



**IMPLEMENTASI SISTEM PENTANAHAN GRID  
PADA TOWER TRANSMISI 150 KV  
(APLIKASI PADA TOWER SUTT 150 KV TOWER 33)**

**Ija Darmana<sup>\*</sup>, Dea Ofika Yudha, Erliwati**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta Padang,

\*Email : [ijadarmana.2012@gmail.com](mailto:ijadarmana.2012@gmail.com)

Submitted: 24-07-2015, Rewiewed:12-08-2015, Accepted:03-02-2016

<http://dx.doi.org/10.22216/jit.2015.v9i2.32>

**Abstract**

*Grounding system is one form of the integrated system in the electricity system for the security of the overall system of interference that allows the damage to the equipment, resulting in breaking the continuity of power service to consumers. Some ways earthing system used is by planting electrodes (conductors) in soil vertically (rod), horizontal (parallel to the ground) in the form of a grid (grid) and the combination of both the arrangement in order to obtain an effective earthing configuration of the electrodes used. The experiment was conducted at the tower no. 33 (Tarantang) Pegambiran Padang. Earthing measurement tower is done by measuring the resistance value through a tower grounding foot tower by using earth tester. Skeletons tower connected to the grounding grid plus with one electrode rod. From the research that has been carried out, with an additional earthing system is able to reduce the value of the grounding grid to 0.5 . The smaller the value grounding in the can, the better the system grounding. To get the value of grounding that less than 1 Ohm, grounding by adding a grounding grid into the right solution.*

**Keywords:** System Grounding Grid

**Abstrak**

*Sistem pentanahan merupakan salah satu bentuk sistem yang terintegrasi pada sistem ketenagalistrikan untuk keamanan sistem secara keseluruhan dari gangguan yang memungkinkan terjadinya kerusakan pada peralatan, sehingga berakibat pada putusnya kontinuitas pelayanan daya ke konsumen. Beberapa cara sistem pentanahan yang dipergunakan adalah dengan penanaman elektroda (konduktor) didalam tanah secara vertikal (rod), horizontal (sejajar dengan permukaan tanah) dalam bentuk kisi-kisi (grid) dan kombinasi dari kedua susunan tersebut sehingga diperoleh konfigurasi pembumian yang efektif terhadap elektroda yang dipakai. Penelitian dilaksanakan pada tower no. 33 (Tarantang) Pegambiran Padang. Pengukuran pentanahan tower dilakukan dengan mengukur nilai tahanan pentanahan tower melalui kaki tower dengan menggunakan alat earth tester. Rangka-rangka tower di hubungkan dengan pentanahan grid yang di tambah dengan satu batang elektroda. Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan, sistem pentanahan dengan tambahan grid mampu mereduksi nilai pentanahan menjadi 0,5  $\Omega$ . Semakin kecil nilai pentanahan yang di dapat maka semakin bagus sistem pentanahannya. Untuk mendapatkan nilai pentanahan yg kecil dari 1 Ohm, pentanahan dengan menambahkan pentanahan grid menjadi solusi yang tepat.*

**Kata Kunci:** Sistem Pentanahan Grid.



## PENDAHULUAN

Sistem pentanahan biasanya menggunakan konduktor yang ditanam secara vertikal maupun horizontal (*rod*) atau dalam bentuk kisi-kisi (*grid*) dimana konduktor pentanahan biasanya terbuat dari batang tembaga dan memiliki konduktivitas tinggi, memiliki kekuatan mekanis, tahan terhadap peledakan dari keburukan sambungan listrik, dan tahan terhadap korosi. Pada umumnya tembaga digunakan sebagai bahan untuk konduktor pentanahan karena tembaga dapat dikatakan mempunyai sifat yang memenuhi syarat diatas. Pentanahan dengan menggunakan sistem *grid* sangat umum diterapkan pada gardu induk, disamping itu juga dikenal sistem gabungan *grid-rod*. Kedua sistem ini jarak antara konduktor paralelnya sama (*sistem grid simetris*). Kelemahan dengan sistem tersebut adalah bahwa untuk memperoleh tegangan permukaan yang masih memenuhi syarat keamanan, dibutuhkan konduktor pentanahan yang lebih panjang.

