

ANALISIS PENGARUH TOTAL PANJANG ELEKTRODA BATANG TERHADAP PENTANAHAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE WENNER DAN DRIVEN ROD

Farham Muhammad Zaldi¹, Agustinus Kali², Nurhani Amin³, Martdiansyah⁴, Khairunnisa⁵

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako^{1,2,3,4,5}
email : farhambaharudin2001@gmail.com¹

ABSTRACT

This research discusses the influence of electrode depth, number of electrodes and the influence of the Wenner and Driven Rod methods on reducing the value of grounding resistance. The ground electrode is a conductor that is embedded in the earth and makes direct contact with the earth, where the ground electrode is used as a grounding system tool if a disturbance occurs in the electric power system. The method used is a quantitative method, namely a method that uses research data resulting from direct observation, where the data is produced in the form of numbers that will be analyzed. The results obtained were that the influence of the depth of the grounding electrode was not effective enough, because the soil used had moisture that was not much different between a depth of 1 meter and 2 meters. The effect of the number of grounding electrodes used is very effective because the resistance value obtained is lower. The effect of the Wenner method produces a greater reduction compared to the Driven Rod method, Wenner experienced a decrease of 52.4 ohms on dry soil and 33.4 ohms on wet soil and Driven Rod experienced a decrease in resistance value of 49.7 ohms on dry soil and 29.23 ohms on wet ground. The conclusion obtained is that the total electrodes used are more influential in reducing the grounding resistance value than the length of the depth of the implanted electrodes and the Wenner method is better in reducing the grounding resistance value than the Driven Rod method.

Keywords: *Grounding Electrode, Grounding Resistance, Wenner Method and Driven Rod Method.*

INTISARI

Penelitian ini membahas bagaimana pengaruh kedalaman elektroda, jumlah elektroda dan pengaruh metode *Wenner* dan *Driven Rod* terhadap penurunan nilai tahanan pentanahan. Elektroda pentanahan merupakan penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi yang mana elektroda pentanahan digunakan sebagai alat sistem pentanahan jika terjadi gangguan di sistem tenaga listrik. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif, yakni metode yang menggunakan data penelitian hasil dari pengamatan secara langsung, dimana data dihasilkan dalam bentuk angka yang akan dianalisa. Adapun hasil yang diperoleh yakni pengaruh kedalaman elektroda pentanahan tidak cukup efektif, karena tanah yang digunakan memiliki kelembaban yang tidak jauh berbeda antara kedalaman 1 meter dan 2 meter. Pengaruh jumlah elektroda pentanahan yang digunakan sangat efektif karena nilai tahanan yang didapatkan semakin rendah. Adapun pengaruh Metode *Wenner* menghasilkan penurunan yang lebih besar dibanding dengan metode *Driven Rod*, *Wenner* mengalami penurunan sebesar 52,4 ohm pada tanah kering dan 33,4 ohm pada tanah basah dan *Driven Rod* mengalami penurunan nilai tahanan sebesar 49,7 ohm pada tanah kering dan 29,23 ohm pada tanah basah. Kesimpulan yang diperoleh yakni bahwa total elektroda yang digunakan lebih berpengaruh dalam penurunan nilai tahanan pentanahan dibanding panjang kedalaman elektroda yang ditanam dan metode *Wenner* lebih baik dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan dibanding metode *Driven Rod*.

Kata Kunci : Elektroda pentanahan, tahanan pentanahan, metode *wenner* dan *driven rod*

I. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pengamanan (perlindungan) sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus lebih dan tegangan lebih. Pada saat terjadi gangguan di sistem tenaga listrik,

adanya sistem pembumian menyebabkan arus gangguan dapat cepat dialirkan ke dalam tanah dan disebarkan kesegala arah. Arus gangguan ini menimbulkan gradien tegangan antara peralatan dengan peralatan, peralatan dengan tanah, serta pada permukaan tanah itu sendiri. Besarnya

gradien tegangan pada permukaan tanah itu tergantung pada resistansi jenis tanah. Salah satu usaha untuk memperkecil gradien tegangan permukaan tanah yaitu dengan suatu elektroda pentanahan yang ditanam ke dalam tanah.

