diluar) dan dapat dipasang diruangan (pemasangan dalam) tergantung kepada keadaan lokasi beban. Pemeliharaan tidak saja merupakan pekerjaan fisik yang langsung terhadap peralatan yang bersangkutan, tetapi diperlukan suatu perencanaan yang baik dan pengawasan terhadap pelaksanaannya, sehingga dengan demikian pemeliharaan akan dapat dilakukan dengan teratur dan sesuai dengan ketentuan-ketentuan, petunjuk-petunjuk yang berlaku terhadap peralatan yang bersangkutan.

Distribusi yang tepat, rating sesuai dengan kebutuhan beban akan menjaga tegangan jatuh pada konsumen dan akan menaikkan efisiensi penggunaan

Transformator Distribusi. Jadi Transformator Distribusi merupakan salah satu peralatan yang perlu dipelihara dan dipergunakan sebaik mungkin (seefisien mungkin), sehingga keandalan/kontinuitas pelayanan terhadap konsumen tetap terjamin.

Solusi untuk menekan adanya pemadaman, maka perusahaan listrik melakukan pemeliharaan jaringan distribusi Tegangan Menengah 20 KV pada Transformator, Konduktor dan Isolator. Pada Pemeliharaan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah kami melakukan penelitian di “PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar”. Dengan Analisa Pemeliharaan Transformator Tegangan Menengah dengan *system hot line maintenance* (Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan/PDKB). Tanpa adanya pemadaman listrik yang dilakukan oleh PDKB-TM maka suplai tenaga listrik tetap dapat disalurkan. Dengan adanya pemeliharaan dalam keadaan bertegangan ini, konsumen tidak lagi mengalami kerugian, produksi tetap berjalan, produktivitas meningkat, quota terpenuhi dan kontinuitas pelayanan energi listrik menjadi lebih baik. Dari segi ekonomi energi listrik yang hilang akibat pemadaman dapat terselamatkan dan perusahaan listrik tidak mengalami kerugian. Perekonomian negara dapat ditingkatkan dan kualitas SDM akan menjadi lebih baik dan optimal.

Keberadaan sistem isolasi pada transformator memiliki peran penting dalam kinerja transformator karena sistem isolasi berfungsi mengisolasi bagian-bagian inti transformator serta sebagai sistem pendingin. Salah satu sistem isolasi pada transformator adalah isolasi cair yang berupa minyak transformator. Minyak transformator bekerja secara bersirkulasi mengisolasi bagian inti dan belitan di

dalam transformator sehingga dapat menjadi media pemindah panas dan media pendingin. Akan tetapi transformator yang beroperasi secara terus menerus akan mempengaruhi sifat dan komposisi minyak transformator tersebut.

Kondisi ini dapat mempengaruhi pada karakteristik minyak transformator seperti perubahan kandungan dalam minyak dikarenakan minyak yang telah dipakai akan terkontaminasi dengan partikel-partikel dan uap air di dalam transformator dimana perubahan kandungan ini akan mempengaruhi terhadap kekuatan tegangan tembus minyak dan kualitas minyak itu sendiri. Kandungan air dan viskositas adalah indikator dari baik buruknya kualitas minyak terhadap tegangan tembus minyak.

Oleh karena itu peneliti menyusun tugas akhir ini dengan judul “**Analisis Pemeliharaan Transformator Distribusi Pada PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar**”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis akan merumuskan masalah yang terjadi yaitu :

1. Bagaimana system pemeliharaan yang dilakukan pada transformator distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar ?
2. Bagaimana cara mengetahui sifat dan karakteristik dari Transformator distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui system pemeliharaan yang dilakukan pada transformator distribusi.

2. Untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari transformator distribusi.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai syarat Tugas Akhir untuk gelar Sarjana Teknik (ST)
2. Sebagai bahan acuan untuk penelitian yang relevan bagi yang berminat mengembangkan dan mengkaji pengetahuan khususnya pada pemeliharaan Transformator Tegangan Menengah.
3. Guna menambah wawasan dalam bidang kelistrikan, terkhusus pada pemeliharaan Transformator Tegangan Menengah

#### **E. Batasan Masalah**

Agar penyusunan tugas akhir ini menjadi lebih terarah dan tidak menyimpang dari permasalahan-permasalahan yang ada, maka penelitian membatasi pokok permasalahan ini hanya pada proses penelitian "Analisis Pemeliharaan Transformator tegangan menengah pada PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.

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

Untuk memberikan gambaran umum dari seluruh penelitian ini berdasarkan sistematika penulisan yaitu:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Berupa pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan model operasi penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berupa landasan teori yang berisi tentang teori dasar tentang transformator distribusi

## BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang bagaimana merawat trafo distribusi

## BAB V PENUTUP

Berisi tentang penjelasan kesimpulan dan saran akhir dari sebuah penelitian yang dilakukan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Transformator**

Transformator merupakan suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik static yang berfungsi menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya. Atau dapat juga diartikan mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi, elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dasar teori dari transformator adalah apabila ada arus listrik bolak-balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda tegangan mengelilingi magnet, sehingga akan timbul Gaya Gerak Listrik (GGL).

#### **B. Jenis-jenis Transformator dan Penggunaannya**

Ada beberapa jenis trafo yang dikenal dan digunakan secara luas di masyarakat, diantaranya adalah :

#### 1. Transformator Daya

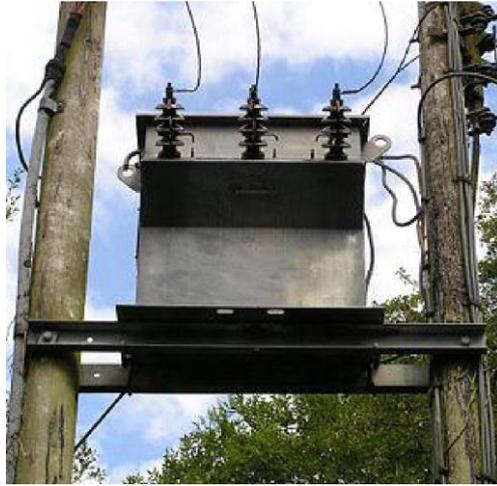
Adalah transformator yang biasa digunakan di GI baik itu GI Pembangkit dan GI Distribusi dimana trafo tersebut memiliki kapasitas daya yang besar. Di GI Pembangkit, trafo digunakan untuk menaikkan tegangan ke tegangan transmisi/tinggi (150/500kV). Sedangkan di GI Distribusi, trafo digunakan untuk menurunkan tegangan transmisi ke tegangan primer/menengah (11,6/20kV).



