

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian Tugas Akhir

Lokasi yang dipilih sebagai tempat pelaksanaan penelitian tugas akhir adalah PT PLN (Persero) APP Jawa Barat Gardu Induk Cigereleng. Lokasi penelitian tersebut dipilih karena pada objek penelitian tersebut memiliki data yang lengkap dan sering terjadi banyak gangguan pada saluran sistem transmisi 150 kV GI Cigereleng-Cibeureum dan cocok untuk metode yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir ini..

3.2 Data yang Dibutuhkan

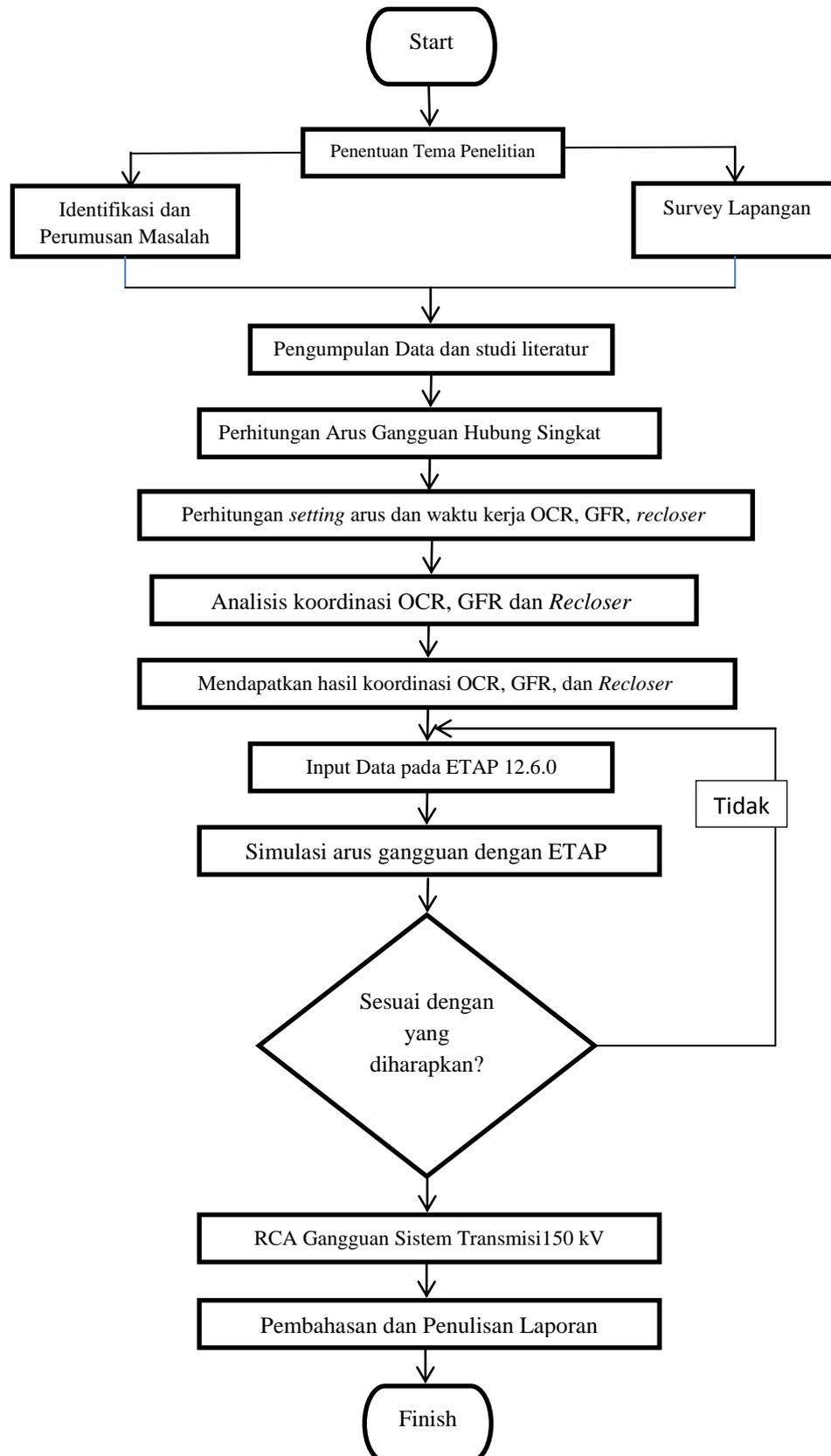
Untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini maka dibutuhkan data-data yang berhubungan dengan penelitian ini, adapun data-data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- 1) *Singleline diagram* Gardu Induk Cigereleng
- 2) Sistem Koordinasi *Relay* OCR dan GFR
- 3) Data Standar kerja *setting relay*
- 4) Data Arus Hubung Singkat Trafo
- 5) Parameter Tiap Komponen
- 6) Data gangguan sistem transmisi listrik PLN berupa Data TLOD (Transmission Line Outage Duration), TLOF (*Transmission Line Outage Frequency*), TROF (*Transformer Outage Frequency*), TROD (*Transformer Outage Duration*) Periode 2014-2017 di PT PLN APP Jawa Barat Gardu Induk Cigereleng.

