

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis tentang “Analisis Koordinasi Relai OCR dan GFR pada Trafo 4 Gardu Induk Sunyaragi Cirebon” ini dilaksanakan pada bulan Januari 2021 sampai dengan Maret 2021. Waktu pelaksanaan ini meliputi proses penyusunan proposal Tugas Akhir, pengumpulan data sekunder sampai proses pengolahan data hingga menghasilkan nilai koordinasi relai OCR dan GFR pada Trafo 4 GI.Sunyaragi.

Penelitian ini berlokasi di PT. PLN (Persero) UPT Cirebon yang beralamatkan di Jalan Brigjend HR Dharsono (By Pass) Kota Cirebon.

#### PT. PLN (Persero) UPT Cirebon



Gambar 3.1 Lokasi pengambilan data

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan sebagai komponen utama untuk memperoleh hasil dalam penelitian yang berjudul “Analisis Koordinasi Relai OCR dan GFR pada Trafo 4 GI.Sunyaragi” dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan pada Penelitian

Alat	Fungsi
Laptop Asus A412F: Intel® Core™ i5-8250U CPU @1.60 GHz 1.80 GHz Installed memory (RAM): 4.00 GB (3.88 GB usable) System type: 64-bit Operating system	Untuk melakukan analisis data dan mengoperasikan software yang akan digunakan.
SoftWare Microsoft Excel 2019	Digunakan untuk membantu perhitungan dan penyimpanan data-data yang diperoleh dari PT.PLN (Persero) UPT Cirebon.
SoftWare AutoCad 2018	Digunakan untuk membuat one line diagram GI.Sunyaragi 150 kV

Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan pada Penelitian

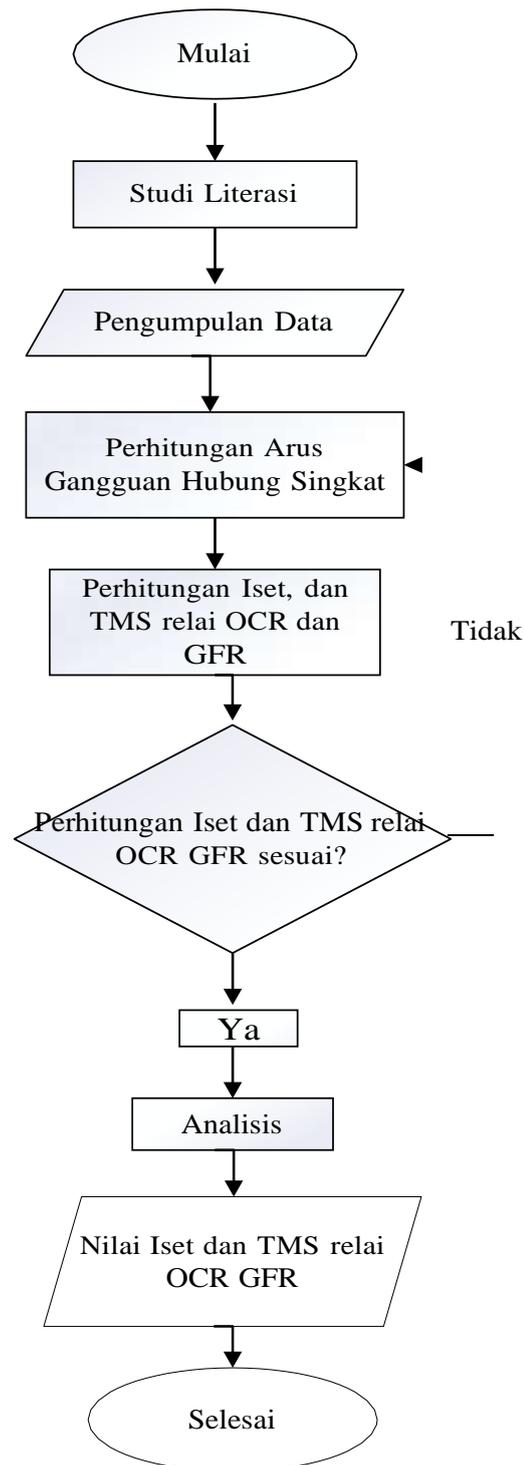
Nama Data	Sumber Data	Jenis Data	Keterangan
Data pemeliharaan dua tahunan Bay 150/20 Kv Trafo 4 60 MVA GI.Sunyaragi - APP Cirebon	PT. PLN (Persero) UPT Cirebon	Microsoft Excel	Untuk mengolah data koordinasi relai OCR dan GFR Trafo 4 GI.Sunyaragi

### 3.3 Prosedur Penelitian

Untuk melakukan penelitian ini penulis menggunakan metode deskriptif dengan analisis data. Subjek yang diteliti adalah relai arus lebih (OCR) dan relai

gangguan tanah (GFR) pada transformator 4 dengan daya 60 MVA. Pada penelitian ini, prosedur penelitian yang dilakukan penulis adalah mengumpulkan data, pra pengolahan data, pengolahan data dan penyajian hasil penelitian.

