

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

Nia Aulia Putri^{1*}

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat 25143

*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 ($<5 \Omega$). 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 ditanahkan dan semakin jauh jarak antar elektroda maka nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil.

Kata kunci: Elektroda, Pentanahan, Tahanan

1. 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 (Faisal, 2019). 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 digrounding (ditanahkan).

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*).

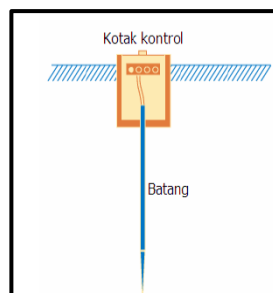
Dengan adanya kegiatan *maintenance* dan perbaikan yang dilakukan pada menara SUTT 150 kV wilayah Maninjau-Simpang Empat, penulis berminat untuk melakukan evaluasi tentang sejauh mana perubahan nilai tahanan yang terjadi apabila dilakukan instalasi pentanahan dengan elektroda batang diparalelkan (*Multiple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

2. MEODOLOGI

2.1. Jenis Elektroda Pentanahan

A. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah yang paling sering digunakan karena relatif murah dan biasa mencapai lapisan tanah yang memiliki tahanan jenis rendah. Parameter elektroda batang meliputi: panjang, diameter dan bahan elektroda. Bahan elektroda yang biasa digunakan terbuat dari tembaga murni atau tembaga yang berlapis baja. Elektroda yang terbuat dari tembaga murni relatif cocok untuk kondisi tanah yang mempunyai kadar garam tinggi. Elektroda berlapis baja digunakan untuk wilayah dengan gejala korosi yang sering terjadi. Elektroda ini mempunyai kemampuan hantaran arus yang lebih kecil dibandingkan dengan elektroda tembaga murni. Dalam pemasangan elektroda batang biasa dilengkapi dengan bahan anti karat sebagai pelindung. Bahan anti karat tidak akan menurunkan impedansi keseluruhan karena tidak adanya kontak langsung dengan tanah (Farmade, 2016) .



Gambar 1. Elektroda Batang

Untuk $s > Lx$

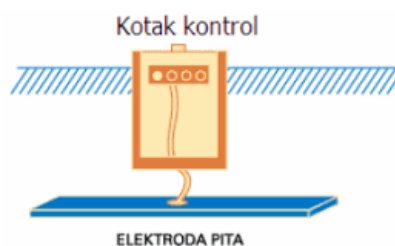
$$R_p = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{a} - 1 \right] + \frac{\rho}{4\pi s} \left[1 - \frac{Lx^2}{3s^2} + \frac{2Lx^4}{5s^4} + \dots \right] \quad (1)$$

Untuk $s < Lx$

$$R_p = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{a} + \ln \frac{4Lx}{a} - 2 + \frac{s}{2Lx} - \frac{s^2}{16Lx^2} + \frac{s^4}{512Lx^4} + \dots \right] \quad (2)$$

B. Elektroda Pita

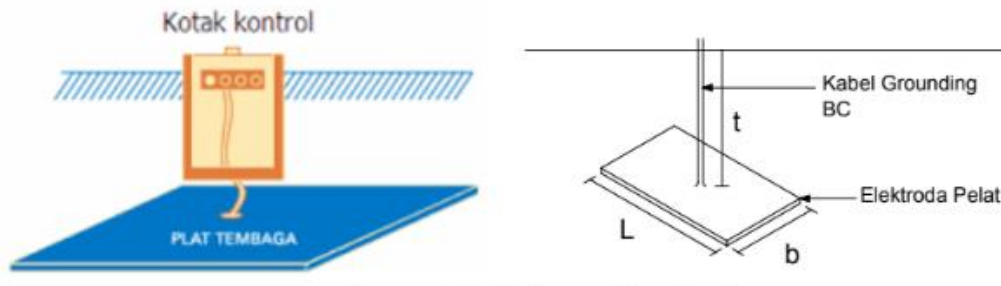
Elektroda Pita adalah salah satu elektroda pentanahan yang memiliki bentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin. Pada umumnya elektroda jenis pita ditanam secara dangkal dan dapat dipasang secara tegak lurus (vertikal) maupun dipasang secara mendatar (horizontal) ke dalam tanah. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 . Elektroda Pita

C. Elektroda Pelat

Elektroda Pelat adalah salah satu jenis elektroda dengan bahan dari pelat logam. Elektroda jenis ini biasanya digunakan sebagai upaya menurunkan nilai resistansi apabila diinginkan nilai tahanan pentanahan kecil yang sulit diperoleh apabila menggunakan jenis – jenis elektroda yang lain (Handayani, 2008). Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



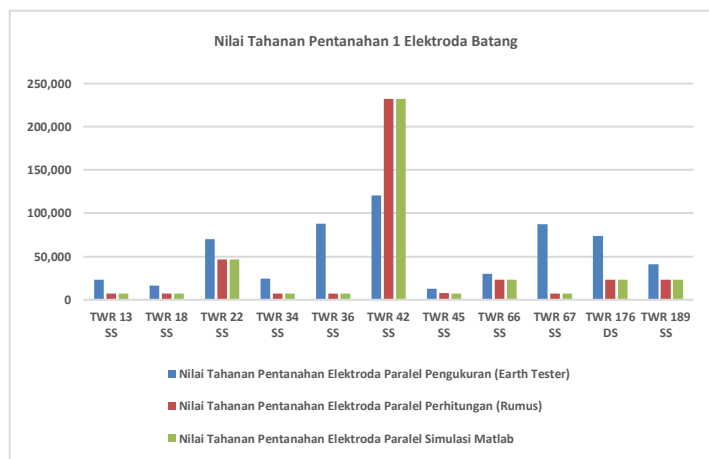
Gambar 3. Elektroda Pelat

3. 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 ($\Omega.m$)	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

