

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu Induk merupakan bagian penting dalam sistem tenaga listrik, yang terdiri dari rangkaian dan susunan sejumlah peralatan yang dipasang di suatu lokasi tertentu untuk menerima, menyalurkan, serta mengatur tingkat tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan operasional. Selain itu, Gardu Induk juga digunakan untuk melakukan pengalihan (*switching*) pada rangkaian sistem tenaga listrik dan berperan dalam menjaga keandalan distribusi energi listrik secara keseluruhan. Fungsi Gardu Induk sangat krusial dalam proses penyaluran tenaga listrik.

Gardu Induk Lumajang adalah Gardu Induk yang berada di bawah naungan ULTG (Unit Layanan Transmisi dan Gardu) Jember. Gardu Induk Lumajang memegang peranan penting dalam penyaluran menuju kota Jember dan Banyuwangi. Gardu Induk Lumajang mendapat suplay listrik dari Gardu Induk Probolinggo dan disalurkan menuju Gardu Induk Tanggul dan Gardu Induk Jember. Gardu Induk Lumajang memiliki 4 Bay Penghantar, 3 Bay Trafo 150/20 kV, 1 Bay Kapasitor, dan 1 Bay Kopel. Sistem tenaga listrik dengan tegangan tinggi sebesar 150 kV memegang peranan penting dalam proses distribusi energi listrik dari pembangkit menuju pusat-pusat beban.

Sistem transmisi listrik di Indonesia sangat bergantung pada peralatan utama yang terdapat di Gardu Induk, salah satunya adalah pemutus tenaga (*Circuit Breaker/CB*). Pemutus tenaga merupakan peralatan utama yang diperlukan dalam suatu Gardu Induk. Pemutus tenaga berfungsi sebagai sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, serta memutus aliran arus listrik baik dalam keadaan normal maupun saat terjadi gangguan, seperti gangguan antar *phasa*, maupun dari *phasa* ke tanah. Fungsi utamanya adalah melindungi sistem kelistrikan dengan cara memutus sirkuit ketika arus listrik melebihi batas, baik arus beban maupun arus gangguan.

Dalam praktiknya, pemutus tenaga rentan mengalami penurunan performa akibat faktor usia, kondisi operasi, serta lingkungan sekitar. Gangguan pada pemutus tenaga dapat menimbulkan dampak serius berupa pemadaman luas, kerusakan peralatan, hingga mengancam stabilitas sistem interkoneksi Jawa-Bali. Oleh karena itu, pemantauan kondisi pemutus tenaga secara berkala sangat penting. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah metode *shutdown measurement*, yaitu pengujian yang dilakukan dalam kondisi *off-line* saat pemutus tenaga sedang dimatikan. Parameter yang dievaluasi mencakup tahanan kontak, keserempakan kontak, serta tahanan isolasi. Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar yang berlaku (SPLN dan rekomendasi pabrikan) dalam menentukan kondisi kesehatan pemutus tenaga.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan pada pemutus tenaga 150 kV yang beroperasi di Gardu Induk Lumajang dengan tujuan untuk menganalisis hasil *shutdown measurement* sebagai dasar penilaian kondisi kesehatan pemutus tenaga.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk mengetahui kondisi peralatan pemutus tenaga 150 kV yang beroperasi di Gardu Induk Lumajang. Agar diketahui lebih awal pemutus tenaga mana yang masih layak beroperasi secara normal ataupun pemutus tenaga yang memerlukan perbaikan ataupun penggantian.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana hasil pengukuran tahanan kontak, keserempakan kerja kontak, dan tahanan isolasi pada pemutus tenaga 150 kV di Gardu Induk Lumajang saat dilakukan *shutdown measurement* ?
2. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran tersebut dengan standar PLN (SPLN) dan rekomendasi pabrikan ?
3. Apa indikasi teknis yang dapat ditarik dari hasil pengukuran terhadap kondisi mekanis maupun elektris pemutus tenaga ?