Penulis mendapatkan data penelitian dari mengumpulkan data sekunder pemeliharaan rutin pada transformator yang menjadi objek penelitian, dan melakukan wawancara ke pegawai yang bersangkutan di PT. PLN (Persero) UPT Cirebon, Jawa Barat. Agar Langkah-langkah dapat lebih mudah dipahami, berikut diagram alir penelitian yang penulis lakukan :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Secara Umum

### **3.4 Penjabaran Singkat Diagram Alir Penelitian**

#### **3.4.1 Pengumpulan Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi terkait, antara lain :

1. PT. PLN (Persero) UPT Cirebon
- a. Data Pemeliharaan Dua Tahunan Bay 150/20 kV Trafo 4 60 MVA Gardu Induk Sunyaragi - APP Cirebon

#### **3.4.2 Pra Pengolahan Data**

Pra pengolahan data ini merupakan tahapan awal sebelum memasuki tahap pengolahan data, pada tahap ini penulis membuat rencana yang akan dilakukan selama penelitian, rencana tersebut diantaranya sebagai berikut :

1. Rencana perhitungan manual dengan alat tulis
2. Rencana perhitungan dengan bantuan software Microsoft Excel 2019

Pada pra pengolahan data ini penulis juga menyeleksi data-data yang sudah didapatkan dari PT.PLN (Persero) UPT Cirebon, seleksi data ini berdasarkan tahun, kejadian, dan hal-hal yang berhubungan dengan penelitian yang penulis akan lakukan.

#### **3.4.3 Pengolahan Data**

Pada tahap pengolahan data penulis akan menggunakan data spesifikasi mengenai data trafo, data relai OCR GFR pada sisi primer dan sekunder, dan data-data penunjang lainnya yang diperoleh dari data pemeliharaan dua tahunan dari PT.PLN (Persero) UPT Cirebon. Pada tahap ini juga data tersebut dihitung dengan metode manual pada kertas hitung dan Software Microsoft Excel 2019, yang dimana pengolahan data ini bertujuan untuk mengetahui nilai setting koordinasi relai OCR dan GFR pada Trafo 4 GI.Sunyaragi secara manual. Setelah diperoleh hasil dari perhitungan manual, nilai tersebut akan digunakan sebagai

perbandingan dengan nilai setting yang sudah ada pada data yang diperoleh.

#### **3.4.4 Penyajian Hasil Penelitian**

Pada tahap penyajian hasil penelitian ini penulis akan menyajikan hasil perhitungan manual koordinasi relai OCR dan GFR pada Trafo 4 GI.Sunyaragi, dan menganalisis hasil perhitungan yang sudah penulis lakukan. Lalu pada tahap ini juga penulis menyajikan perbandingan data sekunder yang di dapat dan hasil perhitungan manual pada penelitian ini.

### **3.5 Metode Pengumpulan Data**

Pada penelitian mengenai pengkoordinasian relai OCR dan GFR pada Transformator 4 Gardu Induk Sunyaragi ini penulis melakukan metode pengumpulan data dengan beberapa tahapan, yaitu :

#### **3.5.1 Observasi Lapangan**

Proses pengambilan data yang penulis lakukan adalah dengan pengamatan objek penelitian dan pengumpulan data - data skunder yang menunjang objek penelitian tersebut. Pada tahap ini penulis melakukan pengamatan pada Relai OCR dan GFR yang digunakan sebagai pengaman cadangan pada transformator 4 Gardu Induk Sunyaragi untuk menunjang penelitian yang akan penulis lakukan.

#### **3.5.2 Studi Literatur**

Studi literatur merupakan metode penelitian yang berkaitan dengan pengumpulan data - data pustaka untuk memperoleh teori yang mendukung penelitian yang akan dilakukan. Metode studi literatur ini dapat diperoleh dengan membaca jurnal, buku, maupun karya ilmiah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian sudah dilakukan sebelumnya.

