

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jaringan Listrik di Indonesia mempunyai tegangan yang berbeda – beda sesuai dengan tinggi rendahnya tegangan yang terjadi atau dihasilkan, yaitu berupa 20 kV, 70 kV, 150 kV, dan 500 kV. Gangguan Listrik yang terjadi pada gardu induk bisa disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor internal dapat berupa kurang baiknya peralatan itu sendiri atau buruknya waktu pemeliharaan alat tersebut sedangkan faktor eksternal dapat berupa *human error* dan dapat karena gangguan alam seperti sambaran petir, gempa bumi, banjir, dan bencana alam lainnya.

Gardu induk sebagai tempat terpenting dalam penyaluran energi listrik ke konsumen perlu dilindungi atau diproteksi dari gangguan – gangguan yang telah disebutkan di atas. Oleh karena itu perlu usaha untuk memperkecil tingkat kerusakan peralatan listrik akibat adanya gangguan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menerapkan sistem isolasi yang memadai pada seluruh peralatan serta melakukan koordinasi isolasi yang tepat antara tingkat ketahanan isolasi peralatan dan sistem penangkal petir.

Gangguan yang sering terjadi pada sistem tegangan tinggi adalah gangguan sementara dan gangguan permanen. Dimana gangguan sementara berkisar antara 80 – 90% sisanya gangguan permanen. Gangguan sementara dapat berupa sambaran petir atau yang sering disebut juga dengan surja petir atau surja hubung. Petir sering menjadi penyebab gangguan pada sistem 70 kV, 150 kV, bahkan 500 kV. Faktor alam lain yang berpengaruh adalah posisi Indonesia yang berada di wilayah tropis. Gangguan yang sering terjadi akibat kondisi alam tersebut antara lain petir yang menimbulkan tegangan lebih. Tingkat aktivitas petir umumnya dinyatakan dengan Isokeraunic Level (IKL), yaitu indikator yang menunjukkan jumlah hari berguruh dalam satu tahun. Nilai IKL di Pulau Jawa berkisar antara 20 hingga 135. Hampir seluruh gangguan pada saluran bertegangan 187 kV ke atas disebabkan oleh petir, sedangkan lebih dari 70% gangguan pada saluran 110–154 kV dipicu oleh fenomena alam, termasuk aktivitas petir. [1]

Surja petir pada saluran tegangan tinggi dapat menimbulkan tegangan lebih transien pada peralatan listrik. Kondisi ini berpotensi membahayakan apabila besarnya tegangan transien melampaui nilai Basic Insulation Level (BIL) peralatan. Oleh karena itu, diperlukan koordinasi yang tepat antara

peralatan dan tingkat isolasinya. Koordinasi isolasi dalam sistem tenaga listrik merupakan proses pemilihan kekuatan isolasi peralatan beserta penerapannya, yang disesuaikan dengan kemungkinan tegangan yang muncul dalam sistem. Peralatan harus mampu menahan tegangan transien tersebut dengan mempertimbangkan karakteristik perangkat proteksi, sehingga risiko tegangan lebih terhadap peralatan dapat diminimalkan secara teknis maupun ekonomis.

Sambaran petir yang mengenai kawat tanah atau menara juga dapat memicu terjadinya back flashover (BFO) pada kawat fasa. Back flashover terjadi ketika gelombang arus petir yang mengenai kawat tanah merambat menuju tanah melalui impedansi surja menara, namun tingginya resistansi tanah menyebabkan sebagian gelombang arus dipantulkan kembali ke puncak menara. Apabila tegangan pantul tersebut melebihi tegangan tembus isolator pada tiang transmisi, maka arus petir akan terinjeksikan ke kawat fasa. Pada gardu induk, peralatan proteksi yang digunakan adalah arrester yang berfungsi membatasi tegangan surja hingga berada di bawah nilai Basic Insulation Level (BIL) peralatan yang dilindungi sehingga keamanan peralatan dapat terjaga. Meskipun demikian, pengaruh gelombang berjalan dapat menyebabkan timbulnya tegangan yang lebih tinggi pada lokasi yang berjarak relatif jauh dari arrester.. [1]

