BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran transmisi listrik merupakan salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik, yang berfungsi mengalirkan energi listrik dari pusat-pusat pembangkit ke gardu induk, dan selanjutnya didistribusikan ke konsumen. Komponen utama saluran transmisi meliputi menara transmisi, isolator, konduktor fasa (*phase conductor*), dan kawat tanah (*ground wire*) [1]. Setiap komponen tersebut dirancang dengan spesifikasi teknis yang ketat untuk menjamin keamanan serta kestabilan sistem. Keandalan saluran transmisi sangat ditentukan oleh kualitas dan kondisi setiap komponennya, termasuk sistem pentanahan (*grounding*). Oleh karena itu, gangguan pada salah satu komponen dapat berdampak signifikan terhadap kinerja saluran transmisi secara keseluruhan.

Salah satu jenis saluran transmisi, yaitu saluran udara (*overhead line*), sering mengalami berbagai gangguan, salah satunya disebabkan oleh sambaran petir [2]. Petir dapat menghasilkan lonjakan tegangan yang tiba-tiba dan besar, yang berpotensi memicu fenomena *back flashover* pada isolator yang ada di menara transmisi. Hal ini terjadi ketika kawat tanah atau struktur menara tersambar oleh petir yang membuat arus dengan amplitudo dan kecuraman yang tinggi dialirkan di sepanjang menara. Arus ini pada gilirannya juga akan menghasilkan tegangan dengan amplitudo dan kecuraman yang tinggi pada isolator [3]. *Back flashover* terjadi ketika isolator gagal menahan lonjakan tegangan atau melebihi nilai *Critical Flashover* (CFO), sehingga arus listrik melompat dari menara ke konduktor fasa (melalui isolator) [4]. Hal ini nantinya akan menciptakan gangguan fasa ke tanah yang memicu tripping (pemutusan) pada sistem proteksi seperti *circuit breaker* yang pada gilirannya akan menyebabkan pemadaman listrik [5].

Untuk mencegah *back flashover*, nilai resistansi pentanahan yang rendah diperlukan untuk membatasi kenaikan tegangan di badan menara. Resistansi pentanahan yang tinggi menyebabkan tegangan impuls saat petir menyambar tidak terdisipasi dengan efektif, sehingga menciptakan beda potensial yang sangat besar pada isolator (antara menara dan konduktor fasa). Selain itu, jarak titik sambaran petir terhadap menara juga memengaruhi besar tegangan yang dirasakan isolator [6]. Titik sambaran yang semakin dekat dengan isolator akan mengakibatkan lonjakan tegangan yang lebih tinggi pada isolator, sedangkan titik sambaran dengan jarak yang lebih jauh, akan mengakibatkan lonjakan tegangan yang lebih rendah.

Salah satu penelitian dilakukan oleh Parama Das dkk. [7] telah mencari tahu hubungan antara nilai resistansi pentanahan serta waktu naik petir terhadap *back flashover*. Studi ini berfokus pada menara saluran 400 kV dan menggunakan ATPDraw (Alternative Transients Program) untuk menganalisis tegangan lebih

yang diakibatkan oleh sambaran petir pada konduktor fasa dan kawat tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai resistansi pentanahan berbanding lurus dengan lonjakan tegangan yang muncul pada isolator, sedangkan waktu naik petir menunjukkan kebalikannya. Sementara itu, Jefri Manik dkk., juga menyelidiki pengaruh nilai resistansi pentanahan tipe Gantry serta titik sambaran petir yang divariasikan pada puncak dan rentang tengah (*mid-span*) terhadap terjadinya *back flashover* pada isolator saluran 115 kV PT Chevron Pacific Indonesia [6], dengan menggunakan *software* ATPDraw untuk simulasi. Simulasi menunjukkan bahwa untuk resistansi pentanahan menara sebesar 21 ohm dan titik sambaran pada puncak menara, tegangan pada isolator melebihi CFO. Namun, jika titik sambaran pada *mid span* tegangan masih berada di bawah CFO. Gouda dkk juga menjelaskan bahwa peningkatan jarak sambaran menyebabkan tegangan induksi pada konduktor fasa berkurang secara signifikan [8].

