

# Analisis Resistansi Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 kV Jalur Maros – Sungguminasa

Ashar AR<sup>1)</sup>, Sofyan<sup>2)</sup>, M. Ulil Abshar<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

[ashar\\_ar@poliupg.ac.id](mailto:ashar_ar@poliupg.ac.id)

[Sofyantato.pnup@gmail.com](mailto:Sofyantato.pnup@gmail.com)

[ulilbasalamah@gmail.com](mailto:ulilbasalamah@gmail.com)

## Abstrak

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pengamanan dan perlindungan sistem tenaga listrik. Pada saat terjadi gangguan disistem tenaga listrik, sistem pentanahan dapat menyalurkan arus gangguan dengan cepat ke dalam tanah dan disebarkan ke segala arah. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) pada jalur Maros - Sungguminasa merupakan jalur yang letak towernya berada pada jenis tanah yang berbeda – beda, sehingga membuat penulis mengambil jalur Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) Maros - Sungguminasa untuk menjadi tempat penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi literatur, observasi, wawancara, dan analisis data. Setelah memperoleh data hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan tower transmisi 150 kV Maros - Sungguminasa, didapatkan nilai tahanan pentanahan pada tanah rawa sebesar 1,33  $\Omega$ , dan pada tanah liat sebesar 1,35  $\Omega$ . Selanjutnya menghitung persentase perbandingan antara data hasil pengukuran dengan standar yang telah ditentukan, didapatkan presentase perbandingan nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah liat dengan standar adalah 13,5% dan persentase perbandingan nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah rawa dengan standar adalah 13,3%. Maka dari kedua hasil tersebut, dapat diketahui bahwa nilai tahanan pentanahan di tanah rawa lebih baik dibandingkan nilai tahanan pentanahan di tanah liat dengan persentase perbandingan sebesar 13,3% untuk tanah rawa.

Kata Kunci : *Resistansi, Sistem Pentanahan, Saluran Udara Tegangan Tinggi, Gangguan*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pengamanan dan perlindungan sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus lebih dan tegangan lebih. Pada saat terjadi gangguan disistem tenaga listrik, sistem pentanahan dapat menyalurkan arus gangguan dengan cepat ke dalam tanah dan disebarkan ke segala arah.

Salah satu sistem proteksi yang terpasang pada menara transmisi adalah pentanahan kaki menara transmisi. Komponen pentanahan yang digunakan pada proteksi kaki menara transmisi terdiri dari penghantar pentanahan dan elektroda pentanahan. Nilai resistansi pentanahan menara transmisi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain dipengaruhi oleh jenis tanah menara transmisi tersebut.

Nilai resistansi pentanahan yang baik sesuai dengan PUIL 2011, standar IEC dan SNI adalah untuk jaringan transmisi 70 kV kurang dari atau sama dengan 5 ohm, untuk 150 kV kurang dari atau sama dengan 10 ohm dan untuk 500 kV kurang dari atau sama dengan 15 ohm. Jika terjadi nilai resistansi pentanahan lebih dari yang disarankan maka berpotensi pentanahan tidak bisa menyalurkan tegangan gangguan akibat sambaran petir

dan akan mengakibatkan kerusakan pada instalasi listrik. Untuk mempertahankan agar nilai resistansi pentanahan kaki menara transmisi kurang dari atau sama dengan yang disarankan, perlu dilakukan pengukuran dan perawatan secara berkala.

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) pada jalur Maros - Sungguminasa merupakan jalur yang letak towernya berada pada jenis tanah yang berbeda – beda, sehingga membuat penulis mengambil jalur Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) Maros - Sungguminasa untuk menjadi tempat penelitian.

