

Pemeliharaan Pentanahan Pada Tower Transmisi Milik PT PLN Persero ULTG Cikupa

Rahima Mahabbah¹, Endi Permata², dan Legista Romadhoni Mardillah³

^{1,2} Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

³ PT PLN (Persero) ULTG Cikupa

E-mail: 2283210001@untirta.ac.id, endi.permata@untirta.ac.id, legista.rm@gmail.com

Abstract Transmission lines are a medium used to transmit electrical energy from generators to consumers who use electricity. One of the components for delivering electric power is the SUTT and SUTET towers. This air duct tower uses a grounding system to protect the tower from external and internal disturbances. One of the disturbances is lightning strikes whose resistance is very large, if a grounding system is not installed it will damage tower components or equipment. The grounding system works to channel the voltage from lightning directly to the earth. The grounding system needs regular maintenance because it is very important to protect the components on the tower in the event of a lightning strike. The maintenance carried out is by measuring the grounding resistance value according to PT PLN standard rules, namely 70 kV transmission network towers are less than or equal to 5 ohms, for 150 kV it is less than or equal to 10 ohms and for 500 kV it is less than or equal to 15 ohm. And maintenance uses drones to see the condition of the GSW (Ground Steel Wire) cable from a height.

Keywords: Grounding System, Tower, Ground Steel Wire, Maintenance

Abstrak Saluran transmisi sebagai media yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga listrik dari pembangkit sampai pada konsumen pengguna listrik. Salah satu komponen untuk menghantarkan tenaga listrik yaitu tower SUTT maupun SUTET. Yang dimana pada tower saluran udara ini menggunakan sistem pentanahan sebagai perlindungan tower dari gangguan luar maupun dalam. Salah satu gangguannya adalah sambaran petir yang tahanannya sangat besar, apabila tidak di pasang sistem pentanahan akan merusak komponen atau peralatan tower. Sistem pentanahan bekerja mengalirkan tahanan dari petir langsung di alirkan ke bumi. Sistem pentanahan perlu dilakukan pemeliharaan rutin karna sangat penting untuk melindungi komponen - komponen pada tower apabila terjadi sambaran petir. Pemeliharaan yang dilakukan yaitu sengan cara mengukur nilai resistansi pentanahan dengan aturan standar PT PLN yaitu tower jaringan transmisi 70 kV kurang dari atau sama dengan 5 ohm, untuk 150 kV kurang dari atau sama dengan 10 ohm dan sedangkan untuk 500 kV kurang dari atau sama dengan 15 ohm. Dan pemeliharaan menggunakan drone untuk melihat kondisi kawat GSW (Ground Stell Wire) dari ketinggian.

Kata Kunci: Sistem Pentanahan, Tower, Groun Stell Wire, Pemeliharaan

PENDAHULUAN

Beriringan dengan semakin tingginya pertumbuhan penduduk di Indonesia, dibutuhkan pula pasokan listrik yang besar. Penyaluran energi listrik mulai dari pembangkit sampai kepada konsumen melalui beberapa tahapan dan juga peralatan yang saling berkesinambungan. Jarak dari pusat pembangkit sampai ke beban cukuplah jauh berkilo kilo meter jaraknya, maka dari itu membutuhkan jaringan transmisi untuk menyambungkan dari pusat pembangkit ke gardu induk atau gardu induk tegangan ekstra tinggi[1]. Jaringan transmisi ini adalah saluran untuk menghubungkan atau pembawa arus listrik dari pusat pembangkit ke gardu induk atau gardu induk tegangan ekstra tinggi yang kemudian di gardu induk atau gardu induk ekstrak tinggi ini akan di naikkan atau di turunkan tegangannya oleh trafo step down dan trafo step up, kemudian akan di salurkan oleh bagian distribusi, dimana jaringan transmisi ini

untuk mentransmisikannya menggunakan tower SUTT 150Kv (Saluran Udara Tegangan Tinggi) atau SUTET 500Kv (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi)[2].