Penelitian ini ditujukan untuk menganalisa pentanahan dengan menggunakan sistem *grid simetris*. Pentanahan dengan sistem *grid* ini dilakukan dengan menanamkan batang-batang elektroda pentanahan dalam tanah pada kedalaman beberapa cm, sejajar dengan permukaan tanah dan elektroda tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk beberapa jaringan. Makin banyak konduktor yang ditanam dengan sistem ini, maka tegangan yang timbul pada permukaan tanah pada saat terjadi gangguan ke tanah akan terdistribusi merata. Pada pentanahan sistem *grid* simetri ini apabila jumlah elektroda pentanahan yang membentuk *grid* (kisi-kisi) menjadi banyak, maka akan menyerupai bentuk pelat dan

sangat optimum untuk memperoleh nilai tahanan pentanahan yang kecil.

Sistem pentanahan merupakan salah satu bentuk sistem yang terintegrasi pada sistem tenaga listrikan dan dimasukkan untuk keamanan sistem secara keseluruhan dari gangguan yang memungkinkan terjadinya kerusakan pada peralatan sehingga berakibat pada putusnya kontinuitas pelayanan daya kekonsumen. Secara garis besar, tujuan dari pentanahan itu sendiri adalah :

Pada sistem yang besar yang tidak diketanahkan, arus gangguan yang terjadi relatif besar sehingga busur listrik yang timbul tidak dapat padam sendiri, hal mana yang akan menimbulkan busur tanah pada sistem yang diketanahkan, gejala tersebut hampir tidak ada,

Untuk membatasi tegangan-tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu (sehat). Gangguan yang sering terjadi ialah gangguan *hubung singkat*. Besar dari arus hubung singkat itu tergantung dari jenis dan sifat gangguan hubung singkat itu, kapasitas dari sumber daya, konfigurasi dari sistem, metoda hubungan netral dari trafo, jarak gangguan dari unit pembangkit, angka pengenal dari peralatan-peralatan utama dan alat-alat pembatas arus, lamanya hubung singkat itu dan kecepatan beraksi dari alat-alat pengaman. gangguan hubung singkat itu tidak hanya dapat merusak peralatan atau elemen-elemen sirkuit, tetapi juga dapat menyebabkan jatuhnya tegangan dan frekuensi sistem, sehingga kerja paralel dari unit-unit pembangkit menjadi terganggu pula.

## AKIBAT-AKIBAT YANG DISEBABKAN GANGGUAN ANTARA LAIN :

Menginterupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen ganggua itu



sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian (sirkuit) atau menyebabkan keluarnya suatu unit pembangkit.

Penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintanginya kerja normal pada peralatan konsumen.

Pengurangan stabilitas sistem dan menyebabkan jatuhnya tegangan pada generator.

Merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan itu.

#### TUJUAN PENTANAHAN PERALATAN :

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman (tidak membahayakan) untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal. Untuk mencapai tujuan ini, suatu sistem pengetanahan peralatan sangatlah dibutuhkan. Sistem pengetanahan ini sangat membantu untuk memperoleh potensial yang merata (*uniform*) dalam semua bagian struktur dan peralatan, serta untuk menjaga agar makhluk hidup yang berada di daerah instalasi tersebut berada pada potensial yang sama dan tidak membahayakan pada setiap waktu. Dengan dicapainya potensial yang hampir merata pada semua titik dalam daerah sistem pengetanahan ini, kemungkinan timbulnya potensial yang besar pada jarak yang dapat dicapai oleh manusia sewaktu terjadi hubung singkat kawat ketanah menjadi sangat kecil.

2. Untuk memperoleh impedansi yang kecil atau rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah. Kecelakaan pada personil timbul pada saat hubung singkat ketanah terjadi. Jadi bila arus hubung singkat ketanah itu dipaksakan mengalir melalui impedansi tanah yang tinggi, akan

menimbulkan perbedaan potensial yang besar dan sangat membahayakan. Impedansi yang besar pada sambungan rangkaian pentanahan dapat menimbulkan busur listrik dan pemanasan yang besarnya cukup menyalakan material yang mudah terbakar.

#### 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 sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ketanah.

