

**PENGARUH KONDISI TANAH TERHADAP TAHANAN PENTANAHAN
KAKI MENARA 150KV KRAMASAN-MARIANA**

Nita Nurdiana¹, Rieski Radeli²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang, Indonesia
nurdiana78@univpgri-palembang.ac.id¹, rieskiradeli@gmail.com²

Received 29 September 2021 | Revised 26 Juli 2022 | Accepted 05 Agustus 2022

ABSTRAK

Sistem pentanahan dimaksudkan untuk memastikan bahwa baik peralatan listrik maupun orang-orang disekitarnya dalam kondisi yang aman dari gangguan arus lebih dengan cara mentransfer arus gangguan ke bumi. Penanaman elektroda merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan nilai hambatan pentanahan yang kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi tanah terhadap nilai tahanan pentanahan pada kaki Menara SUTT. Dengan menggunakan metode tiga titik pada tiga jenis kondisi tanah pada 6 kaki Menara, didapatkan nilai pentanahan terendah sebesar 5,12 ohm di daerah rawa pada lokasi Menara 10. Hambatan pembumiharian pentanahan tertinggi di daerah kebun yaitu 8,32 ohm pada lokasi Menara 66. Semua nilai tahanan pentanahan dalam keadaan baik dan tidak melebihi standar pentanahan saluran udara tegangan tinggi 150 Kilo Volt yaitu sebesar 10 ohm. Dari hasil analisa diperoleh kesimpulan bahwa kondisi tanah dimana elektroda ditanamkan mempengaruhi nilai pentanahan.

Kata Kunci : kondisi tanah Pentanahan, Tahanan Pentanahan, Elektroda, Gangguan Arus Lebih,

ABSTRACT

The grounding system is intended to ensure that both electrical equipment and the people around it are in a safe condition from overcurrent faults by transferring the fault current to earth. Electrode implantation is one of the factors to get a small grounding resistance value. This study aims to determine the effect of soil conditions on the value of grounding resistance at the foot of the Menara. By using the three-point method on three types of soil conditions at 6 feet Menara, the lowest grounding value is 5.12 ohms in the swamp area at Menara 10 location. The highest grounding resistance in the garden area is 8.32 ohm at Menara 66 location. All values the grounding resistance is in good condition and does not exceed the 150 Kilo Volt high voltage overhead line grounding standard, which is 10 ohms. From the results of the analysis, it is concluded that the soil conditions where the electrodes are implanted affect the grounding value

Keywords: Grounding condition, Grounding Resistivity, Electrodes, Exceeded Current Disturbance,

I. PENDAHULUAN

Saluran Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV merupakan bagian dari sistem transmisi tenaga listrik yang rawan terhadap sambaran petir sehingga mengakibatkan lonjakan tegangan yang dapat merusak peralatan listrik. (Syamsir, 2009). Saluran transmisi merupakan komponen utama dalam penyaluran tenaga listrik dari Pusat Pembangkit ke Gardu Induk (GI) atau dari GI ke GI lainnya, saluran ini sangat rentan terkena gangguan karena menggunakan kawat / konduktor yang direntangkan antar tiang melalui isolator dan berada di area terbuka, juga memiliki konstruksi yang cukup tinggi sehingga sangat mudah terkena sambaran petir. (Badan Standarisasi Nasional, 2000).

Pada saluran transmisi SUTT 150 kV, pentanahan menjadi faktor penting sebagai pengamanan dan pelindung sistem tenaga listrik, Pentanahan tersebut tidak hanya berfungsi melindungi peralatan dan sistem juga melindungi manusia dan makhluk hidup disekitarnya (Hutauruk, 2019). Sistem transmisi harus memiliki sistem pentanahan yang baik agar dapat meminimalisir gangguan-gangguan yang dapat mengganggu kinerja pada saluran transmisi. Ketika terjadi gangguan pada salah satu bagian system transmisi maka akan berdampak pada bagian lainnya dari system transmisi tersebut, sehingga harus dikelola dengan baik. (Saputro, 2016).