Gambar 2.1 Trafo Daya

#### 2. Transformator Distribusi

Adalah transformator yang digunakan untuk menurunkan tegangan menengah (11,6/20kV) menjadi tegangan rendah (220/380V). Transformator ini tersebar luas di lingkungan masyarakat dan mudah mengenalinya karena biasa dicantol di tiang. Oleh karena itu, biasa juga disebut dengan gardu cantol. Dalam tulisan ini, penulis hanya membahas tentang trafo ini saja.



Gambar 2.2 Transformator Distribusi 3 fasa

### 3. Transformator Tegangan (Potensial Trafo)

Adalah transformator yang digunakan untuk mengambil input data masukan berupa besaran tegangan dengan cara perbandingan belitan pada belitan primer atau sekunder. Transformator ini biasa digunakan untuk pengukuran tak langsung beban yang mengalir ke pelanggan kemudian membatasinya. Selain itu bisa juga besaran tegangannya diambil sebagai input data masukan peralatan pengaman jaringan.



Gambar 2.3 Transformator Tegangan

### 4. Transformator Arus (Current Transformer)

Adalah trafo yang digunakan untuk mengambil input data masukan berupa besaran arus dengan cara perbandingan belitan pada belitan primer atau sekunder. Trafo ini biasa digunakan untuk pengukuran tak langsung beban arus yang mengalir ke pelanggan kemudian membatasinya. Selain itu bisa juga besaran arusnya diambil sebagai input data masukan peralatan pengaman jaringan.



Gambar 2.4 Transformator arus

### **C. Transformator Distribusi**

Sesuai dengan penjelasan diatas, maka sebuah transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan transmisi menengah 20kV ke tegangan distribusi 220/380V sehingga dengan demikian, peralatan utamanya adalah unit trafo itu sendiri, antara lain:

#### **1. Inti Besi/Kernel**

Inti besi berfungsi untuk membangkitkan dan mempermudah jalan fluks yang timbul akibat adanya arus listrik dalam belitan atau kumparan transformator. Bahan inti tersebut terbuat dari lempengan-lempengan baja tipis mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang diakibatkan oleh arus eddy (eddy current).

## 2. Kumparan Transformator

Kumparan transformator terdiri dari beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk kumparan, dan kumparan tersebut diisolasi, baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan menggunakan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain. Terdapat dua kumparan pada inti tersebut yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/ arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluks yang menimbulkan induksi tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaian beban) maka mengalir arus pada kumparan tersebut. Sehingga pada kumparan ini berfungsi sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

## 3. Media pendingin

Khusus jenis transformator tenaga tipe basah, kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak trafo, terutama transformator-transformator tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak transformator mempunyai sifat sebagai media pemindah panas dan bersifat pula sebagai isolasi ( tegangan tembus tinggi ) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan sbb:

- a. ketahanan isolasi harus tinggi (  $>10\text{kV/mm}$  )
- b. Berat jenis harus kecil, sehingga partikel-partikel di dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
- c. Penyalur panas yang baik.
- d. Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan.
- e. Sifat kimia yang stabil.

#### 4. Bushing

Merupakan penghubung antara kumparan transformator ke jaringan luar. Bushing adalah sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformatorfo.

#### 5. Tangki dan konservator (khusus pada transformator tipe basah)

Pada umumnya bagian-bagian dari transfoformator yang terendam minyak trafo yang ditempatkan di dalam tangki baja. Tangki transformator-transformator distribusi umumnya dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin ( cooling fin ) yang berfungsi memperluas permukaan dinding tangki, sehingga penyaluran panas minyak pada saat konveksi menjadi semakin baik dan efektif untuk menampung pemuaiian minyak transformator, tangki dilengkapi dengan konservator.

### **D. Tegangan Transformator Distribusi**

Tegangan pada transformator distribusi selalu dinaikkan sampai dengan 5%. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengantisipasi terjadinya drop tegangan pada saluran dengan rincian sbb:

- a. Maksimum 3% hilang pada saluran antara pembangkit (dalam hal ini transformator distribusi) sampai dengan sambungan rumah.
- b. Maksimum 1% hilang pada saluran antara sambungan rumah sampai dengan KWh meter.
- c. Maksimum 1% hilang pada saluran KWh meter - panel pembagi - alat listrik terjauh. Semakin besar rugi daya dalam persen, berarti semaki besar kerugian energi yang terjadi.

## **E. Penyebab Gangguan Transformator**

### **1. Tegangan Lebih Akibat Petir**

Gangguan ini terjadi akibat sambaran petir yang mengenai kawat fasa, sehingga menimbulkan gelombang berjalan yang merambat melalui kawat fasa tersebut dan menimbulkan gangguan pada transformator. Hal ini dapat terjadi karena arrester yang terpasang tidak berfungsi dengan baik, akibat kerusakan peralatan/pentanahan yang tidak ada. Pada kondisi normal, arrester akan mengalirkan arus bertegangan lebih yang muncul akibat sambaran petir ke tanah. Tetapi apabila terjadi kerusakan pada arrester, arus petir tersebut tidak akan dialirkan ke tanah oleh arrester sehingga mengalir ke transformator. Jika tegangan lebih tersebut lebih besar dari kemampuan isolasi transformator, maka tegangan lebih tersebut akan merusak lilitan transformator dan mengakibatkan hubungan singkat antar lilitan.

### **2. Overload dan Beban Tidak Seimbang**

Overload terjadi karena beban yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul transformator dimana arus beban melebihi arus beban penuh (full load) dari transformator. Overload akan menyebabkan transformator menjadi panas dan kawat tidak sanggup lagi menahan beban, sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan transformator.

### **3. Loss Contact Pada Terminal Bushing**

Gangguan ini terjadi pada bushing transformator yang disebabkan terdapat kelonggaran pada hubungan kawat fasa (kabel schoen) dengan terminal bushing.

Hal ini mengakibatkan tidak stabilnya aliran listrik yang diterima oleh transformator distribusi dan dapat juga menimbulkan panas yang dapat menyebabkan kerusakan belitan transformator.

