

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi tenaga listrik memainkan peran penting dalam menyediakan pasokan energi listrik kepada konsumen. Dalam sistem distribusi, Gas Insulated Switchgear (GIS) telah menjadi pilihan yang populer dan efisien untuk mengendalikan aliran listrik, menghubungkan dan memutuskan sirkuit, serta melindungi peralatan lainnya. GIS menggunakan gas isolasi seperti SF₆ (Sulfur Hexafluoride) untuk memisahkan konduktor listrik dan memberikan isolasi yang baik di antara komponen-komponen dalam peralatan.

Namun, dalam operasi sehari-hari, sistem distribusi tenaga listrik sering kali mengalami tegangan transien tinggi. Tegangan transien tinggi dapat dihasilkan oleh fenomena switching seperti pemutusan atau penyambungan sirkuit, serta oleh gangguan eksternal seperti petir atau gangguan alami lainnya. Tegangan transien tinggi memiliki amplitudo yang jauh melebihi tegangan nominal sistem dan dapat menyebabkan lonjakan arus dan tegangan yang dapat merusak peralatan listrik, termasuk GIS.

Dalam konteks ini, penting untuk melakukan evaluasi performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi. Evaluasi ini bertujuan untuk memahami bagaimana GIS merespons tegangan transien tinggi dan memastikan bahwa peralatan tersebut tetap beroperasi dengan efisien dan andal. Dalam evaluasi performa GIS, faktor-faktor seperti lonjakan arus, kelebihan tegangan, gangguan elektromagnetik, dan deformasi fisik perlu dipertimbangkan dengan cermat.

Melalui penelitian evaluasi performa GIS terhadap tegangan transien tinggi, kita dapat mengidentifikasi potensi permasalahan yang mungkin terjadi dan mengembangkan strategi yang efektif untuk meningkatkan keandalan dan keberlanjutan sistem distribusi tenaga listrik. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi akan

membantu dalam merancang sistem proteksi yang tepat dan merencanakan pemeliharaan yang optimal.

Dengan memperhatikan latar belakang ini, penelitian ini akan mengarah pada evaluasi performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi pada sistem distribusi tenaga listrik. Tujuan utama penelitian ini adalah memahami karakteristik respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi performa GIS, dan mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini akan difokuskan pada evaluasi performa Gas Insulated Switchgear (GIS) dalam menghadapi tegangan transien tinggi pada sistem distribusi tenaga listrik. Untuk itu, rumusan masalah yang relevan untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi yang dihasilkan oleh fenomena switching atau gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi?
3. Bagaimana karakteristik lonjakan arus dan kelebihan tegangan yang terjadi pada GIS saat terkena tegangan transien tinggi?
4. Bagaimana dampak tegangan transien tinggi terhadap gangguan elektromagnetik dan deformasi fisik pada GIS?
5. Apa saja langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan keberlanjutan GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan guna menjaga fokus dan keterbatasan sumber daya yang tersedia. Batasan masalah yang relevan untuk penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi yang dihasilkan oleh fenomena switching atau gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi, termasuk struktur internal, konfigurasi sistem, dan karakteristik tegangan transien itu sendiri.
3. Menganalisis dampak tegangan transien tinggi terhadap lonjakan arus, kelebihan tegangan, gangguan elektromagnetik, dan deformasi fisik pada GIS.
4. Mengusulkan langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan berdasarkan temuan dan analisis, seperti perancangan ulang struktur GIS, pemilihan bahan isolasi yang lebih baik, atau pengembangan sistem proteksi yang lebih efektif.
5. Memberikan wawasan dan rekomendasi kepada industri tenaga listrik tentang cara meningkatkan keandalan dan keberlanjutan sistem distribusi tenaga listrik melalui pemahaman yang lebih baik tentang respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi performa Gas Insulated Switchgear (GIS) dalam menghadapi tegangan transien tinggi pada sistem distribusi tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk memahami respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi performa GIS, dan mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang dapat

