

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu induk adalah komponen penting dalam sistem distribusi tenaga listrik yang bertanggung jawab untuk menerima tegangan tinggi dari pembangkit listrik atau gardu distribusi dan mengubahnya menjadi tegangan yang lebih rendah untuk didistribusikan ke pelanggan. Gardu induk memainkan peran penting dalam menjaga pasokan listrik yang andal dan efisien bagi masyarakat. Dengan pemahaman yang baik tentang fungsi dan pentingnya gardu induk, penyedia listrik dapat terus meningkatkan jaringan mereka untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus tumbuh (Hakim, 2025). Dalam rangka memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Transmisi Probolinggo secara berkesinambungan berupaya untuk menyediakan dan mengembangkan sistem tenaga listrik. Salah satu langkah konkret dalam upaya ini adalah pengoperasian Gardu Induk (GI) Jember, yang berperan penting dalam mendistribusikan tenaga listrik di Kabupaten Jember.

Sistem transmisi merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (*power plant*) hingga saluran distribusi listrik sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik. Dalam operasi penyaluran sistem tenaga listrik sering kali mengalami berbagai gangguan, dalam konteks ini merujuk pada berbagai peristiwa atau kondisi yang mengganggu atau menghambat kelancaran operasi sistem penyaluran tenaga listrik. Secara lebih spesifik, gangguan dalam peralatan listrik dapat didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan atau ketidaknormalan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan terganggunya aliran arus listrik dari jalur atau saluran yang semestinya.

Sistem penyaluran tenaga listrik yang kompleks sering kali rentan terhadap berbagai faktor eksternal dan internal yang dapat menyebabkan gangguan. Faktor eksternal seperti badai petir, serangan binatang, gangguan lingkungan seperti pohon yang tumbuh terlalu dekat dengan saluran listrik, atau kerusakan fisik akibat bencana alam seperti gempa bumi dan banjir dapat menjadi penyebab gangguan. Di sisi lain, faktor internal seperti kegagalan peralatan, isolasi yang rusak, atau

kelebihan beban juga dapat memicu gangguan dalam sistem penyaluran tenaga listrik (Khirunnisa, 2024).

Gangguan hubung singkat adalah kondisi yang umum terjadi dalam sistem tenaga listrik, terutama pada jaringan tiga fasa. Gangguan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan peralatan, kesalahan manusia, cuaca buruk, atau faktor alam lainnya. Selain itu, gangguan hubung singkat juga dapat bersifat sementara atau permanen. Gangguan sementara biasanya dapat diatasi dengan menggunakan alat seperti *circuit breaker* (pemutus sirkuit) atau perangkat pengaman lainnya. Sementara gangguan permanen adalah jenis gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan permanen dalam sistem, seperti kegagalan isolator, kerusakan penghantar, atau kerusakan pada peralatan. Gangguan permanen ini sering terjadi pada saluran bawah tanah dan dapat memerlukan perbaikan yang lebih rumit dan berkelanjutan. Gangguan hubung singkat seringkali dianggap sebagai masalah serius dalam dunia ketenagalistrikan karena dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada peralatan listrik, pemutus daya, dan bahkan potensi risiko keselamatan.

Untuk mengatasi gangguan hubung singkat dalam sistem tenaga listrik, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan analisis menyeluruh terhadap gangguan tersebut. Tujuannya adalah untuk menentukan seberapa besar arus hubung singkat yang mungkin terjadi dalam sistem tersebut. Analisis gangguan hubung singkat ini menjadi kunci dalam menentukan sistem proteksi yang paling tepat untuk digunakan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam konteks analisis gangguan hubung singkat, kita melakukan pemeriksaan mendalam terhadap potensi kontribusi arus gangguan hubung singkat pada setiap cabang dalam sistem tenaga listrik ketika terjadi gangguan hubung singkat. Hal ini sangat penting karena kita perlu memahami bagaimana arus ini dapat mengalir dalam sistem, mengidentifikasi cabang mana yang mungkin terkena dampak paling besar, dan menentukan sejauh mana arus tersebut dapat mempengaruhi peralatan dan perangkat dalam sistem distribusi listrik.