Sistem pentanahan diperlukan baik di lingkungan industri, perkantoran ataupun perumahan. Dengan adanya sistem pentanahan atau grounding pada industri, perkantoran dan perumahan diharapkan dapat melindungi perangkat elektronik dan gangguan lainnya yang disebabkan oleh sambaran petir. Selain itu, sistem pentanahan atau grounding harus direncanakan dengan baik dengan melalui proses pengukuran grounding dan mengetahui nilai resistansi pada tanah yang diukur. Penelitian terkait perbandingan nilai tahanan pada tanah basah, tanah ladang dan tanah pasir sudah pernah dilakukan. Pada saat melakukan perencanaan pembangunan gedung, pembangunan rumah dan perkantoran sebaiknya dilakukan juga perencanaan yang baik dalam pemasangan sistem pentanahan atau grounding.

Penentuan jenis tanah sangat penting pada pemasangan elektroda pentanahan, karena diperlukan nilai resistansi pentanahan yang sesuai dengan aturan pemasangan elektroda pentanahan yang sesuai dengan standardisasi SNI 0225:2011. Karena setiap jenis tanah memiliki tahanan pentanahan yang berbeda-beda. Sehingga pada penelitian ini, penulis mencoba melakukan pembuktian dengan menggunakan jenis tanah berbatu sebagai media dalam penelitian ini.

Penelitian sebelumnya tentang Analisis Pengaruh Kedalaman Elektrode Pentanahan Dengan Menggunakan Metode *Wenner* dan *Driven Rod* yang telah dilakukan oleh Jusi Arnando dkk (2020) mendapatkan hasil bahwa metode *Wenner* lebih baik dalam menurunkan nilai tahanan dibandingkan dengan metode *Driven Rod*. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan dengan melihat pengaruh total panjang elektroda batang yang digunakan terhadap pentanahan dengan metode penurunan nilai tahanan yang sama.

II. LANDASAN TEORI

A. Karakteristik Tanah dan Tahanan Jenis Tanah

Karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan dan sistem pentanahan yang akan digunakan. Sesuai dengan tujuan pentanahan bahwa arus gangguan harus secepatnya terdistribusi secara merata ke dalam tanah, maka penyelidikan tentang karakteristik tanah sehubungan dengan pengukuran tahanan dan tahanan jenis tanah merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi besarnya tahanan pentanahan.

Tahanan jenis tanah (ohm) merupakan nilai resistansi dari bumi yang menggambarkan nilai konduktifitas listrik bumi dan didefinisikan sebagai tahanan dalam ohm, antara permukaan yang berlawanan dari suatu kubus satu meter kubik.

Faktor keseimbangan antara tahanan pembumian dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan ρ . Harga tahanan jenis tanah dalam kedalaman tertentu tergantung beberapa faktor yaitu:

1. Jenis tanah
2. Lapisan tanah
3. Kelembaban tanah
4. Temperatur
5. Kepadatan tanah

B. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi. Pemasangan arde/pentanahan harus sesuai dengan standardisasi yang dipersyaratkan oleh SNI

0225:2011, sehingga pentanahan atau arde dapat memberikan perlindungan dengan baik. Suatu sistem petanahan batang tunggal memerlukan elektroda batang pentanahan yang ditanam dalam tanah sehingga akan membuat kontak langsung dengan tanah. Konduktor penghubung yang tidak berisolasi (seperti kawat tembaga) yang juga ditanam dalam tanah termasuk elektroda batang pentanahan. Beberapa bentuk elektroda pentanahan adalah elektroda pita, elektroda plat dan elektroda batang.

C. Metode Wenner

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi dalam eksplorasi geofisika dengan susunan elektroda terletak dalam suatu garis yang simetris terhadap titik tengah. Konfigurasi elektroda *wenner* memiliki resolusi vertikal yang bagus, sensitifitas terhadap perubahan lateral yang tinggi tapi lemah terhadap penetrasi arus kedalam.

Konfigurasi *Wenner* digunakan pada jarak yang sama antara elektroda. Pada konfigurasi ini, jarak antara elektroda harus seragam untuk setiap pengukuran dengan panjang elektroda yang tertanam dapat disesuaikan dengan kebutuhan nilai tahanan yang ingin didapatkan. Dikategorikan sebagai metode *wenner* susunan ini sangat cocok dan efisien untuk mengetahui perbandingan tegangan yang masuk per unit dari arus yang mengalir.

