**EVALUASI PENTANAHAN KAKI MENARA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 kV MANINJAU – SIMPANG EMPAT**

**Nia Aulia Putri1), Penulis22)**

123Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

email: 2020310068.nia@itp.ac.id

**Abstrak**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi tahanan pentanahan pada beberapa menara yang terdapat di Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Maninjau-Simpang Empat, dan merumuskan upaya perbaikan nilai tahanan pentanahan kaki menaranya. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan metode survei. Penelitian dilakukan di sepanjang tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Maninjau-Simpang Empat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, berupa data tower pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat, data nilai pentanahan sebelum perbaikan, dan data nilai pentanahan setelah perbaikan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan studi lapangan, meliputi kegiatan observasi dan wawancara. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mengevaluasi pengaruh elektroda yang dipasang satu batang (Single Rod) dengan elektroda yang dipasang secara paralel (Multiple Rod) terhadap nilai tahanan pentanahan pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi tahanan pentanahan pada 11 menara memiliki data pentanahan dengan nilai yang relatif tinggi dan melebihi nilai tahanan yang diizinkan (<5 Ω). Upaya yang dilakukan untuk perbaikan nilai tahanan pentanahan yaitu dengan pemasangan elektroda batang secara paralel sebanyak 3 buah elektroda (Multiple Rod). Instalasi tahanan pentanahan di lapangan dilakukan pada kedalaman 2 meter dengan jarak antar elektroda 2 meter. Dapat disimpulkan bahwa semakin dalam elektroda diketanahkan dan semakin jauh jarak antar elektroda maka nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil.*

***Kata kunci:*** *pentanahan, nilai tahanan, saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 Kv*

# PENDAHULUAN

Saluran transmisi SUTT 150 kV adalah komponen yang sangat penting dalam dunia kelistrikan, sehingga harus mampu menjamin ketersediaan energi listrik pada setiap beban yang terhubung dengan sistem. Akan tetapi, saluran transmisi merupakan bagian yang sering mendapat gangguan, baik yang berasal dari dalam atau pada peralatan itu sendiri, maupun dari luar atau gangguan alam. Salah satu gangguan dari luar yaitu sambaran petir. Apalagi Indonesia sebagai negara di wilayah tropis yang mempunyai angka terjadinya petir cukup tinggi, dengan aktivitas 100 sampai 200 hari guruh per tahun [1]. Oleh karena itu perlu adanya sistem untuk melindungi saluran transmisi tersebut dari sambaran petir. Untuk menghindari/ meminimalisir terjadinya kerusakan pada saluran transmisi, maka harus ada media untuk melindungi penghantar/saluran tersebut, yaitu dengan kawat tanah yang dipasang sepanjang SUTT 150 kV, dan terhubung langsung dengan tower yang di*grounding* (diketanahkan).

Pentanahan merupakan sistem yang biasa digunakan untuk mengamankan peralatan-peralatan listrik maupun manusia terhadap gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Besarnya tahanan pentanahan harus sesuai dengan ketentuan yang diizinkan yaitu <5 Ω [2], sehingga dapat menjamin keandalan sistem bila terjadi tegangan lebih akibat sambaran petir.

Salah satu wilayah yang menjadi fokus dari PT. PLN (Persero) khususnya ULTG Bukittinggi yang bergerak dalam bidang proteksi dan pentanahan adalah pada jalur transmisi Maninjau – Simpang Empat, dimana setelah dilakukan observasi oleh tim terkait, ditemukan banyak dari nilai tahanan pentanahan yang sudah tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan atau melebihi dari 5 Ω [3]. Untuk mengurangi resiko terjadinya bahaya akibat sambaran petir, maka dilakukan perbaikan dan instalasi ulang pada pentanahan kaki menara.