Studi arus gangguan hubung singkat merupakan hal yang terpenting dalam suatu perencanaan pada sistem tenaga listrik. Ketika konduktor atau penghantar dalam sebuah sistem listrik mengalami hubung singkat dengan penghantar lain

yang juga dalam keadaan bertenaga atau terhubung dengan pengantar netral (*ground*) secara langsung, maka hal ini dapat menghasilkan kondisi berbahaya di dalam sistem tersebut. Dalam situasi seperti ini, sangat penting untuk melakukan analisis gangguan hubung singkat guna menentukan besarnya arus gangguan yang akan mengalir dalam sistem. Tujuannya adalah agar dapat memahami dampak dari hubung singkat ini pada peralatan dan infrastruktur listrik, serta untuk menentukan jenis dan pengaturan peralatan proteksi yang diperlukan (Hakiki et al., 2025).

Proses analisis gangguan hubung singkat ini melibatkan perhitungan matematis yang mendalam untuk menentukan besarnya arus gangguan yang mungkin terjadi. Faktor-faktor seperti impedansi, resistansi, dan kapasitansi dalam jaringan listrik akan berperan penting dalam menentukan arus gangguan ini. Setelah besar arus gangguan diketahui, maka peralatan proteksi seperti pemutus sirkuit, relay, dan perangkat lainnya dapat dipilih dan dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan untuk memutus aliran listrik secara cepat dan efektif saat terjadi hubung singkat.

Analisis gangguan hubung singkat juga membantu dalam meminimalkan kerusakan yang mungkin terjadi pada peralatan dan infrastruktur listrik, serta memastikan keamanan sistem secara keseluruhan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang kondisi ini, operator sistem listrik dapat merespons gangguan hubung singkat dengan lebih baik, mengurangi potensi kerugian, dan menjaga keandalan pasokan listrik. Oleh karena itu, analisis gangguan hubung singkat merupakan langkah penting dalam perencanaan dan operasi sistem kelistrikan yang efisien dan andal.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis mengenai gangguan listrik, hubung singkat tiga fasa dan satu fasa ke tanah. Proses penelitian ini akan dimulai dengan mengumpulkan semua data yang diperlukan untuk melakukan analisis ini. Data-data ini mencakup informasi tentang sistem kelistrikan yang akan dievaluasi. Selanjutnya, perangkat lunak ETAP (Electrical Transient and Analysis Program) 21.0.2 digunakan untuk menyusun *single line diagram* berdasarkan data sistem yang telah dikumpulkan. Diagram tersebut merepresentasikan konfigurasi sistem kelistrikan yang menjadi objek analisis. Melalui penggunaan ETAP 21.0.2, dilakukan simulasi dan analisis untuk mengevaluasi pengaruh gangguan arus hubung singkat serta gangguan lainnya terhadap kinerja sistem kelistrikan

(Fahmi,2023). Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi permasalahan serta merumuskan langkah-langkah perbaikan guna meningkatkan keandalan sistem kelistrikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dan 3 fasa pada jaringan 150 Kv pada gardu induk jember ?
2. Bagaimana hasil simulasi gangguan hubung singkat tiga fasa, satu fasa ke tanah, dengan menggunakan software ETAP ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mencapai sasaran tertentu yang telah ditetapkan sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa, satu fasa ke tanah, pada Gardu Induk Jember.
2. Menganalisis hasil simulasi gangguan hubung singkat menggunakan aplikasi ETAP 21.0.2.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian dan memperjelas fokus pembahasan, maka penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dianalisis yaitu pada Gardu Induk Jember dengan menempatkan gangguan pada beberapa titik seperti bus 1, bus 8 dan bus 20.
2. Gangguan listrik yang akan dianalisis adalah gangguan hubung singkat tiga fasa dan satu fasa ke tanah pada Gardu Induk Jember.
3. Pada penelitian ini menitikberatkan pada perhitungan gangguan hubung singkat dan simulasi yang di dapat menggunakan software ETAP.

1.5 Manfaat

Dengan adanya penelitian ini, terdapat beberapa manfaat bagi beberapa pihak yang berkepentingan sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan referensi dalam analisis gangguan arus hubung singkat serta mendukung upaya peningkatan keandalan dan keamanan sistem kelistrikan.
2. Penelitian ini dapat menambah khasanah keilmuan dibidang sistem tenaga listrik, khususnya terkait analisis gangguan hubung singkat dan pemanfaatan perangkat lunak ETAP.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman serta keterampilan dalam melakukan analisis sistem tenaga listrik, baik melalui simulasi ETAP dan melalui perhitungan manual.