Selain ATPDraw, terdapat beberapa penelitian yang melakukan analisis dengan menggunakan *software* simulasi yang berbeda. Penelitian oleh Anekthanasuwan dkk. [9] menggunakan PSCAD/EMTDC (Power System Computer Aided Design/Electromagnetic Transients including DC) untuk menganalisis fenomena *back flashover* pada saluran transmisi 115 kV, dengan mempelajari dampak dari beberapa faktor yang memengaruhi back flashover seperti, resistivitas tanah dan lokasi sambaran petir (langsung pada menara atau pada kawat tanah). Hasilnya menunjukkan bahwa resistivitas tanah yang tinggi dan sambaran langsung ke menara menyebabkan tegangan induksi yang lebih besar pada isolator. Di sisi lain, Penelitian oleh Amanifard dan Ramezani [10] menggunakan EMTP-RV (Electromagnetic Transients Program - Restructured Version) untuk mengevaluasi pengaruh konfigurasi sistem pentanahan menara dan titik injeksi arus petir terhadap besarnya tegangan lebih sesaat yang terjadi pada isolator saluran transmisi.

Untuk menentukan tingkat proteksi yang optimal pada sistem transmisi, diperlukan kajian yang lebih spesifik agar didapatkan batas maksimum resistansi pentanahan menara yang aman. Dengan menetapkan batas resistansi pentanahan menara maksimum melalui variasi titik sambar terjadinya petir, diharapkan *back flashover* dapat dihindari. Oleh karena itu, penelitian ini, yaitu ”**Analisis Pengaruh Nilai Resistansi Pentanahan Menara dan Titik Sambaran Petir terhadap Terjadinya *Back Flashover* pada Isolator Saluran Transmisi Simpang Empat-Pasaman Menggunakan ATPDraw**”, adalah penting untuk diteliti. Rute Simpang Empat-Pasaman dipilih karena daerah yang dilaluinya memiliki *iso keraunic level* (IKL) atau hari guruh yang tinggi (214 hari/tahun) [11] [12]. Kondisi IKL tinggi tersebut meningkatkan peluang terjadinya lonjakan tegangan di sepanjang saluran, sehingga kemungkinan terjadinya *back flashover* pada isolator menjadi risiko yang nyata. Selain itu, ATPDraw dipilih karena merupakan software yang secara luas digunakan dalam studi *electromagnetic transient* [13] karena kemampuannya dalam memodelkan fenomena non linier dan dinamis, seperti arus petir, transien

tegangan, dan *flashover*. Hai ini berarti terdapat banyak referensi dan dokumentasi terkait penelitian sehingga memudahkan proses pembelajaran dan validasi hasil simulasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi nilai resistansi pentanahan menara terhadap tegangan yang muncul pada isolator saat terjadi sambaran petir?
2. Berapa nilai resistansi pentanahan menara maksimum agar tidak terjadi *back flashover*?
3. Bagaimana pengaruh titik sambaran petir terhadap potensi terjadinya *back flashover*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis hubungan antara nilai resistansi pentanahan menara dengan tegangan pada isolator saat terjadi sambaran petir.
2. Mengetahui nilai resistansi pentanahan menara maksimum agar tidak terjadi *back flashover*
3. Mengetahui pengaruh titik sambaran petir di sepanjang kawat tanah terhadap kemungkinan terjadinya *back flashover*.

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak membahas proteksi tambahan seperti arrester.
2. Titik sambaran petir hanya pada kawat tanah dan puncak pada menara 2 dan menara 3.
3. Analisis hanya pada menara 2 dan menara 3.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat memahami hubungan antara resistansi pentanahan menara dan titik sambaran petir dengan *back flashover*.
2. Nilai resistansi dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengurangi risiko terjadinya *back flashover*.

1.6 Sistematika Penulisan

1. **BAB I PENDAHULUAN**
   Bab ini berisi dasar-dasar pemikiran dan kerangka konseptual dari penelitian yaitu meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.
2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
   Bab ini menyajikan berbagai teori yang berhubungan dengan penelitian, serta sekaligus menjadi dasar-dasar teoritis dalam penelitian ini.
3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan pendekatan penelitian secara teknis yaitu berupa jenis penelitian, tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
   Bab ini menyajikan data dan hasil yang didapatkan dalam simulasi serta analisisnya.
5. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**
   Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari bab sebelumnya dan saran yang berdasarkan kesimpulan maupun untuk penelitian selanjutnya.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA