

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV merupakan bagian vital dalam sistem transmisi listrik untuk menyalurkan daya dari pembangkit ke gardu distribusi. Gangguan petir sering terjadi pada saluran ini, menyebabkan lonjakan tegangan yang dapat merusak peralatan seperti isolator dan konduktor. Di Indonesia, sistem transmisi dikembangkan pada level 500 kV dan 150 kV, terutama di wilayah Jawa–Bali, untuk menjaga kestabilan sistem dan mendukung pembangkit skala besar. Sambaran petir terjadi akibat perbedaan potensial antara awan dan bumi, yang memicu aliran muatan listrik melalui udara saat daya isolasi menurun, terutama pada musim hujan. Selain ke bumi, petir juga dapat terjadi antar awan bermuatan berbeda. karenanya perlunya sistem proteksi yang andal untuk menjaga penghantar 1 pada SUTET 500 kV *combine* SUTT 150 kV Gandul-Serpong[1][2][3].

Dalam sistem penyaluran tenaga listrik, gangguan terbagi menjadi dua, yaitu Gangguan internal terjadi akibat usia peralatan, keausan, atau kegagalan isolasi yang menyebabkan hubung singkat dan menurunnya kinerja sistem proteksi dan Gangguan eksternal meliputi cuaca buruk, sambaran petir, serta gangguan dari benda asing (layang-layang) atau hewan, yang berasal dari lingkungan sekitar sistem listrik.. Pada jalur SUTT 150 kV Gandul–Serpong, gangguan sering terjadi pada penghantar 1 fasa R akibat sambaran petir. Salah satu penyebab utamanya adalah sudut lindung *Ground Steel Wire* (GSW) yang tidak mampu melindungi konduktor dari sambaran langsung[4].

Penelitian ini dilakukan di jalur transmisi Gandul-Serpong yang dioperasikan oleh PT PLN (PERSERO) ULTG Gandul. Kawasan tersebut sering terjadi petir dengan intensitas yang signifikan. Berdasarkan data spesifik pada tower SUTT 150 kV *Combine* SUTET 500 kV Gandul-Serpong penghantar 1 terdapat *reclose/trip* dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Data *reclose/trip* di Tower SUTT 150 kV *Combine* SUTET 500 kV Gandul-Serpong penghantar 1 fasa R.

Tahun	Tanggal/Bulan/Tahun
2021	08/09/2021
2022	11/10/2022
2024	01/05/2024
2024	03/06/2024

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi sambaran petir antara lain adalah apabila sudut lindung *Ground Steel Wire/GSW* ke penghantar 1 fasa R tidak sesuai dengan standar 15° Menurut SPLN T5.014-1: 2021. Ketidaksesuaian yang mengakibatkan *shielding failure* pada tower jenis *suspension* SUTET 500 kV *combine* SUTT 150 kV Gandul-Serpong[5].

Perubahan jalur transmisi umumnya memerlukan biaya besar, sehingga pemasangan *Transmission Line Arrester* (TLA) menjadi alternatif yang efektif untuk melindungi konduktor fasa, khususnya fasa R sisi terluar pada SUTT 150 kV *combine* 500 kV, dari sambaran petir langsung dan mencegah terjadinya *flashover* maupun *back flashover*. Untuk perlindungan tambahan, digunakan kawat tanah (*ground wire*) pada tower. Ketika petir menyambar kawat tanah atau tower, arus surja akan mengalir ke tanah melalui struktur menara, membentuk gelombang berjalan yang menyebabkan tegangan lebih (*overvoltage*). Tegangan ini dapat mencapai lebih dari satu juta volt dan memicu lompatan api (*flashover*) jika sistem proteksi tidak memadai Rencana Surat Keterangan Kuasa Investasi (SKKI) Tahun 2023[6][7].

Rencana pemasangan *Transmission Line Arrester* (TLA) tidak optimal sepenuhnya dan sering terjadi *isolator flash* pada konduktor penghantar 1 fasa R, maka dilakukan modifikasi pada konstruksi tower *suspension* dapat dilakukan dengan cara penambahan panjang *travers Ground Steel Wire* untuk melindungi penghantar 1 fasa R untuk mengurangi potensi *shielding failure* supaya tidak terjadi lagi sambaran pada *Ground Steel Wire* sesuai dengan Rencana Surat Keterangan Kuasa Investasi (SKKI) Tahun 2023.

Sudut lindung (α) pada kondisi eksisting dilapangan terdapat lebih pendek dari posisi penghantar 1 fasa R maka sering terjadi sambaran petir atau melebihi dari standar SPLN T5.014-1:2021 pada tower SUTT 150 kV Gandul-Serpong *combine* SUTET 500 kV dengan rumus pendekatan trigonometri untuk mengetahui sudut lindung, perhitungan *Shielding Failure Current* meliputi nilai *Rolling Grounding Margin/Rgm*, arus maksimum/kA dan

Probability of Lightning Current dengan metode *Rolling Sphere* atau bola bergulir disimulasikan menggunakan Autocad untuk mengetahui sudut lindung (α) ke penghantar 1 fasa R belum aman dari sambaran petir dari sambaran petir[5].

Pada evaluasi PT PLN (PERSERO) ULTG Gandul pada transmisi tower SUTET 500 kV *combine* SUTT 150 kV Gandul-Serpong merencanakan modifikasi dengan penambahan dudukan *travers* sudut lindung *Ground Steel Wire/GSW* sebesar 1,78 meter dari kondisi eksisting 7,945 meter menjadi kondisi modifikasi 9,725 dengan tower rangka baja (*lattice steel*).

Terdapat 10 jenis *suspension type* AA tower SUTET 500 kV *combine* SUTT 150 kV Gandul-Serpong supaya melindungi sambaran petir sudut lindung (α) ke konduktor penghantar 1 fasa R mulai dari nomor tower 213, 214, 215, 217, 220, 221, 222, 223, 225, 226.

Setelah dilakukan modifikasi atau penambahan desain konstruksi pada dudukan *travers* pada sudut lindung (α) *Ground Steel Wire/GSW* sebesar 1,78 meter dari kondisi eksisting 7,945 meter menjadi kondisi modifikasi 9,725 sesuai dengan standarnya 15° dari sudut lindung (α) *Ground Steel Wire/GSW* ke konduktor penghantar 1 fasa R menurut SPLN T5.014-1:2021 pada SUTT 150 kV dengan menggunakan rumus pendekatan trigonometri untuk mengetahui sudut lindung, perhitungan *Shielding Failure Current* meliputi nilai *Rolling Grounding Margin/Rgm*, arus maksimum/kA dan *Probability of Lightning Current* dengan metode *Rolling Sphere* atau bola bergulir disimulasikan menggunakan autocad untuk mengetahui sudut lindung (α) ke penghantar 1 fasa R sudah aman dari sambaran petir dan sudah sesuai dengan standar SPLN T5.014-1: 2021[5].

Sehingga sistem transmisi listrik di jalur Gandul-Serpong dapat terlindungi secara efektif dari gangguan sambaran petir *Ground Steel Wire* menjadi bagian penting dalam melindungi komponen tower transmisi dalam menyalurkan energi listrik kepada konsumen/pelanggan.