### 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menghitung perbandingan nilai tahanan pentanahan menara transmisi 150 kV jalur Maros - Sungguminasa dengan standar yang telah ditentukan.
2. Menghitung perbandingan nilai tahanan pentanahan terhadap jenis tanah pada menara transmisi 150 kV jalur Maros – Sungguminasa.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan merupakan salah satu bentuk sistem yang terintegrasi pada sistem ketenagalistrikan dan

dimaksudkan untuk menjamin keamanan sistem secara keseluruhan dari gangguan yang memungkinkan terjadinya kerusakan pada sistem dan peralatan sehingga berakibat pada putusnya kontinuitas pelayanan energi listrik terhadap konsumen (merugikan pelanggan / konsumen listrik). Secara garis besar, tujuan dari penatanaan adalah untuk memadamkan busur listrik yang timbul kepada tanah jika terjadi gangguan arus besar dan membatasi tegangan pada fasa – fasa yang belum mengalami gangguan listrik[1].

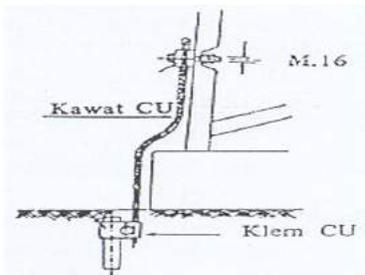
Masalah penatanaan merupakan salah satu faktor penting di dalam perlistrikan seperti pada stasiun pembangkit, gardu induk, sistem transmisi dan distribusi, ia mempunyai hubungan yang erat dengan perlindungan suatu sistem dan semua peralatannya.

Agar penatanaan dapat bekerja dengan efektif harus memenuhi persyaratan sebagai berikut [2]:

- 1) Membuat jalur impedansi yang rendah ke tanah dan menggunakan rangkaian efektif
- 2) Dapat melawan dan menyebarkan gangguan yang berulang
- 3) Menggunakan bahan yang tahan terhadap korosi diberbagai kondisi kimiawi tanah, hal ini untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- 4) Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

### 2.2 Pentanahan Tower SUTT

Salah satu pengamanan yang paling baik terhadap peralatan listrik dari gangguan seperti arus lebih ataupun hubung singkat karena surja petir yaitu dengan cara penatanaan. Cara ini bukan hanya dapat melindungi peralatan tetapi juga mampu melindungi manusia dari adanya bahaya-bahaya yang dapat memakan korban, caranya adalah dengan menghubungkan bagian peralatan jaringan listrik tersebut dengan sistem penatanaan. Pentanahan adalah penghubung suatu titik rangkaian listrik dengan bumi dengan cara tertentu, penatanaan tower SUTT 150 kV adalah perlengkapan pembumian sistem transmisi, berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari kawat tanah (*ground wire*), badan tower lalu ke bumi akibat sambaran petir atau hubung singkat. Apabila hal tersebut akan dilaksanakan, maka perlu dan harus dirancang dengan benar [3].



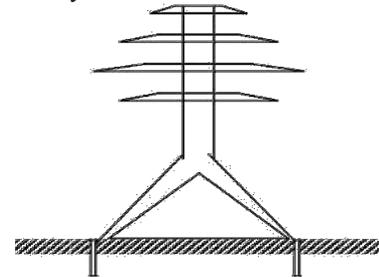
Gambar 1. Pentanahan tower SUTT

### A. Metode / Cara Pentanahan Tower SUTT

Adapun metode penatanaan yang digunakan pada tower SUTT 150 kV adalah sebagai berikut [4]:

#### 1) Pentanahan Dengan Elektroda Tancap (*Driven Ground*)

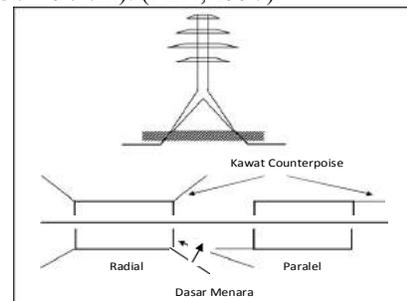
Pentanahan dengan metode *Driven Ground* adalah penatanaan yang dilakukan dengan cara menancapkan batang elektroda ke tanah (PLN, 1997). Pentanahan ini adalah penatanaan yang paling sederhana dan paling sering digunakan dimana nilai tahanan tanahnya rendah.



