

SISTEM PERBAIKAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN KAKI MENARA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV KENTUNGAN-MEDARI

Muhamad Sifak Widodo¹, Muhammad Suyanto², dan Gatot Santoso³,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi AKPRIND

Jalan Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222, Yogyakarta, Indonesia
Muhamadsifak1@gmail.com¹, musyant@gmail.com², gatsan@akprind.ac.id³

ABSTRACT

This research was conducted to obtain information on the improvement of the value of the earthing system on the legs of high-voltage 150 KV trench-medari tower line of 27 towers. A good grounding system in case of fault current can flow directly to the ground or to electrical equipment and living things around the disturbance, a good resistance value of less than 5-10 Ω .

The tool used when measuring pure earth resistance values with Kyoritsu Digital Earth Teste, with a three point method. The efforts made by PT PLN (Persero) to lower the prisoners are to carry out routine grounding maintenance, Measurement tower (SUTT) 150 KV transmissions Substation (GI) Kentungan-Medari.

To obtain a resistance of less than 5-10 Ω , the researchers calculated and repaired the tower 72 clay resistant soil type (ρ) (100 Ω /m) measurement 118 Ω , calculation 19,98 Ω , by adding 4 electrodes with distance (a) each 5 meter electrode, and 6 m (6 m) depth, radius of electrode (r) 0.01905 m, the result of calculation of excellent earth resistance value 5,37 Ω , highly qualified ground resistance value, that is 5- 10 Ω for the restriction of the earthing resistance value of the High Voltage Air Line (SUTT) 150 KV. From the calculation done is expected to reduce the value of pristine earth resistance.

Keywords: Soil Resistance, Earth Value, Electrode.

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang perbaikan nilai sistem pentanahan pada kaki menara saluran tegangan tinggi 150 KV Kentungan-Medari sebanyak 27 menara. Sistem pentanahan yang baik jika terjadi arus gangguan dapat langsung mengalir ketanah bukan ke sistem atau ke peralatan-peralatan listrik dan makhluk hidup yang ada di sekitar gangguan, nilai tahanan yang baik kurang dari 5-10 Ω .

Alat yang digunakan pada saat pengukuran nilai tahanan pentanahan murni dengan *Kyoritsu Digital Earth Teste*, dengan metode tiga titik. Usaha yang dilakukan PT.PLN (persero) untuk menurunkan tahanan adalah melakukan perawatan rutin pentanahan, Pengukuran menara (SUTT) 150 KV transmisi Gardu Induk (GI) Kentungan-Medari.

Untuk memperoleh tahanan kurang 5-10 Ω peneliti melakukan perhitungan dan perbaikan menara 72 tanah ladang resistans jenis tanah (ρ) (100 Ω /m) pengukuran 118 Ω , perhitungan 19,98 Ω , dengan menambah 4 batang elektroda dengan jarak (a) tiap elektroda 5 m, dan kedalaman (L) 6 m, jari-jari batang elektroda (r) 0,01905 m, didapatkan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan yang sangat baik 5,37 Ω , sangat memenuhi syarat nilai tahanan pentanahan, yaitu 5-10 Ω untuk batasan nilai tahanan pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV. Dari perhitungan yang dilakukan diharapkan mampu mereduksi nilai tahanan pentanahan murni.

Kata Kunci: Resistansi tanah, Nilai pentanahan, Elektroda.

I. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan menara saluran transmisi, erat kaitannya dengan suatu usaha pengamanan peralatan sistem maupun personil/operator/makhluk hidup. Perencanaan

pentanahan yang baik, memerlukan ketelitian dan keseksamaan yang tinggi, sehingga dapat diperoleh perlindungan yang terpercaya baik untuk sistem atau peralatan maupun untuk manusia serta makhluk hidup itu sendiri. Perlindungan ini menjamin pelayanan yang

terus-menerus dan usia peralatan akan bertambah panjang.