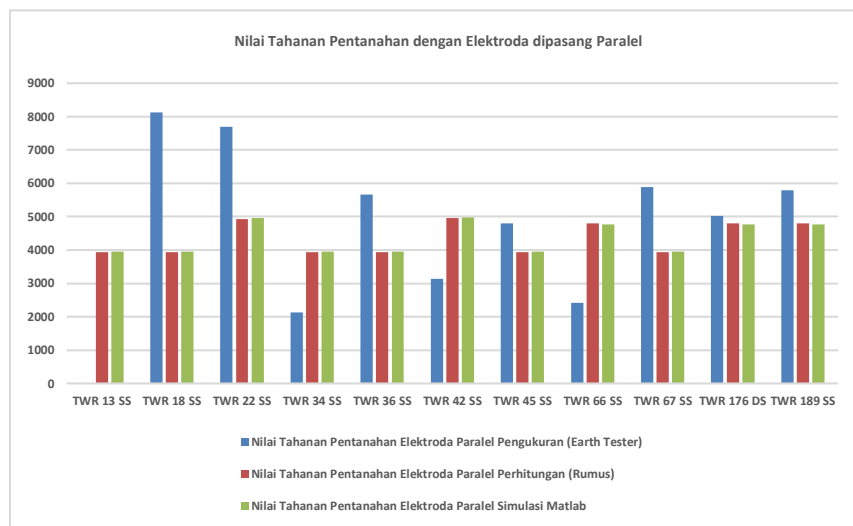


Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Pentanahan 1 Batang Elektroda (*Single Rod*)

Pada tabel 2 dan gambar 4 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 ($\Omega.m$)	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 5. 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

- 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 30Ω , maka didapatkan nilai tahanan pentanahan sebesar $23,1 \Omega$ berdasarkan hasil di lapangan. Sedangkan menurut hasil perhitungan dengan rumus tahanan pentanahan hasil yang didapatkan adalah sebesar $6,970 \Omega$ dan berdasarkan hasil simulasi menggunakan Matlab GUI diperoleh nilai tahanan sebesar $6,966 \Omega$. 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 $<5 \Omega$, dilakukan instalasi elektroda secara paralel oleh ULTG Bukittinggi pada kedalaman 2 m dengan jarak 2 m antar elektroda, sehingga menghasilkan nilai tahanan sebesar $0,09 \Omega$ 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 $3,942 \Omega (<5 \Omega)$. 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.

- Pada menara no. 18 untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan menara tersebut agar $<5 \Omega$, dilakukan instalasi elektroda secara paralel oleh ULTG Bukittinggi pada kedalaman 2 m dengan jarak 2 m antar elektroda, sehingga menghasilkan nilai tahanan sebesar $8,12 \Omega$ 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 $3,942 \Omega (<5 \Omega)$. Terdapat selisih nilai sebesar $4,178 \Omega$ 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.
- Pada menara nomor 22 untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan yang semula $70,3 \Omega$ menjadi $<5 \Omega$, ULTG bukittinggi memberikan perlakuan yang sama untuk instalasi elektroda pentanahannya yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman 2 m dan dengan jarak 2 m antar elektroda, dan hasil yang didapat adalah sebesar $7,69 \Omega$, sedangkan penulis melakukan

perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 18 m dengan jarak antar elektroda sejauh 36 m sehingga diperoleh hasil $<5 \Omega$, yaitu $4,931 \Omega$.

- d. 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 elektroda, dimana hasil yang didapat pada masing-masing menara adalah sebesar $2,13 \Omega$, $5,67 \Omega$, $4,80 \Omega$, dan $5,88 \Omega$. Maka dari itu penulis membuat perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 2 m dengan jarak antar elektroda sejauh 5 m sehingga diperoleh hasil yaitu $3,94 \Omega$. Hasil yang diperoleh akan sama karena menara-menara tersebut disumsikan mempunyai nilai tahanan jenis tanah yang sama ($30 \Omega\text{m}$) berdasarkan letak menara sesuai PUIL 2011.
- e. Pada menara nomor 66, 176, dan 189 yang diasumsikan memiliki nilai tahanan jenis tanah/resistivitas yang sama yaitu sebesar $100 \Omega\text{m}$ juga dilakukan instalasi elektroda pentanahan sama dengan menara lainnya yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman 2 m dan dengan jarak 2 m antar elektroda, dimana hasil yang didapat pada masing-masing menara adalah sebesar $2,42 \Omega$, $5,02 \Omega$, dan $5,79 \Omega$. Untuk itu penulis membuat perhitungan dengan kedalaman elektroda sejauh 8 m dengan jarak antar elektroda sejauh 16 m sehingga diperoleh hasil tahanan pentanahan yaitu $4,799 \Omega$. Hasil yang diperoleh akan sama karena menara-menara tersebut disumsikan mempunyai nilai tahanan jenis tanah yang sama berdasarkan letak menara sesuai PUIL 2011.

4. 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 ($<5 \Omega$), 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 pentanahan 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 tersebut dan disesuaikan dengan tahanan jenis tanah pada masing-masing menara agar nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan sesuai dengan standar PUIL 2011, yaitu $<5 \Omega$. Sedangkan pada kenyataan di lapangan 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.