Gambar 2. Metode *Driven Ground*

#### 2) Pentanahan Dengan *Counterpoise*

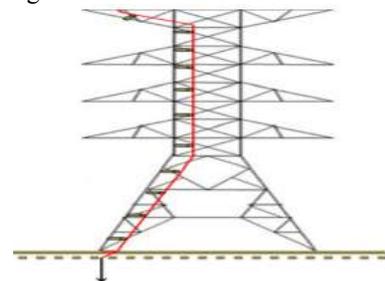
Pentanahan dengan *Counterpoise* adalah penatanaan yang dilakukan dengan cara menanam kawat elektroda sejajar atau radial beberapa cm di bawah tanah (30 – 90 cm). (PLN, 1997)



Gambar 3. Metode *Counterpoise*

#### 3) Pentanahan Langsung (*Direct Grounding*)

Pentanahan dengan metode *Direct Grounding* merupakan metode penatanaan langsung dari kawat tanah penangkal petir (*Ground Wire*) yang berada di atas kawat fasa pada jaringan transmisi. Metode penatanaan *direct grounding* ini tidak lagi mengalirkan arus listrik akibat sambaran petir melalui body dari tower transmisi atau dengan kata lain langsung ke tanah.



Gambar 4. Metode *Direct Grounding*

B. Bagian – bagian Pentanahan Tower SUTT

1) Elektroda pentanahan.

Elektroda pentanahan, yaitu penghantar yang ditanam ke dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Elektroda pentanahan ini berfungsi untuk mempertahankan tegangan tanah pada konduktor yang dihubungkan padanya dan untuk menyerap ke tanah arus yang dihantarkan ke elektroda tersebut. Adanya kontak langsung tersebut diatas dengan tujuan agar diperoleh pelaluan arus yang sebaikbaiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ketanah.

Elektroda yang di gunakan untuk pentanahan harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain :

- a) Memiliki daya hantar jenis yang cukup besar.
- b) Memiliki kekuatan mekanis yang cukup tinggi.
- c) Tahan terhadap peleburan dari keburukan sambungan listrik.
- d) Tahan terhadap korosi.

Macam dan bentuk dari elektroda pentanahan adalah sebagai berikut:

a) Elektroda Pita

Merupakan elektroda yang terbuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat. Pemasangan elektroda jenis ini akan sulit dilakukan bila mendapati lapisan – lapisan tanah yang berbatu. Untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan dengan elektroda pita digunakan rumus sebagai berikut.

$$R_w = \frac{\rho}{\pi L w} \left[ \ln \left( \frac{2Lw}{\sqrt{dw}Zw} \right) + \frac{1,4Lw}{\sqrt{Aw}} - 5,6 \right] \quad (1)$$

Keterangan :

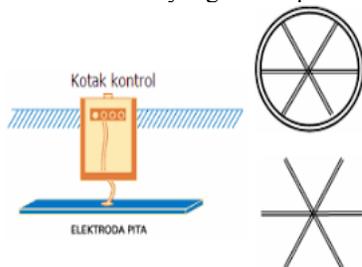
$R_w$  = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis Tanah ( $\Omega m$ )

$Lw$  = Panjang total grid kawat (m)

$Zw$  = Kedalaman penanaman (m)

$Aw$  = Luasan yang dicakup oleh grid ( $m^2$ )



Gambar 5. Konfigurasi Elektroda Pita

b) Elektroda Batang

Merupakan elektroda berbentuk pipa atau batang profil atau logam lain yang ditanamkan tegak lurus ke dalam tanah umumnya dengan kedalaman antara 1 sampai 10 meter. Jenis elektroda ini

yang paling banyak digunakan pada pentanahan tower SUTT. Untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan dengan elektroda batang digunakan rumus sebagai berikut.

$$R = \left( \frac{\rho}{2\pi L} \right) \ln \left( \frac{2L}{d} \right) \quad (2)$$

Keterangan :

$R$  = Tahanan pentanahan elektroda batang ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

$L$  = Panjang batang yang tertanam (m)

$d$  = Diameter elektroda pentanahan (m)