Sistem tenaga listrik dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu: pusat pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi, distribusi dan konsumen. Penyaluran energi listrik ke konsumen selain memerlukan peralatan pendukung untuk penyaluran, juga sebagai sistem pengamanan sistem yang baik. Suatu pengaman diperlukan bila terjadi gangguan-gangguan, seperti hubung singkat, gangguan dari sambaran petir ataupun gangguan tanah dapat diatasi oleh suatu sistem atau pengaman yang terpasang.

Salah satu faktor kunci dalam usaha perlindungan sistem tenaga listrik adalah pentanahan. Suatu tindakan pengamanan perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar. Pentanahan sistem tenaga listrik, baik pentanahan titik netral, dan pentanahan perlengkapan mempunyai pengaruh dalam kelancaran dan keamanan dari sistem tersebut, terutama dalam keadaan gangguan yang berhubungan dengan tanah. Dengan suatu metode cara pembumian atau pentanahan yang baik dan efektif dapat diharapkan kerugian yang timbul kanoleh gangguan petir dapat dikurangi atau dapat dihindari, sehingga menjamin keandalan dan keamanan penyaluran tenaga listrik (Suyanto M, 2007).

Pentanahan merupakan unsur penting dan penting dari setiap sistem energi. Perancangan dan pembebanan yang benar dirancang untuk menjamin keselamatan bagi orang dan perangkat yang berada di tempat-tempat di mana arus hubung singkat yang berbahaya atau arus lonjakan yang disebabkan oleh debit petir dapat terjadi. Oleh karena itu, hambatan pembumian harus dilakukan serendah mungkin, dan nilainya harus memenuhi pedoman yang tercantum dalam standar dan peraturan yang ditentukan (Wojtas, 2008).

Nilai pentanahan kaki menara tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) setiap kaki menara memiliki nilai yang berbeda-beda. Perbedaan nilai tahanan pentanahan tersebut diakibatkan oleh beberapa hal seperti jenis tanah, jenis batang pentanahan yang digunakan, dan kelembaban dari kondisi sekitar kaki menara. Pengaruh nilai tahanan yang paling menonjol adalah kadar air pada tanah tersebut (Noviyanto, 2016).

Konfigurasi penanaman elektroda batang mampu mereduksi besarnya tahanan

pentanahan. Bila struktur tanah dianggap *homogen* tahanan elektroda pentanahan untuk satu batang *rod* akan semakin kecil bila elektroda tersebut ditanam semakin jauh dari permukaan tanah. Realisasi pekerjaan 1 tahun, 6 bulan maupun mingguan cukup menjamin kualitas suplai daya listrik kepada konsumen. Untuk memperkecil resistensi tanah sebaiknya kalau ada rumput ilalang yang ada dipermukaan tanah sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu karena rumput tersebut dapat menambah jumlah resistensi tanah (Nurchahyo, 2016).

II. METODOLOGI

Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah mengadakan perbandingan dengan fenomena yang sebenarnya dan melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan meliputi:

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada saat melakukan pengukuran pentanahan, lihat Tabel 1.

Tabel 1. Alat Pentanahan

No.	Alat Pentanahan	Jumlah
1.	Elektrode bantu	2
2.	Sekop	1
3.	Kunci pas/ring ukuran 14, 17, 19, 21	1
4.	Kunci Inggris.	1
5.	Martril	1
6.	Tang	1
7.	<i>High grade panatrating oil</i>	1
8.	Sikat kawat amplas	1
9.	Tabel pengukuran	1
10.	Digital Earth Tester KYORITSU 4105 A	1



Gambar 1. Alat Ukur Pentanahan



(a) (b)

Gambar 2. Elektroda Bantu yang Sudah di Tancapkan ke Dalam Tanah

Keterangan Gambar 2.

- a. Elektroda arus yang ditancapkan ke dalam tanah, dengan jarak dari menara antara 5-10 meter, untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik, yaitu di bawah 5 Ω .
- b. Elektroda potensial yang ditancapkan ke dalam tanah, dengan jarak dari menara antara 5-10 meter, untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik, yaitu di bawah 5 Ω .