#### 4. Isolator Bocor/Bushing Pecah

Gangguan akibat isolator bocor/bushing pecah dapat disebabkan oleh :

- a. Flash Over Flash Over dapat terjadi apabila muncul tegangan lebih pada jaringan distribusi seperti pada saat terjadi sambaran petir/surja hubung. Bila besar surja tegangan yang timbul menyamai atau melebihi ketahanan impuls isolator, maka kemungkinan akan terjadi flash over pada bushing. Pada system 20 KV, ketahanan impuls isolator adalah 160 kV. Flash over menyebabkan loncatan busur api antara konduktor dengan bodi transformator sehingga mengakibatkan hubungan singkat fasa ke tanah.
- b. Bushing Kotor Kotoran pada permukaan bushing dapat menyebabkan terbentuknya lapisan penghantar di permukaan bushing. Kotoran ini dapat mengakibatkan jalannya arus melalui permukaan bushing sehingga mencapai body transformator. Umumnya kotoran ini tidak menjadi penghantar sampai endapan kotoran tersebut basah karena hujan/embun.

#### 5. Kegagalan Isolasi Minyak Transformator/Packing Bocor

Kegagalan isolasi minyak transformator dapat terjadi akibat penurunan kualitas minyak transformator sehingga kekuatan dielektrisnya menurun. Hal ini disebabkan oleh :

- a. Packing bocor, sehingga air masuk dan volume minyak trafo berkurang.
- b. Karena umur minyak transformator sudah tua.

## **F. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder**

Sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR), merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 127/220 V untuk sistem lama, dan 220/380 V untuk sistem baru, serta 440/550 V untuk keperluan industri. Besarnya tegangan maksimum yang diizinkan adalah 3 sampai 4% lebih besar dari tegangan nominalnya. Penetapan ini sebanding dengan besarnya nilai tegangan jatuh (voltage drop) yang telah ditetapkan berdasarkan PUIL 661 F.1, bahwa rugi-rugi daya pada suatu jaringan adalah 15 %. Dengan adanya pembatasan tersebut stabilitas penyaluran daya ke pusat-pusat beban tidak terganggu.

## **G. Pengertian *Drop* Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah**

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%.

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

Dimana :

$V_s$  = tegangan pada pangkal pengiriman

$V_r$  = tegangan pada ujung penerimaan

## **H. Manajemen trafo**

Manajemen trafo adalah cara pengelolaan trafo distribusi yang bertujuan untuk meningkatkan suatu jaringan distribusi yang berkualitas dan handal. Ada beberapa cara dalam melakukan Manajemen Trafo yaitu dengan cara :

1. Menukar transformator atau mutasi transformator (change) antar gardu yang mengalami overload dan pembebanan rendah yang sudah terpasang.
2. Mengalihkan sebagian beban (daya terpasang) yang dipikul Transformator yang telah mengalami overblast ke Transformator terdekat yang masih memungkinkan untuk dapat memikul beban tambahan (Split beban).
3. Menyisipkan transformator baru diantara transformator yang telah mengalami overblast dengan beban yang paling ujung (sisi pelanggan).

## **I. Mutasi Trafo**

Mutasi trafo adalah salah satu cara pengelolaan trafo-trafo distribusi yang terpasang di jaringan dalam upaya mengatasi ketidak sesuaiaan kapasitas trafo dengan beban, dengan cara menukar trafo yang terpasang antara gardu satu dengan gardu yang lainnya. Tujuan pelaksanaan mutasi trafo antara lain untuk:

1. Mencegah terjadinya kerusakan trafo akibat trafo overload
2. Meningkatkan mutu pelayanan
3. Meningkatkan kualitas keandalan dalam penyaluran energi listrik
4. Menjaga keselamatan umum dan lingkungan
5. Memperkecil kerugian

## **J. Pembebanan Transformator**

Perbandingan prosentase pembebanan transformator sebelum dan setelah kegiatan mutasi trafo antar gardu BL031 dan BL033, bahwa prosentase pembebanan setelah dilakukan mutasi trafo pada gardu BL031 dengan kapasitas trafo yang baru sebesar 100 kVA meningkat sebesar 17,13% menjadi 34,23% dari sebelumnya 17,10%, sehingga masalah pembebanan rendah pada trafo BL031 sudah teratasi. Sedangkan prosentase pembebanan setelah mutasi trafo pada gardu BL033 dengan kapasitas trafo baru 200 kVA adalah sebesar 49,02%, menurun sebesar 49,15% dari prosentase sebelumnya sebesar 98,17%. Dengan kapasitas trafo yang baru yaitu 200 kVA, maka masalah overload pada gardu BL033 sudah teratasi dimana prosentase pembebanan trafo masih di bawah ketentuan yang berlaku yaitu di bawah 80%. Dengan demikian, besarnya prosentase pembebanan trafo pada gardu BL031 dan BL033 setelah dilakukannya mutasi trafo berada pada kondisi yang ideal yaitu berada pada range 40% - 80%.

## **K. Pemeliharaan**

### **1. Pengertian Pemeliharaan**

Pemeliharaan merupakan suatu pekerjaan yang di maksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu sistem peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat aman dan baik bagi personil maupun masyarakat.

### **2. Tujuan Pemeliharaan**

- a. Mendapatkan jaminan bahwa sistem atau peralatan dapat dioperasikan secara optimal

- b. Mendapat jaminan bahwa keandalan dan mutu tenaga listrik akan mempunyai nilai tinggi
- c. Mendapat jaminan bahwa umur teknis sistem atau peralatan dapat di pertahankan
- d. Mendapat jaminan bahwa sistem atau peralatan aman bagi personil maupun masyarakat umum.

#### **L. Jenis Pemeliharaan**

##### **1. Pemeliharaan rutin(Preventif Maintenance)**

Pemeliharaan yang di rencanakan terselenggara terus menerus secara periodic, merupakan pemeliharaan rutin dan ini suatu usaha atau kegiatan yang dimaksud untuk mempertahankan kondisi system dalam keadaan baik dengan keandalan dan daya guna yang optimal. Diantaranya adalah :

- a. Pengecatan kembali kerangka PHB-TR dan Busbar.
- b. Perbaikan instalasi PHB-TR.

##### **2. Pemeliharaan Khusus Corrective Maintenance)**

Merupakan Pemeliharaan yang dimaksudkan untuk memperbaiki kerusakan atau mengadakan perubahan atau peyempurnaan. Bertujuan untuk mempertahankan atau megembalikan kondisi sistem atau peralatan yang mengalami gangguan atau kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kapasitas yang sama. Contohnya, penggantian peralatan –peralatan PHB-TR yang terbakar.