Menurut persamaan di atas, tahanan kaki menara akan berkurang dengan menambah panjang batang pengetanahan. Tetapi hubungan ini tidak langsung dan akan mencapai satu titik dimana penambahan panjang batang pengetanahan hanya akan sedikit mengurangi tahanan kaki menara. Dalam hal ini digunakan 2 batang pentanahan secara paralel, rumus di atas tetap dapat digunakan untuk menghitung tahanan kaki menara, tetapi variable ( $d$ ) diubah menjadi ( $A$ ). Harga ( $A$ ) adalah kelipatan dari batang pentanahan yang tergantung dari penempatan masing-masing batang pentanahan sebagai berikut:

2 batang diletakan dimana saja

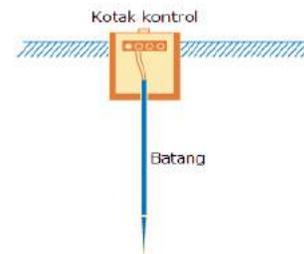
$$A = \sqrt{ar}$$

3 batang diletakan membentuk segitiga

$$A = \sqrt[3]{a^2r}$$

4 batang diletakan membentuk segiempat

$$A = \sqrt[4]{2^{1/2}a^3r}$$



Gambar 6. Konfigurasi Elektroda Batang

c) Elektroda plat

Merupakan elektroda yang terbuat dari bahan logam tuah. Elektroda plat digunakan apabila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan jenis pentanahan yang lain. Untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan dengan elektroda plat digunakan rumus sebagai berikut.

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[ \ln \left( \frac{8W_p}{0,5W_p + T_p} \right) - 1 \right] \quad (3)$$

Keterangan :

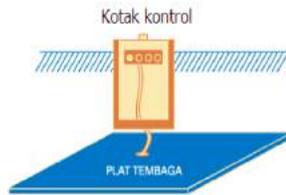
$R_p$  = Tahanan pentanahan plat ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis Tanah ( $\Omega m$ )

$L_p$  = Panjang plat (m)

$W_p$  = Lebar plat (m)

$T_p$  = Tebal plat (m)



Gambar 7. Konfigurasi Elektroda Plat

## 2) Rel Pentanahan

Merupakan suatu rel jaringan pentanahan tempat dimana elektroda – elektroda dihubungkan, sehingga seluruh elektroda menjadi satu. Rel pentanahan ini bisa berbentuk jaring / jala-jala. Rel pentanahan ini hanya digunakan pada tempat yang sulit untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik setelah menggunakan ground rod.

## 3) Penghantar Pentanahan

Merupakan kawat yang menghubungkan elektroda petanahan dengan kaki tower SUTT.

## 4) Klem Pentanahan

Merupakan klem dari plat untuk kontak antara elektroda pentanahan dengan penghantar pentanahan. Klem pentanahan menggunakan plat bimetal, yaitu baja yang dilapisi dengan lapisan tembaga.

## 5) Baut.

Digunakan sebagai kontak antara penghantar pentanahan dengan kaki tower.

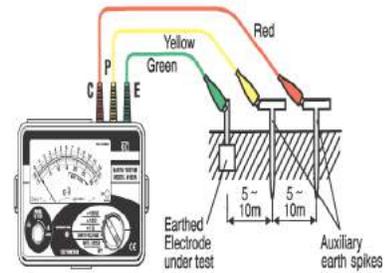
### C. Alat Ukur Pentanahan

*Earth Tester* adalah sebuah alat ukur pentanahan (*grounding*). Pada dasarnya pentanahan digunakan untuk mengamankan peralatan listrik dan jaringan listrik terhadap gangguan yang disebabkan oleh sambaran petir.



Gambar 8. Alat Ukur Pentanahan (*Earth Tester*)

Untuk cara pengukuran nilai tahanan pentanahan (*grounding*) menggunakan *Earth Tester* adalah seperti gambar berikut :



Gambar 9. Cara Pengukuran Pentanahan

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakukkang, pada tower SUTT 150 kV jalur Sungguminasa – Maros, dan dilaksanakan dari tanggal 06 januari 2020 sampai dengan 06 juli 2020.

