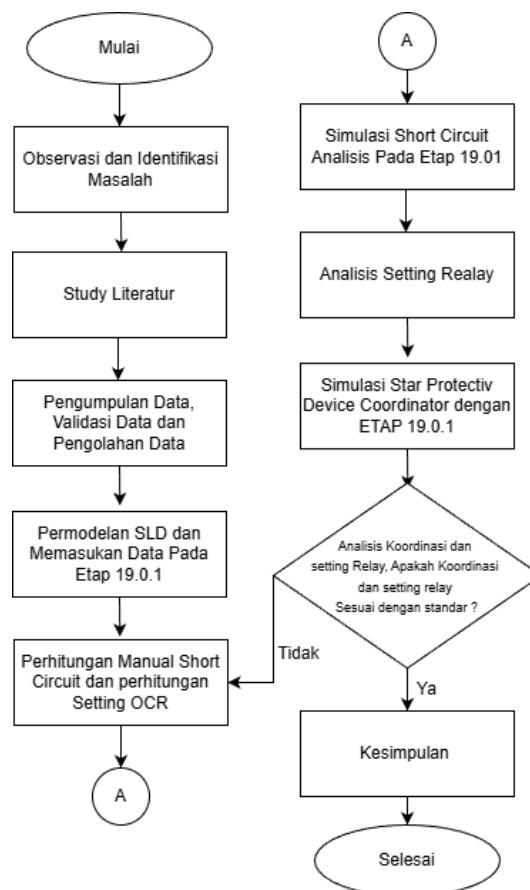


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode simulasi pada perangkat lunak (software) ETAP 19.0.1. Metode ini digunakan untuk memodelkan sistem yang menyerupai kondisi sebenarnya yakni sistem distribusi 6,3 kV unit 2 PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu. Berikut akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dalam evaluasi koordinasi dan setting sistem distribusi 6,3 kV unit 2 PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Diagram alur prosedur penelitian pada Gambar 3.1 menerangkan proses kerja penelitian analisis koordinasi dan setting sistem proteksi OCR pada Distribusi 6,3 kV di PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu terbagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan tersebut diantaranya observasi, studi literatur, pengumpulan data, validasi data, pengolahan data, pembuatan single line diagram dan memasukkan data spesifikasi pada ETAP 19.0.1, simulasi short circuit pada ETAP 19.0.1, analisis setting *Relay*, dan simulasi Koordinasi menggunakan ETAP 19.0.1. Pada tahap simulasi Koordinasi jika koordinasi belum sesuai dengan standar koordinasi sistem proteksi maka dilakukan perbaikan hasil setting dan koordinasi *Relay* serta dilakukan kembali perhitungan hubung singkat dan untuk mengetahui kesesuaian resetting koordinasi pada proteksi terpasang, dalam perbaikan setting *Relay* dan koordinasi jika sudah sesuai dengan standar acuan dilanjutkan untuk kemudian dapat diambil kesimpulan.

3.1.1 Observasi dan Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan awal terhadap permasalahan yang terjadi pada koordinasi dan setting distribusi 6,3 kV di PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu. Selain itu, proses identifikasi masalah juga dilakukan dengan mengkaji berbagai jurnal ilmiah yang relevan mengenai permasalahan pada koordinasi dan setting *Relay* proteksi. Masalah utama yang diidentifikasi adalah terjadinya kenaikan arus yang menyebabkan Overcurrent *Relay* dan ketidaksesuaian setting *Relay* proteksi sesuai standar.

3.1.2 Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi dan

data yang dibutuhkan sebagai acuan. Sistem yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi sistem koordinasi dan pengaturan antar-sistem *proteksi Overcurrent Relay* (OCR) menggunakan bantuan software ETAP 19.0.1. Analisis tersebut melibatkan berbagai komponen dengan parameter yang disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian. Melalui analisis ini, diharapkan potensi terjadinya kegagalan koordinasi pada sistem proteksi dapat dicegah, sehingga mampu mengurangi kasus trip sekaligus meminimalisir perluasan kerusakan akibat gangguan.

3.1.3 Pengumpulan Data, Validasi data dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dari PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu yang digunakan untuk mempermudah jalannya penelitian serta memvalidasi data. Langkah ini dilakukan guna memastikan bahwa data yang digunakan bersifat mutakhir, akurat, dan relevan.

3.1.4 Permodelan Single Line Diagram

Pada tahap ini pembuatan single line diagram distribusi 6,3 kV pada software ETAP dan memasukkan data yang sudah divalidasi kedalam setiap peralatan yang diperoleh dari PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu. Untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian, sistem koordinasi beban yang akan dianalisis akan berupa single line diagram.