2. Bahan

Bahan yang diperoleh setelah melakukan pengambilan data di lapangan, yaitu:

- a. Hasil pengukuran

Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan yang dilakukan penelitian pada bulan april 2017, sepanjang transmisi kentungan-medari sebanyak 27 menara, hanya 5 (lima) yang dibahas lebih mendalam, lihat Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pentanahan

Tower	Jenis Tanah	Pengukuran Pentanahan (Ω)		Nilai Tahanan Tertinggi (Ω)	kondisi
		B	D		
72	Ladang	118	97	118	Buruk
73	Sawah	15,7	45	45	Buruk
77	Sawah	18,6	18,3	18,6	Buruk
82	Ladang	14	14	14	Buruk
86	Sawah	3,4	10	10	Buruk

b. Sampel tanah.

Sampel tanah yang diambil pada saat pengambilan data pentanahan atau pengukuran nilai tahanan pentanahan dan yang akan saya uji kadar air, pH, DHL. Sampel tanah yang hanya mempunyai nilai tahanan pentanahan yang tinggi/buruk, yaitu di atas 5-10 Ω , lihat Gambar 3.



Gambar 3. Sampel Tanah

Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui jenis dan parameter tanah pada menara yang mempunyai nilai tahanan melebihi standar yang diberlakukan pada menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV, yaitu 5-10 Ω . Parameter yang diuji antara lain kadar air, ph tanah, daya hantar listrik tanah, dan dari hasil uji sampel tanah apakah ada pengaruhnya terhadap nilai tahanan pentanahan yang mempunyai nilai buruk atau melebihi batasan yang ditentukan 5-10 Ω .

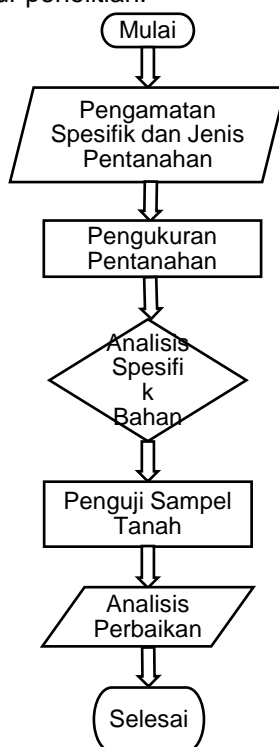
Dari hasil pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui secara lebih detail bahwa kesalahan pentanahan berada pada pemasangan elektroda atau karena jenis dan kondisi tanah. Pengujian tanah dilakukan pada laboratorium tanah, pada departemen tanah fakultas pertanian Universitas Gadjah Mada. Adapun hasil pengujian tanah pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sampel Tanah

Tower	Kadar air (Asli) %	pH (1:5)	Harkat	DHL (1:5)	Harkat
72	16,22	6,15	Agak masam	2,29	Sangat rendah
73	18,42	5,09	Masam	4,24	Sangat rendah
77	30,14	6,11	Agak masam	1,50	Sangat rendah
82	16,28	5,61	Agak masam	1,75	Sangat rendah
86	26,48	5,08	Masam	1,67	Sangat rendah

B. Proses Penelitian

Pada Gambar 4 menjelaskan proses atau diagram alur penelitian.



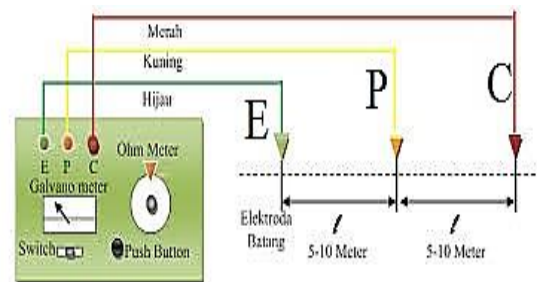
Gambar 4. Proses Penelitian

Pada jaringan transmisi kentungan-medari jenis pentanahan yang digunakan

menggunakan elektroda batang dengan jumlah pada masing-masing kaki menara 2 buah elektroda dengan jarak penanaman setiap elektroda nya 1 meter dengan kedalaman 3 meter. Pada saluran transmisi kentungan-medari terdapat 27 menara namun hanya 5 menara yang akan dibahas secara mendalam dikarenakan menara tersebut memiliki nilai pentanahan murni yang paling tinggi, Untuk memperbaiki nilai pentanahan yang melebihi standar yang ditetapkan oleh PUIL 2000 yaitu 5-10Ω.