3.3 Langkah – Langkah Kerja Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan langkah-langkah kerja untuk memberikan penelitian yang sistematis dan terarah. Langkah-langkah penelitian tersebut digambarkan dalam bentuk flow chart. Flow chart ini berisikan langkah awal mengalalisis gangguan yang terjadi pada sistem transmisi 150 kV di GI Cigereleng-Cibeureum menggunakan metode Root Cause Analysis, sampai didapatkannya nilai arus gangguan hubung singkat dan nilai sistem koordinasi

proteksi relai OCR dan GFR yang diharapkan. Flow Chart langkah kerja penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Flowchart Penelitian

3.3.1 Penjabaran Singkat Flowchart Penelitian

1. Survei Lapangan

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu survey lapangan ke bagian sistem proteksi di PT PLN APP Gardu Induk Cigereleng untuk mengetahui apakah subyek yang akan diteliti ada di lapangan atau tidak, serta mengetahui kondisi lapangan yang sesungguhnya agar sesuai dengan tema penelitian.

2. Identifikasi Masalah dan Tujuan

Setelah mengetahui kondisi lapangan di bagian sistem proteksi PT PLN APP Gardu Induk Cigereleng tahap selanjutnya yaitu menentukan masalah dan tujuan dari penelitian agar menghasilkan rumusan masalah dari penelitian ini.

3. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Tahap Selanjutnya yaitu pengumpulan data dan studi literatur. Untuk data-data yang diambil dari PT PLN APP GI Cigereleng Bandung yaitu data mengenai arus hubung singkat, setting relai proteksi, serta data gangguan periode 2014-2017 di saluran transmisi 150 kV GI Cigereleng-Cibeureum serta data-data jaringan relai (karakteristik dan penempatannya). Studi literatur yang dilakukan menggunakan jurnal-jurnal baik nasional maupun internasional yang mendukung topik penelitian.

4. Pembuatan Model Jaringan dan Simulasi Arus Gangguan Menggunakan *Software* ETAP

Simulasi arus gangguan pada ETAP membutuhkan data impedansi, tegangan, dan daya dari jaringan yang akan diteliti. Setelah menginput data-data jaringan tersebut, maka proses selanjutnya yaitu menjalankan simulasinya menggunakan *software* ETAP. Proses selanjutnya yaitu menjalankan simulasi hubung singkat untuk mendapatkan nilai arus nominal dan nilai arus gangguan. Namun apabila tidak berjalan dengan baik, maka proses diulang lagi dari menginput data impedansi jaringan.

5. Menghitung arus gangguan hubung singkat

Arus gangguan hubung singkat dapat dilihat dari hasil simulasi pada ETAP. Namun pada penelitian ini, penulis melakukan perhitungan secara manual terlebih dahulu guna mengetahui cara kerja perhitungan pada ETAP. Apabila terjadi perbedaan antara hasil perhitungan manual dengan hasil simulasi hubung singkat pada ETAP, maka akan dilakukan perhitungan ulang.