### 3.5.3 Diskusi

Diskusi merupakan suatu metode yang dilaksanakan pada proses penelitian yang bertujuan untuk mencari informasi mengenai kejelasan atau pemahaman dari sebuah penelitian yang penulis akan lakukan kepada para profesional ataupun ahli dalam bidangnya, dengan cara tanya jawab ataupun konsultasi.

### 3.5.4 Bimbingan

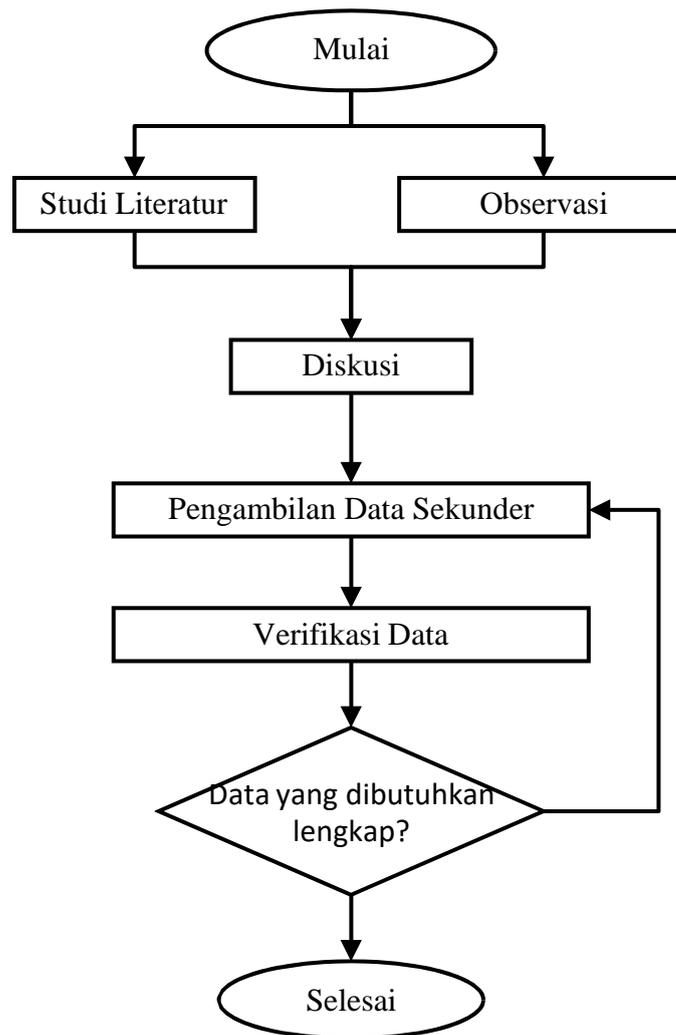
Proses bimbingan ini dilakukan dengan dosen pembimbing Tugas Akhir dari Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia. Hal ini bertujuan untuk penyesuaian permasalahan yang dapat diambil untuk topik Tugas Akhir Penulis.

### 3.5.5 Pengambilan Data Sekunder

Pada proses pengambilan data sekunder ini penulis mencatat sekaligus memperoleh beberapa data pemeliharaan tahunan yang dilakukan pada objek trafo yang akan penulis analisis. Pada tahap ini merupakan tahap terpenting dalam metode pengambilan data ini, data yang penulis ambil adalah data berikut :

1. Data Transformator Daya IV
2. Data Relai OCR sisi 150 Kv
3. Data Relai OCR sisi 20 kV
4. Data Relai GFR sisi 150 kV
5. Data Relai GFR sisi 20 kV
6. Data PMT
7. Data Kabel

Agar metode pengambilan data tersebut dapat lebih mudah dipahami, maka berikut diagram alir metode pengambilan data yang penulis lakukan untuk penelitian ini :



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengambilan Data Penelitian

### 3.6 Spesifikasi Data Penunjang Penelitian

Pada spesifikasi data, penulis membuat *point-point* dari data sekunder yang digunakan sebagai bahan penelitian, sumber dari data ini didapatkan dari PT.PLN (Persero) UPT Cirebon.

