

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Jaringan distribusi merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik karena berfungsi sebagai subsistem yang berhubungan langsung dengan konsumen. Sistem ini berfungsi menyalurkan energi listrik dari sumber pembangkit hingga dapat digunakan oleh pelanggan. Di Indonesia, pengelolaan dan penyaluran tenaga listrik kepada masyarakat dilakukan oleh perusahaan milik negara, yaitu PT PLN (Persero). Perusahaan ini menjadi penyedia utama layanan ketenagalistrikan yang bertanggung jawab dalam menyediakan pasokan listrik dengan mutu, kontinuitas, keandalan, serta efisiensi yang baik, sehingga kebutuhan konsumen dapat terpenuhi secara optimal tanpa menimbulkan kerugian (Annisa 2019).

PT. PLN UP3 Dumai ULP Dumai Kota adalah unit yang memberikan pelayanan listrik di Kota Dumai, sebagai sarana untuk mendistribusikan listrik dari gardu induk ke konsumen. PT. PLN UP3 Dumai ULP Dumai Kota mempunyai beberapa penyulang, salah satunya penyulang kroasia yang menjadi hal yang diteliti penulis. Penyulang kroasia merupakan salah satu penyulang distribusi 20 kV yang memiliki peran penting dalam menyalurkan energi listrik kepada pelanggan. Berdasarkan data gangguan yang tercatat dalam sistem operasional, penyulang ini mengalami beberapa kali trip yang disebabkan oleh kerja *relay* GFR dan OCR.

Ground Fault Relay (GFR) dan *Over Current Relay* (OCR) merupakan dua komponen utama dalam sistem proteksi penyulang distribusi yang memiliki fungsi komplementer. OCR berfungsi untuk mendeteksi serta melindungi sistem dari gangguan arus lebih pada setiap fasa, termasuk gangguan hubung singkat antar fasa, dengan karakteristik operasi *inverse time* yang pengaturannya dapat dilakukan melalui nilai TMS (Sunaya and Widharma 2020). Sementara itu, GFR dirancang khusus untuk mendeteksi gangguan fasa ke tanah atau komponen arus residual

(urutan nol) dengan sensitivitas yang tinggi, seringkali dengan karakteristik *inverse* dengan TMS yang kecil (Sunaya and Widharma 2020). Koordinasi yang tepat antara kedua jenis *relay* ini sangat penting untuk memastikan selektivitas sistem proteksi serta mencegah terjadinya trip yang tidak diperlukan pada perangkat proteksi di sisi hulu.

Analisis terhadap data penyebab trip GFR dan OCR merupakan langkah penting dalam mengevaluasi kinerja sistem proteksi pada penyulang. Melalui analisis data historis gangguan, dapat diidentifikasi jenis gangguan yang dominan, lokasi terjadinya gangguan, serta respons *relay* terhadap kondisi tersebut. Hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan evaluasi dan optimalisasi setting *relay* guna mencapai koordinasi proteksi yang lebih baik, sehingga sistem proteksi dapat bekerja secara selektif, cepat, dan andal.

