

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan**

##### **3.1.1 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah berupa Laptop/PC yang di dalamnya terinstal software aplikasi ETAP 12.6 (Electric Transient and Analysis Program).

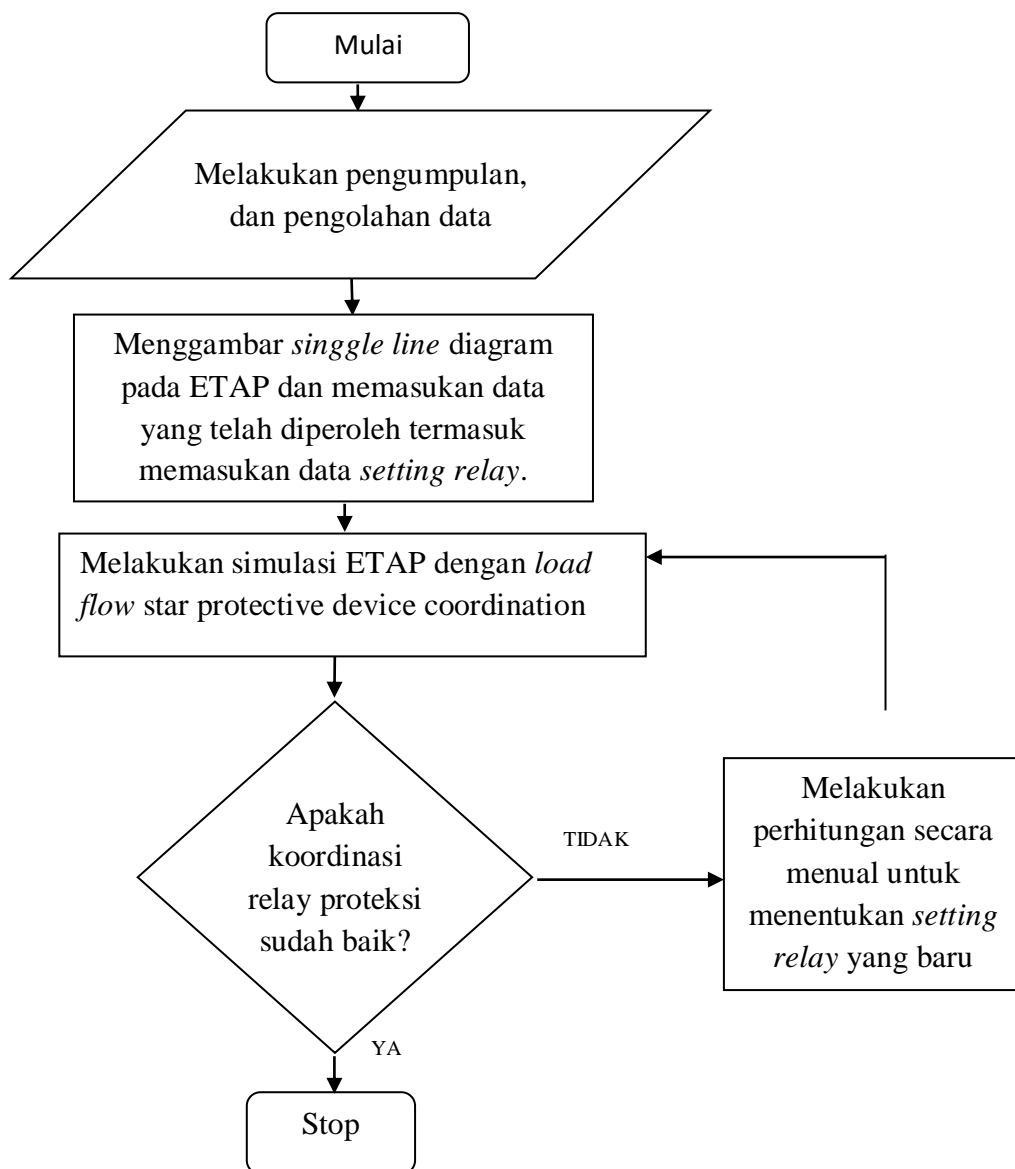
##### **3.1.2 Bahan Penelitian**

Bahan materi yang diperlukan guna melakukan penelitian ini diuraikan sebagai berikut