Berdasarkan historis data gangguan gardu induk di wilayah UPT Malang 2020-2025, gangguan yang terjadi akibat sambaran petir di Gardu Induk 150 kV Mojoagung terjadi sebanyak 2 kali, yaitu pada tanggal 09 Maret 2022 dan 07 Februari 2023. Sesuai rekaman aplikasi PLN Vaisalla, perkiraan titik sambaran petir terjadi di tower nomer 110 SUTT 150kV Mojoagung-Banaran sebesar 96kA. Sementara gangguan tanggal 07 Februari 2023 disebabkan oleh sambaran petir yang menyebabkan relay proteksi bekerja Distance Z1 Trip dan telah mengeluarkan perintah Close PMT untuk Reclose serta mengirimkan sinyal permissive pada GI lawan. Dari data Vaisala ditemukan adanya sambaran di sekitar T.85 SUTT 150kV Mojoagung-Banaran (jarak $\pm 79,7$ meter) dengan kekuatan 110 kA. Dari hasil CUI (*Climb Up Inspection*) pada ruas Mojoagung-Banaran 2 ditemukan bekas terjadi *flash* pada *Archng Horn* sisi *hot* dan *cold* di T.85 pada fasa R dan S. Walaupun PMT berhasil mengamankan sistem dari gangguan padam meluas dengan cara *reclose*, akan tetapi hal tersebut berdampak terhadap kedip tegangan pada sistem.

Selain berdampak pada kedip tegangan, sambaran petir pada saluran transmisi yang memiliki nilai tahanan pentanahan kurang baik dapat menyebabkan BFO sehingga berpotensi merambat ke arah peralatan di gardu induk. Maka dari itu selain menguatkan ketahanan dari sambaran petir di sisi

transmisi, hal serupa juga patut dijaga dari sisi di dalam gardu induk. Selain melihat kondisi BIL peralatan, juga diperlukan parameter lain seperti nilai tahanan pentanahan kaki tower dan serandang GI maupun penempatan *lightning arrester*. Oleh dasar – dasar tersebut di dalam penulisan tugas akhir ini penulis membahas mengenai koordinasi isolasi peralatan di Gardu Induk 150 kV Mojoagung untuk memastikan peralatan tegangan tinggi yang ada terutama trafo tenaga sebagai aset terpenting dapat terlindungi dengan baik dari dampak akibat sambaran petir. Pada akhirnya penulis membuat skripsi dengan judul **“ANALISIS KOORDINASI ISOLASI PERALATAN TEGANGAN TINGGI TERHADAP SAMBARAN PETIR PADA GARDU INDUK 150 KV MOJOAGUNG”**.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dijelaskan, pembahasan ini akan ditekankan pada:

1. Bagaimana mekanisme perlindungan surja petir di Gardu Induk 150 kV Mojoagung?
2. Bagaimana penentuan spesifikasi peralatan (Transformator, PMT, CT, PMS) dan koordinasi isolasi untuk melindungi peralatan dari tegangan impuls surja petir?
3. Bagaimana analisis dampak sambaran petir terhadap peralatan di Gardu Induk 150 kV Mojoagung?

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan ini lebih jelas dan spesifik sesuai perumusan masalah maka pembahasan ini dibatasi pada hal – hal berikut:

1. Hanya membahas koordinasi peralatan tegangan tinggi 150 kV pada Gardu Induk Mojoagung.
2. Arrester yang dibahas pada tugas akhir ini adalah penempatan lokasi Arrester terhadap Bay Trafo tenaga 1, 2, dan 3.
3. Hanya membahas dampak yang terjadi karena sambaran petir.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui proteksi terhadap surja petir di Gardu Induk 150 kV Mojoagung

2. Mengetahui apakah spesifikasi *Arrester* dan koordinasi isolasi pada Gardu Induk 150 kV Mojoagung sudah dapat melindungi peralatan dari gangguan surja petir.
3. Mengetahui dampak sambaran petir pada lokasi tertentu terhadap peralatan di Gardu Induk 150 kV Mojoagung

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan Laporan Akhir ini terdiri atas lima bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dikemukakan latar belakang masalah yang mendorong penulisan sehingga memilih judul laporan akhir ini. Selain itu dikemukakan juga mengenai rumusan masalah, tujuan pembuatan, batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan laporan akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan mencakup landasan teori yang relevan dan diperlukan sebagai dasar dalam melakukan analisis serta penyelesaian permasalahan.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas tentang tempat dan waktu pembuatan laporan akhir, metode pengambilan data yang terdiri dari wawancara, observasi data dan studi literatur, penyelesaian masalah dan tahap pembuatan laporan akhir.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Membahas mengenai data yang diperoleh dari hasil wawancara dan survei di lapangan yang kemudian di analisis agar diperoleh cara penyelesaian yang paling sesuai untuk masalah yang diangkat

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran-saran dari pembuatan laporan akhir ini secara ringkas dan jelas.