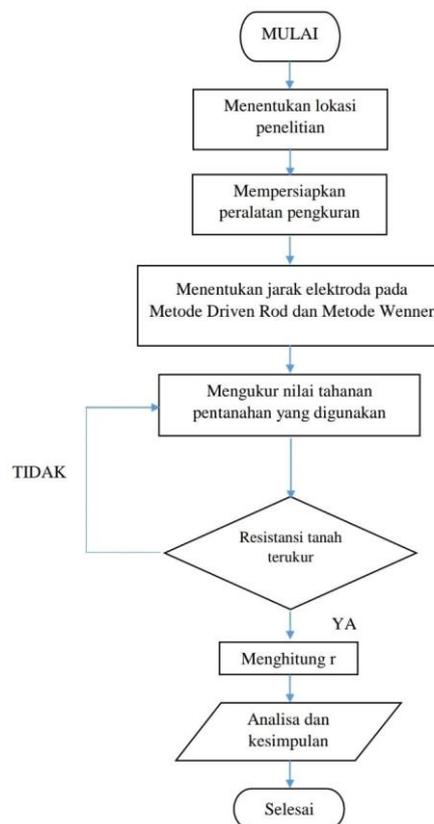
D. Metode Driven Rod

Metode *Driven Rod* atau metode *fall of potential* cocok digunakan dalam keadaan normal, seperti garis transmisi pada sistem pembumian atau permasalahan dalam area, kesemuanya ini disebabkan karena pemasangan yang dangkal, kondisi tanah, penempatan pengukuran area dan tidak samanya jenis tanah pada dua lapisan tersebut.

III. METODE PENELITIAN

2.1. Cara Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode yang menggunakan data penelitian hasil dari pengamatan secara langsung, dimana data-data ini dihasilkan dalam bentuk angka. Angka-angka yang dihasilkan dari pengamatan kemudian dianalisa. Tahapan analisisnya yaitu secara teknik. Adapun bentuk rancangan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Prinsip Kerja

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Data hasil pengukuran metode *wenner*

Hasil pengukuran tahanan pentanahan masing-masing elektroda, arus dan tegangan pada metode *wenner*, yang mana hasil tersebut didapatkan pada kondisi tanah kering dan juga tanah basah. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan saat kondisi tanah basah lebih rendah dibandingkan pada saat tanah kering.

No	Pengukuran	Tanah Kering	Tanah Basah
1	Tahanan Elektroda A	71,1 ohm	50,7 ohm
2	Tahanan Elektroda B	70,9 ohm	50,6 ohm
3	Tahanan Elektroda C	70,8 ohm	50,9 ohm
4	Tahanan Elektroda D	71,1 ohm	50,6 ohm
5	Arus	3,88 A	5,97 A
6	Tegangan	11 V	16 V

Tabel 1. Hasil Pengukuran Metode *Wenner*

2. Data hasil pengukuran metode *driven rod*

Hasil pengukuran tahanan pentanahan masing-masing elektroda, arus dan tegangan pada metode *driven rod*, yang mana hasil tersebut didapatkan pada kondisi tanah kering dan juga tanah basah. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan saat kondisi tanah basah lebih rendah dibandingkan pada saat tanah kering, hasil tersebut sama dengan pada saat menggunakan metode *wenner*.

No	Pengukuran	Tanah Kering	Tanah Basah
1	Tahanan Elektroda A	70,7 ohm	51,6 ohm
2	Tahanan Elektroda B	70,9 ohm	50,6 ohm
3	Tahanan Elektroda C	70,8 ohm	50,9 ohm
4	Arus	0,72 A	3,82 A
5	Tegangan	7 V	43 V

Tabel 2. Hasil Pengukuran Metode *Driven Rod*

3. Hasil pengukuran tahanan pentanahan dengan metode *wenner* dan *driven rod* yang dihubungkan parallel

Menunjukkan bahwa metode *Wenner* memperoleh hasil tahanan pentanahan yang lebih kecil dari metode *Driven Rod*. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah elektroda yang

digunakan pada pentanahan mempengaruhi nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan. Makin banyak elektroda yang digunakan, maka semakin kecil nilai tahanan yang dihasilkan.