Menara SUTT yang merupakan bagian dari sistem transmisi, sehingga harus memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah. Saat menentukan pola pentanahan yang ingin diterapkan, perhatikan terlebih dahulu kondisi konstruksi tanah di area menara. (Ija Darmana, Dea Ofika Yudha, Erliwati, 2016). Menurut standar (Badan Standarisasi Nasional, 2000) tahanan pentanahan menara pada tegangan operasi 150 kV (SUTT) kurang dari 10 ohm. Namun pentanahan dikatakan baik jika nilai tahanan pentanahan <1. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan sesuai standar tersebut maka sistem pentanahan pada menara SUTT harus sesuai dan sesuai dengan kondisi konstruksi tanah di sekitar menara. Nilai tahanan

pentanahan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis elektroda yang digunakan, ukuran dan susunan elektroda, jarak antar elektrode, namun juga dipengaruhi oleh kondisi tanah disekitar penanaman electroda. Faktor yang paling berpengaruh pada nilai tahanan pentanahan adalah tahanan jenis tanah dimana elektroda ditanam. Nilai Tahanan jenis tanah tergantung oleh jenis tanah, kelembaban atau kadar air tanah serta temperatur. Nilai tahanan pentanahan yang telah ditetapkan dalam (PUIL, 2000) menjadi standar dalam sistem pentanahan. Adapun nilai tahanan jenis tanah dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahanan Jenis Tanah

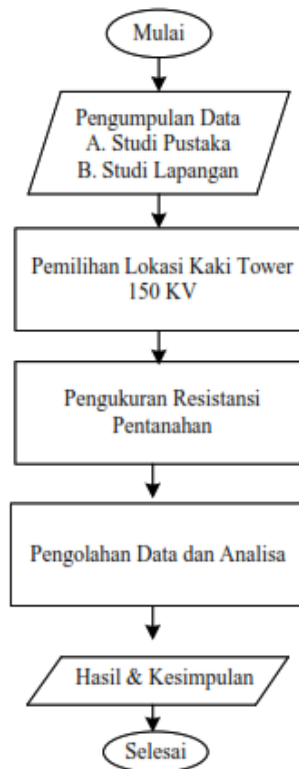
Jenis Tanah	Tahanan Jenis (Ωm)
Tanah Rawa	30
Tanah Liat dan Ladang	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000
Air laut dan tawar	10 s.d 100

Sumber : (Badan Standarisasi Nasional, 2000)

Penelitian mengenai nilai pentanahan pada kaki Menara SUTT ini juga sudah dilakukan oleh (Agung Tri Wahyudi, Juni 2018) dimana dalam penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai kadar air pada tanah disekitar kaki Menara mempengaruhi nilai pentanahan. Dalam penelitian (Ija Darmana, Dea Ofika Yudha, Erliwati, 2016) didapatkan bahwa pentanahan grid dapat diimplementasikan untuk mendapatkan nilai pentanahan kecil dari 1 Ohm pada Menara transmisi 150 kV. Sistem perbaikan nilai tahanan pada kaki Menara SUTT 150 kV juga pernah diteliti oleh (Widodo,2016), dimana berdasarkan penelitian tersebut konfigurasi penanaman elektroda batang mampu mereduksi besarnya nilai tahanan pentanahan. (Muhamad Sifak Widodo, Muhammad Suyanto, dan Gatot Santoso, 2018)

II. METODE PENELITIAN

Pengukuran tahanan pentanahan ini dilakukan pada kaki Menara SUTT 150 kV Keramasan-Mariana sesuai dengan prosedur dan acuan standarisasi yang telah ditentukan. Diagram alir penlitia dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diawali dengan studi literatur dan referensi serta studi lapangan guna menentukan lokasi kaki menara yang akan di lakukan pengukuran. Selanjutnya untuk pengolahan data ini merujuk (IEEE, 2000) dimana dilakukan perhitungan untuk :

1. Tahanan jenis tanah.

$$\rho = \frac{2\pi L_T R_g}{\ln\left(\frac{8L_T}{d}\right)-1} \dots\dots (1)$$

2. Tahanan pentanahan konduktor.

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln\left(\frac{2L_c}{a'}\right) + \frac{k_1 L_c}{\sqrt{A}} - k_2 \right] \dots\dots (2)$$