Elektroda pentanahan dapat berupa sistem perpipaan air minum yang telah ada menggunakan pipa-pipa logam. Selaian itu juga digunakan elektroda-elektroda buatan yang berupa batang, pipa, plat atau penghantar yang ditanamkan ke dalam tanah, dan logam yang tidak dapat berkarat. Elektroda yang digunakan untuk pentanahan harus memenuhi beberapa persyaratan , antara lain:

1. Memiliki daya hantar jenis yang cukup besar sehingga tidak akan memperbesar beda potensial lokal yang berbahaya bagi peralatan maupun keselamatan jiwa disekitar pentanahan.

2. Memiliki kekuatan mekanis yang cukup tinggi.

3. Tahan terhadap peleburan dari keburukan sambungan listrik.

4. Tahan terhadap korosi

Pada umumnya tembaga digunakan sebagai bahan untuk konduktor (elektroda) pentanahan, karena tembaga dikatakan



mempunyai sifat yang memenuhi syarat diatas. Tahanan tanah disekitar elektroda tergantung pada tahanan jenis tanah. Pada sistem pembumian terdapat beberapa komponen tahanan yang berpengaruh terhadap besarnya, dimana ketiga komponen tersebut mempunyai hubungan yang simetris dalam membentuk nilai tahanan pembumian, yaitu :

1. Tahanan elektroda pembumian beserta sambungan-sambungan padanya.
2. Tahanan kontak antara elektroda pembumian dengan tanah disekitarnya.
3. Tahanan tanah disekitarnya.

Ketiga komponen tahanan, tahanan tanah disekitar elektroda merupakan besaran yang paling besar pengaruhnya pada tahanan pembumian dibandingkan tahanan elektroda dan tahanan kontak.

Elektroda pembumian terbuat dari logam mempunyai tahanan cukup kecil jika ukurannya memadai. Demikian pula dengan tahanan kontak ke tanah dapat diabaikan apabila permukaan elektroda bebas dari lemak dan cat serta tempat kontak cukup padat, sehingga elektroda dapat dipasak dengan kuat.

Untuk mendapatkan tahanan pembumian yang kecil, diperlukan elektroda pembumian. Prinsip dasar untuk memperoleh tahanan pembumian yang kecil adalah dengan membuat permukaan elektroda bersentuhan dengan tanah sebesar mungkin, Sesuai dengan rumus dibawah ini:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (1)$$

dimana

$R$  = tahanan pembumian [  $\Omega$  ]

$\rho$  = tahanan jenis tanah [  $\Omega.m$  ]

$L$  = panjang lintasan arus pada tanah [  $m$  ]

$A$  = luas penampang lintasan arus pada tanah [  $m^2$  ]

Selain ditentukan oleh luas permukaan elektroda pembumian dan tahanan jenis tanah, tahanan pembumian yang diperoleh juga ditentukan pula oleh jenis dan bentuk elektroda pembumiannya.

Beberapa bentuk elektroda pembumian yang dipergunakan antara lain :

Elektroda bentuk batang

Elektroda bentuk pita

Elektroda bentuk plat.

### **ELEKTRODA BENTUK BATANG.**

Elektroda bentuk batang ini adalah elektroda berbentuk pipa atau batang profil atau logam lain yang ditanamkan tegak lurus ke dalam tanah dengan kedalaman antara 1 sampai 10 meter. Pentanahan ini paling banyak digunakan, karena mempunyai banyak keuntungan apabila dibandingkan dengan menggunakan elektroda lainnya. Adapun keuntungan tersebut adalah :

Harga elektroda ini cukup murah dan mudah didapat.

Pemasangannya mudah dan tidak memerlukan tempat yang luas.

Apabila ditanam sampai pada kedalaman air tanah dengan maksud supaya tahanan pentanahan menjadi rendah.

Apabila tahanan dari sebuah elektroda belum cukup rendah, disekitar elektroda yang pertama dapat dipasang elektroda lain yang kemudian dihubungkan secara paralel untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang lebih rendah.