dilakukan guna meningkatkan keandalan dan keberlanjutan sistem distribusi tenaga listrik.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi yang dihasilkan oleh fenomena switching dalam sistem distribusi tenaga listrik, dengan memperhatikan variasi kondisi operasional yang berbeda.
2. Menentukan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi, seperti desain internal GIS, parameter gas isolasi, dan kekuatan isolasi sistem.
3. Mengkarakterisasi lonjakan arus dan kelebihan tegangan yang terjadi pada GIS saat terkena tegangan transien tinggi, serta mengevaluasi dampaknya terhadap komponen-komponen GIS.
4. Menganalisis gangguan elektromagnetik yang terkait dengan tegangan transien tinggi pada GIS, termasuk efek elektromagnetik pada peralatan lain dalam sistem distribusi tenaga listrik.
5. Mengevaluasi deformasi fisik yang terjadi pada GIS akibat tegangan transien tinggi, termasuk perubahan geometri dan kekuatan struktural.
6. Mengusulkan langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi, seperti penggunaan bahan isolasi yang lebih baik, perancangan ulang komponen internal, atau pengembangan sistem proteksi yang lebih sensitif.
7. Menghasilkan rekomendasi praktis kepada industri tenaga listrik tentang tindakan pencegahan dan pemeliharaan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan keberlanjutan GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi.

1.5 Manfaat

1. Kontribusi terhadap peningkatan keandalan sistem distribusi tenaga listrik: Dengan memahami respons dan performa Gas Insulated Switchgear (GIS) dalam menghadapi tegangan transien tinggi, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi industri tenaga listrik dalam meningkatkan keandalan sistem distribusi. Rekomendasi dan langkah-langkah perbaikan yang dihasilkan dari penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada GIS.
2. Optimalisasi penggunaan sumber daya: Dengan meningkatkan efisiensi dan keandalan GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi, penelitian ini dapat membantu dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam sistem distribusi tenaga listrik. Dengan mengurangi kerusakan dan gangguan pada GIS, pemeliharaan dan biaya perbaikan yang diperlukan dapat dikurangi, sehingga menghemat waktu, tenaga, dan anggaran perusahaan.
3. Keselamatan dan keamanan sistem distribusi: Dalam menghadapi tegangan transien tinggi, penting untuk menjaga keselamatan dan keamanan sistem distribusi tenaga listrik. Dengan memahami dampak tegangan transien tinggi pada GIS, penelitian ini dapat membantu merancang sistem proteksi yang lebih efektif dan memastikan perlindungan yang lebih baik terhadap peralatan dan personel yang terlibat dalam operasi sistem distribusi.
4. Peningkatan efisiensi operasional: Dengan memperbaiki performa GIS dalam menghadapi tegangan transien tinggi, penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional sistem distribusi tenaga listrik. Dengan mengurangi waktu pemulihan setelah gangguan dan meningkatkan keandalan GIS, waktu henti produksi dapat dikurangi, dan pasokan energi listrik kepada konsumen dapat ditingkatkan.
5. Kontribusi terhadap perkembangan teknologi GIS: Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi GIS yang lebih

baik dan inovatif. Temuan dan rekomendasi dari penelitian ini dapat mendorong pengembangan desain, material, dan sistem proteksi yang lebih canggih dalam industri GIS.

1.6 Ruang Lingkup

Penelitian ini akan memfokuskan pada evaluasi performa Gas Insulated Switchgear (GIS) dalam menghadapi tegangan transien tinggi pada sistem distribusi tenaga listrik. Ruang lingkup penelitian ini mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian akan berfokus pada analisis respons tegangan GIS terhadap tegangan transien tinggi yang dihasilkan oleh fenomena switching atau gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik.
2. Penelitian ini akan mempertimbangkan variasi kondisi operasional yang mungkin mempengaruhi performa GIS, seperti tingkat tegangan, arus beban, frekuensi switching, dan jenis gangguan yang terjadi.
3. Analisis akan dilakukan menggunakan metode simulasi komputer berbasis model matematika yang memperhitungkan karakteristik fisik dan elektromagnetik GIS. Penelitian tidak akan mencakup eksperimen lapangan atau pengujian fisik langsung pada GIS.
4. Fokus penelitian akan diberikan pada karakteristik respons tegangan GIS, termasuk lonjakan arus, kelebihan tegangan, gangguan elektromagnetik, dan deformasi fisik yang terjadi saat terkena tegangan transien tinggi.
5. Penelitian ini tidak akan membahas secara rinci analisis performa proteksi atau pengaruh tegangan transien terhadap peralatan lain dalam sistem distribusi.
6. Penelitian ini akan mengusulkan langkah-langkah perbaikan atau peningkatan yang mungkin dilakukan berdasarkan temuan dan analisis, namun implementasi dan evaluasi praktis dari langkah-langkah tersebut tidak akan dilakukan dalam ruang lingkup penelitian ini.