##### **3. Pemeliharaan Darurat (Emergenci maintenance)**

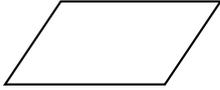
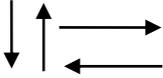
Pemeliharaan yang dimaksudkan untuk memperbaiki kerusakan yang di sebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, banjir, longsor dan sebagainya, yang siftnya mendadak dan perlu segera dilaksanakan dan pekerjaannya tidak di rencanakan.

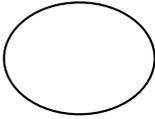
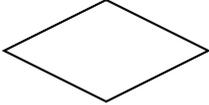
### M. Simbol Flowchart (Bagan Alur Penelitian)

Bagan alur program atau program flowchart merupakan bagan yang menjelaskan secara rinci langkah-langkah dari proses program. Bagan alur program dibuat dengan menggunakan simbol-simbol (Jogiyanto, 1995, h:802)

sebagai berikut :

Tabel 2.1 Simbol Flowchart

Simbol	Keterangan
	Simbol Titik Terminal (Awal/Akhir) Untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu penelitian
	Simbol Input / Output Untuk menyatakan proses input dan output
	Simbol Proses Untuk menyatakan suatu tindakan (proses)
	Simbol Arus / Flow Untuk menyatakan jalannya suatu proses

	<p>Simbol Penghubung</p> <p>Menghubungkan suatu simbol dengan simbol lainnya</p>
	<p>Simbol Kondisi / Keputusan</p> <p>Untuk menunjukkan kondisi suatu penelitian</p>

## N. Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran adalah narasi (uraian) atau pernyataan (proposisi) tentang kerangka konsep pemecahan masalah yang telah diidentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berpikir atau kerangka pemikiran dalam sebuah penelitian kuantitatif, sangat menentukan kejelasan dan validitas proses penelitian secara keseluruhan.

Melalui uraian dalam kerangka berpikir, peneliti dapat menjelaskan secara komprehensif variabel-variabel apa saja yang diteliti dan dari teori apa variabel-variabel itu diturunkan, serta mengapa variabel-variabel itu saja yang diteliti. Uraian dalam kerangka berpikir harus mampu menjelaskan dan menegaskan secara komprehensif asal-usul variabel yang diteliti, sehingga variabel-variabel yang tercantum di dalam rumusan masalah dan identifikasi masalah semakin jelas asal-usulnya.

Di dalam menulis kerangka berpikir, ada tiga kerangka yang perlu dijelaskan, yakni: kerangka teoritis, kerangka konseptual, dan kerangka operasional. Kerangka teoritis atau paradigma adalah uraian yang menegaskan tentang teori apa yang dijadikan landasan (*grand theory*) yang akan digunakan

untuk menjelaskan fenomena yang diteliti. Kerangka konseptual merupakan uraian yang menjelaskan konsep-konsep apa saja yang terkandung di dalam asumsi teoretis yang akan digunakan untuk mengabstraksikan (mengistilahkan) unsur-unsur yang terkandung di dalam fenomena yang akan diteliti dan bagaimana hubungan di antara konsep-konsep tersebut. Kerangka operasional adalah penjelasan tentang variabel-variabel apa saja yang diturunkan dari konsep-konsep terpilih tadi dan bagaimana hubungan di antara variabel-variabel tersebut, serta hal-hal apa saja yang dijadikan indikator untuk mengukur variabel-variabel yang bersangkutan.

Agar peneliti benar-benar dapat menyusun kerangka berpikir secara ilmiah (memadukan antara asumsi teoretis dan asumsi logika dalam memunculkan variabel) dengan benar, maka peneliti harus intens dan ekstens menelusuri literatur-literatur yang relevan serta melakukan kajian terhadap hasil penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, sehingga uraian yang dibuatnya tidak semata-mata berdasarkan pada pertimbangan logika. Untuk itu, dalam menjelaskan kerangka teoretisnya, peneliti mesti merujuk pada literatur atau referensi serta laporan-laporan penelitian terdahulu. Selanjutnya secara sederhana penyusunan kerangka berpikir dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

Menentukan paradigma atau kerangka teoretis yang akan digunakan, kerangka konseptual dan kerangka operasional variabel yang akan diteliti.

Memberikan penjelasan secara deduktif mengenai hubungan antarvariabel penelitian. Tahapan berpikir deduktif meliputi tiga hal yaitu:

1. Tahap penelaahan konsep (conceptioning), yaitu tahapan menyusun konsepsi-konsepsi (mencari konsep-konsep atau variabel dari proposisi yang telah ada, yang telah dinyatakan benar).
2. Tahap pertimbangan atau putusan (judgement), yaitu tahapan penyusunan ketentuan-ketentuan (mendukung atau menentukan masalah akibat pada konsep atau variabel dependen).
3. Tahapan penyimpulan (reasoning), yaitu pemikiran yang menyatakan hal-hal yang berlaku pada teori, berlaku pula bagi hal-hal yang khusus.

Memberikan argumen teoritis mengenai hubungan antar variabel yang diteliti. Argumen teoritis dalam kerangka pemikiran merupakan sebuah upaya untuk memperoleh jawaban atas rumusan masalah. Dalam prakteknya, membuat argumen teoritis memerlukan kajian teoretis atau hasil-hasil penelitian yang relevan. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah, oleh karena argumen teoritis sebagai upaya untuk memperoleh jawaban atas rumusan masalah, maka hasil dari argumen teoritis ini adalah sebuah jawaban sementara atas rumusan masalah penelitian. Sehingga pada akhirnya produk dari kerangka pemikiran adalah sebuah jawaban sementara atas rumusan masalah (hipotesis).

Merumuskan model penelitian. Model adalah konstruksi kerangka pemikiran atau konstruksi kerangka teoretis yang diragakan dalam bentuk diagram dan atau persamaan-persamaan matematik tertentu. Esensinya menyatakan hipotesis penelitian. Sebagai suatu konstruksi kerangka pemikiran, suatu model akan menampilkan:

1. Jumlah variabel yang diteliti.

2. Prediksi tentang pola hubungan antar variable.
3. Dekomposisi hubungan antar variable.
4. Jumlah parameter yang diestimasi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan pada Unit Pemeliharaan Transformator pada jaringan Tegangan Menengah di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar. Pada 08 januari sampai dengan 14 januari 2018.