Berdasarkan diagram alir pengumpulan data pada Gambar 3.3, maka berikut spesifikasi data penunjang penelitian yang penulis lakukan :

#### 1. Data Transformator Daya IV

Merk	: XIAN
Type	: -
Frekuensi	: 50 Hz
Daya	: 60 MVA

Tegangan primer	: 150 kV
Tegangan sekunder	: 20 kV
Impedansi	: 12.46 %
Ratio CT primer	: 300/1 A
Ratio CT sekunder	: 2000/5 A
Hubungan belitan	: Ynyn0+d
R NGR	: 12 ohm

## 2. Data Relai Arus lebih (OCR) sisi 150kV

Merk	: NR
Type	: PCS-9611
Nomor Seri	: 8149B9
Arus Nominal	: 1 A
Karakteristik	: SI (Standard Inverse)
Ratio CT	: 300/5 A

## 3. Data Relai Arus lebih (OCR) sisi 20kV

Merk	: SIFANG
Type	: CSC-211
Nomor Seri	: SFJB400004302117000xxx
Arus Nominal	: 1 A
Karakteristik	: SI (Standard Inverse)
Ratio CT	: 2000/5

## 4. Data Relai Gangguan Tanah (GFR) sisi 150Kv

Merk	: SIFANG
Type	: CSC-211
Nomor Seri	: SFJB400004302117000xxx
Arus Nominal	: 1 A
Karakteristik	: SI (Standard Inverse)
Ratio CT	: 400/1

## 5. Data Relai Gangguan Tanah (GFR) sisi 20kV

Merk	: SIFANG
Type	: CSC-211
Nomor Seri	: SFJB400004302117000xxx
Arus Nominal	: 1 A
Karakteristik	: SI (Standard Inverse)
Ratio CT	: 2000/5

## 6. Data PMT

Merk	: SIFANG
Type	: CSC-211
Frekuensi	: 50 Hz

## 7. Data Kabel

Merk	: SIFANG
Type	: CSC-211
Ukuran	: AAAC 240mm

Adapula penyajian spesifikasi data penelitian koordinasi relai OCR GFR Tranformator 4 ini, penulis sajikan dalam bentuk tabel agar dapat lebih mudah di pahami. Berikut tabel spesifikasi data penelitian ini :

Sumber Data : (PT.PLN (Persero) UPT Cirebon

Tabel 3.3 Spesifikasi Nilai data Trafo, Relai dan Penyulang

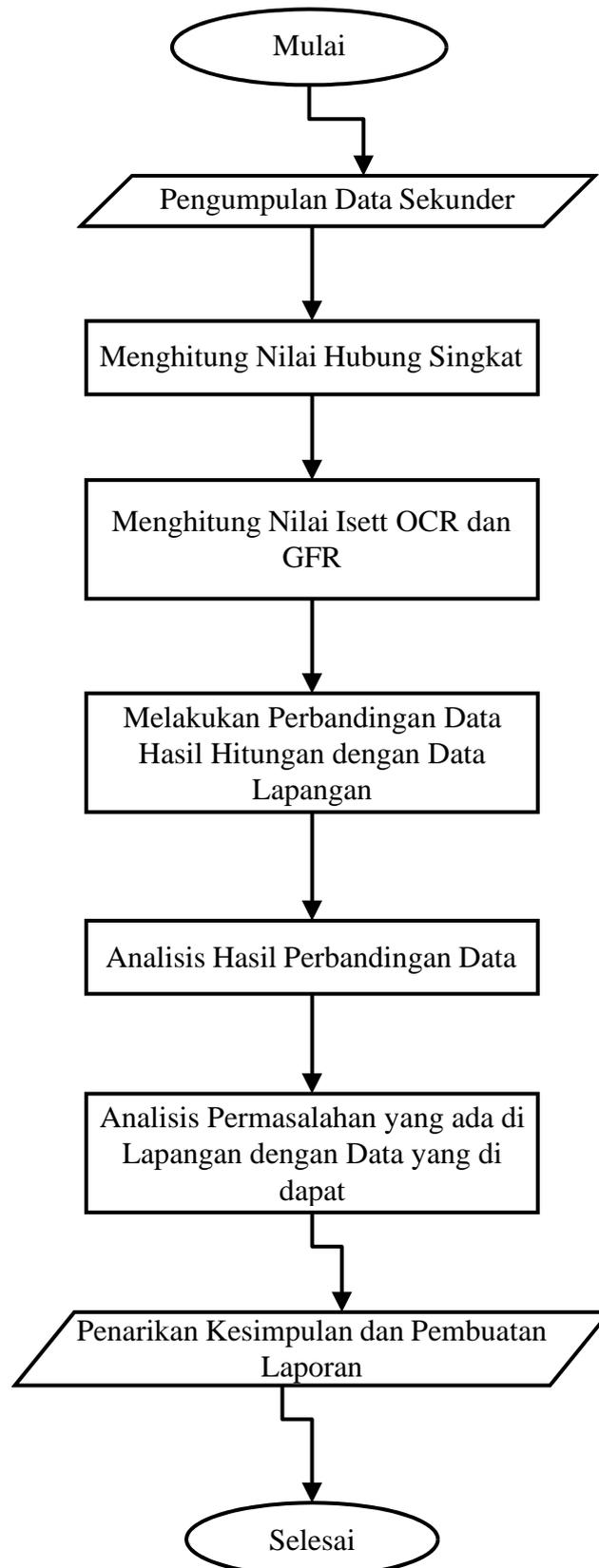
No.	Parameter	Keterangan
1.	Merk Trafo	XIAN
2.	Daya Trafo	60 MVA
3.	Tegangan Trafo	150 kV
4.	Impedansi Trafo	20 kV
5.	Arus nominal primer Trafo	231 A
6.	Arus nominal sekunder trafo	1734 A
7.	Arus Hubung Singkat	1700,441 MVA
8.	Ratio CT Primer Trafo	300/5
9.	Ratio CT Sekunder Trafo	2000/5
10.	Hubung belitan trafo	Ynyn0+d
11.	R NGR Trafo	12 ohm
12.	Z1=Z2 Penyulang (AAAC 240mm)	0,1344 + j0,3158