Dalam penelitian pengukuran nilai tahanan pentanahan yang dilakukan dengan menggunakan metode tiga titik persamaan-persamaan berikut ini:

Gambar 5 metode tiga titik (*three-point method*) dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentanahan. Misalkan tiga buah batang pentanahan dimana batang 1 yang tahananannya hendak diukur dan batang-batang 2 dan 3 batang pengentananan pembantu yang diketahuিতানannya. <http://www.kelistrikan.com/2016/05/elektroda-pentanahan.html>.



Gambar 5. Metode Tiga Titik (*Three-Point Method*)

Dapat digunakan rumus metode tiga titik (*three-point method*), sebagai berikut:

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

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{\sqrt[4]{2 \cdot \frac{1}{2} a^3 r}} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

R = Tahanan pentanahan menara (Ω)

π = 3,14

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω-m)

L = Panjang/penanaman elektroda (m)

ln = logaritmus (dasar e = 2.7182818)

- a = Luas pentanahan kaki menara (m)
- r = Jari-jari kawat pentanahan (m)
- d = diameter kawat pentanahan (m)
- h = kedalaman penanaman kawat pentanahan (m)

Jika elektroda yang digunakan dalam pentanahan tersebut lebih dari satu maka persamaan (3).

$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi L}\right) \ln\left(\frac{2L}{d}\right) \quad (3)$$

Keterangan:

- R = Tahanan kaki menara (Ω)
- ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -m)
- L = Panjang batang pengetanahan (m)
- d = Diameter batang pengetanahan (m)

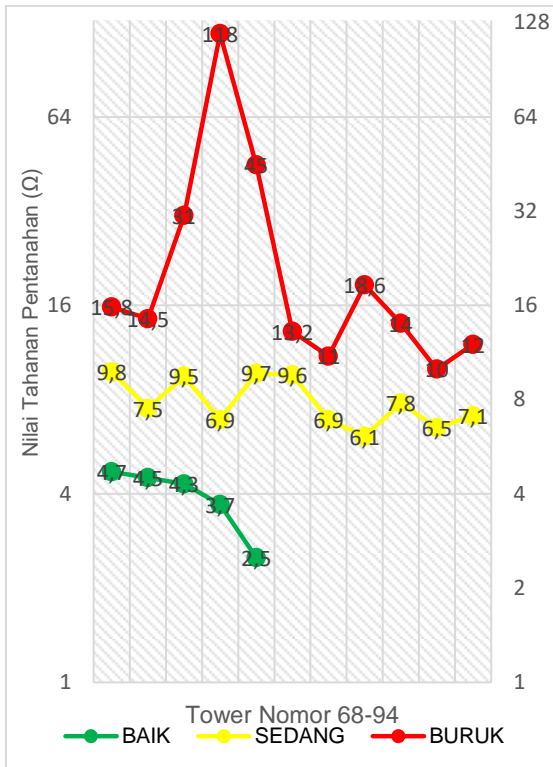
Dari persamaan di atas diketahui untuk memperkecil nilai pentanahan maka dapat dilakukan dengan penambahan jumlah elektroda batang dengan mengubah nilai A, dengan persamaan (4) sampai (6).

- a. Penempatan 2 (dua) elektroda diletakkan dimana saja $A = \sqrt{ar}$ (4)
- b. Penempatan 3 (tiga) elektroda diletakkan dimana saja $A = \sqrt[3]{a^2r}$ (5)
- c. Penempatan 4 (empat) elektroda diletakkan dimana saja $A = \sqrt[4]{2\frac{1}{2}a^3r}$ (6)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada kaki menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV kentungan-medari terdapat nilai tahanan pentanahan yang baik dibawah 5 Ω dengan nilai rata-rata 3,9 Ω dengan jumlah sebanyak 5 (lima) menara, untuk yang sedang antara 6-9 Ω dengan nilai rata-rata 7,9 Ω dengan jumlah sebanyak 11 (sebelas) menara, dan kemudaian untuk nilai tahanan yang buruk yaitu melebihi 10 Ω dengan nilai rata-rata 27,5 Ω dengan jumlah sebanyak 11 (sebelas) menara dengan total sebanyak 27 menara sepanjang kentungan-medari, lihat Gambar 6.





