

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik saat ini menjadi kebutuhan pokok dalam menunjang aktivitas sehari-hari masyarakat. Untuk itu, diperlukan sistem kelistrikan yang andal guna menjamin distribusi energi listrik dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakat. Salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan operasi sistem tenaga listrik adalah performa gardu induk yang berfungsi secara optimal dan efisien[1]. Gardu induk merupakan komponen krusial dalam jaringan tenaga listrik yang berperan mengubah tingkat tegangan dari level tinggi ke menengah sebelum disalurkan ke sistem distribusi. Di dalamnya terdapat berbagai peralatan listrik yang saling terintegrasi untuk memastikan energi dapat disalurkan dengan andal. Agar fungsi transformasi daya ini tetap optimal dan kerusakan pada peralatan dapat diminimalkan, diperlukan program pemeliharaan serta proteksi yang tepat. Dengan demikian, keandalan Gardu Induk dalam menyuplai energi listrik terus terjaga.

Komponen di dalam gardu induk sangat beragam dan sensitif terhadap berbagai gangguan. Salah satu jenis gangguan yang umum terjadi adalah kebocoran arus ke tanah, di mana arus gangguan dapat merambat melalui tanah maupun struktur logam di sekitarnya[2]. Kondisi ini tidak hanya berpotensi merusak peralatan yang ada di sistem, tetapi juga membahayakan keselamatan orang di area gardu. Oleh karena itu, diperlukan sistem pentanahan yang dirancang sesuai standar, agar dapat melindungi peralatan dan memastikan keamanan orang yang ada di dalam kawasan gardu induk.

Sistem pentanahan memegang peranan penting dalam jaringan tenaga listrik, karena fungsi utamanya adalah menyalurkan tegangan atau arus bocor ke tanah[3] sehingga potensi gangguan dan kerusakan pada peralatan dapat dikurangi seminimal mungkin. Oleh sebab itu, sistem ini harus dirancang sedemikian rupa agar arus gangguan tidak menimbulkan selisih tegangan, baik di antara peralatan maupun antara peralatan dengan tanah, sehingga tidak terjadi perbedaan potensial pada titik-titik instalasi di sekitarnya. Untuk merencanakan sistem pentanahan pada gardu induk, digunakan pedoman IEEE Std 80-2013, yang mencakup prosedur perancangan, pemilihan dan penentuan ukuran konduktor, jenis material konduktor, serta karakteristik resistivitas tanah[4].

Sistem pentanahan yang umum digunakan diantaranya adalah sistem pentanahan *Driven Rod*, *Counterpoise*, menggunakan kisi (*Grid*) dan kombinasi antara sistem pentanahan *Grid* dan *Rod*[5]. Dalam penerapannya pada gardu induk, sistem pentanahan yang mengkombinasikan elemen *Grid* dan *Rod* menjadi pilihan utama. Dengan mengatur jumlah dan kedalaman pemasangan konduktor, serta menyesuaikannya dengan nilai tahanan jenis tanah pada berbagai tipe lapisan

meski kedalamannya sama dan memperhitungkan luas area pentanahan, kita dapat memperbaiki dan menurunkan nilai tahanan pentanahan (R_g), tegangan sentuh (E_m), dan tegangan langkah (E_s) ke tingkat yang lebih aman. Dari kombinasi metode ini akan terbentuk beragam konfigurasi, antara lain bentuk persegi, persegi panjang, L, T, maupun segitiga[6]. Dimana variasi konfigurasi dari model tersebut akan mempengaruhi keamanan dari gardu induk tersebut.

Beberapa penelitian terdahulu telah meneliti sistem pentanahan gardu induk dengan pendekatan dan objek berbeda. Chetan S. Payshetti mengevaluasi satu model rancangan sistem pentanahan pada gardu induk melalui simulasi di *software* ETAP[7], serta mengusulkan beberapa teknik untuk meningkatkan keamanannya. Selanjutnya, Iqbal Fadhlurrahman memodelkan dan menganalisis sistem pentanahan pada gardu induk 150 kV Solok menggunakan ETAP 12.6[8]. Kemudian, Muhammad Fadly Pasaribu melakukan studi pada gardu induk 150/20 kV Pauh Limo Padang dengan konfigurasi *grid-rod*, dimana ia membandingkan beberapa dari model pentanahan untuk menentukan desain yang paling optimal[9]. Lalu, Abrar Tanjung dalam penelitiannya melakukan analisis perbandingan antara nilai tegangan langkah dan tegangan sentuh yang terjadi di Gardu Induk Bagan Batu 150kV dengan batas maksimum yang diizinkan menurut standar keselamatan sistem pentanahan[10].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisa dari sistem pentanahan gardu induk Padang Luar 150/20 kV menurut ketentuan IEEE Std 80-2013. Proses analisis dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6. Oleh karena itu, judul tugas akhir yang diusulkan adalah:

“Analisis Bentuk Konfigurasi Sistem Pentanahan terhadap Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah Berdasarkan Standar *IEEE Std 80-2013* pada Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah sistem pentanahan Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV yang sesuai standar IEEE Std 80-2013?
2. Bagaimana sistem pentanahan pada Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV jika dibandingkan dengan beberapa variasi model rancangan lain, seperti model L, T, dan segitiga, dalam hal nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah?
3. Bagaimana menentukan konfigurasi bentuk sistem pentanahan dari segi keamanan pada Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan serta tegangan sentuh dan tegangan langkah pada Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV.
2. Membandingkan sistem pentanahan Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV dengan rancangan model lain yaitu model L,T dan Segitiga.
3. Menganalisa keamanan model sistem pentanahan Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menjadi Sebagai bahan evaluasi untuk sistem pentanahan Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV.
2. Menjadi referensi terkait yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar pembahasan tetap terfokus dan tidak keluar dari konteks penelitian, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Standar acuan yang digunakan dalam melakukan perhitungan yaitu standar IEEE std 80-2013 yang berjudul “*Guide for Safety in AC Substation Grounding*”.
2. Data yang diperoleh berasal dari Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV.
3. Penelitian ini dibatasi pada perbandingan antara sistem pentanahan Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV dengan beberapa variasi model konfigurasi, yaitu model L, T, dan segitiga. Setiap model menggunakan jarak antar konduktor grid yang sama seperti sistem yang ada pada Gardu Induk Padang Luar 150/20 kV di setiap sudut konfigurasinya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- BAB I Pendahuluan
Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II Landasan Teori
Berisikan tentang landasan teori yang menunjang penelitian ini.
- BAB III Metodologi Penelitian
Berisikan tentang metoda ataupun langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan terkait dengan penelitian

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang dibahas dalam penelitian