SUTT atau SUTET sebagai media pembawa arus tentunya memerlukan komponen komponen untuk membentuk suatu kerangka yang dinamakan tower, komponen komponen pada tower banyak sekali untuk membentuk suatu tower diperlukan stub sebagai kaki penyangga atau pondasi pada tower dengan bumi, yang kemudian untuk membentuk konstruksi tower di perlukan bracing yang saling di satukan dengan stub oleh mur dan baut tower. Lalu untuk menghantarkan arus dari pusat pembangkit ke gardu induk memerlukan konduktor sebagai media pembawa arus pada SUTT atau SUTET. Untuk pembawa arus, isolasi dan struktur memerlukan komponen pendukung junction yang terdiri dari strain clamp, suspension clamp, dead end compression, shackle, tumbucle, square plate, bolt clevis, soket clevis, triangle plate, triangle plate link, dan link adjuster. Fungsi isolator yaitu mengisolasi antara bagian yang tidak bertegangan dengan bagian bertegangan. Kawat GSW yang berada paling atas tower berfungsi sebagai pelindung ketika surja petir[3].

SUTT yang di rancang sebagai saluran udara yang sudah pasti berdiri menjulang tinggi ke atas sangat riskan dengan gangguan sambaran petir karena bisa mengakibatkan naiknya tegangan dan berujung merusak peralatan listrik yang saling berhubungan dengan tower SUTT, untuk menanggulangi permasalahan ini maka di perlukan proteksi untuk tower - tower saluran udara yaitu dengan sistem pentanahan. Yang dimana sistem pentanahan adalah sistem pengaman kepada gangguan hubung singkat ke tanah, untuk melindungi konduktor fasa dari sambaran petir di pasang kawat tanah (ground wire). Gangguan hubung singkat ini akan menjadikan aliran arus menjadi cukup besar dan berbahaya untuk manusia di dekatnya juga peralatan peralatan yang terpasang. Sistem pentanahan menjadikan arus gangguan akan cepat mengalir ke tanah. Diperlukan nilai pentanahan sekecil-kecilnya supaya arus gangguan mengalir ke tanah bukan mengalir ke peralatan[4].

Penting nya pemeliharaan SUTT/SUTET sangat berperan dalam menunjang keandalan dan kualitas pendistribusian tenaga listrik kepada konsumen[5]. Pemeliharaan SUTT/SUTET yaitu proses kegiatan dengan tujuan menjaga kondisi SUTT/ SUTET, supaya saat pengoperasian SUTT/ SUTET bisa berfungsi sesuai dengan desain dari karakternya dan mencegah adanya gangguan yang menimbulkan keerusakan. Oleh karena itu, efisiensi dan efektifitas pemeliharaan SUTT/ SUTET yang benar dan bisa dijadikan meliputi:

- Peningkatan efficiency, availability dan reliability SUTT/ SUTET
- Peningkatan umur SUTT/ SUTET
- Pemeliharaan besar/peningkatan interval overhaul pada SUTT/ SUTET

- Penurunan resiko kerusakan atau kegagalan pada SUTT/ SUTET
- Peningkatan safety
- Penurunan waktu padam
- Efektifitas waktu saat pemulihan.
- Efisiensi biaya pemeliharaan

METODE/PERANCANGAN PENELITIAN



Tertera gambar 1 metode yang pertama dipakai dalam penelitian yaitu metode observasi dan wawancara secara langsung dengan tim pemeliharaan jaringan PT PLN (Persero) ULTG Cikupa mengenai pemeliharaan pentanahan pada tower transmisi. Pemeliharaan pentanahan pada tower transmisi merupakan salah satu pemeliharaan terpenting karena tower SUTT atau SUTET adalah instalasi yang penting dan mudah tersambar petir karena struktur yang tinggi dan berada di tempat terbuka, sangat riskan terjadi gangguan akibat kelebihan arus dan tegangan yang disebabkan oleh sambaran petir, berlebihnya tegangan karena sambaran petir disebut surja petir, untuk membuang arus dan tegangan lebih dapat di alirkan langsung ke dalam tanah oleh sistem penanahan[6].

Jika tegangan lebih dari surja petir ini tidak di alirkan langsung ke tanah lalu tiba di gardu induk, maka tegangan itu akan merusak peralatan isolasi yang berada di gardu induk, karena itu sangat penting sistem pentanahan pada saluran transmisi. Pada pengamanan pentanahan dari surja petir memiliki komponen diantaranya:

Optic Ground Wire (OPGW)/ Kawat Ground Steel Wire (GSW)

Kawat OPGW/GSW merupakan media yang berada paling atas untuk perlindungan bagi konduktor fasa dari sambaran petir. Kawat ini dipasang di atas konduktor fasa dan terbuat dari bahan baja yang sudah di lapsi dengan alumunium. Kawat OPGW/GSW pada SUTT/SUTET minimalnya di pasang satu buah di atas konduktor fasa, umumnya di pasang dua buah di atas konduktor fasa karena satu buah kawat OPGW/GSW dipasang untuk dua

penghantar akan menjadikan sudut perlindungan membesar dan konduktor fasa akan mudah tersambar petir.