Gambar 6. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Gambar 7. Nilai Tahanan Pentanahan Murni Untuk dilakukan Analisis

Dari hasil pengukuran data nilai tahanan pentanahan murni yang memiliki nilai tahanan pentanahan murni tidak sesuai standart atau memiliki nilai yang buruk, yaitu di atas 5-10 Ω, pada Tabel 2 dimasukkan dalam Tabel 4 bersamaan dengan nilai perhitungan awal dengan rumus, kita bisa lihat hasil yang didapat dari hasil 5 (lima) pengukuran tahanan pentanahan murni secara langsung dengan alat pada menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV dan dari hasil 5 (lima) perhitungan dengan rumus dengan keterangan jenis pentanahan yang digunakan.

Untuk mencari nilai tahanan pentanahan murni pada pentanahan kaki menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV kentungan-medari dengan data Tabel 2, pengukuran awal maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Untuk perhitungan nilai tahanan pentanahan murni pada pentanahan menara nomor 72 yang terletak pada tanah ladang dengan resistans jenis tanah (ρ) (100 Ω/m) dengan menggunakan 2 batang elektroda dengan jarak (a) tiap elektroda 1 m, dan

dengan kedalaman (L) 3 m, jari-jari batang elektroda (r) 0,01905 m, persamaan (4)

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

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 3} \left(\ln \frac{2 \times 3}{\sqrt{1 \times 0,01905}} \right)$$

$$R = \frac{100}{18,84} \left(\ln \frac{6}{\sqrt{0,01905}} \right)$$

$$R = \frac{100}{18,84} \left(\ln \frac{6}{0,138} \right)$$

$$R = 5,30 (\ln 43,47)$$

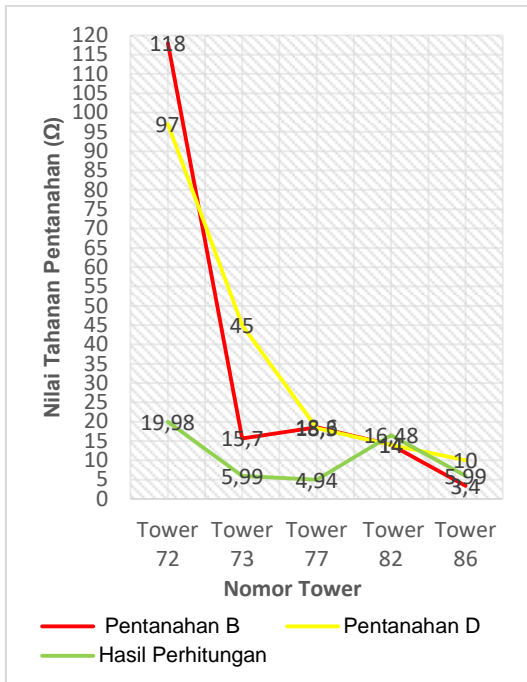
$$R = 5,30 \times 3,77$$

$$R = 19,98 \Omega$$

Tabel 4. Nilai Pengukuran dan Perhitungan, Kadar Air

Tower	Jenis Tanah	Pengukuran Pentanahan (Ω)		Perhitungan Pentanahan (Ω)	Kadar Air (Asli) %
		B	D		
72	Ladang	118	97	19,98	16,22
73	Sawah	15,7	45	5,99	18,42
77	Sawah	18,6	18,3	4,94	30,14
82	Ladang	14	14	16,48	16,28
86	Sawah	3,4	10	5,99	26,48

Dari Tabel 4 bila dimasukkan ke dalam sebuah grafik dan didapatkan sesuai hasil perhitungan dan pengukuran, lihat Gambar 8.