1. Dasar teori atau materi yang berkaitan dengan sistem tenaga listrik yaitu tentang *relay* arus lebih dan materi-materi lain yang mendukung jalannya penelitian.
2. Makalah maupun jurnal yang membahas tentang kaitan *relay* arus lebih pada gardu induk.
3. Data yang dibutuhkan guna melakukan penelitian ini berupa diagram satu garis gardu induk, data saluran udara dan kabel, setelan *relay* arus lebih pada *incoming* dan *outgoing* atau penyulang dan jaringan, bus tegangan, beban, serta data lain yang mendukung jalannya penelitian ini dari PLN wonosobo.

### 3.1.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian akan dijelaskan menggunakan *Flowchart* yang menjelaskan tentang bagaimana penelitian ini berlangsung dari awal hingga akhir, berikut *flowchart* yang menjelaskan jalannya penelitian :



Gambar 3.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

### **3.1.4 Prosedur Tahapan Penelitian**

Prosedur tahapan penelitian yang menjelaskan *flowchart* diatas:

1. Pengambilan data penyulang berupa single line diagram, panjang dan jenis saluran, serta setelan *relay*.
2. Pengolahan data sebelum disimulasikan pada ETAP.
3. Membuat simulasi single line diagram pada software aplikasi ETAP.
4. Simulasi single line diagram pada keadaan normal.
5. Simulasi single line diagram pada keadaan abnormal.
6. Menganalisis apakah koordinasi proteksi *relay* sudah berjalan dengan baik atau tidak
7. Jika tidak maka melakukan perhitungan secara manual untuk menentukan *setting relay* yang baru supaya mendapatkan koordinasi yang baik benar dan mensimulasikan hasil perhitungan manual pada ETAP
8. Jika koordinasi sudah baik maka penelitian dianggap selesai

## **3.2 Analisis Tahapan Penelitian**

### **3.2.1 Metode Simulasi ETAP**

Dalam perancangan dan analisis sebuah sistem tenaga listrik, simulasi merupakan hal yang penting dilakukan terlebih dahulu sebelum menjalankan sebuah sistem tenaga listrik hal ini karena sulitnya melakukan pengujian dalam skala yang besar dalam kondisi transien dan ekstrim. ETAP adalah salah satu software aplikasi yang digunakan untuk mensimulasikan sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan aplikasi ETAP kita bisa dimudahkan dalam melakukan

pekerjaan kita, pasalnya ketika melakukan analisis dengan cara manual akan sangat menyita waktu dan memiliki tingkat kesalahan yang tinggi.

### **3.2.2 Jenis Simulasi Analisis yang Digunakan**

Pada program Etap mempunyai beberapa alat simulasi tenaga listrik yang dapat digunakan diantaranya adalah analisis *load flow*, analisis *short circuit*, analisis *unbalance load flow*, optimasi pemasangan kapasitor, *star protective coordination*, dan lain sebagainya. Dari beberapa kegunaan simulasi pada Etap, pada penelitian kali ini akan menggunakan *star protective device coordination analisis*. Alat simulasi pada Etap yang bernama *star protective device coordination* memiliki fungsi untuk menganalisis dan mensimulasikan peralatan proteksi pada jaringan distribusi tenaga listrik yang dikoordinasikan dengan alat ini antara lain : *relay and breaker device coordination analysis*, *Phase and ground overcurrent evaluation mode*, *protection and coordination zone viewer*, dan lain sebagainya.

## **3.3 Metode Analisis**

### **3.3.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada area Gardu Induk 150 KV Wonosobo, serta wawancara dengan supervisor bagian terkait. Setelah itu mengumpulkan data yang diperlukan seperti data *setting relay proteksi* didukung dengan data riwayat trip di setiap penyulang berdasarkan waktu, data beban

langsung dari trafo distribusi 20 KV, Profil beban untuk trafo GI dan trafo distribusi, data penghantar seperti *resistansi*, *reaktansi*, kemampuan hantar arus, panjang saluran serta jenis dan tipe penghantar yang digunakan.