Makin panjang elektroda batang ditanam dalam tanah, maka tahanan kontak terhadap tanah akan semakin kecil karena menurunnya tahanan jenis tanah dan bertambahnya luas permukaan tanah yang terkena elektroda Untuk menentukan besarnya tahanan pembumian dengan elektroda batang dipergunakan rumus sebagai berikut :



$$R = \frac{\dots}{2fL} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad (2)$$

dimana :

$R$  = Tahanan pembumian elektroda batang [  $\Omega$  ]

$\dots$  = Tahanan jenis tanah [  $\Omega.m$  ]

$L$  = Panjang batang yang tertanam [  $m$  ]

$a$  = Jari-jari elektroda pentanahan (m)

### ELEKTRODA BENTUK PITA.

Elektroda pita adalah elektroda yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Elektroda ini dapat ditanam secara dangkal pada kedalaman 0,5 sampai 1,0 meter dari permukaan tanah, dan tergantung dari kondisi dan jenis tanah. Elektroda jenis ini sering digunakan pada tempat-tempat yang mempunyai tahanan jenis tinggi, terutama pada tanah yang banyak mengandung batu-batu sejajar dengan permukaan tanah dan elektroda tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk beberapa jaringan. Besar tahanan pembumian untuk elektroda pita dapat dihitung dengan rumus:

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

dimana :

$R$  = Tahanan pembumian elektroda pita [  $\Omega$  ]

$\dots$  = Tahanan jenis tanah [  $\Omega.m$  ]

$L$  = Panjang elektroda pita yang tertanam [  $m$  ]

$d$  = Lebar pita/diameter elektroda pita kalau bulat [  $m$  ]

### ELEKTRODA BENTUK PLAT.

Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Pada pemasangannya elektroda ini dapat ditanam tegak lurus atau mendatar tergantung dari tujuan penggunaannya. Bila digunakan sebagai elektroda pembumian pengaman maka cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter di bawah permukaan tanah dihitung dari sisi plat sebelah atas. Bila digunakan sebagai elektroda pengatur yaitu mengatur kecuraman gradien tegangan guna menghindari tegangan langkah yang besar dan berbahaya, maka elektroda plat tersebut ditanam mendatar.

Pentanahan hantaran netral dengan menggunakan elektroda pelat sudah jarang dipakai karena tidak menguntungkan, sebab harganya terlalu mahal, mudah berkarat dan juga kurang praktis, dimana waktu pengecekan harus digali lobang terlebih dahulu.

Untuk menghitung besar tahanan pembumian elektroda plat dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{\dots}{4,1L} \left( 1 + 1,84 \frac{b}{t} \right) \quad (4)$$

dimana:

$R$  = Tahanan pembumian elektroda plat (  $\Omega$  )

$\dots$  = Tahanan jenis tanah (  $\Omega.m$  )

$L$  = Panjang elektroda plat (  $m$  )

$b$  = Lebar plat (  $m$  )

$t$  = Kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (  $m$  )

### METODE PENELITIAN

Implementasi sistem pentanahan ini dilakukan pada tower SUTT 150 kV antara gardu induk Indarung dengan gardu induk Bungus tepatnya pada tower 33 yang berlokasi di kecamatan Lubuk Kilangan, kelurahan Tarantang yang dilaksanakan



pada bulan April tahun 2015. Sebelum melakukan penelitian ini, penulis melakukan pengujian sistem pentanahan *grid* di belakang labor teknik elektro. Dalam implementasi sistem pentanahan *grid* ini alat yang dibutuhkan sebagai berikut :

Alat Ukur Earth tester Kyoritsu model 4102, Elektroda Batang dan Elektroda *Grid*, Multitester, Cangkul, Kawat Penghantar, Palu,

Pertama-tama diukur nilai tahanan pentanahan disekitar lokasi, kemudian ditanamkan elektroda batang dan diukur nilai tahanan pentanahannya, Selanjutnya dipasang elektroda *grid* dan diukur nilai tahanan pentanahannya. Setelah itu pentanahan *grid* yang sudah ditanam kemudian dikopel dengan kaki tower 33 dan dilakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan 4 (empat) kali berdasarkan jam seperti tabel-1, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan data pengukuran seperti tabel-2.