Gambar 8. Pengukuran Penatanahan B dan D Terhadap Perhitungan

Gambar 8 menunjukkan warna merah pengukuran pentanahan B, dan untuk warna kuning pengukuran pentanahan D, warna hijau hasil pengukuran. Perbedaan nilai pentanahan bila dibandingkan dengan data pengukuran atau hasil perhitungan, yang menjadi penyebab berbedanya nilai tersebut adalah kondisi tanah di sekitar kaki menara tersebut, hal yang paling menonjol kadar air pada tanah masing-masing menara. Dan dikarenakan pada saat pengukuran kawat penatanahan yang digunakan dalam pengukuran kurang memiliki perawatan sehingga terdapat kerak atau kotoran yang menempel pada kawat pentanahan tersebut, sehingga nilai yang didapat saat melakukan pengukuran kurang maksimal walaupun sudah dibersihkan dengan sikat kawat atau ampas pada saat itu.

Perhitungan perbaikan nilai tahanan pentanahan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Untuk perhitungan tahanan pentanahan murni pada pentanahan menara nomor 72 yang terletak pada tanah ladang dengan resistans jenis tanah (ρ) (100 Ω /m) dengan menggunakan 4 batang elektroda dengan jarak (a) tiap elektroda 5 m, dan kedalaman (L) 6 m, jari-jari batang elektroda (r) 0,01905 m.

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{2L}{\sqrt[4]{2 \frac{1}{2} a^3 r}} \right)$$

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 6} \left(\ln \frac{2 \times 6}{\sqrt[4]{2 \frac{1}{2} \times 5 \times 5 \times 5 \times 0,01905}} \right)$$

$$R = \frac{100}{37,68} \left(\ln \frac{12}{\sqrt[4]{5,953}} \right)$$

$$R = \frac{100}{37,68} (\ln 1,56)$$

$$R = 2,65 (\ln 7,69)$$

$$R = 2,65 \times 2,03$$

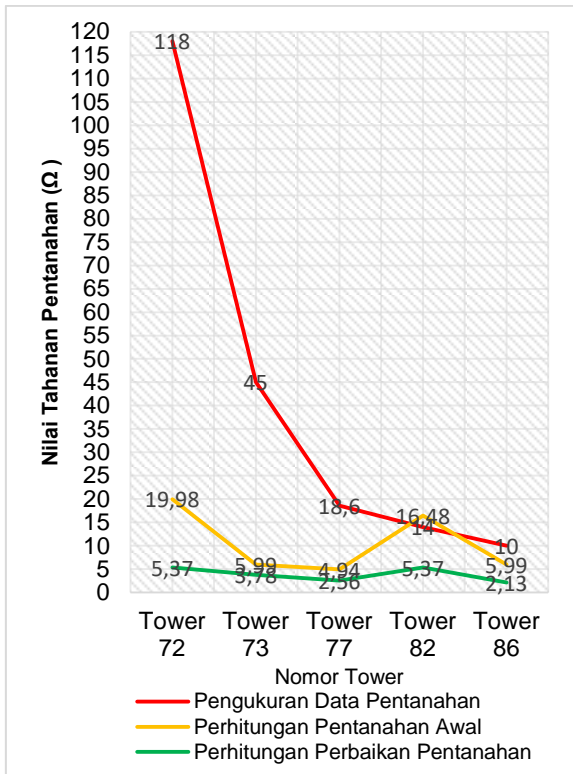
$$R = 5,37 \Omega$$

Dari hasil analisis perhitungan perbaikan nilai tahanan pentanahan kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 5 dengan perbandingan perhitungan awal dan pengukuran pentanahan.