### **3.3.2 Pengolahan Data**

Data yang telah diperoleh diolah terlebih dahulu untuk disesuaikan dengan kebutuhan simulasi program Etap, diantaranya pembuatan single line diagram, pembebanan, pengisian nilai setting *relay* dan simulasi program. Kemudian data juga disiapkan untuk proses perhitungan manual setting arus dan waktu *relay*, setelah itu data hasil perhitungan manual akan kembali diinputkan dan diolah untuk disimulasikan kembali dengan program ETAP.

### **3.3.3 Analisis Data dan Simulasi**

Pada tahap ini data tadi telah diolah sesuai kebutuhan yang meliputi data trafo, beban, panjang jaringan, jenis penampang dan settingan *relay* akan diinputkan pada program dengan pembuatan single line diagram jaringan distribusi serta komponen didalamnya. Setelah komponen diinputkan masing-masing akan dilakukan *simulasi load flow* untuk melihat aliran daya yang mengalir di jaringan yang telah dibuat sekaligus dilakukan pengecekan apakah ada error salah dalam menginput data pada salah satu komponen atau lebih.

Kemudian dilakukan *Star protective device coordination analysis* pada program Etap untuk melihat apakah baik tidaknya koordinasi *relay* yang telah dibuat.

### 1. Create star view

Salah satu bagian dari star protective device coordination analysis untuk menampilkan kurva arus terhadap waktu sistem kerja *relay* yang ada pada single line diagram. Dengan melihat kurva dari semua *relay* pada jaringan, bisa dilihat alur koordinasi *relay* sesuai jenis yang dipakai dalam simulasi ini yaitu memakai *relay* waktu terbalik (*invers time*) dan *relay* arus lebih waktu seketika (*instantaneous time*)