Mengenai hasil dan pembahasan diatas maka ditentukan judul “Optimasi Sudut Lindung Sistem Proteksi Penghantar Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Gandul-Serpong Menggunakan Metode *Rolling Sphere*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, permasalahan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Di Transmisi line Gandul-Serpong yang dioperasikan oleh PT PLN (PERSERO) ULTG Gandul, tersebut sering terjadi petir dengan intensitas yang signifikan.
- Gangguan pada tower SUTT Gandul-Serpong penghantar 1 fasa R sering terjadi akibat sambaran petir pada tower.
- Akibat sambaran petir ini jaringan penghantar mengalami *reclose/trip*.
- Sementara perubahan jalur transmisi dengan pemasangan TLA (*Transmission Line Arrester*) biasanya terlalu mahal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk menganalisis desain konstruksi tower pada dudukan *travers* sudut lindung GSW dengan kondisi eksisting dan modifikasi pada tower jenis *suspension* penghantar SUTT 150 kV Gandul-Serpong penghantar 1 fasa R. Penelitian ini bertujuan menghitung sudut lindung *Ground Steel Wire* (GSW) dan membuat metode *Rolling Sphere* menggunakan perangkat lunak *Autocad*, sehingga memperoleh posisi benar pada GSW dengan sudut lindung yang sesuai dengan standar SPLN T5.014-1: 2021.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas agar fokus dan relevansi topik tetap terjaga. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Penelitian ini difokuskan pada transmisi Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV di jalur Gandul-Serpong, tanpa melibatkan jaringan transmisi lainnya. Kajian dilakukan terhadap sudut lindung proteksi *Ground Steel Wire* (GSW) pada tower tipe *suspension* untuk penghantar 1 fasa R, dengan menggunakan metode *Rolling Sphere*. Tujuannya adalah untuk menentukan besar sudut lindung (α) serta memastikan kesesuaian posisi penghantar fasa R dengan standar SPLN T5.014-1:2021, termasuk menghitung persentase probabilitas tingkat perlindungan terhadap sambaran petir.
- Penelitian ini tidak membahas tentang pentanahan (*grounding*) atau *Back Flash Over* (BFO) akibat sambaran petir pada sudut lindung (α)
- Penelitian tidak mencakup analisis proteksi terhadap komponen lain seperti gardu induk

atau peralatan perlindungan lainnya.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Dalam melakukan penelitian, terdapat pendekatan yang digunakan untuk memperoleh informasi yang benar-benar dipahami dan menghasilkan hasil yang sesuai dengan tujuan, serta menghasilkan karya ilmiah yang berkualitas dalam proses penyusunannya. Pendekatan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Pendekatan dilakukan dengan menganalisis beberapa referensi buku dari berbagai sumber yang tersedia dikampus dan perpustakaan lain dan membaca beberapa jurnal Nasional maupun Internasional yang berhubungan dengan sudut lindung proteksi penghantar dan pentanahan SUTT 150 kV *Combine* SUTET 500 kV di PT PLN (PERSERO) ULTG GANDUL

b. Pemodelan Observasi dan Simulasi

Pemodelan Observasi dan Simulasi pada sistem kelistrikan ini dilakukan dengan melakukan Observasi dan Simulasi dalam jenis Tower *Suspension*, perangkat lunak Autocad untuk membuat *rolling sphere* perlindungan sambaran petir sudut lindung ke penghantar 1 fasa R pada kondisi Eksisting dan Modifikasi di tower *suspension* SUTT 150 kV *combine* SUTET 500 kV Gandul–Serpong, dengan perhitungan parameter tinggi tower atau kawat *ground* (H), jarak kawat tanah dengan titik tengah tower (I), jarak kawat tanah dengan titik tengah tower (Y), Jarak konduktor ke titik tengah tower (X), sudut lindung GSW, Rgm/*Rolling Grounding Margin*, Arus Maksimum, *Probability of Lightning Current Peak* pada kondisi eksisting dan modifikasi dan pada dudukan *travers Ground Steel Wire* diperpanjang sebesar 1,78 m supaya tidak terjadi sambaran petir pada tower SUTT 150 kV penghantar 1 fasa R Gandul-Serpong untuk mendapatkan hasil dan nilai sudut lindung sesuai standarnya 15°.

i) Pengumpulan Data

Pengumpulan Data yang diperlukan saat analisis/observasi yang berkaitan tentang dengan judul “Optimasi Sudut Lindung Proteksi Penghantar Pada Tower SUTT 150 kV Gandul – Serpong”.

ii) Analisis Data

Analisis Data merupakan evaluasi dan analisis dalam kordinasi sistem sudut lindung

proteksi pada penghantar yang baru serta melakukan penyetelan ulang (reset) serta memplotkan hasil dari analisis.

iii) Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Pada Pembuatan Laporan Tugas Akhir ini akan diberikan saran dan data rekomendasi data hasil sebelumnya dan sesudah tentang sistem sudut lindung proteksi pada tower SUTT 150 kV Gandul-Serpong penghantar di PT PLN (PERSERO) ULTG Gandul.

