

ANALISIS NILAI TAHANAN PADA GARDU INDUK AKIBAT PENGARUH AIR HUJAN

Oleh:

Golden Sitompul¹⁾

Cuncun Haloho²⁾

Janter Napitupulu³⁾

Jhonson Siburian⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan^{1,2,3,4)}

E-mail:

goldensitompul25@gmail.com¹⁾

cuncunhaloho52@gmail.com²⁾

jnapitupulu96@gmail.com³⁾

Jhonsonsiburian@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

Earthing is one of the key elements in protecting the power system. Differences in soil resistance readings on rocky soil types are caused by acidity and soil moisture content. North Sumatra has a significant impact on the safety of the installed grounding system. The research was conducted by measuring the three points of the inserted electrode rods and analyzing the soil value of the substation. Measurements are carried out individually, not in parallel, at a ground resistance value of 3000 ohms, on a rocky ground type using a stick electrode. The length of the electrode sticks is 3.2 meters and the distance between each electrode is 2 meters. Measurements were made using an Earth Tester measuring instrument. From the survey results, it is known that the measured soil value before the rain is around 2.69Ω , and the soil value after the rain is around 2.06Ω . From the test results and the results of the analysis carried out, it can be concluded that the feasibility of the operation and safety conditions of the substation grounding system is very safe and profitable.

Keywords: *Substation, Grounding, Resistance, Rod electrode*

ABSTRAK

Pembumihan adalah salah satu elemen kunci dalam melindungi sistem tenaga. Perbedaan pembacaan tahanan tanah pada jenis tanah berbatu disebabkan oleh kemasaman dan kadar air tanah. Sumatera Utara memiliki dampak yang signifikan terhadap keamanan sistem pentanahan yang terpasang. Penelitian dilakukan dengan mengukur tiga titik batang elektroda yang dimasukkan dan menganalisis nilai tanah gardu induk. Pengukuran dilakukan secara individual, tidak paralel, pada nilai tahanan arde 3000 ohm, pada tipe arde berbatu dengan menggunakan elektroda stick. Panjang elektroda tongkat adalah 3,2 meter dan jarak masing-masing elektroda adalah 2 meter. Dari hasil survey diketahui bahwa nilai tanah terukur sebelum hujan sekitar $2,69\Omega$, dan nilai tanah setelah hujan sekitar $2,06\Omega$. Dari hasil pengujian dan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kelayakan operasi dan kondisi keselamatan sistem pentanahan gardu induk sangat aman dan menguntungkan

Kata kunci: *Gardu induk, Pentanahan, Tahanan, Elektroda batang*

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu Induk adalah salah satu sistem tenaga yang memegang peranan

penting dalam pendistribusian daya dan pengendalian beban. Gardu-gardu tersebut adalah pusat kendali beban, pusat pemecahan masalah, pusat pendaftaran meteran listrik dan pusat pemecahan masalah, pusat pendaftaran meteran listrik

dan tegangan jatuh dan naik. Kegagalan gardu induk untuk menjalankan fungsinya dapat mengakibatkan pemadaman listrik bagi konsumen

Gardu induk dapat menimbulkan bahaya, terutama karena gangguan yang menyebabkan arus mengalir ke bumi. Arus gangguan ini juga mengalir melalui bagian logam peralatan dan tanah di sekitar gardu induk. Arus gangguan dapat menyebabkan gradien tegangan antara perangkat dan perangkat, antara perangkat dan bumi, dan melintasi tanah itu sendiri, menimbulkan bahaya pada peralatan yang terletak di gardu induk.

Oleh karena itu, para ahli telah merancang sistem yang tidak memungkinkan sistem energi listrik melayang-layang. Sistem ini dikenal dengan sistem pentanahan atau grounding system. Sistem pentanahan melindungi peralatan listrik dan manusia di dekat gangguan dengan mengalihkan arus gangguan ke bumi untuk mencapai nilai aman di semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun gangguan.