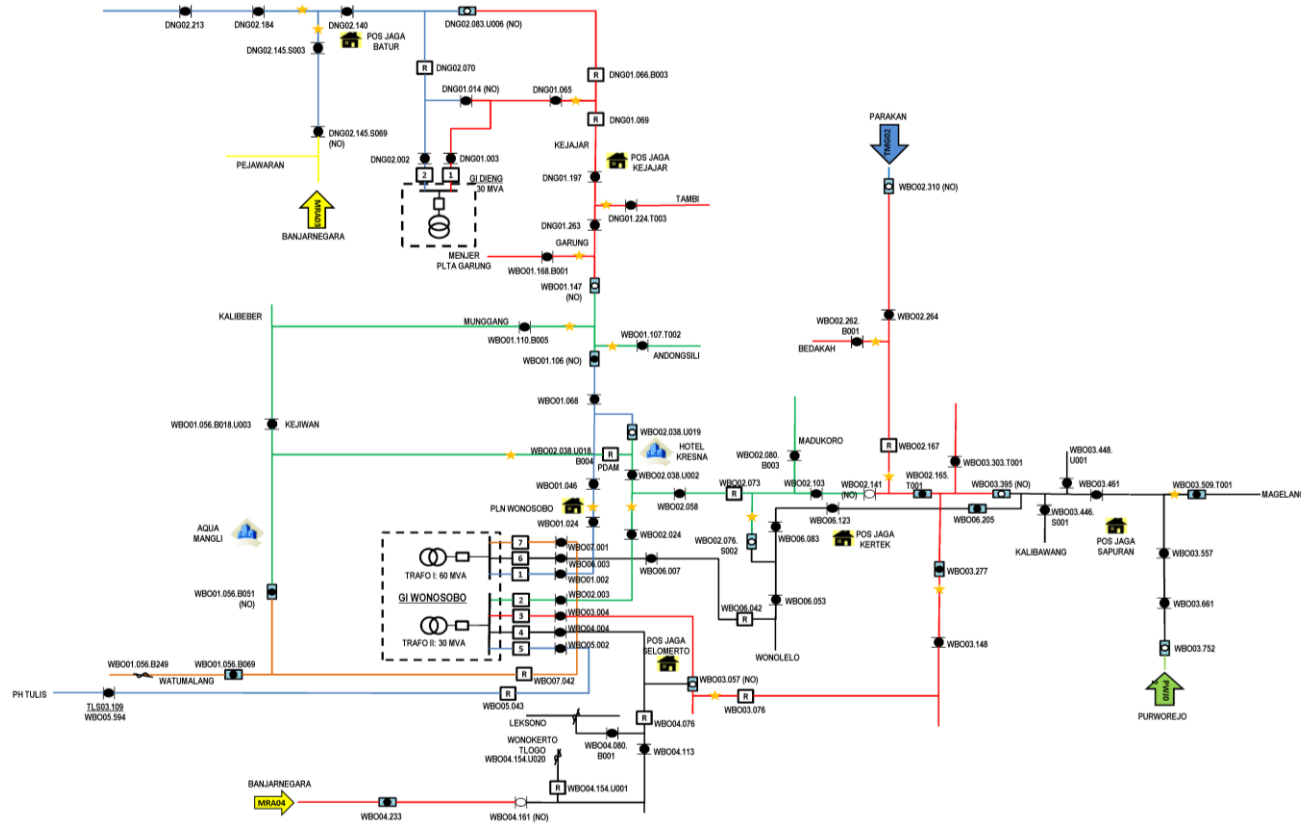
### 2. Fault Insertion

Simulasi jaringan yang dimana membuat keadaan jaringan distribusi pada Etap menjadi abnormal dengan memberikan gangguan pada jaringan. Simulasi ini dilakukan untuk melihat selektivitas kerja reelay apakah koordinasi yang ada pada jaringan telah baik atau belum baik. Pada komponen circuit breaker yang terhubung *relay* akan bertanda silang jika fault yang diberikan mentriapkan CB.

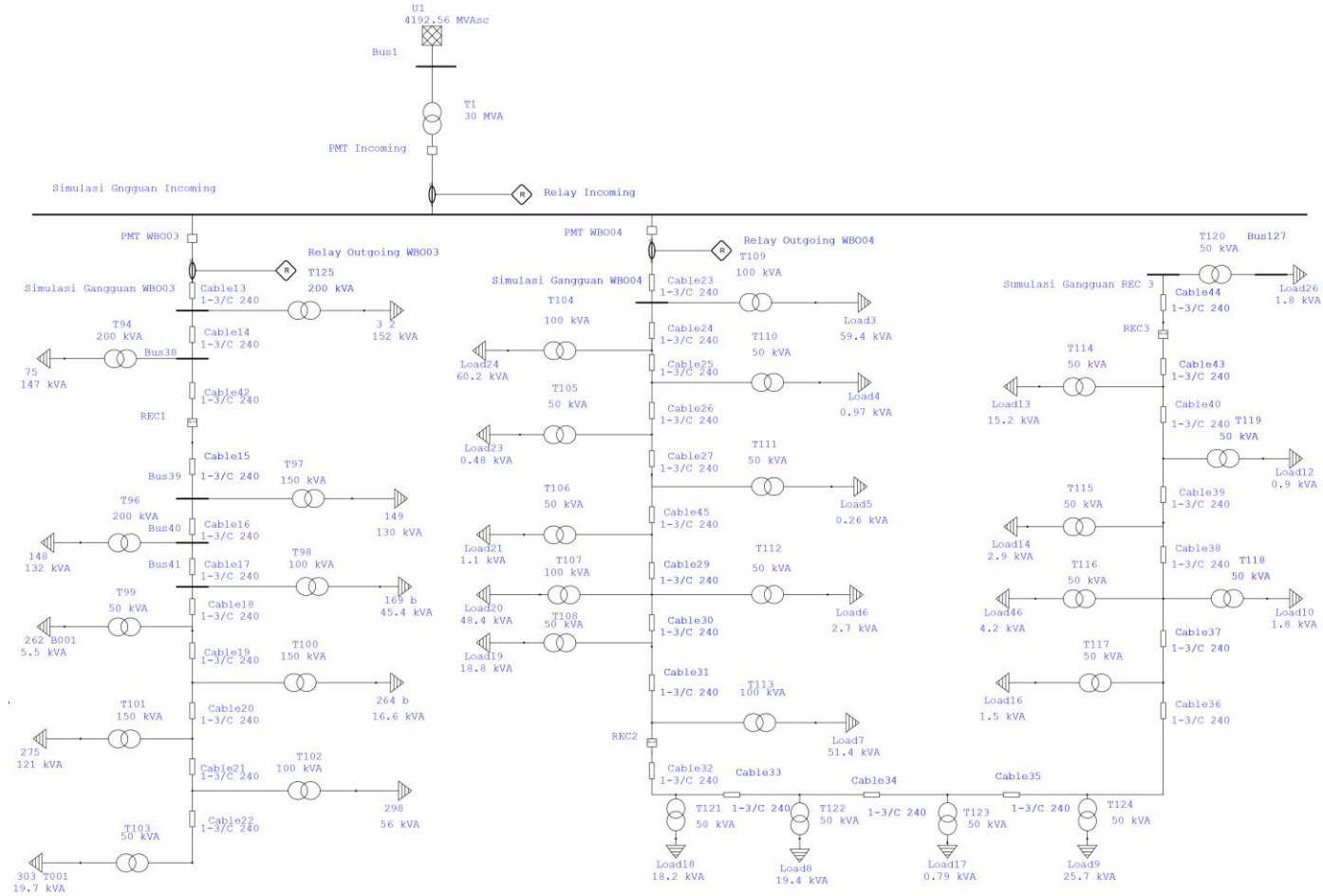
### 3. Perhitungan Manual Setting *Relay*