### 3.2 Prosedur penelitian

Dalam suatu penelitian, dibutuhkan prosedur atau langkah – langkah yang akan dilakukan sehingga penelitian dapat terlaksana secara terstruktur, sistematis, dan terarah. Berikut langkah – langkah yang menjadi acuan dari penulis:

- 1) Melakukan studi pustaka melalui literatur yang telah dikumpulkan,
- 2) Mengenal objek yang akan diteliti berupa observasi langsung (studi lapangan),
- 3) Melakukan pengambilan data yang dibutuhkan secara langsung dari objek yang diteliti,
- 4) Melakukan pengolahan data yang diperoleh,
- 5) Melakukan analisis terhadap data – data yang telah diolah, salah satunya dengan membandingkan hasil pengolahan data dengan standar yang telah ditentukan,
- 6) Menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan sehingga tujuan dan rumusan masalah dari objek penelitian dapat terjawab.
- 7) Memberikan solusi atau saran yang dapat dilakukan untuk perbaikan sistem pentanahan apabila hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan melewati batas standar yang telah di tentukan.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Berikut adalah teknik atau metode yang digunakan dalam mengumpulkan data dalam penelitian yang dilakukan:

- 1) Literatur  
Metode literatur yaitu metode dimana dilakukan pengumpulan data dari berbagai referensi – referensi buku yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir ini untuk mendapatkan dan mengetahui dasar – dasar teori yang ada hingga dapat menunjang dalam penulisan ini.
- 2) Observasi

Metode observasi yaitu metode dimana dilakukan pengumpulan data dengan cara mengadakan kunjungan langsung ke lapangan guna mengenal dan mengamati tower transmisi dan kondisi lingkungan maupun titik – titik pentanahan yang terdapat di dalamnya. Adapun data-data yang akan diambil melalui observasi ini berupa nilai resistansi pentanahan dari tower transmisi.

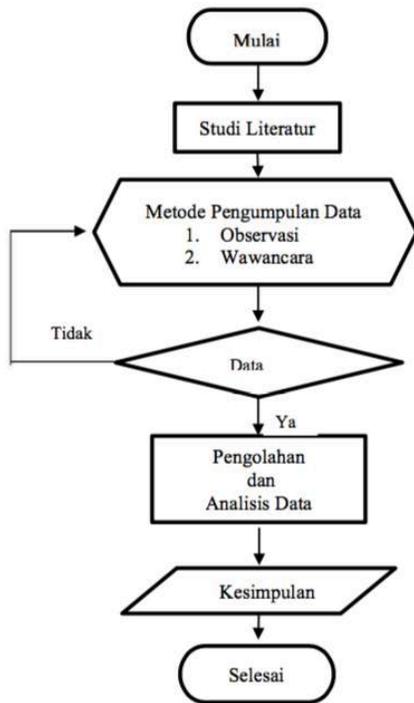
3) Wawancara

Metode wawancara yaitu metode dimana dilakukan pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab maupun konsultasi langsung dengan narasumber yang menguasai teori dan mengetahui hal – hal yang berhubungan dengan sistem pentanahan pada jalur SUTT Maros - Sungguminasa, yaitu dengan manager Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakukkang, Bapak Muh. Nursalam Sappe Rikki, supervisor dan staff OPHAR (Operasi dan Pemeliharaan) ULTG Panakukkang khususnya dibidang transmisi.

3.4 Pengolahan dan Analisis Data

Setelah memperoleh data hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan tower transmisi 150 kV Maros - Sungguminasa, maka dilakukan pengolahan dan analisis data. Selanjutnya, hasil pengolahan data dapat dianalisis dengan menggunakan rumus perhitungan sederhana. Kemudian akan didapatkan persentase perbandingan antara data hasil pengukuran dengan standar yang telah ditentukan, dan juga dari hasil persentase tersebut dapat diketahui perbandingan jenis tanah terhadap nilai resistansi pentanahan.

Berikut diagram alir (*Flowchart*) penelitian.