#### **B. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. **Metode Literatur** : Yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan jalan membaca dan menelusuri literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Seperti buku-buku, beberapa jurnal, karya ilmiah maupun dari situs-situs internet yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.
2. **Metode Observasi** : Yaitu suatu teknik pengumpulan data pengoprasian *Tap Changer*, dengan melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti yaitu *Tap Changer* Transformator distribusi pada PT.PLN (Persero) Rayon Daya Makassar
3. **Metode Diskusi** : Yaitu teknik pengambilan data dengan cara melakukan interview atau wawancara langsung dengan ahli bidang kelistrikan baik kepada pembimbing lapangan tugas akhir maupun narasumber yang ada dilokasi.

## C. CARA KERJA

### 1. Langkah Pengolahan Data

Peneliti dalam memecahkan masalah menggunakan teknik pengolahan data sebagai berikut:

- a. Menganalisa Bagaimana system pemeliharaan yang dilakukan pada transformator distribusi.
- b. Menganalisa Bagaimana cara mengetahui sifat dan karakteristik dari Transformator distribusi.

### 2. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif, yaitu data yang tidak dapat di hitung atau data yang bukan dalam bentuk angka-angka. Sedangkan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Spesifikasi transformator

Yaitu jenis transformator yang akan di teliti di lapangan pada PT.

PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.



Gambar 3.1 spesifikasi transformator

b. Data Primer

Yaitu data yang diperoleh langsung dari perusahaan dengan mengadakan observasi dan wawancara dengan pihak yang berkepentingan dalam perusahaan.

c. Data Sekunder

Yaitu data yang diperoleh dari pihak lain yang bersifat kualitatif dan memiliki relevansi dengan materi penulisan.

3. Kerangka Pokok Masalah

Secara Kronologis kerangka pokok masalah adalah sebagai berikut :

d. Identifikasi Masalah

Dalam hal ini peneliti mengidentifikasi masalah terhadap perusahaan yang akan menjadi objek penelitian. Masalah yang terjadi pada penggunaan Transformator.

e. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan suatu cara yang perlu dilakukan bagi penulis untuk melengkapi literature-literatur agar dapat dengan mudah menganalisa permasalahan secara kronologis.

4. Menetapkan penelitian dan tujuannya

Dengan adanya permasalahan yang timbul dan dilengkapi dengan literature-literatur yang lengkap tentang pokok permasalahan yang akan di bahas, maka langkah selanjutnya adalah menetapkan penelitian dan tujuan diadakannya penelitian.

## 5. Pengambilan Data

Penulis dalam proses pengambilan data membutuhkan waktu yang terbagi dalam dua tahap, yaitu :

1. Tahap pertama, penulis mengambil data Transformator yang akan beroperasi. Data ini memberikan informasi tentang proses penggunaan transformator jaringan tenaga listrik pada PT.PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.
2. Tahap kedua, penulis mengambil data dengan teknik wawancara secara langsung pada karyawan dan staf dilokasi pada PT.PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.

## 6. Pengolahan data

Data yang diperoleh berupa proses kerja dari system operasi Transformator jaringan penghantar daya tegangan listrik sehingga dapat dianalisa. peneliti menggunakan metode *Field Research* (Penelitian lapangan) dan *Library Research* (Keperpustakaan), dimana analisa ini dimaksudkan untuk saling mendukung dan melengkapi.

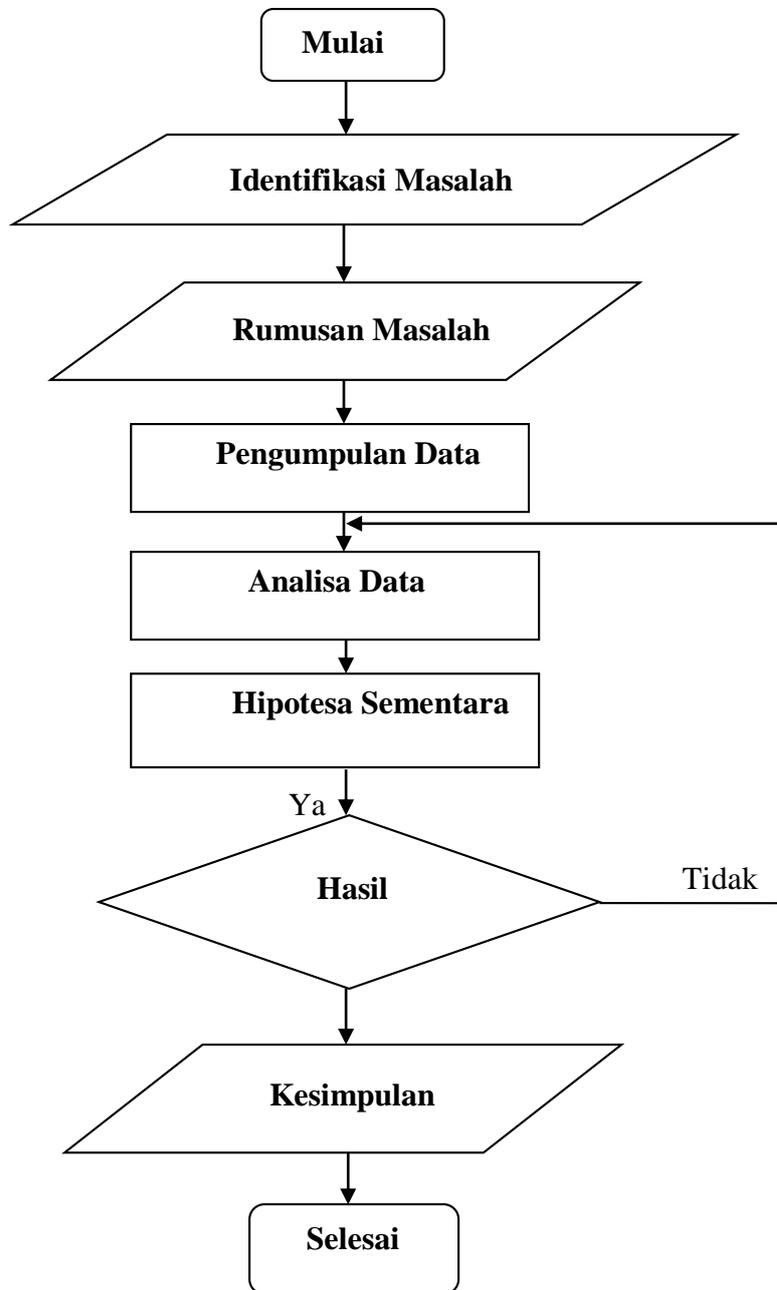
## 7. Pembahasan

Didalam penulisan ini, pembahasan dari analisa Pemeliharaan Transformator akan mengidentifikasi keadaan dalam melakukan penggunaan Transformator sebagai jaringan penghantar tenaga listrik.