No	Uraian	Resistansi Pentanahan Tanah Kering	Resistansi Pentanahan Tanah Basah
1	Metode <i>Wenner</i>	18,5 ohm	17,3 ohm
2	Metode <i>Driven Rod</i>	21,1 ohm	21,8 ohm

Tabel 3. Hasil Pengukuran Metode *Wenner* dan *Driven Rod* yang dihubungkan Paralel

Dalam pembahasan ini akan dilakukan perbandingan antara tahanan pentanahan yang dihasilkan dari Metode *Wenner* dan *Driven Rod* terhadap hasil resistansi pentanahan yang terukur.

1. Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Tanah Kering

Metode *Wenner*

Diketahui:

$$I = 3,88 \text{ A}$$

$$V = 11 \text{ V}$$

$$a = 1 \text{ meter}$$

$$b = 1 \text{ meter}$$

a. Konfigurasi *Wenner*

$$Kw = 2\pi a$$

$$Kw = 2 \times 3.14 \times 1$$

$$Kw = 6.28$$

b. Tahanan Pentanahan

$$r = Kw \frac{\Delta V}{I}$$

$$r = 6.28 \frac{11}{3.88}$$

$$r = 17.80 \text{ ohm}$$

Metode *Driven Rod*

Diketahui:

$$\rho = 100 \text{ -- } 1000 \text{ ohm-m}$$

a = 1 meter

l = 2 meter

a. Tahanan Pentanahan ($\rho = 100$ ohm-m)

$$r = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

$$r = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 2} \left(\ln \frac{4 \times 2}{1} - 1 \right)$$

$$r = 7,96 \times 1,94$$

$$r = 15,44 \text{ ohm}$$

b. Tahanan Pentanahan ($\rho = 1000$ ohm-m)

$$r = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

$$r = \frac{1000}{2 \times 3,14 \times 2} \left(\ln \frac{4 \times 2}{1} - 1 \right)$$

$$r = 79,6 \times 1,94$$

$$r = 154,4 \text{ ohm}$$

2. Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Tanah Basah

Metode *Wenner*

Diketahui:

I = 5,97 A

V = 16 V

a = 1 meter

b = 1 meter

a. Konfigurasi *Wenner*

$$K_w = 2\pi a$$

$$K_w = 2 \times 3,14 \times 1$$

$$K_w = 6,28$$

b. Tahanan Pentanahan

$$r = K_w \frac{\Delta V}{I}$$

$$r = 6,28 \frac{16}{5,97}$$

$$r = 16,83 \text{ ohm}$$

Metode *Driven Rod*

Diketahui:

$\rho = 100$ -- 1000 ohm-m

a = 1 meter

l = 2 meter

a. Tahanan Pentanahan ($\rho = 100$ ohm-m)

$$r = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

$$r = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 2} \left(\ln \frac{4 \times 2}{1} - 1 \right)$$

$$r = 7,96 \times 1,94$$

$$r = 15,44 \text{ ohm}$$

b. Tahanan Pentanahan ($\rho = 1000$ ohm-m)

$$r = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

$$r = \frac{1000}{2 \times 3,14 \times 2} \left(\ln \frac{4 \times 2}{1} - 1 \right)$$

$$r = 79,6 \times 1,94$$

$$r = 154,4 \text{ ohm}$$

Pada tanah kering diperoleh hasil pengukuran tahanan pentanahan metode *wenner* 18,05 ohm dan hasil perhitungan tahanan pentanahan diperoleh hasil 17,80 ohm, adapun hasil pengukuran tahanan pentanahan metode *driven rod* diperoleh 21,1 ohm dan hasil perhitungan tahanan pentanahan pada tahanan jenis tanah 100 ohm-m yakni 15,44 ohm dan pada tahanan jenis tanah 1000 ohm-m diperoleh hasil perhitungan 154,4 ohm, sehingga hasil pengukuran tahanan pentanahan sesuai dengan hasil perhitungan tahanan pentanahan. Nilai tahanan pentanahan berada pada kisaran 15,44 ohm hingga 154,4 ohm dan sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh yakni 21,1 ohm seperti pada tabel 4.3. Dan pada tanah basah diperoleh hasil pengukuran tahanan pentanahan metode *wenner* 17,03 ohm dan hasil perhitungan tahanan pentanahan diperoleh hasil 16,83 ohm, adapun hasil