Salah satu faktor dalam resistensi tanah rendah adalah lokasi dari lead yang tertanam. Oleh karena itu, penyelidikan dan eksperimen harus dilakukan untuk memastikan tingkat pengaruh parameter ini. Penelitian ini akan melakukan "Analisa Nilai Tahanan Pada Gardu Induk Akibat Pengaruh Air Hujan" berdasarkan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) untuk mendapatkan sistem pentanahan yang aman bagi manusia atau mahluk hidup di sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diturunkan dari uraian di atas adalah:

1. Berapa nilai tahanan pada pentanahan gardu induk sebelum terkena air hujan?

2. Berapa nilai tahanan pada pentanahan gardu induk setelah terkena air hujan?
3. Bagaimana kondisi keamanan sistem pentanahan pada gardu induk ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka diperoleh tujuan penelitian ini yaitu

1. Untuk mendapatkan nilai tahanan pada sistem pentanahan gardu induk sebelum terkena air hujan.
2. Untuk mendapatkan nilai tahanan pada sistem pentanahan gardu induk setelah terkena air hujan.
3. Untuk Menentukan kelayakan dan kondisi keamanan sistem pentanahan gardu induk.

1.4 Mamfaat Penelitian

Adapun mamfaat dari penelitian ini yaitu

1. Kelayakan sistem pentanahan pada gardu induk dapat diujai.
2. Meminimalkan terjadinya sengatan listrik yang merugikan makhluk hidup di sekitar gardu induk.
3. Dapat digunakan sebagai dokumen untuk mengevaluasi tingkat keamanan sistem pentanahan di gardu induk.
4. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diajukan dalam konteks penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini standar acuan yang digunakan mengacu pada Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000).
2. Hanya menganalisis pengaruh air hujan terhadap nilai tahanan pentanahan pada gardu induk.

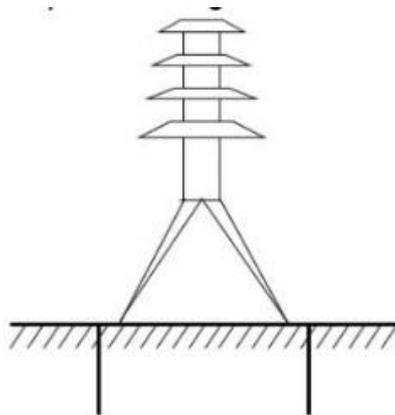
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan

Sistem penahanan adalah salah satu faktor terpenting dalam memastikan keamanan gardu induk. Sistem pentanahan adalah sistem sambungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi ke tanah atau ke bumi untuk dapat melindungi manusia dari sengatan listrik dan melindungi keselamatan bagian-bagian bangunan instalasi terhadap risiko tegangan.

Ada beberapa metode sistem pentanahan yaitu sebagai berikut:

- Pentanahan dengan *driven ground*
Pembumian massa penggerak adalah pembumian yang dilakukan dengan menanamkan batang elektroda ke dalam tanah



Gambar 2.1 pentanahan *driven ground*

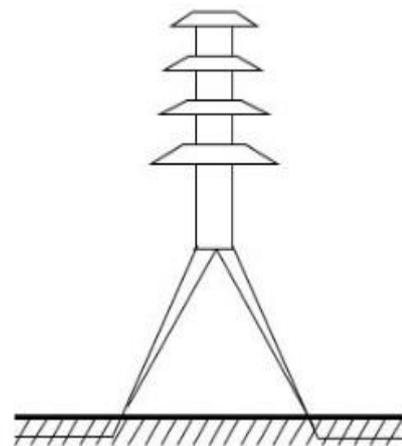
- Pentanahan dengan *counterpoise*
Pembumian dengan counterweight adalah pembumian dengan menghubungkan kabel elektroda paralel atau radial beberapa sentimeter dari tanah (30

Secara umum tujuan pentanahan adalah:

- Menghantarkan arus ke arde dalam keadaan normal dan interferensi terjadi tanpa melebihi batas pengoperasian dan peralatan atau menyebabkan kerusakan permanen pada peralatan.
- Untuk memastikan bahwa orang dan hewan di dekat peralatan pembumian dilindungi dari risiko sengatan listrik.