13.	Z0 Penyulang (AAAC 240mm)	$0,2824 + j1,6034$
14.	Merk OCR/GFR	Sifang
15.	Type OCR/GFR	CSC-211
16.	Karakteristik Relai	SI (Standar Inverese)
17.	Arus Nominal OCR/GFR	1 A

### 3.7 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, metode analisis data yang dilakukan penulis adalah dengan melakukan perhitungan koordinasi *setting* relay OCR dan GFR pada transformator 4 Gardu Induk Sunyaragi secara manual.

Pengkoordinasian relai ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan yang penulis lakukan dengan data yang ada di lapangan, sehingga dapat menjawab permasalahan relai yang terjadi di lapangan. Selanjutnya setelah didapat hasil yang sesuai, maka penulis melakukan analisis berdasarkan ketentuan standarisasi yang berlaku dan ditentukan oleh pihak instansi terkait. Maka berikut diagram alir teknis analisis data yang penulis lakukan :



Gambar 3.4 Diagram Alir Teknis Analisis Data

Berdasarkan diagram alir pengumpulan data pada Gambar 3.4, maka berikut pemaparan langkah analisis data pada penelitian yang penulis lakukan :

### 1. Pengumpulan Data Sekunder

Pada pengumpulan data sekunder ini penulis mengumpulkan parameter data – data yang di perlukan dalam perhitungan koordinasi relai OCR dan GFR yang akan dilakukan.

The screenshot shows a software interface titled "Data Relay" with a user profile and a table of relay data. The table has columns for "RELAY", "MVA", "P", "Q", "R", "X", "Y", "Z", "W", "V", "U", "T", "S", "R", "Q", "P", "MVA", "P", "Q", "R", "X", "Y", "Z", "W", "V", "U", "T", "S", "R", "Q", "P", "MVA". The data rows contain numerical values for these parameters.

Gambar 3.5 Data Trafo dan Relai OCR dan GFR Trafo 4

### 2. Perhitungan nilai Hubung Singkat

Perhitungan nilai hubung singkat ini merupakan tahapan awal dari pengkoordinasian relai OCR dan GFR. Nilai kapasitas hubung singkat yang memungkinkan terjadi pada sisi primer (150 kV) pada Gardu Induk Sunyaragi adalah 6,545 kA. Untuk mengetahui arus hubung singkat, maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- **MVA hubung singkat sisi primer**

$$\begin{aligned}
 MVA_{(hs)} &= \sqrt{3} \times V_{\text{sisi primer (kV)}} \times \text{data hubung singkat (kA)} \\
 &= \sqrt{3} \times 150 \times 6,545 \\
 &= 1,700441 \times 10^3 \\
 &= 1700,441 \text{ MVA}
 \end{aligned}$$

Lalu untuk mendapatkan nilai arus hubung singkat pada Trafo 4 GI.Sunyaragi, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menghitung impedansi sumber, impedansi transformator dan impedansi penyulang sisi 150 kV dan 20 Kv.