3.1.5 Perhitungan Manual Short Circuit dan Perhitungan Setting OCR

Menghitung arus gangguan hubung singkat antar *Phase* yaitu arus gangguan hubung singkat tiga *Phase* dengan rumus : $I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1}$, dan arus gangguan hubung singkat dua *Phase* dengan rumus : $I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2}$ dan arus gangguan hubung singkat

dua *Phase* ke tanah dengan rumus : $I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2}$ dan arus gangguan hubung singkat

satu *Phase* ke tanah dengan rumus : $I_{a1} = \frac{3 \times E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$

Sedangkan untuk mengitung Setting OCR Menggunakan Rumus :

$$I_{set}OCR = 1.2 \times I_{base} (Primer)$$

$$I_{set}OCR = I_{set\ primer} \times \frac{1}{Rasio\ CT} (Sekunder)$$

Studi perhitungan arus hubung singkat mencakup seluruh sistem busbar pada level tegangan 20 kV dan 6,3 kV.

3.1.6 Simulasi *Short Circuit*

Simulasi gangguan hubung singkat dilakukan dengan ETAP 19.0.1 untuk mengetahui besarnya nilai arus gangguan. Analisis gangguan hubung singkat dilakukan dengan memberikan gangguan pada jaringan distribusi unit 2. Nilai arus gangguan hubung singkat ini digunakan untuk melihat kondisi gangguan dilapangan dan sebagai pembanding dengan perhitungan manual untuk melakukan perbaikan setting *Relay*.

3.1.7 Setting *Relay*

Menghitung dan menganalisis perbandingan hasil perhitungan setting manual dengan yang terpasang dilapangan dengan melihat standar mengenai koordinasi proteksi yaitu standar IEEE 242-2001 mengenai koordinasi proteksi overcurrent *Relay*, pada umumnya akan bekerja saat 0,2-0,3 detik, dan standar penentuan setting waktu kerja berdasarkan grading time antar peralatan proteksi sesuai dengan IEC 60255 sebesar 0,2-0,5 detik.

3.1.8 Star Protective Devince Coordination

Fitur *Star Protective Device Coordination* digunakan untuk menganalisis respons sistem kelistrikan saat terjadi gangguan melalui simulasi koordinasi proteksi. Fitur ini mempermudah studi koordinasi peralatan proteksi secara efisien sekaligus mendukung pengambilan keputusan guna meningkatkan keandalan (*reliability*), stabilitas (*stability*), dan efisiensi sistem. Melalui simulasi ini, diperoleh hasil berupa kurva koordinasi relai yang berfungsi sebagai acuan dalam penyetelan ulang (*re-setting*). Selain itu, fitur *Sequence of Events* juga dihasilkan untuk mempermudah pemahaman mengenai kronologi kinerja sistem proteksi saat merespons gangguan.

3.1.9 Koordinasi *Relay* Proteksi OCR

Setelah simulasi arus gangguan hubung singkat dan perhitungan penyetelan ulang (*re-setting*) relai OCR, tahapan berikutnya adalah melakukan studi koordinasi. Tahap ini dilakukan dengan membandingkan kondisi proteksi eksisting terhadap hasil penyetelan ulang yang baru. Parameter utama yang dievaluasi dalam tahapan ini meliputi nilai arus hubung singkat maksimum dan minimum saat terjadi gangguan, nilai *pick-up* (*Iset*), serta nilai time dial atau *Time Multiplier Setting* (TMS). Pada tahapan ini, dilakukan analisis koordinasi *Relay* proteksi Over Current *Relay* (OCR) dengan mempertimbangkan berbagai kombinasi karakteristik waktu. Evaluasi dilakukan untuk menentukan efektivitas koordinasi antar-*Relay*, baik melalui kombinasi *instantaneous-instantaneous*, *instantaneous-Definite Time*, maupun perpaduan antara karakteristik *inverse* dengan definite atau *instantaneous*. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi skema koordinasi yang paling

optimal dalam menjamin keandalan dan selektivitas sistem proteksi.

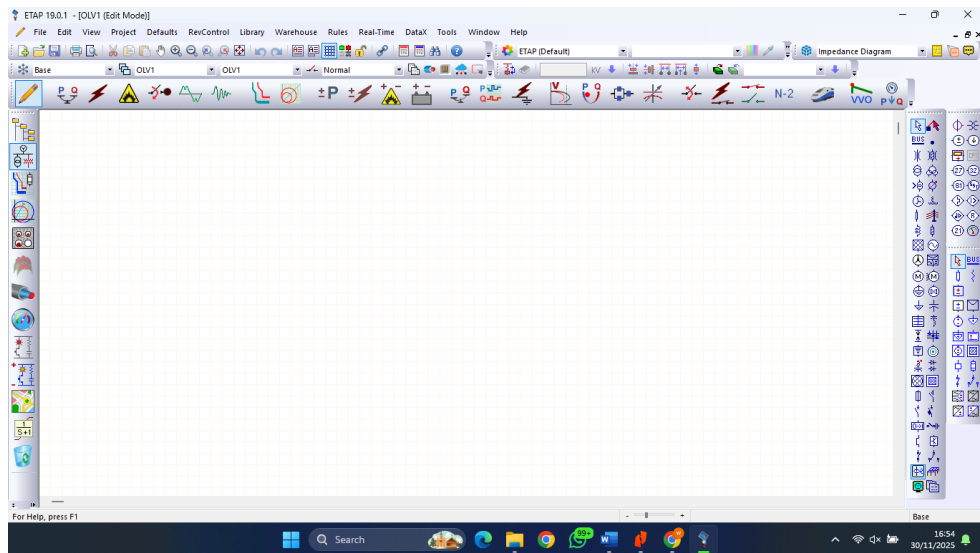
3.1.10 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir yang menyimpulkan keseluruhan hasil dari simulasi yang terdiri dari:

1. Perbandingan nilai setting OCR eksisting dengan hasil resetting.
2. Perbandingan kondisi koordinasi sistem proteksi eksisting dengan hasil resetting.