2.2 Metode Sistem pentanahan

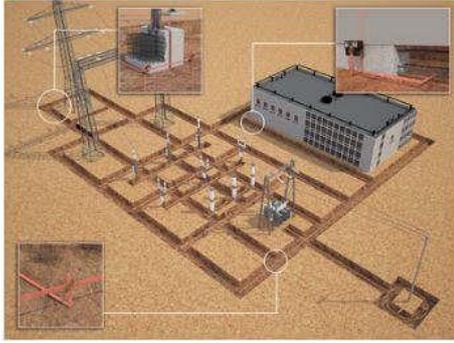
cm -90 cm)



Gambar 2.2 pentanahan *counterpoise*

- Pentanahan dengan *mesh atau grid*
Grid atau pentanahan grid adalah metode pentanahan dengan menggunakan konduktor elektroda vertikal dan horizontal yang ditanam di dalam tanah, yang dihubungkan satu sama lain membentuk kisi-kisi (mesh atau grid). Sistem pentanahan ini biasanya dipasang pada gardu induk untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang sangat

kecil (kurang dari 1 ohm).



Gambar 2.3 Pentanahan *Grid/mesh*

2.3.Tahanan pentanahan

Tahanan pertanahan adalah jumlah besaran tahanan pada kontak atau hubung antara masa (body) dengan tanah.hantaran netral wajib diketanahan disamping sumber listrik atau tansformator,pada saluran udara 200 m dan di setiap pelanggan.

Tahanan petanahan 1 eletroda di dekat sumber listrik,tranformator atau jaringan saluran udara dngan jarak 200 m maksimal adalah 10 ohm.tahanan pertanahan bagi gardu induk yang besar antara 1 ohm atau lebih kecil sedangkan gardu induk dengan ukuran yang lebih kecil 1-5 ohm.

Tahanan petanahan dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \left(\frac{4L}{d} \right) - 1 \right)$$

dimana:

R = Tahanan Pertanahan (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -m)

π = 3.14 (22/7)

L = Kedalaman elektroda (m)

d = Diameter elektroda (m)

\ln = Logaritma alami matematika

2.4.Elektroda pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan peengantar yang ditanam pada kedalaman yang berbeda dan terjadi kontak langsung dengan tanah . terjadinya kontak langsung bertujuan untuk terperolehnya aliran arus yang terbaik apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut tersalurkan ke tanah.

Menurut PUIL 2000 merupakan elektroda yang ditancapkan ke tanah sehingga terjadi kontak langsung dengan tanah.bahan untuk elektroda pertanahan biasanya digunakan bahan tembaga atau baja yang bergalvanis maupun dilapisi tembaga sepanjang kondisi tempat mengharuskan menggunakan bahan lain .

2.5.Macam macam elektroda pentanahan

Menurut Persyaratan Instalasi Listrik (PUIL) 2000 ayat 3.18.2 jenis elektroda pentanahan yaitu:

- a. Elektroda batang
Elektroda batang merupakan elektroda yang terbuat dari pipa besi baja profil maupun batang logam lain yang ditanamkan ke tanah secara dalam.panjang elektroda yang digunakan dapat disesuaikan dengan pentanahan yang diperlukan.
- b. Elektroda plat
Elektroda plat merupakan elektroda yang terbuat dari logam plat.pada pemasangannya elektroda plat ditanamkan tegak lurus atau mendatar menyueaikan dengan tujuan penggunaanya.
- c. Elektroda pita
Elektroda pira merupakan logam yang memiliki penampang yang berbentuk pita atau berbentuk bulat,pita juga berbentuk kawat yang dipilin.elektroda ini dapat ditanam 0,5 – 1 meter dari permukaan tanah.