Dalam mendukung proses analisis tersebut, penggunaan perangkat lunak simulasi sistem tenaga seperti ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) menjadi sangat relevan. ETAP memungkinkan dilakukan pemodelan sistem tenaga listrik secara detail, termasuk simulasi aliran daya dan analisis hubung singkat. Selain itu, ETAP juga menyediakan fitur koordinasi proteksi yang dapat digunakan untuk mengevaluasi karakteristik waktu-arus *relay* GFR dan OCR secara grafis maupun numerik. Dengan demikian, hasil simulasi dapat dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan untuk mengetahui tingkat kesesuaian setting yang ada.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis ingin melakukan suatu penelitian tentang analisa gangguan penyulang kroasia berdasarkan data penyebab trip GFR dan OCR dengan menggunakan *software* ETAP. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja sistem proteksi yang ada serta rekomendasi perbaikan setting *relay* guna meningkatkan keandalan sistem distribusi di PT. PLN (Persero) UP3 Dumai ULP Dumai Kota.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menganalisa arus gangguan hubung singkat, GFR, dan OCR?
2. Berapa waktu kerja *relay* terhadap titik gangguan tertentu pada penyulang kroasia?
3. Bagaimana membuat rangkaian simulasi penyulang kroasia pada *software* ETAP?
4. Berapakah besar arus gangguan hubung singkat maksimum berdasarkan analisa dan simulasi menggunakan ETAP?
5. Bagaimana membandingkan hasil analisis dengan hasil simulasi ETAP?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami cara menganalisis arus gangguan hubung singkat serta prinsip kerja proteksi *Ground Fault Relay* (GFR) dan *Over Current Relay* (OCR) pada penyulang.
2. Menentukan waktu kerja *relay* terhadap titik gangguan tertentu pada penyulang kroasia berdasarkan analisis sistem proteksi.
3. Membuat pemodelan dan rangkaian simulasi penyulang kroasia menggunakan *software* ETAP.
4. Mengetahui besarnya arus gangguan hubung singkat maksimum berdasarkan hasil analisis dan simulasi menggunakan *software* ETAP.
5. Membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil simulasi ETAP untuk mengetahui tingkat kesesuaian.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam mendukung keandalan sistem distribusi tenaga listrik melalui analisis dan evaluasi *setting* proteksi *Ground Fault Relay* (GFR) dan *Over Current Relay* (OCR) pada sisi penyulang kroasia. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam

mengevaluasi *setting* proteksi, sehingga relay dapat bekerja secara selektif dan cepat ketika terjadi gangguan hubung singkat. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan kajian di bidang sistem proteksi tenaga listrik, khususnya dalam pemanfaatan ETAP untuk analisis gangguan dan evaluasi proteksi pada jaringan distribusi 20 kV.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada penyulang kroasia di PT. PLN (Persero) UP3 Dumai ULP Dumai Kota.
2. Perhitungan difokuskan pada saluran utama dari GI ke titik percabangan
3. Analisis difokuskan pada gangguan hubung singkat dan analisis setting arus GFR dan OCR.
4. Perhitungan arus gangguan hubung singkat dan setting arus GFR dan OCR dilakukan menggunakan persamaan dan simulasi *software* ETAP.
5. Data gangguan Januari–Desember 2025 digunakan sebagai data pendukung dalam mengidentifikasi jenis gangguan dan kejadian trip pada penyulang kroasia.

1.6 Metode Penyelesaian

Metode penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Mengumpulkan dan mempelajari referensi terkait sistem distribusi tenaga listrik, gangguan hubung singkat, prinsip kerja GFR dan OCR, serta penggunaan *software* ETAP untuk analisis sistem proteksi.
2. Pengumpulan Data
Mengumpulkan data teknis dari PT. PLN (Persero) UP3 Dumai ULP Dumai Kota, meliputi:

- a. Data konfigurasi jaringan penyulang kroasia
 - b. Data peralatan (transformator, penghantar, *relay*)
 - c. Data setting *relay* GFR dan OCR
 - d. Data gangguan dan penyebab trip *relay*
3. Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat
 - a. Melakukan perhitungan arus gangguan hubung singkat berdasarkan parameter sistem yang diperoleh.
 4. Pemodelan dan Simulasi Menggunakan ETAP
 - a. Membuat model sistem jaringan penyulang kroasia pada *software* ETAP
 - b. Melakukan simulasi aliran daya dan hubung singkat
 - c. Menganalisis karakteristik kerja *relay* GFR dan OCR
 5. Evaluasi dan Rekomendasi

Hasil analisis dan simulasi kemudian dievaluasi untuk mengetahui kesesuaian setting *relay* terhadap kondisi sistem. Tahap ini juga dilakukan untuk memberikan rekomendasi perbaikan apabila ditemukan ketidaksesuaian proteksi.