## 8. Kesimpulan dan saran

Berisi kesimpulan dan saran-saran yang berkaitan dengan hal-hal yang di peroleh dalam penulisan

**D. Kerangka Fikir (Flowchart)**



**Gambar 3.1 Kerangka Fikir (Flow Chart)**

## **BAB IV**

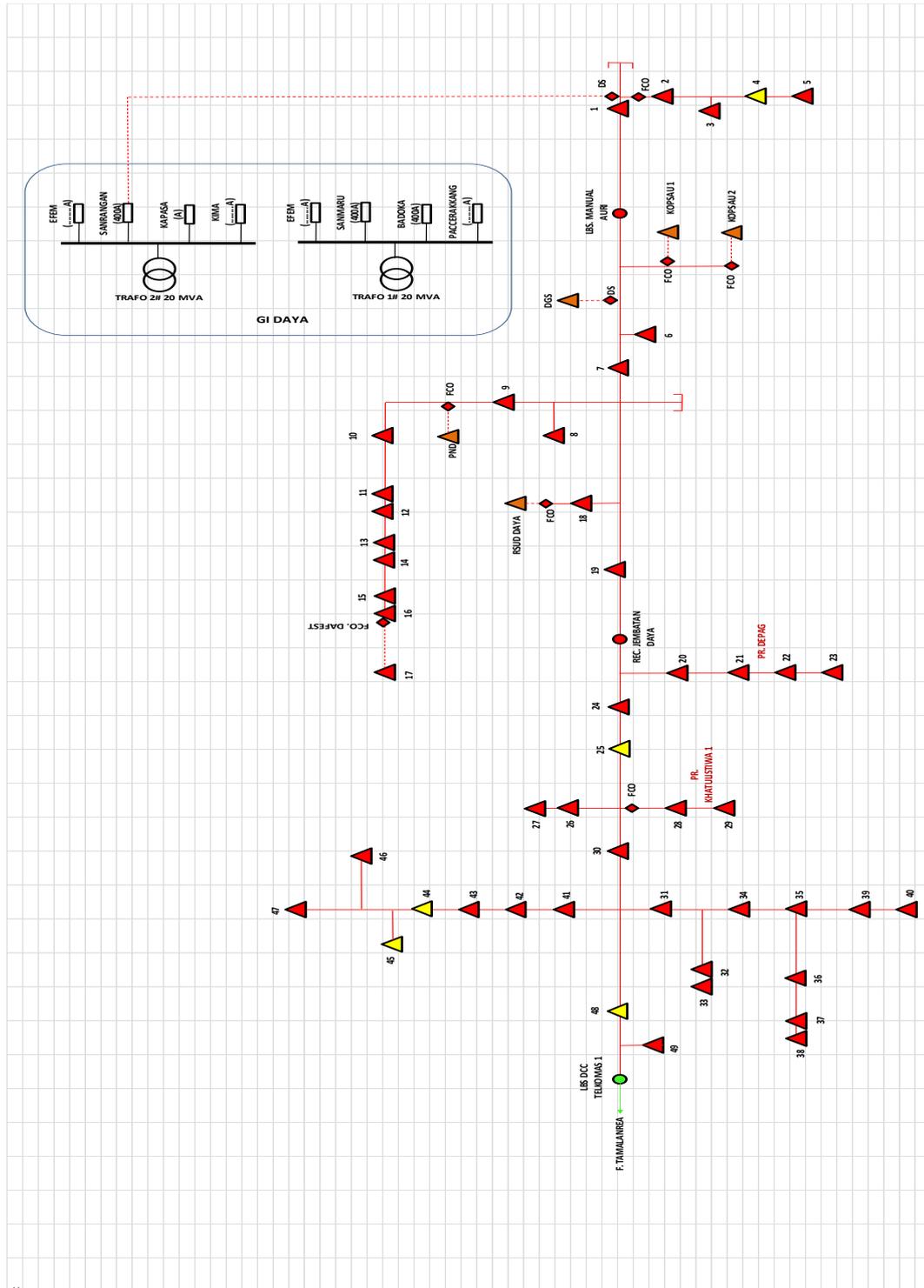
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Single Line**

Sistem distribusi daya listrik di PT. PLN (PERSERO) Rayon Daya Makassar meliputi semua Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV dan semua Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt hingga ke meter-meter pelanggan. Pendistribusian daya listrik dilakukan dengan menarik kawat – kawat distribusi melalui penghantar udara. Penghantar bawah tanah dari mulai gardu induk hingga ke pusat – pusat beban. pada sistem di ranting Galang ada terpasang jaringan bawah tanah karena keadaan kota atau daerahnya belum memungkinkan untuk dibangun jaringan tersebut. jadi untuk daerah ini tetap disuplai melalui hantaran udara 3 phasa 3 kawat.

Setiap elemen jaringan distribusi pada lokasi tertentu dipasang transformator-transformator distribusi, dimana tegangan distribusi 20 KV diturunkan ke level tegangan yang lebih rendah menjadi 380/220 Volt. Dari transformator-transformator ini kemudian para pelanggan listrik dilayani dengan menarik kabel-kabel tegangan rendah menjelajah ke sepanjang pusat-pusat pemukiman, baik itu komersial maupun beberapa industri yang ada disini. Tenaga listrik yang lazim digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk mengoperasikan peralatan-peralatan tersebut adalah listrik dengan tegangan yang rendah (380/220 Volt). Sedangkan tenaga listrik yang bertegangan menengah (sistem 20 KV) dan tegangan tinggi

(sistem 150 KV) hanya dipergunakan sebagai sistem penyaluran (distribusi dan transmisi) untuk jarak yang jauh.