- **Impedansi sumber sisi 150 kV**

Dengan persamaan (2.5) pada BAB II, maka diperoleh perhitungan impedansi sumber sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_{S \text{ (sisi 150 kV)}} &= \frac{kV(\text{ sisi primer trafo})^2}{\text{MVA hubung singkat di bus sisi primer}} \\ &= \frac{(150 \text{ kV})^2}{1700,441} \\ &= 13,23 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi sumber sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} X_{S \text{ (sisi 20 kV)}} &= \frac{kV(\text{ sisi sekunder trafo})^2}{kV(\text{ sisi primer trafo})^2} \times X_{S \text{ (sisi 150 kV)}} \\ &= \frac{(20 \text{ kV})^2}{(150 \text{ kV})^2} \times 13,23 \text{ ohm} \\ &= 0,23 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator sisi 150 kV**

$$\begin{aligned} X_t \text{ (pada 100\%)} &= \frac{(kV)^2}{\text{MVA trafo}} \\ &= \frac{(150 \text{ kV})^2}{60} \\ &= 375 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} X_t \text{ (pada 100\%)} &= \frac{(kV)^2}{\text{MVA trafo}} \\ &= \frac{(20 \text{ kV})^2}{60} \\ &= 6,667 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator urutan positif dan negatif sisi 150 kV**

$$\begin{aligned} X_t &= \% \text{ yang diketahui} \times X_t \text{ (pada 100\%)} \\ &= 12,46\% \times 375 \\ &= 46,725 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator urutan positif dan negatif sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} X_t &= \% \text{ yang diketahui} \times X_t \text{ (pada 100\%)} \\ &= 12,46\% \times 6,667 \\ &= 0,830 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator urutan nol sisi 150 kV**

$$\begin{aligned} X_{t0} &= 10 \times X_t \\ &= 10 \times 46,725 \\ &= 467,25 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi transformator urutan nol sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} X_{t0} &= 10 \times X_t \\ &= 10 \times 0,830 \\ &= 8,30 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi ekuivalen jaringan urutan positif dan negatif sisi 150 kV**

Untuk mendapatkan nilai ekuivalen jaringan urutan positif dan negatif dapat menggunakan persamaan (2.13) pada BAB II [17], dimana perhitungan didapat dengan menjumlahkan impedansi sumber, impedansi trafo yang sudah dihitung sebelumnya.

$$\begin{aligned} Z_{1eq} = Z_{2eq} &= Z_{S1} + Z_{t1} \\ &= j13,23 \times j46,725 \\ &= j59,955 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi ekuivalen jaringan urutan positif dan negatif sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} Z_{1eq} = Z_{2eq} &= Z_{S1} + Z_{t1} \\ &= j0,23 \times j0,830 \\ &= j1,060 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi ekuivalen jaringan urutan nol sisi 150 kV**

Sedangkan untuk mendapatkan nilai ekuivalen jaringan urutan nol dapat menggunakan persamaan (2.12) pada BAB II [17].

$$\begin{aligned} Z_{0eq} &= Z_{t0} \times 3.RN \\ &= j467,25 \times 3.(12) \\ &= j1682,10 \text{ ohm} \end{aligned}$$

- **Impedansi ekuivalen jaringan urutan nol sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} Z_{0eq} &= Z_{t0} \times 3.RN \\ &= j8,30 \times 3.(12) \end{aligned}$$

$$= j298,80 \text{ ohm}$$

- **Gangguan hubung singkat tiga fasa sisi 150 kV**

Untuk mendapatkan nilai gangguan hubung singkat tiga fasa dapat menggunakan persamaan (2.14) pada BAB II [17], seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} I_{3\text{fasa}} &= \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} \\ &= \frac{150000}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{j59,955}{86602} \\ &= \frac{150000}{\sqrt{59,955^2}} \\ &= 1444,45 \text{ A} \end{aligned}$$

- **Gangguan hubung singkat tiga fasa sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} I_{3\text{fasa}} &= \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} \\ &= \frac{20000}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{j1,060}{11547} \\ &= \frac{20000}{\sqrt{1,060^2}} \\ &= 10893,40 \text{ A} \end{aligned}$$

- **Gangguan hubung singkat dua fasa sisi 150 kV**

Untuk mendapatkan nilai gangguan hubung singkat dua fasa dapat menggunakan persamaan (2.15) pada BAB II [17], seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} I_{2\text{fasa}} &= \frac{V_{ph-ph}}{2 \times Z_{1eq}} \\ &= \frac{150000}{2 \times (j59,955)} \\ &= \frac{150000}{\sqrt{119,910^2}} \\ &= 1250,94 \text{ A} \end{aligned}$$