Sebagaimana diketahui, nilai tahanan pentanahan juga tergantung pada jenis tanah, kelembaban tanah, dan juga kandungan garam dari tanah. Dalam waktu tertentu nilai dari tahanan pentanahan dapat berubah sesuai dengan perubahan tahanan jenis tanah. Maka dari itu perlu dilakukan *maintenance* terhadap pentanahan menara transmisi secara berkala, misalnya 6 bulan sekali. Jika nilai tahanan pentanahan sudah melebihi dari ketentuan yang diizinkan, maka perlu dilakukan perbaikan dengan cara instalasi ulang pentanahan. Dimana pada menara-menara yang terdapat pada saluran transmisi 150 kV dilakukan penanaman sebanyak 3 buah batang elektroda yang dipasang secara paralel (*Multiple Rod*), dari sebelumnya yang hanya terdapat 1 batang elektroda pentanahan (*Single Rod*).

Dengan adanya kegiatan *maintenance* dan perbaikan yang dilakukan pada menara SUTT 150 kV wilayah Maninjau-Simpang Empat, penulis berminat untuk melakukan evaluasi tentang sejauh mana perubahan nilai tahanan yang terjadi apabila dilakukan instalasi pentanahan dengan elektroda batang diparalelkan (*Multiple Rod*).

# METODOLOGI

Pada tugas akhir ini dilakukan evaluasi pengaruh elektroda yang dipasang satu batang dengan elektroda yang dipasang secara paralel (*Multiple Rod*) terhadap nilai tahanan pentanahan pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat dari hasil perhitungan (rumus) dan simulasi menggunakan Matlab. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - November tahun 2021 disepanjang tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Maninjau-Simpang Empat.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif metode survei, dimana informasi mengenai menara didapatkan dari data pentanahan SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat dan melalui survei/kunjungan langsung. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, beberapa data yang dibutuhkan adalah 1) Data tower pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat; 2) Data nilai pentanahan sebelum perbaikan pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat (*Single Rod*); 3) Data nilai pentanahan setelah perbaikan pada SUTT 150 kV Maninjau-Simpang Empat (*Multiple Rod*). Studi lapangan.merupakan metode pengumpulan.data secara langsung dari tempat objek penelitian, dimana pengambilan.data dilaksanakan melalui observasi dan wawancara.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil perhitungan tahanan pentanahan kaki menara 1 Elektroda (*Single Rod*) maupun 3 Batang Elektroda (*Multiple Rod*) berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dengan menggunakan *earth tester*, rumus paralel, dan simulasi nilai.

**Tabel 1. Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan 1 Batang Elektroda Berdasarkan Pengukuran, Perhitungan, dan Simulasi Matlab**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No. Menara** | **Tahanan Jenis Tanah (Ω.m)** | **Tahanan Pentanahan 1 Elektroda Batang (Ω)** |
| **Pengukuran** | **Perhitungan** | **Simulasi Matlab** |
| 13 | 30 | 23,1 | 6.970444 | 6,96691 |
| 18 | 30 | 16,38 | 6.970444 | 6,96691 |
| 22 | 200 | 70,3 | 46.46963 | 46,4461 |
| 34 | 30 | 24,4 | 6.970444 | 6,96691 |
| 36 | 30 | 87,7 | 6.970444 | 6,96691 |
| 42 | 1000 | 120,8 | 232.3481 | 232,23 |
| 45 | 30 | 12,91 | 8.047854 | 6,96691 |
| 66 | 100 | 30,2 | 23.23481 | 23,223 |
| 67 | 30 | 87,5 | 6.970444 | 6,96691 |
| 176 | 100 | 73,5 | 23.23481 | 23,223 |
| 189 | 100 | 41,2 | 23.23481 | 23,223 |

**Gambar 1. Grafik Perbadingan Hasil Pentanahan 1 Batang Elektroda (*Single Rod*)**

Pada tabel 2 dan gambar 1 dapat diamati perbandingan nilai tahanan pentanahan berdasarkan dari hasil pengukuran, perhitungan, dan simulasi menggunakan Matlab untuk pentanahan 1 elektroda batang (*single rod*). Hasil dari pengukuran dengan perhitungan sangat berbeda dikarenakan

Untuk data hasil perhitungan dan simulasi pada Matlab ditunjukkan nilai yang hampir sama, baik itu pentanahan 1 elektroda batang (*single rod*) maupun 3 elektroda batang yang diparalelkan (*multiple rod*). Namun pada pengukuran dilapangan setelah dilakukan perbaikan dan instalasi ulang tanahan pentanahan, hasil yang ditunjukkan jauh berbeda dan secara keseluruhan lebih kecil dibandingkan hasil perhitungan.