2.6. Tahanan jenis tanah

Tahanan jenis tanah merupakan sebuah faktor keseimbangan antara tahanan tanah dan kapasitansi didekatnya yang direpresentasikan dengan ρ (rho).

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln \frac{8L}{d} - 1}$$

dimana :

- ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -m)
- π = 3.14 (22/7)
- L = Kedalaman elektroda (m)
- R = Tahanan pentanahan (Ω)
- d = Diameter elektroda (m)
- In = Logaritma alami matematika

Menurut Persyaratan Instalasi Listrik (PUIL) 2000 ayat 3.18. Nilai dari tahanan jenis tanah :

Tabel 2.1 tahanan jenis tanah

NO	JENIS TANAH	TAHANAN JENIS TANAH (Ω -m)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah liat dan tanah ladang	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir dan kerikil kering	1000

2.7. Earth Tester

Earth Tester merupakan alat untuk mengukur nilai resistensi dari grounding besar tahanan tanah sangat penting

untuk diketahui sebelum dilakukan pertanahan dalam sistem pengamanan dan instalasi listrik. alat ukur ini penampilannya menggunakan tampilan digital pada segmen segmen dengan mudah membaca data yang terukur.



Gambar 2.4. Alat ukur earth tester

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis melakukan metode observasi yaitu mengumpulkan data – data di sistem tahanan pengukuran dan perbandingan nilai tahanan pentanahan pada gardu induk pada saat sebelum dan setelah hujan. Melakukan analisa data berdasarkan perhitungan dan membandingkan dengan teori yang berhubungan dengan masalah perhitungan tahanan pentanahan, sistem pentanahan, nilai tahanan pentanahan.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, lokasi yang dipilih sebagai tempat penelitian yaitu: Gardu induk Glugur. Penelitian ini dilakukan \pm 1 bulan.

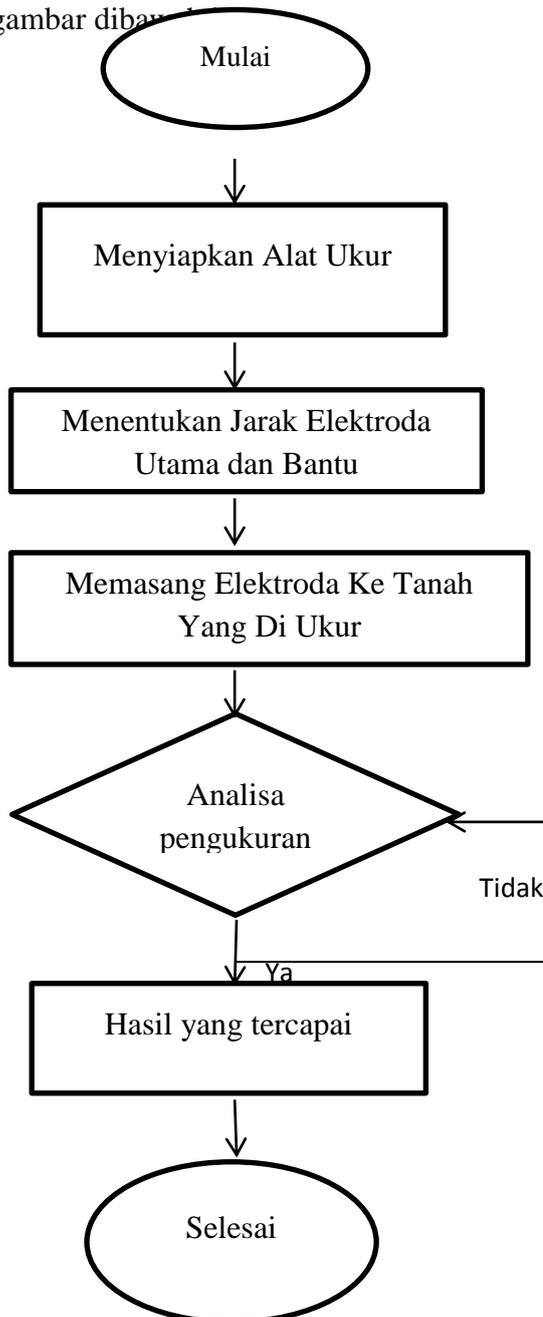
3.3 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan - bahan yang diperlukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Sebuah batang elektroda arde (batang tembaga) memiliki panjang batang 3,2 m dan jari-jari batang 1,58 cm.
2. Batu pbumian di area pengukuran gardu induk memiliki tahanan pbumian 3000 ohm.