- **Gangguan hubung singkat dua fasa sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} I_{2\text{fasa}} &= \frac{V_{ph-ph}}{2 \times Z_{1eq}} \\ &= \frac{20000}{2 \times (j1,060)} \\ &= \frac{20000}{\sqrt{2,120^2}} \end{aligned}$$

$$= 9433,96 \text{ A}$$

- **Gangguan hubung singkat satu fasa sisi 150 kV**

Sedangkan untuk mendapatkan nilai gangguan hubung singkat satu fasa dapat menggunakan persamaan (2.15) pada BAB II [18], seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} I_{1\text{fasa}} &= \frac{3 \times V_{ph}}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}} \\ &= \frac{3 \times \frac{150000}{\sqrt{3}}}{2 \times (j59,955) + j1682,10} \\ &= \frac{259807,62}{\sqrt{119,910^2 + 1682,10^2}} \\ &= \frac{259807,62}{1686,369} \\ &= 154,063 \text{ A} \end{aligned}$$

- **Gangguan hubung singkat satu fasa sisi 20 kV**

$$\begin{aligned} I_{1\text{fasa}} &= \frac{3 \times V_{ph}}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}} \\ &= \frac{3 \times \frac{20000}{\sqrt{3}}}{2 \times (j1,060) + j298,80} \\ &= \frac{34641}{\sqrt{2,120^2 + 298,80^2}} \\ &= \frac{34641}{298,807} \\ &= 115,931 \text{ A} \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Nilai Isett dan TMS Relai OCR dan GFR

Tahap selanjutnya merupakan perhitungan arus *setting* dan TMS pada sisi 150 kV dan sisi 20 kV transformator daya, tahap ini merupakan tahap terpenting untuk penyetelan setting relai OCR dan GFR. Dimana tahapan perhitungan yang penulis lakukan sebagai berikut :

- **Pada sisi 150 kV**

$$\begin{aligned} I_{\text{base}} &= \frac{S_{\text{base}}}{\sqrt{3}V_{\text{base}}} \\ &= \frac{60000}{\sqrt{3} \times 150} \\ &= \frac{60000}{259,8} \\ &= 230,9 \text{ A} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 231 A

- **Pada sisi 20 kV**

$$\begin{aligned}
 I_{\text{base}} &= \frac{S_{\text{base}}}{\sqrt{3}V_{\text{base}}} \\
 &= \frac{60000}{\sqrt{3} \times 20} \\
 &= \frac{60000}{34,6} \\
 &= 1734,1 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 1734 A

Setelah didapatkan nilai arus nominal pada transformator daya sisi 150 kV dan sisi 20 kV, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai arus *setting* dan TMS pada relai OCR dan GFR.

- **Relai Arus Lebih (OCR)**

Pada penyetelan arus *setting* dan TMS pada relai OCR, dapat menggunakan ketentuan yang sudah penulis bahas pada BAB 2 [19], berikut perhitungan manual penyetelan arus *setting* dan TMS sisi 150 kV dan sisi 20 kV transformator daya :

- **Arus *setting* primer sisi 150 kV**

$$\begin{aligned}
 I_{\text{set}} (\text{primer}) &= 1,2 \times I_{\text{nominal Trafo}} \\
 &= 1,2 \times 231 \\
 &= 277,2 \text{ A}
 \end{aligned}$$

- **Arus *setting* primer sisi 20 kV**

$$\begin{aligned}
 I_{\text{set}} (\text{primer}) &= 1,2 \times I_{\text{nominal Trafo}} \\
 &= 1,2 \times 1734 \\
 &= 2080,8 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Nilai arus *setting* diatas merupakan nilai arus setelan pada sisi primer, sedangkan nilai yang akan disetting pada sebuah relai adalah nilai arus *setting* sekunder. Sehingga nilai yang dihasilkan pada sisi primer dapat di hitung dengan nilai rasio trafo yang terpasang. Berikut perhitungan arus *setting* pada sisi sekunder :

- **Arus setting sekunder sisi 150 kV**

$$\begin{aligned} \text{Iset (sekunder)} &= \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\ &= 277,2 \times \frac{1}{300/1} \\ &= 0,924 \text{ A} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 1 A

- **Arus setting Sekunder sisi 20kV**

$$\begin{aligned} \text{Iset (sekunder)} &= \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\ &= 2080,8 \times \frac{1}{2000/5} \\ &= 5,202 \text{ A} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 5 A

Selanjutnya adalah perhitungan TMS relai OCR sisi 150kV dan 20kV, dimana perhitungan TMS yang digunakan, menggunakan kurva TMS *Standar Inverse* sesuai dengan karakteristik yang digunakan pada peralatan di tempat penelitian :