#### 1. Pengukuran 1 Batang Konduktor (Tahanan tanah)

Pentanahan ini dilakukan pada daerah disekitar tower. Elektroda batang di tancapkan pada daerah di sekitar tower. Untuk mengetahui tahanan jenis tanah, maka harus dilakukan pengukuran langsung tahanan pentanahan dilokasi yang bersangkutan. Apabila digunakan elektroda pentanahan jenis elektroda batang, maka :

$$R = \frac{\rho \cdot 2 \cdot f \cdot L}{4L \cdot \ln \frac{4L}{a}} \quad (5)$$

Dimana :

- $\rho$  = tahanan jenis tanah
- $R$  = tahanan pentanahan (ohm)
- $L$  = panjang elektroda (m)
- $a$  = jari-jari elektroda pentanahan (m)

#### 2. Pengukuran Pentanahan Tower

Pada tower transmisi 150 kv biasanya pentanahannya menggunakan elektroda batang yang ditancapkan ketanah. Batang pentanahan pada tower ini dihubungkan dengan earth tester dengan menggunakan kabel berwarna hijau, kemudian dua batang elektroda masing-masing dihubungkan dengan menggunakan kabel kuning dan kabel berwarna merah di tancapkan.

#### 3. Pengukuran Pentanahan Grid

Pengukuran tahanan pentanahan *grid* dilakukan dengan cara menghubungkan kabel earth tester warna hijau dengan konduktor pada *grid*. Dan menancapkan dua batang elektroda ketanah, masing masing elektroda di hubungkan dengan kabel warna kuning dan kabel warna merah. *Grid* di tanam ketanah minimal 0,5 meter. Semakin dalam *grid* yang di tanam semakin bagus nilai pentanahan yang didapat.

*Grid* yang telah di tancapkan ketanah kemudian di pasang elektroda batang. Elektroda batang di tancapkan di tengah-tengah *grid*, fungsi elektroda batang yang ditancapkan ini adalah untuk memperkecil nilai tahanan pentanahan. Semakin kecil nilai pentanahan yang didapat semakin bagus pengamanan tower. Nilai pentanahan tower yang bagus sesuai standar pentanahan adalah < 5 ohm.

Rumus tahanan *grid* oleh IEEE std 80-1986 diperoleh persamaan untuk kedalaman konduktor  $0 \text{ m} < h < 2,5 \text{ meter}$  :

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1+h\sqrt{20/A}} \right) \right] \quad (6)$$

Dimana :

- $R_g$  = tahanan pentanahan *grid* (ohm)



- $\rho$  = tahanan jenis tanah (ohm)
- L = panjang konduktor (m)
- r = jari-jari konduktor (m)
- A = Luas area pertanahan ( $m^2$ )
- h = kedalaman penanaman konduktor (m)

4. Pengukuran Gabungan Pentanahan Grid dengan Pentanahan Tower

Setelah melaksanakan pengukuran tahanan tanah, tahanan pentanahan tower, tahanan *grid* maka selanjutnya pengukuran sistem pentanahan *grid* akan di paralelkan dengan sistem pentanahan pada tower transmisi.

Nilai pentanahan *grid* yang telah digabungkan dengan pentanahan tower dapat dirumuskan melalui persamaan:

$$R_{total} = \frac{R_{tower} \cdot R_{grid}}{R_{tower} + R_{grid}} \quad (7)$$

Dimana :

$R_{total}$  = tahanan akhir gabungan *grid* dan tower

$R_{grid}$  = tahanan *grid*

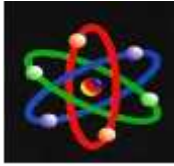
$R_{tower}$  = tahanan tower

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran pada tower transmisi 150 kV yang diukur pada tower 33, yang terletak di Tarantang Pegambiran Padang seperti yang ditunjukkan pada tabel-1. berikut ini :

**Tabel-1. Hasil pengukuran pentanahan pada tower transmisi**

No.	Urutan Batang	Nilai tahanan yang diukur ( $\Omega$ ) (8.2)	Kedalaman (cm)	elektroda batang	Panjang elektroda (cm)	Jam
1	1batang konduktor (tanah)	18,2	95	1,75x10 <sup>-8</sup>	100	13.07
		15,4				13.25
		17,2				13.43
2	Tahanan tower	2,7	95	1,75x10 <sup>-8</sup>	100	14.02
		2,4				14.17
		2,5				14.30
3	Tahanan <i>Grid</i> +1 Batang elektroda	1,17	95	1,75x10 <sup>-8</sup>	100	15.00
		1,58				15.45
		1,26				16.37
4	Tahanan tower dan <i>grid</i>	0,65	95	1,75x10 <sup>-8</sup>	100	16.48
		0,5				17.13
		0,6				17.35