pengukuran tahanan pentanahan metode *driven rod* diperoleh 21,8 ohm dan hasil perhitungan tahanan pentanahan pada tahanan jenis tanah 100 ohm-m yakni 15,44 ohm dan pada tahanan jenis tanah 1000 ohm-m diperoleh hasil perhitungan 154,4 ohm, sehingga hasil pengukuran tahanan pentanahan sesuai dengan hasil perhitungan tahanan pentanahan. Nilai tahanan pentanahan berada pada kisaran 15,44 ohm hingga 154,4 ohm dan sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh yakni 21,8 ohm seperti pada tabel 4.3. Perbedaan hasil yang didapatkan antara pengukuran dan perhitungan ini dapat disebabkan oleh akurasi alat yang digunakan. Pada kedua metode ini, elektroda yang tertanam memiliki jumlah panjang yang sama yakni 4 meter. Hanya saja, jumlah elektroda yang digunakan berbeda, pada metode *Wenner* menggunakan 4 batang elektroda dan pada metode *Driven Rod* menggunakan 3 batang elektroda dimana salah satu batang elektroda memiliki panjang 2 meter. Hasil perhitungan ini sesuai dengan teori yang ada, yakni semakin banyak jumlah elektroda yang digunakan maka semakin kecil nilai tahanan yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN

1. Pengaruh kedalaman elektroda pentanahan tidak cukup efektif, hal ini disebabkan karena tanah yang digunakan merupakan tanah berpasir yang memiliki kelembaban yang tidak jauh berbeda pada kedalaman 1 meter dan 2 meter, ini bisa juga disebabkan karena faktor cuaca atau musim yang menyebabkan kelembaban yang merata.
2. Pengaruh jumlah elektroda pentanahan yang digunakan sangat efektif karena lebih banyak jumlah batang elektroda yang digunakan dan saling dihubungkan maka nilai tahanan yang didapatkan semakin rendah.
3. Pada metode *Driven Rod* mengalami penurunan nilai tahanan sebesar 49,7 ohm pada kondisi tanah kering dan 29,23 ohm pada kondisi tanah basah. Pada metode *Wenner* mengalami penurunan sebesar 52,4 ohm pada

kondisi tanah kering dan 33,4 ohm pada kondisi tanah basah. Sehingga membuktikan bahwa metode *Wenner* lebih baik dari metode *Driven Rod* dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andira, R. (2018). Analisis Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk 2 X 500 Mva Galang.
- [2] Anisa, L. S. (2021). Analisa Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Tahanan Pentanahan Pada Gardu Induk Pt. Pln (Persero) Medan Denai Dengan Metode Fall-Of Potensial.
- [3] Arifin, J. (2021). Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda. Jurnal Eltikom.
- [4] Haizan, M. (2022). Analisa Sistem Pentanahan Trafo Tiga Fasa.
- [5] Jumari, Y. G. (2019). Sistem Pentanahan Pada Jaringan Distribusi Di Pt.PlN (Persero) Rayon Medan Helvetia. Teknologi Energi Uda.
- [6] Jusi Arnando, D. (2020). Analisis Pengaruh Kedalaman Elektrode Pentanahan Dengan Menggunakan Metode Wenner Dan Driven Rod. Jurnal Engineering.
- [7] Ketenagalistrikan, D. J. (2014). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (Puil 2011).
- [8] Ketenagalistrikan, D. J. (2015). Standar Nasional Indonesia (Sni) Ketenagalistrikan.
- [9] Managam Rajagukguk. (2012). Studi Pengaruh Jenis Tanah Dan Kedalaman Pembumian Driven Rod Terhadap Resistansi Jenis Tanah.
- [10] Manto Saleh, A. I. (2019). Analisis Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada Tanah Berair. Jurnal Nasional Cosphi.
- [11] Nita Nurdiana, A. N. (2019). Pengaruh Kedalaman Terhadap Tahanan Pentanahan Di Area Rusunawa Kampus Universitas Pgrri Palembang. Jurnal Ampere.

- [12] Ponadi, A. (2014). Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang (Rod) Jenis Crom Tembaga, Alluminium, Besi, Dengan Media Tanah Pasir Lumpur Dan Tanah Liat. *Ilmiah Mustek Anim Ha*.
- [13] Pupr, K. (2019). Modul 5 Desain Survei Geolistrik Untuk Airtanah.