Tabel 5. Perbandingan Perhitungan Pentanahan Terhadap Nilai Pengukuran

Tower	Pengukuran Pentanahan (Ω)	Perhitungan Pentanahan Awal (Ω)	Perhitungan Perbaikan Pentanahan (Ω)
72	118	19,98	5,37
73	45	5,99	3,78
77	18,6	4,94	2,56
82	14	16,48	5,37
86	10	5,99	2,13

Dari Tabel 5 bila dimasukkan ke dalam sebuah grafik dan didapatkan sesuai hasil perbandingan perhitungan dan pengukuran nilai tahanan pentanahan, lihat Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil Akhir Perbandingan Nilai Pengukuran Terhadap Nilai Perhitungan

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa perbandingan antara data pengukuran dan perhitungan awal dengan perhitungan perbaikan memiliki perbedaan yang cukup besar. Pada data pengukuran nilai tahanan pentanahan murni dengan mengukur menggunakan alat pentanahan metode 3 (tiga) titik merk mendapatkan hasil nilai tahanan pentanahan murni sangat tinggi atau buruk sekali dan kemudian dianalisis perbaikan nilai tahanan pentanahan dengan mendapatkan hasil yang sangat baik.

Bahwa pada menara nomor 72 dengan jenis tanah ladang ($100 \Omega/m$) pada kaki B dengan nilai pengukuran menggunakan alat secara langsung di lapangan atau di menara disepanjang saluran transmisi kentungan-medari, didapat hasil pengukuran dengan nilai tahanan pentanahan yang sangat buruk sekali, dengan nilai tahanan pentanahan 118Ω sangat jauh dari nilai perhitungan manual dengan rumus didapat nilai perhitungan $19,98 \Omega$ dengan menggunakan 2 batang elektroda dengan jarak setiap elektroda 1 meter, dan dengan kedalaman 3 meter dan dengan nilai perhitungan awal $19,98 \Omega$. Setelah dilakukan analisis perbaikan dengan menambah menggunakan 4 batang elektroda dengan

jarak tiap elektroda 5 meter, dan kedalaman 6 meter, didapatkan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan yang sangat baik $5,37 \Omega$, sangat memenuhi syarat nilai tahanan pentanahan, yaitu $5-10 \Omega$ untuk batasan nilai tahanan pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengambilan data dan melakukan pengukuran, perhitungan awal, perhitungan perbaikan nilai tahanan pentanahan murni pada sistem pentanahan kaki menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV Trans-JBT APP Salatiga Basecamp Yogyakarta. Tepatnya pada saluran transmisi kentungan-medari. Kesimpulan yang didapatkan:

1. Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada kaki menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV kentungan-medari terdapat nilai tahanan pentanahan yang baik dibawah 5Ω dengan bilai rata-rata $3,9 \Omega$ dengan jumlah sebanyak 5 (lima) menara, untuk yang sedang antara $6-9 \Omega$ dengan bilai rata-rata $7,9 \Omega$ dengan jumlah sebanyak 11 (sebelas) menara, dan kemudaian untuk nilai tahanan yang buruk yaitu melebihi 10Ω dengan bilai rata-rata $27,5 \Omega$ dengan jumlah sebanyak 11 (sebelas) menara, total sebanyak 27 menara sepanjang kentungan-medari.
2. Ada 5 (lima) menara dalam kondisi buruk melebihi nilai standar yang diijinkan yaitu maksimal $5-10 \Omega$. Menara 72 nilai tahanan tertinggi 118Ω , menara 73 nilai tahanan tertinggi 45 , menara 77 nilai tahanan tertinggi $18,6 \Omega$, menara 82 nilai tahanan tertinggi 14Ω , menara 86 nilai tahanan tertinggi 10Ω .
3. Menara 72 terletak pada tanah ladang dengan resistans jenis tanah ($100 \Omega/m$) nilai kadar airnya $16,22\%$ karena kurang menyerap air, dan pH (1:5) H_2O $6,15$ dengan harkat agak masam, kemudian DHL (1:5) μS $2,29$ harkat sangat rendah, dengan nilai pengukuran pentanahan tertinggi 118Ω ,
4. Menara 72 dengan jenis tanah ladang ($100 \Omega/m$) pengukuran nilai tahanan pentanahan 118Ω sangat jauh dari nilai perhitungan $19,98 \Omega$ dengan 2 batang elektroda dengan jarak 1 m, dan kedalaman 3 m, nilai perhitungan awal $19,98 \Omega$, dilakukan analisis perbaikan menambah 4 batang elektroda dengan

jarak 5 m, dan kedalaman 6 m, didapatkan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan yang sangat baik 5,37 Ω , sangat memenuhi syarat nilai tahanan pentanahan, yaitu 5-10 Ω untuk batasan nilai tahanan pentanahan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV.