**Tabel-2. Hasil rata-rata pengukuran**

No	Pengukuran	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	R rata-rata
1.	1 batang konduktor (tanah)	18,2 $\Omega$	15,4 $\Omega$	17,2 $\Omega$	16,93 $\Omega$
2.	Tahanan Tower	2,7 $\Omega$	2,4 $\Omega$	2,5 $\Omega$	2,53 $\Omega$
3.	Tahanan Grid+ elektroda	1,17 $\Omega$	1,58 $\Omega$	1,26 $\Omega$	1,33 $\Omega$
4.	Gabungan grid dan tower	0,65 $\Omega$	0,5 $\Omega$	0,6 $\Omega$	0,58 $\Omega$

Grid terbuat dari gabungan beberapa tembaga yang dirangkai menjadi satu sehingga satu sama lain membentuk kisi-kisi atau jaring. Dalam penelitian ini ukuran konduktor grid yang digunakan adalah

Panjang konduktor kisi-kisi utama  
 = 4x1 = 4 meter

Panjang konduktor kisi-kisi melintang  
 = 5x1 = 5 meter

Panjang batang-batang pentanahan  
 = 4x1 = 4 meter

Diameter konduktor  
 = 16 mm

Kedalaman grid ditanam (h)  
 = 30 cm = 0,3 m

Untuk menghitung tahanan tanah dengan tiga kali pengukuran, maka tahanan rata-rata tanah adalah:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} = 16,93 \Omega$$

Maka nilai tahanan tanah rata-rata adalah 16,93

Untuk menentukan tahanan jenis tanah digunakan persamaan 5, sehingga dapat diperoleh:

$$\rho = \frac{R \cdot 2 \pi L}{\ln \frac{4L}{a} - 1}$$

Berdasarkan tabel 6.2. R rata-rata atau tahanan tanah pada tower transmisi adalah:

$$R_{\text{total tanah}} = \frac{18,2 + 15,4 + 17,2}{3} = 16,93$$

ohm

Jari-jari (a) berdasarkan diameter konduktor diperoleh :

$$a = \frac{d}{2} = 0,008 \text{ m}$$

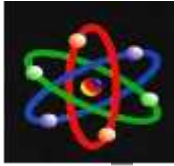
Dimana :

d = diameter dari batang konduktor  
 maka tahanan jenis tanah diperoleh sebesar :

$$\rho = \frac{16,93 \times 2 \times 3,14 \times 0,95}{\left(\ln \frac{4 \times 0,95}{0,008} - 1\right)} = \frac{101,004}{\ln 474} = 16,39$$

Tahanan pentanahan dengan menggunakan sistem grid di hitung berdasarkan persamaan 6 :





$$R = \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{20 \times A} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Dimana panjang konduktor pentanahan (L) merupakan panjang total dari kisi-kisi yang digunakan, sehingga panjang konduktor diperoleh :

$$\begin{aligned} L &= L_1 \cdot N + L_2 \cdot M \\ &= (1 \times 5) + (1 \times 5) \\ &= 10 \text{ meter} \end{aligned}$$

A merupakan luas *switchyard* (daerah pentanahan), luas daerah pentanahan *grid* itu berbentuk persegi yang panjang sisinya 1 meter, maka :

$$\begin{aligned} A &= \text{sisi} \times \text{sisi} \\ &= 1 \times 1 = 1 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai A pada persamaan 6, dan nilai  $h = 0,3 \text{ m}$  maka tahanan *grid* diperoleh:

$$R_{grid} = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \times A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = ,71$$

Untuk menghitung tahanan *grid* yang sudah dikopel dengan satu batang elektroda, maka panjang konduktor (L) adalah total seluruh konduktor yang ditanam pada sistem *grid* di tambah dengan panjang konduktor batangan yang ditanam secara vertikal yang menggunakan elektroda batang, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang konduktor } grid + \text{panjang konduktor elektroda batang} \\ &= 10 + 1 = 11 \text{ meter} \end{aligned}$$