Arching Horn

Arcing horn memiliki fungsi untuk memotong tegangan impuls petir dengan pasif (tidak bisa mematikan follow current secara otomatis). Macam – macam arching horn ada sisi pengantar, sisi tower

Transmission Line Arrester (TLA)

TLA adalah solusi efektif bagi peningkatan reliability sistem, yang bisa bertindak sebagai insulator yang mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke dalam tanah. TLA dapat melindungi kejadian apabila petir menyambar ke bagian – bagian grounding sistem, tapi arus petir tidak bisa di alirkan langsung ketanah karena perlindungan gsw tidak bekerja dengan baik,

Konduktor Penghubung

Konduktor penghubung memiliki fungsi untuk media berjalannya surja petir dengan nilai induktansinya yang lebih kecil di banding induktansi tower supaya petir yang menyambar kawat OPGW/GSW pada SUTT/SUTET dapat langsung tersalur ke dalam tanah. Ujung bagian atas konduktor dihubungkan ke kawat OPGW/GSW menggunakan klem sambungan atau dihubungkan ke batang penangkap petir yang dipasang di atas tower. Untuk ujung bagian bawahnya dihubungkan ke pentanahan tower.

Rod Pentanahan (Grounding)

Rod pentanahan merupakan perlengkapan pembumian sistem transmisi yang memiliki fungsi untuk meneruskan arus listrik dari tower SUTT/SUTET ke dalam tanah. Pentanahan tower terdiri dari konduktor tembaga/baja yang diklem pada pipa pentanahan yang ditanam di tengah pondasi tiang tower.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeliharaan pentanahan pada tower SUTT / SUTET ini sangat penting, karena sebagai sistem perlindungan dan pengamanan tenaga listrik yang disebabkan oleh arus lebih yang akan langsung dihantarkan ke tanah[7]. Pada pemeliharaan pentanahan ini masuk kedalam pemeliharaan rutin secara berkala yaitu melakukan pengujian dan inspeksi untuk pendeteksian jika ada kelainan atau kerusakan. Pemeliharaan rutin terdiri dari

- Ground patrol yaitu pemeriksaan secara berkala atau pekerjaan pemantauan pada jalur transmisi tanpa memanjat tower yang dilakukan oleh Line Walker (Petugas). Yang dimana petugas Line Walker melakukan pemeriksaan secara keseluruhan menggunakan teropong

untuk melihat kondisi peralatan jalur transmisi yang berada diatas tower apakah normal, rantas, hilang, korosi, bergeser, bengkok, pecah, retak, layang- layang tersangkut, serta keadaan tanah pada area tower.

- Climb up Inspection merupakan jenis pemeriksaan berkala terhadap tower yang dilakukan oleh petugas dengan memanjat tower dalam keadaan bertegangan. Yang dimana petugas pemeliharaan melihat kembali keadaan tower sesuai dengan laporan petugas Ground Patrol apakah benar atau tidak dan apakah perlu dilakukan perbaikan pada kerusakan yang terjadi.

Analisi Tahanan Tanah

Sebelum dilakukannya pemasangan pembumian ke dalam tanah atau menanam batang elektroda diperlukan perhitungan terlebih dahulu agar tidak salah, pada perhitungan ini kondisi tanah sangat berperan penting, berikut tabel tahanan jenis tanah

Tabel 1. Tahanan Jenis Tanah

| NO | JENIS TANAH | TAHANAN JENIS TANAH (Ω m) |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Batu | 3.000 |
| 2 | Pasir dan batu kerikil kering | 1.000 |
| 3 | Batu batu kerikil basah | 500 |
| 4 | Pasir basah | 200 |
| 5 | Tanah liat | 100 |
| 6 | Rawa | 30 |
| 7 | Tanah mengandung air garam | 5-6 |

Menghitung nilai sistem pembumian yang ditanam dapat dihitung menggunakan rumus

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad (1)$$

R : Tahanan pembumian

ρ : (Ω -m) Tahanan jenis tanah

a : (m) Jari-jari elektroda

L : (m) Panjang elektroda

Pemeliharaan Pentanahan

Pemeliharaan pentanahan rutin yang dilakukan pada tower SUTT yaitu dengan mengukur nilai resistansi pembumiannya pada tower tersebut, dengan menggunakan alat earth clamp tester. Nilai resistansi pembumian yang sesuai dengan standar PLN. Jika jaringan transmisi 70 kV < atau = 5 ohm, Jika 150 kV < atau = 10 ohm sedangkan jika 500 kV < atau =