5. Hasil pengukuran dan perhitungan didapat selisih nilai tahanan pentanahan yang cukup besar dikarenakan, pada saat penancapan elektroda bantu tidak sesuai standar yaitu 5-10 m jarak dari menara karena area/lahan yang tidak mencukupi, tempat yang dikelilingi oleh tembok atau bangunan rumah. Dan kawat tahanan pentanahan yang akan diukur kurang bersih, seperti terdapat karat.
6. Hasil penelitian mendandakan bahwa konfigurasi penanaman elektroda batang mampu mereduksi besarnya nilai tahanan pentanahan dengan keefektifan penambahan 2 jumlah batang elektroda menjadi 3-4 batang elektroda, jarak 1 m antar elektroda menjadi 5 m, dan panjang 3 m elektroda menjadi 6 m, sangat berpengaruh terhadap nilai pentanahan.. Dengan begitu nilai tahanan pentanahan bisa dikatakan sesuai standart, untuk Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV , yaitu di bawah 5-10 Ω . Tetapi juga harus didukung dengan perawatan rutin, seperti pengecekan baut atau mur yang kendor atau lepas dan juga kotor seperti berkarat dengan mengganti yang baik dan anti karat atau terdapat lumut yang menyebabkan karat pada kawat pentanahan. Dan tumbuhan yang sudah sangat mengganggu di area menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 KV.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada: Allah SWT yang selalu memberikan Rahmat dan Karunia-Nya. Ir. Muhammad Suyanto, M.T. Pembimbing 1, Ir. Gatot Santoso M.T yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan terimakasih untuk dukungan, motivasi dan ilmu yang diberikan. Pembimbing 2, Orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan doa dukungan dan semua yang telah diberikan kepada penulis baik moril maupun materi. Dan semua pihak yang telah

membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Saputro, Nurcahyo Hajar. 2016. *Analisis Pentanahan Kaki Menara Transmisi 150 KV Rembang-Blora Bertahanan Tinggi dan Usaha Menurunkannya*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Muhammadiyah: Surakarta, diakses pada tanggal 6 Juli 2017.
- Noviyanto, P. 2016. *Analisa Sistem Pentanahan (Grounding) Pada SUTT/SUTET di Gardu Induk 150 KV Klaten, Kerja Praktek II*. Yogyakarta. Fakultas Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND: Yogyakarta
- PT.PLN (Persero). 2010. *Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik Saluran Tegangan Tinggi (SUTT/SUTET)(No.Dokumen:10-22/HALUR-PTS/2009)*. SK Direksi No.114.Dir/2010: Jakarta.
- PUIL. 2000. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Jakarta
- Suyanto, Muhammad. 2007. *Analisis Perbaikan Sistem Pentanahan Pada Kaki Menara Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 KV Bantul-Semanu Yogyakarta*. Vol 12 No. 1. Agustus 2007. ISSN : 14-5829. Jurnal Teknologi Academia ISTA, diakses pada tanggal 1 Agustus 2017.
- Wijdan. 2016. *Macam-macam Gambar Pentanahan*. <http://www.kelistrikan.ku.com/2016/05/elektrodapentanahan.html>, diakses pada tanggal 6 Juni 2017.
- Wojtas, S. 2008. *Earting Measurements for Power Line Towers*. Gdańsk University of Technology.<https://www.google.co.id/search?q=Wojtas%2C+S.+2008.+Earting+Measurements+for+Power+Line+Towers.+Gdan+%CC%81sk+University+of+Technology.&dq=>, diakses pada tanggal 6 Agustus 2017