- **Time Multiple Setting (TMS) Sisi 150kV**

$$1,5 = \text{TMS (Td)} \times \frac{0.14}{(1250,94/277,2)^{0,02-1}}$$

$$1,5 = \text{TMS (Td)} \times 4,58$$

$$\text{TMS (Td)} = \frac{1,5}{4,58}$$

$$= 0,327$$

Dibulatkan menjadi 0,33 s

- **Time Multiple Setting (TMS) Sisi 20kV**

$$1 = \text{TMS (Td)} \times \frac{0.14}{(9433,96/2080,8)^{0,02-1}}$$

$$1 = \text{TMS (Td)} \times 4,56$$

$$\text{TMS (Td)} = \frac{1}{4,56}$$

$$= 0,219$$

Dibulatkan menjadi 0,22 s

Nilai arus setting dan TMS yang didapat pada relai OCR sisi 150 kV dan sisi 20 kV ini dalam keadaan yang baik, dimana nilai tersebut masih memenuhi standar *setting* dari pihak PLN setempat.

- **Relai Gangguan Tanah (GFR)**

Setelah mendapatkan hasil perhitungan manual relai OCR, maka langkah selanjutnya yang penulis lakukan adalah melakukan perhitungan manual pada relai GFR dengan cara dan ketentuan yang sudah tercantum pada BAB II [19] sama halnya dengan relai OCR. Berikut adalah langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai arus setting dan TMS yang diinginkan :

- **Arus *setting* primer sisi 150kV**

$$\begin{aligned} \text{Iset (primer)} &= 0,4 \times \text{Inominal Trafo} \\ &= 0,4 \times 231 \\ &= 92,4 \text{ A} \end{aligned}$$

- **Arus *setting* primer sisi 20Kv**

$$\begin{aligned} \text{Iset (primer)} &= 0,4 \times \text{Inominal Trafo} \\ &= 0,4 \times 1734 \\ &= 693,6 \text{ A} \end{aligned}$$

Sama halnya dengan relai OCR, pada relai GFR juga berlaku ketentuan yang sama yaitu arus *setting* yang akan disetting pada sebuah relai merupakan nilai arus *setting* sekunder. Sehingga langkah selanjutnya adalah perhitungan arus *setting* pada sisi sekunder :

- **Arus *setting* sekunder sisi 150kV**

$$\begin{aligned} \text{Iset (sekunder)} &= \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\ &= 92,4 \times \frac{1}{400/1} \\ &= 0,231 \text{ A} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 0,23 A

- **Arus *setting* Sekunder sisi 20kV**

$$\begin{aligned} \text{Iset (sekunder)} &= \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\ &= 693,6 \times \frac{1}{2000/5} \end{aligned}$$

$$= 1,734 \text{ A}$$

Dibulatkan menjadi 1,7 A

Lalu selanjutnya perhitungsn TMS relai GFR sisi 150 kV dan 20 kV, dimana perhitungan TMS yang digunakan, menggunakan kurva TMS *Standar Inverse* sesuai dengan karakteristik yang digunakan pada peralatan di tempat penelitian :

- **Time Multiple Setting (TMS) Sisi 150kV**

$$1,5 = \text{TMS (Td)} \times \frac{0,14}{(442,570/92,4)^{0,02-1}}$$

$$1,5 = \text{TMS (Td)} \times 4,40$$

$$\begin{aligned} \text{TMS (Td)} &= \frac{1,5}{4,40} \\ &= 0,341 \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 0,34 s

- **Time Multiple Setting (TMS) Sisi 20kV**

$$1 = \text{TMS (Td)} \times \frac{0,14}{(3324,472/693,6)^{0,02-1}}$$

$$1 = \text{TMS (Td)} \times 4,40$$

$$\begin{aligned} \text{TMS (Td)} &= \frac{1}{4,40} \\ &= 0,227 \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 0,23 s

#### 4. Melakukan Perbandingan Data Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan

Setelah mendapatkan nilai setting dan TMS relai OCR sisi 150 kV dan sisi 20 Kv, maka selanjutnya adalah penulis melakukan perbandingan data yang didapat dengan data yang ada di lapangan. Tahap ini bertujuan untuk menemukan data temuan penelitian yang penulis lakukan, sehingga data tersebut dapat menjadi bukti permasalahan yan terjadi di lapangan.

5. Analisis Perbandingan Data Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan

Pada analisis data ini penulis menganalisis hasil membandingkan data hasil perhitungan yang penulis lakukan dengan data yang ada di lapangan yang sudah penulis lakukan, sehingga hasil analisis ini dapat dijadikan solusi dari permasalahan yang terjadi.

6. Kesimpulan

Kesimpulan ini adalah tahap terakhir dalam proses analisis data pada penelitian ini, sehingga pada simpulan penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat menjawab rumusan masalah yang penulis ambil.