Gambar 10. Diagram Alir (*FlowChart*) Penelitian

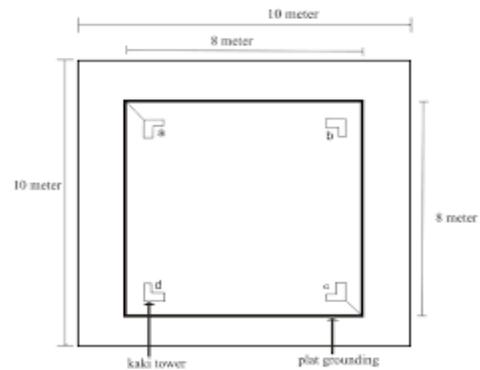
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Panakukkang, didapatkan data-data yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian yaitu tentang analisis perbandingan nilai resistansi pentanahan tower transmisi 150 kV jalur Maros - Sungguminasa.

4.2 Pentanahan Kaki Tower Transmisi 150 kV

Dalam melindungi saluran transmisi terhadap gangguan surja petir digunakan kawat pentanahan dan peralatan pentanahan kaki tower untuk mengurangi tahanan pentanahan kaki tower. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan kaki tower yang berilai kurang dari 10 Ω, maka PT. PLN (Persero) menerapkan sistem pentanahan seperti pada gambar berikut.



Gambar 11. Konstruksi pentanahan kaki tower transmisi (tampak atas)

Menara transmisi dipasang di atas lahan PLN seluas 100 meter persegi berbentuk bujur sangkar. Instalasi pentanahan yang digunakan pada tower transmisi Maros – Sungguminasa yaitu dengan memasang pelat horisontal dengan sisi 8 m. Kaki tower A dan C dihubungkan menggunakan plat horisontal yang ditanam 60-100 cm ke dalam tanah dan untuk menjamin tahanan pentanahan yang rendah maka dipasang *driven grounding* berbentuk batang (rod) berdiameter 5/8 inci atau 0.008 m dengan panjang 3 – 10 m.

Seiring waktu berjalan tahanan kaki menara transmisi mengalami penurunan nilai yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan struktur tanah, perubahan kelembaban tanah, dan perubahan tingkat kandungan air. Kondisi seperti ini akan semakin buruk saat terjadi musim kemarau panjang dimana kelembaban dan kandungan air di sekitar tower sangat sedikit yang mengakibatkan resistivitas tanah tinggi lebih dari 10 ohm.

Untuk itu pengelola dan pemelihara sistem transmisi melakukan pengecekan secara rutin untuk menjaga transmisi listrik di wilayah kerjanya dan langsung melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan dengan cara memparalelkan batang elektroda apabila terdapat nilai tahanan pentanahan yang mendekati atau melewati 5 ohm.

Perbaikan ini dimaksudkan untuk mengantisipasi naiknya nilai tahanan pentanahan di atas standar pada musim kemarau panjang, dan menjaga sistem pentanahan kaki tower transmisi tetap dalam keadaan baik.

4.3 Perhitungan Secara Teori Nilai Tahanan Pentanahan Sistem pentanahan pada tower transmisi 150 kV jalur Maros – Sungguminasa menggunakan metode Driven Ground dengan menggunakan 2 elektroda batang. Maka untuk menghitung nilai tahanan pentanahan tower dapat menggunakan persamaan (2) dengan mengganti variabel (d) menjadi (A).

1. Perhitungan nilai tahanan pentanahan di tanah rawa.

2 batang elektroda diletakan dimana saja

$$R = \left( \frac{\rho}{2\pi L} \right) \ln \left( \frac{2L}{\sqrt{ar}} \right)$$

$$R = \left( \frac{30}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \right) \ln \left( \frac{2 \cdot 10}{\sqrt{11,3 \cdot 0,008}} \right)$$

$$R = (0,5) \ln(66,6)$$

$$R = (0,5) (4,2)$$

$$R = 2,1 \Omega$$

2. Perhitungan nilai tahanan pentanahan di tanah liat.

2 batang elektroda diletakan dimana saja

$$R = \left( \frac{\rho}{2\pi L} \right) \ln \left( \frac{2L}{\sqrt{ar}} \right)$$