Dengan $a' = \sqrt{a \cdot 2h}$

3. Tahanan Elektroda

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi n_r L_r} \left[\ln\left(\frac{4L_r}{b}\right) - 1 + \frac{2k_1 L_r}{\sqrt{A}} (\sqrt{n_r} - 1)^2 \right] \dots\dots (3)$$

4. Tahanan pentanahan bersama antara konduktor dan rod

$$R_m = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln\left(\frac{2L_c}{L_r}\right) + \frac{k_1 L_c}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right] \dots\dots (4)$$

5. Tahanan total sistem

$$R_{Tsys} = \frac{R_1 R_2 - R_m^2}{R_1 + R_2 - 2R_m} \dots\dots (5)$$

Dimana

- ρ = tahanan jenis tanah (Ωm)
 - L_T = total panjang konduktor dan elektroda tertanam (m)
 - L_r = Panjang elektroda (m)
 - d = diameter elektroda (m)
 - R_1 = tahanan pentanahan konduktor grid (Ω)
 - R_2 = tahanan pentanahan elektroda (Ω)
 - L_c = total Panjang konduktor yang terhubung ke grid (m)
 - a' = jari-jari konduktor yang tertanam pada kedalaman h (m)
 - k_1 = koefisien 1
 - k_2 = koefisien 2
 - b = jari-jari elektroda (m)
 - n_r = jumlah elektroda pada area A
- sumber: (Gio Tamahullah, Dini Fauziah, 2021)

III. PEMBAHASAN

Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada Menara SUTT 150 kV dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Menara SUTT 150 kV

Transmisi Keramasan – Mariana	Jenis Tanah	Tahanan Standar Pentanahan Menara 150 kV (Ω)	Hasil Pengukuran (Ω)				
			A	B	C	D	Gabungan (Ω)
Menara							
03	Sawah	< 10 Ω	0,90	0,80	0,80	1,10	0,90
04	Sawah	< 10 Ω	1,20	1,00	0,90	0,80	1,20
09	Rawa	< 10 Ω	1,10	1,10	1,20	0,90	1,10
10	Rawa	< 10 Ω	0,80	1,40	1,00	0,80	0,80
65	Kebun	< 10 Ω	1,00	1,00	1,20	0,90	1,20
66	Kebun	< 10 Ω	0,80	1,20	1,30	1,10	1,30

Hasil perhitungan nilai tahanan jenis tanah bahwa nilai tahanan pada Menara 66 yang berlokasi di tanah kebun memiliki nilai tahanan jenis tanah yang paling tinggi yaitu 40-82 Ohm-meter. Dan tahanan jenis tanah yang paling rendah yaitu pada Menara 10 dengan 25,12 Ohm-meter.

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Nilai Tahanan Jenis Tanah

Menara	Lokasi Menara	π	a (m)	Tahanan Standar		Hasil Perhitungan ρ (Ohm-meter)
				Jenis Tanah (Ohm-meter)		
03	Sawah	3.14	5	Tanah Rawa		28,26
04	Sawah	3.14	5	Tanah Rawa		37,68
09	Rawa	3.14	5	Tanah Rawa		34,54
10	Rawa	3.14	5	Tanah Rawa		25,12
65	Kebun	3.14	5	Tanah liat dan ladang	20 – 100	37,68
66	Kebun	3.14	5	Tanah liat dan ladang	20 – 100	40,82

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan (Single Rod)

Menara	Lokasi Menara	Tahanan standar Pentanahan Menara 150 KV (Ω)	π	r (m)	L (m)	ρ (Ω m)	R (Ω)
04	Sawah	< 10 Ω	3.14	0,035	4	37,68	7,68
09	Rawa	< 10 Ω	3.14	0,035	4	34,54	7,04
10	Rawa	< 10 Ω	3.14	0,035	4	25,12	5,12
65	Kebun	< 10 Ω	3.14	0,035	4	37,68	7,68
66	Kebun	< 10 Ω	3.14	0,035	4	40,82	8,32

Dengan menggunakan satu batang elektroda yang ditanam tegak lurus kedalam tanah dengan ($\pi = 3,14$), ($r = 0,035$ meter), ($L = 4$ meter), dan tahanan jenis tanah (ρ (Ω m)) yang didapat dari hasil perhitungan. Maka mendapatkan hasil R (Ω) yang hampir mendekati nilai tahanan pentanahan yang didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester*.