**Tabel 2. Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Elektroda diparalelkan Berdasarkan Pengukuran, Perhitungan, dan Simulasi Matlab**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No. Menara** | **Tahanan Jenis Tanah (Ω.m)** | **Tahanan Pentanahan 1 Elektroda Batang (Ω)** |
| **Pengukuran** | **Perhitungan** | **Simulasi Matlab** |
| 13 | 30 | 0,09 | 3.942343 | 3,9457 |
| 18 | 30 | 8,12 | 3.942343 | 3,9457 |
| 22 | 200 | 7,69 | 4,931 | 4,95337 |
| 34 | 30 | 2,13 | 3.942343 | 3,9457 |
| 36 | 30 | 5,67 | 3.942343 | 3,9457 |
| 42 | 1000 | 3,13 | 4,960 | 4,97934 |
| 45 | 30 | 4,80 | 3.942343 | 3,9457 |
| 66 | 100 | 2,42 | 4,799 | 4,76276 |
| 67 | 30 | 5,88 | 3.942343 | 3,9457 |
| 176 | 100 | 5,02 | 4,799 | 4,76276 |
| 189 | 100 | 5,79 | 4,799 | 4,76276 |

**Gambar 2. Grafik Perbandingan Hasil Pentanahan Elektroda Paralel (*Multiple Rod*)**

Berdasarkan tabel dan grafik hasil perbandingan nilai tahanan pentanahan baik pada saat pentanahan *single rod* maupun *multiple rod*, maka didapatkan analisa sebagai berikut

1. Pada menara no. 13 yang berada pada daerah dengan kadar air cukup tinggi, dimana tahanan jenis tanah/ resistivitas yang disesuaikan menurut PUIL 2011 yaitu sebesar 30 Ω, maka didapatkan nilai tahanan pentanahan sebesar 23,1 Ω berdasarkan hasil di lapangan. Sedangkan menurut hasil perhitungan dengan rumus tahanan pentanahan hasil yang didapatkan adalah sebesar 6,970 Ω dan berdasarkan hasil simulasi menggunakan Matlab GUI diperoleh nilai tahanan sebesar 6,966 Ω. Dari ketiga percobaan tersebut menghasilkan nilai yang berbeda, perbedaan yang sangat jauh ditunjukkan pada hasil pengukuran dari *Earth Tester*, hal ini terjadi karena adanya perbedaan kondisi tanah pada saat pengukuran dilapangan seperti kadar air dan kelembapan tanah.

Untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan pada tower no. 13 agar <5 Ω, dilakukan instalasi elektroda secara paralel oleh ULTG Bukittinggi pada kedalaman 2 m dengan jarak 2 m antar elektroda, sehingga menghasilkan nilai tahanan sebesar 0,09 Ω berdasarkan pengukuran. Pada kondisi ini evaluasi yang dilakukan penulis adalah dengan penanaman elektroda secara paralel pada kedalaman 2 m dengan jarak antar elektroda 5 m sehingga dihasilkan tahanan pentanahan sebesar 3,942 Ω (<5 Ω). Pengaturan jarak antar elektroda dibuat jauh supaya nilai tahanan pentanahan elektroda dapat bertahan lama pada nilai yang diizinkan, karna semakin jauh jarak elektroda maka nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil.