$$R = \left( \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \right) \ln \left( \frac{2 \cdot 10}{\sqrt{11,3 \cdot 0,008}} \right)$$

$$R = (1,6) \ln(66,6)$$

$$R = (1,6) (4,2)$$

$$R = 6,72 \Omega$$

Dari hasil di atas didapatkan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan di tanah rawa sebesar 2,1  $\Omega$  dan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan di tanah liat sebesar 6,72  $\Omega$ .

#### 4.4 Pengukuran Pentanahan Kaki Tower Transmisi 150 kV

Pengukuran nilai resistansi pentanahan tower transmisi 150 kV jalur Maros – Sungguminasa dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Earth Tester Kyoritsu Model 4102A*.



Gambar 12. *Earth Tester Kyoritsu Model 4102A*

Pengukuran nilai tahanan pentanahan tower dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengecek tegangan baterai pada alat ukur
2. Memasang kabel pada terminal alat ukur

3. Melepas baut pada kawat penghantar pentanahan yang menghubungkan kaki tower dengan elektroda pentanahan, membersihkan karat yang menempel dan memasang kembali baut tersebut
4. Menancapkan dua elektroda bantu dengan jarak 5-10 meter dari kaki tower, dan begitu juga jarak antar kedua elektroda bantu tersebut
5. Menghubungkan kabel hijau pada kaki tower, kabel kuning pada elektroda bantu yang pertama, dan kabel merah pada elektroda bantu kedua
6. Memutar *switch* pada skala 1  $\Omega$  dan menekan tombol *press to test*.

Hasil pengukuran untuk nilai tahanan pentanahan tower dibagi menjadi 2 yaitu nilai tahanan pentanahan di tanah rawa dan nilai tahanan pentanahan di tanah liat. Berikut ini adalah data hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan di 10 titik tower.

Tabel 1. Hasil pengukuran tahanan pentanahan tower transmisi 150 kV

Nomor dan Tipe Tower	Hasil Ukur ( $\Omega$ )	Jenis Tanah	Keterangan
T.53 SS	0.8	Tanah Rawa	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.54 DS	0.59	Tanah Rawa	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.58 DS	4.34	Tanah Liat	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.59 SS	5.03	Tanah Liat	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.65 SS	1.74	Tanah Rawa	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.66 DS	5.16	Tanah Liat	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.67 DS	4.72	Tanah Liat	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.69 ST	1.54	Tanah Rawa	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.91 SS	4.8	Tanah Liat	Memenuhi standar < 10 $\Omega$
T.142 ST	2.0	Tanah Rawa	Memenuhi standar < 10 $\Omega$

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran pentanahan tower transmisi 150 kV jalur Tello-Sungguminasa di 10 tower pada jenis tanah liat dan jenis tanah rawa dengan nilai rata – rata pada tanah rawa sebesar 1,33  $\Omega$ , dan pada tanah liat sebesar 4,81  $\Omega$ . Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan secara teori nilai tahanan pentanahan tower transmisi 150 kV.

Nilai rata – rata pada tanah liat masih berada di bawah standar yang telah ditentukan yaitu < 10  $\Omega$  tetapi sudah masuk pada daftar perbaikan nilai tahanan pentanahan tower transmisi, karena pengelola sistem transmisi tenaga listrik ULTG panakkukang melakukan upaya untuk mengantisipasi kenaikan nilai tahanan pentanahan yang melebihi batas standar pada musim kemarau panjang dengan cara menambah batang elektroda atau yang biasa disebut *counterpoise* di tower – tower yang berada pada tanah liat.