Berdasarkan nilai tahanan pentanahan yang didapatkan dalam pengukuran pada kaki Menara Transmisi SUTT 150 kV Keramasan-Mariana dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester*. Rata-rata tahanan tidak melebihi 10 Ohm Semua tahanan dalam kondisi baik, sesuai dengan standar tahanan pentanahan Transmisi 150 kV tidak melebihi 10 Ohm, nilai tahanan pentanahan yang didapat dari hasil pengukuran 6 Menara Transmisi di 3 kondisi tanah yang berbeda yaitu sawah, rawa, dan kebun, diperoleh nilai tahanan pentanahan yang paling tinggi yaitu pada Menara 66 pada kondisi tanah dikebum dengan tahanan pentanahan Menara sebesar 8,32 Ohm (Ω) tetapi nilai tersebut masih dalam kondisi baik.

Nilai tahanan pentanahan Menara Transmisi yang paling rendah yaitu pada Menara 10 dengan kondisi tanah rawa dengan tahanan pentanahan Menara sebesar 5,12 Ohm (Ω). Perhitungan tahanan jenis tanah pada 6 Menara transmisi di 3 kondisi tanah yang berbeda yaitu sawah, rawa, dan kebun pada jalur transmisi Keramasan – Mariana dilakukan dengan menggunakan metoda tiga titik. Maka didapat nilai tahanan (R). dan nilai resistansi tahanan jenis tanah akan dapat diperoleh setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.3. diperoleh nilai resistansi jenis tanah yang paling tinggi yaitu terdapat pada Menara 66 dengan kondisi tanah dikebum dengan tahanan jenis tanah 40,82 (Ω -m). Dan yang paling rendah yaitu terdapat pada Menara 10 dengan kondisi tanah rawa dengan tahanan jenis tanah 25,12 (Ω -m).

Pada 6 Menara yang dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dikondisi tanah yang berbeda ini tidak memiliki sistem pentanahan tambahan. Pengukuran tahanan pentanahan hanya bisa dilakukan dengan satu bentuk pengukuran, yaitu pengukuran langsung pada kaki Menara Transmisi.

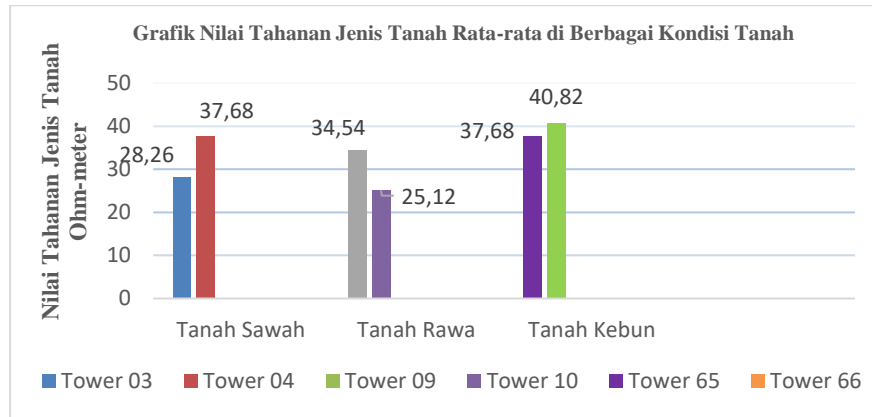
Berhubung kondisi kawat yang ditanam/dicor didalam tiang pondasi sejak awal dibuatnya Menara maka hanya satu bentuk pengukuran yang bisa dikakukan yaitu pengukuran langsung dengan kawat pentanahan terhubung. Hal seperti Ini dilakukan untuk mengatasi pencurian batang elektroda.