3.4 Proses Pengumpulan data

Berdasarkan diagram alir flowchat, langkah – langkah penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.1 Diagram Air Flowchat

4.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hasil Perhitungan

Sebuah penelitian analisis komputasi dilakukan untuk menentukan resistansi batang elektroda pada kedalaman yang berbeda pada tanah berbatu dengan nilai resistansi jenis tanah 3000 ohm di gardu induk..

Perhitungan di titik pertama:

Diketahui:

$$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$$

$$\alpha = 1,58 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$L = 1280 \text{ cm}$$

$$R = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \left(\ln \frac{4 \times L}{\alpha} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 1280} \times \left(\ln \frac{4 \times 1280}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = 0,37 \times 4,4$$

$$R = 1,62 \Omega$$

Perhitungan di titik kedua:

$$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$$

$$\alpha = 1,58 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$L = 960 \text{ cm}$$

$$R = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \left(\ln \frac{4 \times L}{\alpha} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 960} \times \left(\ln \frac{4 \times 960}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = 0,49 \times 4,22$$

$$R = 2,06 \Omega$$

Perhitungan di titik ketiga:

$$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$$

$$\alpha = 1,58 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$L = 640 \text{ cm}$$

$$R = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \left(\ln \frac{4 \times L}{\alpha} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 640} \times \left(\ln \frac{4 \times 640}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = 0,47 \times 3,96$$

$$R = 2,93 \Omega$$

4.2 Analisa Hasil pengukuran

Pada saat sebelum terkena air hujan:

Hasil pengukuran pada titik pertama yaitu sebesar 2,09 ohm.

Hasil pengukuran pada titik kedua yaitu sebesar 2,89 ohm.

Hasil pengukuran pada titik ketiga yaitu sebesar 2,70 ohm.

Pada saat setelah terkena air hujan:

Hasil pengukuran pada titik pertama yaitu sebesar 1,63 ohm.

Hasil pengukuran pada titik kedua yaitu sebesar 2,79 ohm.

Hasil pengukuran pada titik ketiga yaitu sebesar 3,58 ohm.

5. SIMPULAN

Setelah melakukan beberapa metode penelitian dan pengujian serta menganalisa, maka nilai tahanan pentanahan pada gardu induk glugur dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahwa nilai tahanan pada sistem pentanahan gardu induk sebelum terkena air hujan yaitu dengan rata-rata 2,96 ohm.
2. Untuk nilai tahanan pada sistem pentanahan gardu induk setelah terkena air hujan yaitu dengan rata-rata 2,06 ohm.
3. Dari hasil pengujian dan hasil analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi kelayakan dan keamanan sistem pentanahan gardu induk yang beroperasi cukup aman dan baik

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asimeri. "Electrical Power Transmission Techniques Volume 2". Jakarta Departemen Pendidikan Nasional. 2008
- Guglu, Mustafa Aydiner. Analisis Desain Pembumian". Universitas Teknik Timur Tengah. 2012
- Pedoman IEEE Untuk Keselamatan di Gardu Induk Grounding Air Conditioning. IEEE Std.80-2013. Amerika Serikat 2013
- Fikri Baris Uzunar, kalender Ozcan. "Desain Grid Grounding Tiga Dimensi." Konferensi India Kekuatan Kelima IEEE". 2012