Adapun hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan sebelum dan sesudah dilakukan penambahan batang elektroda dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Perbaikan Di Tanah Liat

Nomor Tower	Hasil Pengukuran ( $\Omega$ )	
	Sebelum	Sesudah
T.58 DS	4,34	1,66
T.59 SS	5,03	2,17
T.66 DS	5,16	1,66
T.67 DS	4,72	0,50
T.91 SS	4,8	0,8
Nilai rata-rata	4,81	1,35

Dari hasil pengukuran nilai pentanahan pada tabel di atas, dapat dilihat terjadi perubahan pada nilai tahanan pentanahan tower dengan nilai rata – rata sebelum penambahan batang elektroda adalah sebesar 4,81  $\Omega$  dan nilai rata – rata setelah penambahan batang elektroda adalah sebesar 1,35  $\Omega$ . Hal ini dapat terjadi karena adanya penambahan batang elektroda yang ditanam sedalam 3 meter dan diparalelkan dengan pentanahan kaki tower sebelumnya menggunakan kawat tembaga.

#### 4.5 Perbandingan Nilai Hasil Pengukuran Dengan Standar

Persentase perbandingan antara hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan dengan standar yang telah ditentukan (<10  $\Omega$ ) dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

1. Persentase perbandingan pengukuran nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah rawa dengan standar yang telah ditentukan (<10  $\Omega$ )

$$\frac{1,33}{10} \times 100\% = 13,3 \%$$

2. Persentase perbandingan pengukuran nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah liat dengan standar yang telah ditentukan (<10  $\Omega$ )

$$\frac{1,35}{10} \times 100\% = 13,5 \%$$

Persentase perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai hasil pengukuran dengan standar yang telah ditentukan. Dari hasil perhitungan di atas, diketahui persentase perbandingan nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah liat dengan standar adalah 13,5% dan persentase perbandingan nilai rata - rata tahanan pentanahan di tanah rawa dengan standar adalah 13,3%.

Maka dari kedua hasil tersebut, dapat diketahui bahwa nilai tahanan pentanahan di tanah rawa lebih baik

dibandingkan nilai tahanan pentanahan di tanah liat dengan persentase perbandingan sebesar 13,3% untuk tanah rawa.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan nilai tahanan pentanahan tower transmisi 150 kV jalur Maros - Sungguminasa dengan standar yang telah ditentukan adalah 13,3% untuk tanah rawa, dan 13,5% untuk tanah liat.
2. Nilai tahanan pentanahan tower transmisi di tanah rawa lebih baik dibandingkan nilai pentanahan tower transmisi di tanah liat dengan persentase perbandingan 13,3% di tanah rawa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rianto, Agus. 2019. Analisis Sistem Pentanahan Jaringan Gardu Induk 150 Kv Pt Bekasi Power Cikarang. Jakarta: Ejournal Kajian Teknik Elektro.
- [2] Kurniawan, Hari. 2018. Studi Pentanahan Kaki Menara Transmisi 500kv Sumatera Turun Peranap New Aurduri. Journal Of Electrical Power Control And Automation.
- [3] Angga, Fitra. 2019. Studi Sistem Pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi(Sutt) Penghantar 150 Kv Lubuk Linggau – Pekalongan. Bengkulu : Jurnal Surya Energy.
- [4] Ilham, A.M. 2016. Mitigasi Gangguan Transmisi Akibat Sambaran Petir *Line* Sungguminasa – Maros. Makassar : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] Triongko, Priyono. 2019. Analisa Resistansi Elektroda Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 kV Pltgu Cilegon – Cilegon Baru. Cilegon: Jurnal Ilmiah Elektrokrisna.
- [6] PT. PLN (Persero) No.0520-1.K/Dir/2014. 2014. Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi (Sutt/Sutet). Jakarta.
- [7] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (Puil 2000)
- [8] Simangunsong, Manogu. 2014. Evaluasi Sistem Pentanahan Transformator Daya 60 Mva Pltgu Indralaya. Indralaya: Jurnal Desiminasi Teknologi.
- [9] Widianoro, Anang. Analisis Kontingensi Saluran Transmisi Pada Jaringan 150 Kv Surabaya Selatan.
- [10] Siregar, Leonardus. Analisa Pengukuran Tahanan Pembumian Menara Transmisi Titi Kuning – Lubuk Pakam. Medan.