Gambar 4.1 Single Line di PT. PLN (PERSERO) Rayon Daya Makassar

## **B. Sampel Transformator Distribusi**

### 1. Lokasi disekitar Golf

- a. Trafo 200 KVA, Hotel Albor
- b. Traafo 100 KVA, Pompa Bensin DP. Polda
- c. Trafo 160 KVA, PR. Insignia
- d. Trafo 160 KVA, JL. DG Ramang
- e. Trafo 200 KVA, JL. Batara Bira Gardu MC (BNN)

### 2. Lokasi Bontoa

- a. Trafo 250 KVA, JL. IR. Sutami sebelum Trowongan kedua
- b. Trafo 200 KVA, JL. IR. Sutami prima indo tuna
- c. Trafo 200 KVA, JL. IR. Sutami PT. Langgeng Sukses
- d. Trafo 150 KVA, JL. IR. Sutami PT. Celebes
- e. Trafo 100 KVA, JL. IR. Sutami

## **C. Pengumpulan Data**

Dari data transformator tidak sulit untuk mengetahui atau mengenal karna transformator mempunyai *namplat* yang dicamtumkan, misalnya daya KVA, tegangan primer dan skunder serta impedensinya.

Spesifikasi Trafo Tiang adalah sebagai berikut :

Buatan Pabrik : SINTRA  
Tipe : Outdoor  
Daya : 160 kVA  
Hubungan : Yzn5  
Impedansi : 4%

Tranformator : 1 x 3 phasa

1. Data penyulam setiap lokasi di sekitaran golf

a. hotel Albor

Daya : 200 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Tranformator : 1 x 3 phasa

Analisa Pembebanan transformator distribusi

S = 200 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{200.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 288,67 \text{ Ampere}$$

b. Pompa bensin DP. Polda

Daya : 100 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator

S = 100 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{100.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 144,33 \text{ Ampere}$$

c. PR. Insignia

Daya : 160 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator

S = 160 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{160.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 230,94 \text{ Ampere}$$

d. JL. DG Ramang

Daya : 160 KVA

Hubungan : 400 V

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator distribusi

S = 160 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{1600.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 230,94 \text{ Ampere}$$

e. JL. Batara bira gardu MC (BNN)

Daya : 200 KVA

Hubungan : Yzsn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator

S = 200 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{200.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 288,67 \text{ Ampere}$$

Tabel 4.1 Lokasi di sekitar Golf

No	Kode Ganda	Alamat	Data Trafo			
			Kapasitas	Tegangan	keterangan	
			KVA	Primer/ Sekunder	Tap Opera si	Beban
1.	GT - IGF001	HOTEL ARBOR	200	400	1/5	288,67
2.	GT - IGF002	POMPA BENSIN DP. POLDA	100	400	1/5	144,33
3.	GT - IGF003	PR. INSIGNIA	160	400	1/5	230,94
4.	GT - IGF009	JL. DG RAMANG	160	400	1/5	230,94
5.	GM - BNN	JL. BATARA BIRA GARDU MC (BNN)	200	400	1/5	288,67

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran di sekitar Golf

Data Pengukuran					
Jurusan	Tegangan V		Beban KVA		
Penampang	PHB F-N	PHB F-F	R	S	T
A(LVTC 3X70+50MM)	229	399	1,22	8,24	15,57
A(LVTC 3X70+50MM)	226	398	9,72	3,84	4,52
A(LVTC 3X70+50MM)	215	404	16,77	21,29	21,93
A(LVTC 3X70+50MM)	229	400	60,69	18,55	36,41
A(LVTC 3X70+50MM)	224	398	38,08	37,86	39,63

2. Data penyulam, lokasi di sekitaran Bontoa
  - a. JL. IR Sutami sebelum trowongan kedua
 

Daya : 250 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Tranformator : 1 x 3 phasa

Analisa Pembebanan transformator distribusi

S = 250 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{250000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360,84 \text{ Ampere}$$

b. JL. IR. Sutami Prima Indo Tuna

Daya : 200 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator distribusi

S = 200 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{200000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 288,67 \text{ Ampere}$$

c. JL. IR. Sutami PT. Langgeng Sukses

Daya : 200 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 X 3 phasa

Analisa pembebanan transformator distribusi

S = 200 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{200000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 288,67 \text{ Ampere}$$

d. JL. IR. Sutami PT. Celebes

Daya : 150 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator distribusi

S = 150 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{150000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 216,50 \text{ Ampere}$$

e. JL. IR. Sutami

Daya : 100 KVA

Hubungan : Yzn5

Impedensi : 4%

Transformator : 1 x 3 phasa

Analisa pembebanan transformator distribusi

S = 100 KVA

V = 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} = I_{FL} = \frac{100000 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 400} = 144,33 \text{ Ampere}$$

Tabel 4.3 Lokasi Bontoa

No	Kode Ganda	Alamat	Data Trafo		
			Kapasitas	Tegangan	Keterangan

			KVA	Primer/ sekunder	Tap Opera si	Beban
1.	GT -IBT001	JL.IR.SUTAMI SEBELUM TEROWONGAN KEDUA	250	400	1/5	360,84
2.	GT -IBT002	JL. IR. SUTAMI PRIMA INDO TUNA	200	400	1/5	288,67
3.	GT -IBT003	JL.IR. SUTAMI PT. LANGGENG SUKSES	200	400	1/5	288,67
4.	GT -IBT004	JL.IR.SUTAMI PT. CELEBES	150	400	1/5	216,50
5.	GT -IBT005	JL.IR.SUTAMI	100	400	1/5	144,33

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Penyulang di Lokasi Bontoa

<b>Data Pengukuran</b>					
Jurusan	Tegangan V		Beban KVA		
Penampang	PHB F-N	PHB F-F	R	S	T
A(LVTC 3X70+50MM)	220	390	19,36	14,74	12,98
A(LVTC 3X70+50MM)	225	398	20,48	20,25	28,24
A(LVTC 3X70+50MM)	224	392	2,24	4,70	70,91
A(LVTC 3X70+50MM)	229	400	60,69	36,41	72,28
A(LVTC 3X70+50MM)	220	384	19,59	18,26	62,92

#### D. Pelaksanaan pemeliharaan Transformator

##### 1. Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaa pemeliharaan fisik harus dilakukan sesuai dengan tahapan sebagai berikut :

##### a. Persiapan

Hal-hal yang perlu disiapkan untuk melakukan rencana, pemeliharaan adalah sebagai berikut :

### 1. Sumber daya

- Perangkat kerja baik perangkat lunak maupun perangkat keras, kedua peralatan tersebut harus dikuasai oleh pelaksanaan antara lain : ketentuan peraturan dan petunjuk yang berlaku, buku manual, formulir isian serta sarana kerja.
- Material pemeliharaan (jumlah kualitas dan lokasi penempatannya).
- Personil (jumlah dan kualitasnya).
- Pengambilan data operasi sebelumnya dan sesudahnya.