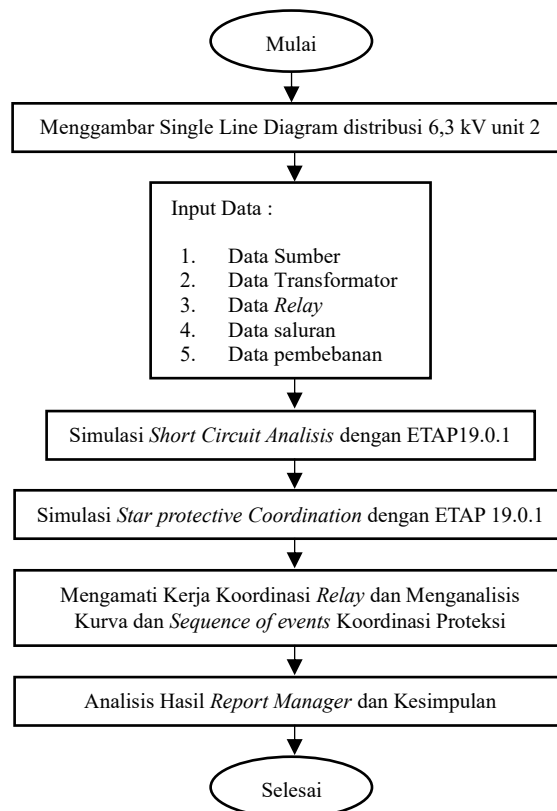
3.2 *Software* Etap 19.0.1 Power station

ETAP (*Electric Transient and Analysis*) merupakan suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung menyelesaikan permasalahan pada sistem tenaga listrik. ETAP telah dirancang dan dikembangkan untuk menangani beragam sistem tenaga listrik. ETAP mempermudah dalam pengeditan single line diagram. Dalam penelitian ini *Software* ETAP hanya digunakan untuk simulasi hubung singkat, dan membantu memvalidasi hasil analisis perhitungan perbaikan koordinasi antara *Relay* OCR. Pada gambar 3.2 merupakan tampilan lembar kerja dari ETAP 19.0.1 *Power station*.



Gambar 3. 2 Tampilan lembar kerja ETAP 19.0.1 power station

Adapun Algoritma simulasi pada *software* ETAP Power station di tampilkan pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3. 3 Flowchat proses simulasi

1. Mulai
2. Menggambar single line diagram distribusi 6,3 kV unit 2 PT. PLN Indonesia Power UBP Jabar 2 Palabuhan Ratu yang terdiri dari sumber, transformator, line atau penghantar, *Relay*, bus, pemutus tenaga (CB), current transformator (CT), dan beban.
3. Input data yang sudah divalidasi seperti data sumber, data transformator, data *Relay*, data current transformator, data pembebanan, data saluran, dan data impedansi setiap komponen.
4. Menjalankan fitur *short circuit analysis*.
5. Melakukan simulasi ketika diberikan gangguan hubung singkat menggunakan fitur *star – protective device coordination simulation / Power Plot* yang ada pada software ETAP untuk mendapatkan hasil kurva koordinasi *Relay* yang membantu penulis melakukan analisis penyetelan ulang pada *Relay*.
6. Jika *Relay* tidak bekerja dengan benar, maka *Relay* di setting ulang kembali. Dan apabila *Relay* berkerja dengan baik atau terkoordinir yaitu sensitif, keandalan, selektifitas dan cepat, dan sesuai standar IEEE 242 2001 mengenai koordinasi proteksi overcurrent *Relay*, *Relay* bekerja saat 0,2 – 0,4 detik. Dan sesuai dengan setting waktu kerja berdasarkan grading time atau jeda waktu antar peralatan proteksi sesuai dengan IEC 60255 sebesar 0,2 – 0,5 detik. Maka akan langsung menganalisis hasil proses simulasi dan perbandingan resetting *Relay* dan sesudah di resetting.

No	Kegiatan	Tahun 2026																			
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur																				

No	Kegiatan	Tahun 2026																			
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2.	Penganjuran Judul																				
3.	BAB 1																				
4.	BAB 2																				
5.	BAB 3																				
6.	Mengajukan Jadwal Sidang UP																				
7.	Sidang UP																				
8.	Mengumpulkan Data																				
9.	Validasi dan Menganalisis Data																				
10.	BAB IV																				
11.	BAB V																				
12.	Mengajukan Jadwal Sidang Tugas Akhir																				