Perhitungan setting *relay* ini bertujuan untuk mencari nilai setting koordinasi *relay* yang lebih baik. Setelah dilakukan perhitungan manual, data setting dari *relay* akan didapatkan dan akan disimulasikan dengan program Etap kemudian perhitungan melakukan beberapa persamaan meliputi perhitungan impedansi trafo, perhitungan impedansi jaringan, perhitungan arus hubung singkat dan perhitungan TMS.

### 3.4 Data Sistem Gardu Induk Wonosobo



Gambar 3.2 Single line diagram jaringan listrik 20KV Rayon Wonosobo



Gambar 3.3 Single line diagram GI Wonosobo dengan ETAP



Pada Gardu Induk Wonosobo terdapat dua buah transformator tenaga dengan kapasitas masing-masing 60 MVA dan 30 MVA. Pada penelitian ini yang dibahas adalah Analisis Koordinasi *relay* arus lebih dan *recloser* pada *feeder* WBO03 dan WBO04 yang terhubung dengan trafo tenaga 30 MVA.

Data sistem Gardu Induk Wonosobo *feeder* WBO03 dan WBO04 adalah sebagai berikut :

### 3.4.1 Data Spesifikasi Relay dan Recloser

**Tabel 3.1** Spesifikasi Relay dan recloser

<b>Incoming</b>	<b>Outgoing WBO03</b>	<b>Outgoing WBO04</b>
Jenis relay : OCR dan GFR	Jenis relay : OCR dan GFR	Jenis Relay : OCR dan GFR
Merk : Alstom	Merk : Alstom	Merk : Alstom
Model : MiCOM p141	Model : MiCOM p142	Model : MiCOM p142
CT : 2000:5	CT : 600:5	CT : 600:5
<b>Recloser I WBO03</b>	<b>Recloser I WBO04</b>	<b>Recloser II WBO04</b>
Jenis Relay : OCR dan GFR	Jenis Relay : OCR dan GFR	Jenis Relay : OCR dan GFR
Merk : Nulec	Merk : Nulec	Merk : Cooper
CT : 1000:1	CT : 1000:1	CT : 1000:1

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa Gardu Induk Wonosobo pada *Feeder* WBO03 hanya memiliki satu buah recloser dan *Feeder* WBO04 memliki dua buah recloser. kurva karakteristik *setting* OCR (*overcurrent relay*) dan GFR (*groundfault relay*) nya adalah *standard Inverse*,

### 3.4.2 Data Feeder WBO03 dan WBO04

**Tabel 3.2** Data Saluran *Feeder* WBO03 dan WBO04

Nama Ukuran	Data <i>Feeder</i> WBO03	Data <i>Feeder</i> WBO04
Panjang saluran utama	15,10 Kms	8,00 Kms
Jenis kabel	AAAC	AAAC
Arus	190 Amp	190 Amp