15 ohm, tetapi semakin kecil nilai resistansinya semakin bagus, untuk untuk digunakan sesuai dengan fungsinya. Cara penggunaannya sangat mudah sekali yang pertama yaitu mengaktifkan alat tersebut pastikan baterai terisi dengan penuh, lalu mengubah satuannya menjadi Ω (ohm), selanjutnya tekan tombol pinggir kiri hingga clamp terbuka lalu kaitkan clamp pada elektroda pentanahan tersebut, elektroda pentanahan ini ada yang langsung di alirkan ke tanah dan ada juga yang di alirkan ke kaki kaki tower[8].

Apabila nilai resistansinya tidak sesuai dengan standar nilai yang telah di tentukan oleh PT PLN perlu dilakukan pengecekan lebih dalam lagi apakah grounding yang di tanam pada bumi terputus atau tidak, ataupun perlu diperluas lagi sistem pembumiannya, yaitu dengan di sambungkan ke kaki kaki tower. Bisa juga *grounding* langsung pada bumi perlu di perluas lagi sampai menemukan nilai resistansinya yang sesuai dengan standar yang berlaku. Biasanya grounding langsung ke tanah akan diperluas dengan cara mengubur lebih dalam lagi atau dengan cara menyebar elektroda lebih luas lagi di dalam tanah yang terletak di bawah tower tersebut, biasanya diperluas dengan membentuk pola mengelilingi atau membentuk pola spiral. Berikut ini tabel pengukuran pentanahan pada tower Sindang Jaya – Lontar

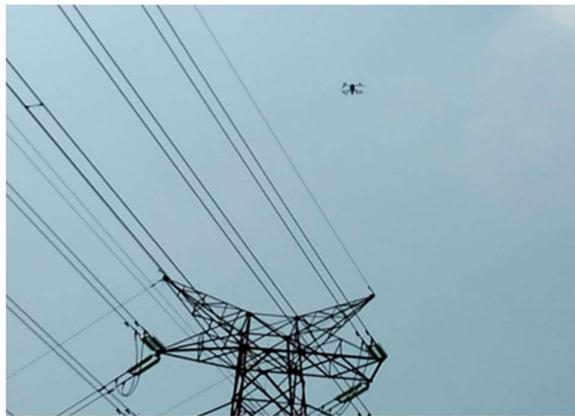
| No | Penghantar | Tegangan | Nomor Tower | Referensi Ω | Hasil Ukur Ω | | | | |
|----|-----------------------|----------|-------------|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| | | | | | Leg A | Leg B | Leg C | Leg D | Grounding Langsung |
| 1 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | EA 1 | 10 Ω | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | - |
| 2 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | D2 | 10 Ω | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,59 | - |
| 3 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | A3 | 10 Ω | 0,52 | 0,55 | 0,52 | 0,55 | - |
| 4 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | A4 | 10 Ω | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | - |
| 5 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | A5 | 10 Ω | 0,55 | 0,51 | 0,54 | 0,56 | - |
| 6 | Sindang Jaya – Lontar | 150 kV | D6 | 10 Ω | 0,55 | 0,58 | 0,63 | 0,6 | - |

Tabel 2. Pengukuran Pentanahan Sindang Jaya – Lontar



Gambar 1. Pemeliharaan Pentanahan Pengukuran Resistansi

Selain melakukan pengecekan nilai resistansi dilakukan juga pengecekan kawat GSW (Ground Stell Wire) biasanya pengecekan kawat GSW (Ground Stell Wire) dilakukan oleh petugas ground patrol dengan menggunakan tropong, jika terlihat ada yang mencurigakan petugas ground patrol akan menghubungi petugas pemeliharaan jaringan dan akan dilakukan pengecekan dengan menggunakan kamera yang dapat melihat benda pada jarak kejauhan untuk memastikan ataupun dengan menggunakan drone. Drone akan bekerja sesuai dengan jalur yang diprogram oleh petugas pemeliharaan jaringan, yang dimana drone tersebut akan memotret atau mengambil gambar secara keseluruhan pada sekitar tower yang dilintasinya. Pada pemeliharaan menggunakan drone ini bukan hanya kawat GSW (Ground Stell Wire) saja yang terlihat akan tetapi bisa melihat secara keseluruhan dan jika sudah selesai drone tersebut bekerja, kemudian hasil dari memotret atau mengambil gambar tersebut akan di analisis oleh petugas apakah ada gangguan pada kawat GSW (Ground Stell Wire) maupun pada fasa to fasa dan fasa to ground.