Data yang diperlukan untuk mendapatkan nilai arus gangguan hubung singkat ialah sebagai berikut:

- a. *MVA short circuit* pada bus 150 kV
- b. Data trafo yang meliputi:
 1. Kapasitas transformator tenaga (MVA)
 2. Reaktansi urutan positif transformator tenaga (%)
 3. Ratio tegangan
 4. Mempunyai belitan delta atau tidak
 5. Ratio CT di penyulang masuk (*incoming feeder*)
 6. *Neutral Grounding Resistance* (NGR) yang terpasang
- c. Impedansi urutan positif, negatif dan nol penyulang
- d. Arus beban di penyulang
- e. Ratio CT di penyulang

6. Menghitung nilai *setting* relai

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai arus hubung singkat yaitu menghitung nilai *setting* relai. Nilai *setting* arus relai dapat dihitung menggunakan persamaan. Besarnya nilai *setting* arus relai dapat digunakan untuk menghitung nilai TMS tiap relai. Nilai TMS ini digunakan untuk menghitung waktu kerja relai yang nantinya akan dikoordinasikan.

7. Analisis Koordinasi OCR, GFR, dan Recloser

Langkah selanjutnya ialah menganalisa koordinasi relai-relai tersebut dari nilai TMS yang sudah didapat. Apabila terjadi tumpang tindih kerja relai, maka dilakukan perhitungan ulang. Namun, apabila tidak terjadi tumpang tindih, maka dapat dilanjutkan untuk pembuatan kesimpulan.

8.RCA Gangguan Sistem Transmisi 150 kV

a. FTA (*fault tree analysis*)

Pada tahap ini akan di analisis lebih lanjut mengenai akar penyebab masalah yang paling berpengaruh terhadap gangguan sistem transmisi 150 kV di GI Cigereleng-Cibeureum menggunakan FTA (*fault tree analyse*). FTA menggunakan analisis deduktif untuk mencari hubungan sebab dan akibat dari suatu kejadian dalam sistem kemudian secara sistematis akan melibatkan semua kemungkinan kejadian (*event*) dan kesalahan yang dapat menyebabkan munculnya kerusakan (*undesired event*).

3.4 Perangkat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan beberapa perangkat penelitian untuk mempermudah penelitian, antara lain *laptop* dengan *software* Microsoft Excel untuk pengolahan data, dan juga ETAP untuk simulasi gangguan hubung singkat.

3.5 Data TLOD, TROF, TROD, TLOF dan Data Trafo

Data gangguan sistem transmisi listrik PLN berupa Data TLOD (Transmission Line Outage Duration), TLOF (Transmission Line Outage Frequency), TROF (Transformator Outage Frequency), TROD (Transformator

Tahun	Jumlah Gangguan Padam (Kali)	Jumlah Gangguan Padam & Tidak Padam (Kali)	Lama Gangguan Padam (Jam)	Lama Gangguan Padam & Tidak Padam (Jam)	TLOD (Jam/100Kms)	TLOF (Jam/100Kms)	TROF (Jam/100Kms)

Outage Duration) Periode 2014-2017 di PT PLN APP Jawa Barat Gardu Induk Cigereleng, dan data sistem koordinasi proteksi relay OCR dan GFR. Data tersebut disajikan pada tabel 3.1 dibawah ini.

Muhammad Fajar Adi Muttaqin, 2018

ANALISIS GANGGUAN SISTEM TRANSMISI LISTRIK 150 KV MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	Trafo		150 kV	Trafo		150 kV	150 kV	150 kV			150/70	150/20
	150/70	150/20		150/70	150/20							
2014	0	4	3	0	4	14	10.25	27.32	3.27	1.67	0	0.09
2015	0	3	0	0	3	6	0	10.1	2.09	0.66	0	0.06
2016	1	4	0	1	4	5	0	9.93	1.1	0.56	0.17	0.08
2017	1	5	0	2	5	3	0	5	0.53	0.32	0.33	0.09
Total	2	16	3	3	16	28	2.5625	13.0875	1.7475	0.8025	0.125	0.08

Tabel 3.1 Data Gangguan Sistem Transmisi 150 kV di APP Jawa Barat
Gardu Induk Cigereleng periode 2014-2017

Pada tabel 3.1 Jenis gangguan yang menjadi *top level event* adalah gangguan pada saluran transmisi 150 kV dengan total jumlah gangguan padam & tidak padam adalah 28 kali, dan jumlah gangguan padam sebanyak 3 kali.