### 2. Koordinasi

- Koordinasi harus dilakukan dengan bagian yang terkait maupun pihak-pihak yang berkepentingan lainnya dan menunjuk seorang pejabat sebagai koordinator.
- Komunikasi harus dilakukan dengan bahasa yang jelas, ringkas dan mudah dimengerti.
- Harus memperhatikan lingkungan dan k3.

## **E. Pemeliharaan Transformator Distribusi**

Sebelum pekerjaan pemeliharaan trafo dilaksanakan, prosedur pelaksanaan pekerjaan yang pertama dilakukan adalah mendata spesifikasi teknik dari transformator tersebut dengan mengamati (*nameplate*)

## **F. Pemeriksaan Secara Visual**

Pemeriksaan fisik trafo secara visual meliputi pemeriksaan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan kondisi tangki dari kebocoran atau akibat dari benturan.

2. Pemeriksaan kondisi baut-baut pengikat dibushing
3. Pemeriksaan kondisi bushing primer atau skunder.
4. Pemerksaan kondisi *valve* tekanan udara
5. Pemeriksaan thermometer
6. Pemeriksaan kondisi *tap charger/sadapan*

### G. Pengukuran Nilai Tahanan Isolasi

Setelah pemeriksaan secara visual dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan/pengukuran nilai tahanan isolasi trafo dengan menggunakan megger (primer-body, sekunder-body dan primer-sekunder), sehingga dapat dipastikan jenis kerusakan dan bagian mana dari transformator yang mengalami kerusakan. Contoh pengukuran tahanan isolasi ini dilakukan dengan menggunakan megger 5000V.

Hasil Pengukuran :

Tabel 4.5 Hasil Megger Kumparan Primer-Body Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
R – Body	10.000 MΩ	Baik
S – Body	14.000 MΩ	Baik
T – Body	20.000 MΩ	Baik

Tabel 4.6 Hasil Megger Kumparan sekunder-Body Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
r – Body	5.000 MΩ	Baik
s – Body	6.000 MΩ	Baik
t – Body	7.000 MΩ	Baik

Tabel 4.7 Hasil Megger Kumparan Primer-Sekunder Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
------------	-------	------------

R - r Body	18.000 MΩ	Baik
S - s Body	40.000 MΩ	Baik
T - t Body	20.000 MΩ	Baik

Dari Table diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada kerusakan yang terjadi pada kumparan primer-body, sekunder-Body dan primer-sekunder.

Tabel 4.8 Hasil Megger Kumparan Primer-Body Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
R – Body	0 MΩ	Kontak body
S – Body	0 MΩ	Kontak body
T – Body	50 MΩ	Sangat Rendah

Tabel 4.9 Hasil Megger Kumparan Primer-Body Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
r – Body	1200 MΩ	Baik
s – Body	1200 MΩ	Baik
t – Body	1200 MΩ	Baik

Tabel 4.10 Hasil Megger Kumparan Primer-Sekunder Transformator

Pengukuran	Hasil	Keterangan
r – Body	1200 MΩ	Baik
s – Body	1200 MΩ	Baik
t – Body	1200 MΩ	Baik

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa kerusakan yang terjadi adalah pada kumparan primer-body yang menunjukkan rendahnya tahanan isolasi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Pemeriksaan fisik trafo secara visual meliputi pemeriksaan kondisi tangki dari kebocoran atau akibat dari benturan. Pemeriksaan kondisi baut-baut pengikat dibushing, Pemeriksaan kondisi bushing primer atau sekunder.
2. Pemeliharaan yang teratur, penggunaan pemakaian serta management yang baik dari Trafo Distribusi akan meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik sehingga kontinuitas pelayanan listrik ke konsumen terjamin.
3. Setiap elemen jaringan distribusi pada lokasi tertentu dipasang transformator-transformator distribusi, dimana tegangan distribusi 20 KV diturunkan ke level tegangan yang lebih rendah menjadi 380/220 Volt. Dari transformator-transformator ini kemudian para pelanggan listrik dilayani dengan menarik kabel-kabel tegangan rendah menjelajah ke sepanjang pusat-pusat pemukiman, baik itu komersial maupun beberapa industri yang ada disini.

## **B. Saran**

1. Sebelum pekerjaan pemeliharaan trafo dilaksanakan, prosedur pelaksanaan pekerjaan yang pertama dilakukan adalah mendata spesifikasi teknik dari transformator tersebut dengan mengamati (*nameplate*)
2. Perlunya dilakukan pemeliharaan preventif berkala terhadap trafo distribusi sehingga kerusakan dapat sedini mungkin teratasi.
3. Diperlukan disiplin waktu dan semangat agar tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.
4. Dalam penyelesaian tugas akhir diperlukan lebih banyak referensi-referensi lain untuk menyempurnakan.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir, *Distribusi Dan Utilisasi Tena Listrik*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2000

Abdul Kadir, "*Transformator*", P.T Pradnya Paramita, Jakarta 1979

Anonim. *Pemeliharaan trafo*

<http://bops.pln-jawa-bali.co.id/artikel/pemeliharaantrafo>

Eddy Warman, "*Pemilihan Dan Peningkatan Penggunaan / Pemakaian Serta Manajemen Trafo Distribusi*", Medan: Universitas Sumatera Utara, 2004

Hamma. (2001, April). *Elektro Indonesia : Transformator Daya dan Cara Pengujiannya* [25 paragraf]. 7(36). [26 April 2009].

PT. PLN (PERSERO APJ SEMARANG perencanaan jarngan distribusi. Data–data/informasi-informasi brosur-brosurPT. PLN (PERSERO) APJ SEMARANG.

Pabla, A.S., Abdul Hadi. Ir, 1991, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Jakarta, Cetakan Kedua, Penerbit Erlangga

Paras Novinda Iyadza. 2017 *Pemeliharaan system jaringan tegangan menengah*, Bandung: PT.PLN APJ.

Sulasno, Ir., *Teknik dan Sistem Distribusi Tegangan Listrik*, Badan Penerbit UNDIP Semarang, 2001

# LAMPIRAN

## A. Foto Dokumentasi

Bersama manager PLN Rayon daya



Proses kunjungan di lapangan