1. Pada menara no. 18 untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan menara tersebut agar <5 Ω, dilakukan instalasi elektroda secara paralel oleh ULTG Bukittinggi pada kedalaman 2 m dengan jarak 2 m antar elektroda, sehingga menghasilkan nilai tahanan sebesar 8,12 Ω berdasarkan pengukuran. Pada kondisi ini evaluasi yang dilakukan penulis adalah dengan penanaman elektroda secara paralel pada kedalaman 2 m dengan jarak antar elektroda 5 m sehingga dihasilkan tahanan pentanahan sebesar 3,942 Ω (<5 Ω). Terdapat selisih nilai sebesar 4,178 Ω antara instalasi dari pihak PLN dengan hasil evaluasi yang disarankan penulis. Sehingga untuk mendapatkan nilai tahanan yang lebih rendah dapat dilakukan instalasi sesuai hasil evaluasi penulis.
2. Pada menara nomor 22 untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan yang semula 70,3 Ω menjadi <5 Ω, ULTG bukitttinggi memberikan perlakuan yang sama untuk instalasi elektroda pentanahannya yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman 2 m dan dengan jarak 2 m antar elekroda, dan hasil yang didapat adalah sebesar 7,69 Ω, sedangkan penulis melakukan perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 18 m dengan jarak antar elektroda sejauh 36 m sehingga diperoleh hasil <5 Ω, yaitu 4,931 Ω.
3. Pada menara nomor 34, 36, 45, dan 67 untuk menurunkan nilai tahanan pentanahannya, dilakukan instalasi elektroda pentanahan sama dengan menara lainnya yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman 2 m dan dengan jarak 2 m antar elekroda, dimana hasil yang didapat pada masing-masing menara adalah sebesar 2,13 Ω, 5,67 Ω, 4,80 Ω, dan 5,88 Ω. Maka dari itu penulis membuat perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 2 m dengan jarak antar elektroda sejauh 5 m sehingga diperoleh hasil yaitu 3,94 Ω. Hasil yyang diperoleh akan sama karena menara-menara tersebut disumsikan mempunyai nilai tahanan jenis tanah yang sama (30 Ωm) berdasarkan letak menara sesuai PUIL 2011.
4. Pada menara nomor 66, 176, dan 189 yang diasumsikan memiliki nilai tahanan jenis tanah/ resistivitas yang sama yaitu sebesar 100 Ωm juga dilakukan instalasi elektroda pentanahan sama dengan menara lainnya yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman 2 m dan dengan jarak 2 m antar elekroda, dimana hasil yang didapat pada masing-masing menara adalah sebesar 2,42 Ω, 5,02 Ω, dan 5,79 Ω. Untuk itu penulis membuat perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 8 m dengan jarak antar elektroda sejauh 16 m sehingga diperoleh hasil tahanan pentanahan yaitu 4,799 Ω. Hasil yang diperoleh akan sama karena menara-menara tersebut disumsikan mempunyai nilai tahanan jenis tanah yang sama berdasarkan letak menara sesuai PUIL 2011.

# KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa untuk kondisi tahanan pentanahan pada 11 menara yang berada di saluran transmisi SUTT 150 KV Maninjau – Simpang Empat, didapatkan data pentanahan dengan nilai yang relatif tinggi dan melebihi nilai tahanan yang diizinkan (<5 Ω), dimana diketahui sebelumnya pentanahan yang digunakan adalah *single rod* dan sudah diaplikasikan pada beberapa tahun yang lalu. Untuk itu dilakukan instalasi ulang pentanahan dengan 3 batang elektroda yang dipasang secara paralel.