Di Gardu Induk Cigereleng terdapat transfotomotor dengan masing-masing berkapasitas 60 MVA, untuk sampel maka data yang dimasukkan adalah data Trafo VI dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Trafo VI di Gardu Induk Cigereleng

Merk	UNINDO
TYPE	TTH-RV
Daya	60 MVA
Impedansi Trafo	13%
V.Group	Ynyn0(d1)
NGR	12 Ohm (Metal)
Tegangan Primer/Sekunder	150/20kV
Impedansi Nominal	5 Amp

Data teknik trafo VI pada gardu induk cigereleng diatas digunakan untuk pendukung perhitungan impedansi sumber, impedansi penyulang, hubung singkat dan penyetelan *setting* pada *relay* OCR, GFR.

3.6 OCR dan GFR Pada Jaringan di Gardu Induk Cigereleng

Overcurrent relay atau yang biasa dikenal dengan *relay* arus lebih merupakan *relay* yang berfungsi sebagai pengaman dan juga untuk memutus suatu jaringan jika terjadi kenaikan arus yang melebihi nilai yang telah *disetting* pada alat dengan waktu yang telah ditetapkan. Pada umumnya *relay* terhubung dengan

CB ataupun PMT, jika terjadi suatu kenaikan arus yang melebihi dari nilai yang telah *disetting* maka *relay* akan mengirimkan sinyal kepada CB untuk trip dan memutus arus abnormal yang terjadi. Sama halnya dengan *Ground Fault relay*, merupakan *relay* yang berfungsi sebagai pemutus suatu jaringan jika terjadi kenaikan arus yang disebabkan menyatunya kabel fasa ke tanah. Dalam hal ini *relay* yang digunakan sebagai sampel adalah data *setting relay* pada sisi trafo VI Gardu Induk Cigereleng.

Tabel 3.3 Data Spesifikasi Setting OCR, GFR, dan Impedansi Jenis Penghantar

Setting OCR dan GFR 150 kV	Setting OCR dan GFR 20 kV	Impedansi Jenis Penghantar
Merk : GEC ALSTHOM	Merk : SEL	Jenis Penghantar : PILC 240 AL
Type : MCGG82	Type : 551C	KHA : 292 A
Ratio CT :300/5	Ratio CT : 2000/5	Panjang Kabel (km): 8,75
OCR	OCR	Ukuran (mm^2): 240
In : 5 Amp	In : 5 Amp	Impedansi Urutan Positif Z1 : (0,00137 + j0,0060)
Is : 4,75 Amp	Is : 5,2 Amp	Impedansi Urutan Nol Z0: (,0347 + j0,134
Tms : 0,35 / SI	Tms : 0,21 /SI	
Is (primer) : 285 Amp	Is (primer) : 2880 Amp	
GFR	GFR	
In : 5 Amp	In : 5 A	
Is : 2 A	Is : 5 A	
Tms : 0,65 / SI	Tms : 0,2 /SI	
Is (primer) : 120 Amp	Is (primer) : 400 Amp	

Untuk sistem proteksi pada trafo VI di Gardu Induk Cigereleng, dipasang beberapa *relay* OCR dan GFR, untuk sisi *Incoming* 20 kV, *relay* yang digunakan bermerk SEL dengan tipe 551C dengan rasio CT sebesar 2000 : 5.

Data *setting relay* terdiri dari rasio trafo yang dipakai pada masing-masing *relay*, *setting* nilai arus dan juga waktu *inverse* ($I>$) ditunjukkan pada Tabel 3.3. Pada sisi 150 kV nilai *setting* arus yang mengalir pada *relay* tidak lebih dari 4,75 Ampere dengan waktu yang telah ditetapkan sebesar 0,35 detik, sedangkan untuk *relay* disisi *incoming* nilai arus *setting* sebesar 5,2 Ampere dengan waktu 0,21 detik dan untuk sisi penyulang arus yang *disetting* sebesar 5,2 Ampere dengan waktu 5 detik.

Sedangkan untuk *relay* gangguan tanahnya pada sisi 150 kV *disetting* dengan arus 2 Ampere dan waktu 0,65 detik, sedangkan untuk sisi *incoming* 20 kV *disetting* arus sebesar 0,5 Ampere dengan waktu 0,4 detik, dan untuk sisi penyulang *disetting* arus sebesar 5 Ampere dengan waktu sebesar 0,2 detik.