Gambar 2. Inspeksi Drone

Apabila terjadi rantas pada kawat GSW (Ground Stell Wire) akan dilakukan perbaikan pada kawat GSW (Ground Stell Wire) tersebut, yang dimana perbaikannya yaitu dengan cara dililit - lilit oleh armor rod dalam kondisi offline, armor rod berfungsi untuk melindungi konduktor dari tekanan, gesekan atau lonjakan arus, yang bahannya bersifat lebih kuat di banding dengan bahan GSW (Ground Stell Wire) tersebut karena terbuat dari aluminum keras, sehingga memperpanjang umur konduktor atau kawat GSW. GSW (Ground Stell Wire) rantas ini bisa saja terjadi karena tersambar petir atau kondisinya yang sudah tidak layak di karnakan sudah lama penggunaanya.



Gambar 3. Proses Pengerjaan Anomali GSW Rantas



Gambar 4. Armor Rod

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian pentanahan pada tower transmisi yang sudah dijelaskan diatas bahwa sebelum memasang pentanahan langsung kebumi dapat dihitung terlebih dahulu tahanan pembumiannya yang dimana nilai jenis tanah berbeda- beda sesuai dengan jenis tanah yang digunakannya. Pemeliharaan pentanahan dapat dilakukan dengan mengukur nilai resistansi pentanahan menggunakan alat earth clamp dan menggunakan drone untuk melihat keadaan kawat GSW (Ground Stell Wire) secara dekat. Lalu pemeliharaan pentanahan juga memiliki nilai standar resistansinya sesuai dengan peraturan yaitu jika tower jaringan transmisi $70 \text{ kV} < \text{atau} = 5 \text{ ohm}$, jika $150 \text{ kV} < \text{atau} = 10 \text{ ohm}$ dan sedangkan jika $500 \text{ kV} < \text{atau} = 15 \text{ ohm}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa syukur penulis pujikan kehadiran Allah SWT yang telah banyak memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya. Tak lupa sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga menjadikan penulis bisa menyelesaikan serangkaian kegiatan Praktik Industri di PT PLN (Persero) ULTG Cikupa dan dapat menyelesaikan jurnal ini sebagai bentuk laporan akhir berdasarkan hasil dan pengalaman selama praktik industri dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. , W. I. A. , & J. I. Wicaksana, “ANALISIS SISTEM PEMBUMIHAN TOWER SALURAN TRANSMISI DARI GARDU INDUK KAPAL - GARDU INDUK BIANYAR.,” *SPEKTRUM*, 57., 2021.
- [2] PT PLN (PERSERO). (Jakarta)., *Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)*. . 2014.
- [3] G. , & F. D. Tamahullah, “Analisis Tahanan Pentanahan pada Kaki Tower SUTT 150kV Jatiluhur- Padalarang Institut Teknologi Nasional. ,” *SNETO*, 346., 2021.
- [4] A. , A. M. , H. J. , & H. U. Faisal, “Studi Pengukuran Tahanan Pentanahan Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Sidikalang - Salak Denagan Menggunakan Sistem Counterpoise.,” *ISSN*, 130., 2019.
- [5] A. A. , & S. N. Abdullah, “Analisis Sistem Pentanahan Tower Transmisi Saluran Udara Tegangan Tinggi Penghantar150kV Kamojang - Darajat dan Modifikasi Perbaikan Resistansi Pentanahan Menggunakan Metode Driven Ground. ,” *Universitas Gadjah Mada*, 12., 2019.
- [6] M. , P. D. D. , & R. A. Sofyan, “PRILAKU STRUKTUR TOWER TRANSMISI TIPE SUSPENSION TERHADAP BEBAN ANGIN.,” *Forum Mekanika*, 13., 2018.
- [7] K. K. R.I., “Memasang Sistem Pembumihan. ,” Jakarta Selatan: KTL.IK02.108.01., 2018.
- [8] R. P. , P. L. S. , & M. G. M. Luntungan, “Analisa Daerah Lindung dan Grounding Pada Tower Transmisi Akibat Terjadinya Back Flashover. ,” *Teknik Elektro dan Komputer*, 199., 2018.