Upaya yang dilakukan untuk perbaikan nilai tahanan pentanaha yaitu dengan pemasangan elektroda batang secara paralel sebanyak 3 buah elektroda (*Multiple Rod*). Nilai tahanan pentanahan yang dipasang paralel didapatkan dengan cara perhitungan, simulasi matlab, dan pengukuran di lapangan dengan alat ukur *Earth Tester*. Untuk instalasi pentanahan secara paralel kondisi yang disarankan yaitu pada kedalaman minimal 2 meter dengan jarak antar elektroda minimal 5 meter. Untuk itu dibuat perhitungan dan simulasi yang sesuai dengan kondisi ttersebut dan disesuikan dengan tahanan jenis tanah pada masing-masing menara agar nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan sesuai dengan standar PUIL 2011, yaitu <5 Ω. Sedangkan pada kenyataan dilapangan instalasi tahanan pentanahan dilakukan pada kedalaman 2 meter dengan jarak antar elektroda 2 meter. Maka dari itu dapat diamati pada masing-masing menara bahwa semakin dalam elektroda diketanahkan dan semakin jauh jarak antar elektroda maka nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil.

**DAFTAR PUSTAKA**

Faisal, Ahmad, Muhammad Amril, Jhoni Hidayat, and Ulfa Hasnita. “*Studi Pengukuran Tahanan Pentanahan Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV Sidikalang-Salak Dengan Menggunakan Sistem Counterpoise*” 1099 (2019): 130–34.

Farmada, Andre. “*Studi Pengukuran Tahanan Pentanahan Tower Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 KV Pedan-Ungaran*,” 2016.

Handayani, Arief Budi. “*Studi Sistem Proteksi Pentanahan Pada BTS (Base Transceiver Station) Tipe SST Di BSC (Base Station Controller) Jember*,” 2008.

Hutauruk, T.S. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga, 1991.

Nurdiana, Nita, Alimin Nurdin, Dewa Aditya, Putra Yoga, Program Studi, Teknik Elektro, and Fakultas Teknik. “*Pengaruh Kedalaman Terhadap Tahanan Pentanahan Di Area Rusunawan Kampus Universitas PGRI Palembang*” 4, no. 2 (2019): 327–32.

Oktora, Saras Dwi. “*Analisis Sistem Pentanahan Di Balai Yasa Tegal Menggunakan Aplikasi Matlab*,” 2016.

*Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia* (PUIL 2011). Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Rajagukguk, Managam. “*Studi Pengaruh Jenis Tanah Dan Kedalaman Pembumian Driven Rod Terhadap Resistansi Jenis Tanah*” 8 (2012): 121–32.

Rizal, Yose, IGN Satriyadi, R. Wahyudi. 2014. *Analisis Kinerja Sistem Pentanahan PT. PLN (PERSERO) Gardu Indul 150 kV Ngimbang- Lamongan Dengan Metode Finite Element Method (FEM).* Jurnal Teknik Pomits 6 Januari 2014

Saini, Makmur; Yunus, A.M Shiddiq; Pangkung, Andareas. “*Pengembangan Sistem Penangkal Petir Dan Pentanahan*” 3, no. 2 (2016): 66–71.

Saputro, Nurcahyo Hajar, Program Studi, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Muhammadiyah Surakarta. “*Analisis Pentanahan Kaki Menara Trasnmisi 150 KV Remnag-Blora Bertahanan Tinggi Dan Usaha Menurunkannya*,” 2016.

Siregar, Leonardus. “*Analisa Pengukuran Tahanan Pembumian Menara Transmisi Titi Kuning – Lubuk Pakam*,” n.d., 1–13.

Sukmawidjaja, Maula, Syamsir Abduh, and Shahnaz Nadia. “*Analisis Perancangan Sistem Proteksi Bangunan The Bellagio Residence Terhadap Sambaran Petir*.” ISSN 1412-0372 12 (2015): 75–86.

Sunarhati, Marliyus. “*Perhitungan Tahanan Pentanahan Gardu Di Griya Kaswari Palembang*,” n.d., 30–42.

Wahyono,Budhi Prasetiyo. 2013. *Analisa Pengaruh Jarak dan Kedalaman Terhadap Nilai Tahanan Pembumian Dengan 2 Elektroda Batang.* ISBN 978-602-99334-2-0. Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013

Zoro, Reynaldo. “*Fenomena Petir Tropis Dan Parameter Petir*,” 2021.