4. Bagaimana rekomendasi pemeliharaan yang sesuai berdasarkan hasil asesmen kondisi pemutus tenaga tersebut ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan menganalisis hasil pengukuran parameter kritis yaitu tahanan kontak, keserempakan kerja kontak (*synchronization*), dan tahanan isolasi pada pemutus tenaga 150 kV di Gardu Induk Lumajang yang diperoleh dari kegiatan *shutdown measurement*.
2. Untuk mengevaluasi dan membandingkan hasil pengukuran tahanan kontak, keserempakan kerja kontak, dan tahanan isolasi dengan standar yang berlaku, yaitu standar PLN (SPLN) dan rekomendasi teknis dari prabikan, guna menentukan tingkat kenormalan peralatan.
3. Untuk mengidentifikasi indikasi kondisi teknis yang terkait dengan aspek mekanis (seperti keausan mekanisme, ketegangan pegas, pelumasan) dan aspek *elektris* (seperti degradasi kontak, kondisi media isolasi) berdasarkan temuan hasil yang menyimpang dari standar .
4. Untuk merumuskan rekomendasi program pemeliharaan yang tepat, berbasis kondisi (*condition-based maintenance*), guna meningkatkan keandalan (*reliability*) dan memperpanjang usia pakai (*life extension*) pemutus tenaga 150 kV di Gardu Induk Lumajang berdasarkan hasil asesmen kondisi secara keseluruhan.

1.4 Manfaat

Dengan dilakukannya penelitian ini, adapun manfaat yang didapatkan antara lain :

1. Bagi PLN
 - a. Dapat memberikan informasi kondisi aktual pemutus tenaga 150 kV di GI Lumajang berdasarkan hasil pengukuran *shutdown*.

- b. Dapat menjadi acuan dalam perencanaan strategi pemeliharaan berbasis kondisi untuk meningkatkan keandalan sistem transmisi.
- c. Penelitian ini dapat menjadi input objektif untuk memperbarui basis data *health index* aset Gardu Induk Lumajang, sehingga mendukung keputusan investasi penggantian peralatan secara tepat.

2. Bagi Akademisi

- a. Dapat meningkatkan referensi secara ilmiah mengenai metode asesmen kondisi pemutus tenaga 150 kV.
- b. Dapat menjadi sumber belajar untuk penelitian selanjutnya di bidang proteksi dan pemeliharaan peralatan tegangan tinggi.

3. Bagi Penulis

- a. Sebagai sarana untuk mengaplikasikan pengetahuan yang didapat selama menempuh pendidikan di Institut Teknologi PLN.
- b. Dapat meningkatkan pengetahuan dan pengalaman praktis terkait teknik pengujian, analisis data, serta asesmen keandalan pemutus tenaga.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, agar mendapat hasil yang sistematis maka penulis membatasi pembahasan dengan membuat ruang lingkup masalah sebagai berikut :

1. Objek Penelitian

Penelitian difokuskan pada pemutus tenaga 150 kV yang beroperasi di Gardu Induk (GI) Lumajang.

2. Parameter yang dievaluasi.

- a. Tahanan kontak
- b. Keserempakan Kontak
- c. Tahanan isolasi

3. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode *shutdown measurement (off-line test)* saat pemadaman terencana.

4. Standar Acuan

Analisis hasil pengujian mengacu pada Standar PLN (SPLN) dan rekomendasi pabrikan.

5. Batasan Penelitian

- a. Penelitian tidak mencakup pengujian *online (in-service monitoring)* atau analisis gangguan nyata (*fault analysis*).
- b. Analisis mencakup aspek teknis dari pemutus sirkit dan tidak melibatkan sistem proteksi secara keseluruhan atau peralatan lain di gardu induk.
- c. Penelitian tidak membahas aspek ekonomis pemeliharaan.