Grafik Nilai tahanan pentanahan Rata-rata dari berbagai kondisi tanah, dapat dilihat dari grafik nilai tahanan yang paling tinggi yaitu (8.32 Ω) pada Menara 66 dikondisi tanah kebun. Kemudian tahanan pentanahanya yang paling kecil yaitu (5,12 Ω) pada Menara 10 dengan kondisi tanah rawa. Kesimpulannya bahwa kondisi tanah juga sangat berpengaruh terhadap nilai tahanan pentanahan Menara SUTT 150 kV Transmisi Keramasan-Mariana.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Tahanan Pentanahan Menara SUTT 150 kV Transmisi Keramasan-Mariana

Menara	Jenis Tanah	Tahanan Standar Pentanahan Menara 150 KV (Ω)		Hasil Perhitungan (Ω)
		03	Sawah	
04	Sawah	< 10 Ω		7,68 Ω
09	Rawa	< 10 Ω		7,04 Ω
10	Rawa	< 10 Ω		5,12 Ω
65	Kebun	< 10 Ω		7,68 Ω
66	Kebun	< 10 Ω		8,32 Ω

Grafik Nilai Tahanan Jenis Tanah dari berbagai kondisi tanah, dapat dilihat dari grafik nilai tahanan jenis tanah yang paling tinggi yaitu (6,37 Ω -m) pada Menara 66 dikondisi tanah kebun. Kemudian tahanan jenis tanah yang paling kecil yaitu (3,92 Ω -m) pada Menara 10 dengan kondisi tanah rawa. Kesimpulannya bahwa tahanan jenis tanah juga sangat berpengaruh terhadap nilai tahanan pentanahan Menara SUTT 150 kV Transmisi Keramasan-Mariana.



Gambar 2. Grafik Tahanan Jenis Tanah Rata-rata di Berbagai Kondisi Tanah

IV. KESIMPULAN

1. Nilai tahanan pentanahan dari ke 6 Menara yang diteliti yaitu Menara 04 dengan nilai tahanan sebesar 5,76 Ω , pada Menara 05 dengan nilai tahanan sebesar 7,68 Ω , pada Menara 09 dengan nilai tahanan sebesar 7,04 Ω , pada Menara 10 dengan nilai tahanan sebesar 5,12 Ω , pada Menara 65 dengan nilai tahanan sebesar 7,68 Ω , dan pada Menara 66 dengan nilai tahanan sebesar 8,32 Ω . Di lihat dari hasil yang di dapatdari ke 6 Menara yang diteliti yaitu masih dalam batas standarpentanahan SUTT 150 kV. yaitutidak melebihi10 Ohm.
2. Dari ke tiga lokasi pengukuran tahanan jenis tanah yaitu sawah, rawa, dan kebun, nilai tahanan jenis tanah yang paling kecil di daerah rawa yaitu 25,12 Ohm-meter pada lokasi Menara 10. Dan yang paling tinggi adalah daerah kebun yaitu 40,82 Ohm-meter pada lokasi Menara 66.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Tri Wahyudi, d. (Juni 2018). Analisa Perbaiki Sistem Pentanahan Pada Kaki Menara di Jaringan Transmisi 150 kV gardu Induk Pedan-Kentungan. *Jurnal Elektrikal volume 5 No 1*, 1-11.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000)*. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.
- Gio Tamahullah, Dini Fauziah. (2021). Analisis Tahanan Pentanahan pada Kaki Tower. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi* (hal. 346-353). Indonesia: SNT0.
- Hutauruk, T. (2019). *Pengetahuan Netral Sistem Tenaga dan Pengetahuan Peralatan*. Indonesia: Erlangga; Jakarta.
- IEEE. (2000). *IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. IEEE std 80-2000*. IEEE.
- Ija Darmana, Dea Ofika Yudha, Erliwati. (2016). Implementasi Sistem Pentanahan Grid Pada Tower Transmisi 150 kV (Aplikasi Pada Tower SUTT 150 kV tower 33). *Jurnal IPTEKS Terapan Vol 9 No 2*.
- Muhamad Sifak Widodo, Muhammad Suyanto, dan Gatot Santoso. (2018). Sistem Perbaikan Nilai Tahanan Pentanahan Kaki Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Kentungan-Medari. *Jurnal Elektrikal Vol 5 No 1*, 72-80.
- Saputro, N. H. (2016). *Analisa Pentanahan Kaki Menara Transmisi 150 kV Rembang-Blora Bertahanan Tinggi dan Usaha menurunkannya*. Indonesia: Fakultas Teknik Universitas Negeri Muhammadiyah: Surakarta.
- Syamsir, A. (2009). Analisa Gangguan Petir Akibat Sambaran Petir Langsung Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra tinggi 500 kV. *Universitas trisakti, jakarta*.