Maka untuk mendapatkan nilai pentanahan *grid* yang digabungkan dengan 1 batang elektroda, berdasarkan persamaan 6 adalah :

$$R_{grid+el} = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{20 \times A} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 1,95$$

Untuk menghitung tahanan *grid* yang telah digabungkan dengan tahanan tower maka bisa kita paralelkan dengan menggunakan persamaan:

$$R_{total} = \frac{R_{tower} \times R_{grid+el}}{R_{tower} + R_{grid+el}}$$

Pengukuran 1 :

$$R_{tower} = 2,7 \Omega$$

$$R_{grid+el} = 1,17 \Omega$$

$$R_{total} = \frac{2,7 \times 1,17}{2,7 + 1,17} = \frac{3,15}{3,87} = 0,81 \Omega$$

Pengukuran 2 :

$$R_{tower} = 2,4 \Omega$$

$$R_{grid+el} = 1,58 \Omega$$

$$R_{total} = \frac{2,4 \times 1,58}{2,4 + 1,58} = \frac{3,79}{3,98} = 0,95 \Omega$$

Pengukuran 3 :

$$R_{tower} = 2,5 \Omega$$

$$R_{grid+el} = 1,26 \Omega$$

$$R_{total} = \frac{2,5 \times 1,26}{2,5 + 1,26} = \frac{3,15}{3,76} = 0,83 \text{ ohm}$$

Berdasarkan perhitungan serta pengukuran yang telah dilakukan pada tower 33 (Tarantang) Pegambiran Padang, penggunaan sistem pentanahan *grid* dengan menambahkan elektroda batang ditengah-tengah mampu mereduksi nilai pentanahan yang sudah ada pada tower. Tidak semua tower transmisi yang memiliki pentanahan tambahan. Untuk melakukan pengukuran pentanahan pada tower yang tidak menggunakan pentanahan tambahan cukup dengan cara mengukur kaki tower dengan menggunakan alat earth tester. Hal ini dikarenakan pentanahan tower sudah ada pada rangka-rangka tower pada saat pembangunan tower. Nilai rata-rata tahanan



pentanahan tower yang terdapat pada tower 33 sebesar 2,53 .

Peneliti menggabungkan pentanahan yang terdapat pada rangka / kaki tower dengan pentanahan jenis *grid* dimana dengan luas area *grid* dipasang 1x1 meter dapat mereduksi pentanahan tower sebesar 0,5 . Semakin kecil nilai pentanahan semakin bagus sistem proteksinya. Hasil dari pengukuran ini dapat disimpulkan penambahan sistem pentanahan dengan menggunakan *grid* yg di gabungkan dengan elektroda batang dapat menghasilkan nilai tahanan pentanahan kecil dari 1 ohm. Nilai tahanan pentanahan pada tower transmisi 150 kV semakin bagus dengan penambahan sistem pentanahan jenis *grid* ini.

#### SIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengukuran dan perhitungan yang diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Sistem pentanahan *grid* yang di pasang saat penelitian, pada tower 33 dapat mereduksi nilai pentanahan tower kecil dari satu ohm.

Sistem pentanahan *grid* yang di kopel dengan penambahan elektroda batang, yang dikopel ditengah-tengah *grid* mampu memperkecil nilai pentanahan *grid*.

Pentanahan *grid* adalah alternatif cara untuk mendapatkan nilai pentanahan kecil dari 1 .

#### SARAN

1. pada pembaca untuk mengetahui tahanan jenis tanah jangan mengacu pada tabel tahanan jenis tanah, karena tidak semua tahanan jenis tanah disetiap daerah sama. Satu-satunya cara untuk

mengukur tahanan jenis tanah adalah melakukan pengukuran langsung.

2. Agar pentanahan pada tower transmisi lebih baik, kepada pihak PLN disarankan menggunakan pentanahan tambahan agar tercapai pentanahan pada tower transmisi sebesar 0, atau kecil dari 1 .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Janardana IGN. 2005. Pengaruh Umur Pada Beberapa Volume Zat Aditif Betonit Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan. Bali. Universitas Udayana.
- Joko Pramono, Buwono Candra dan Zamrudi. 2010. Transmission Of Electrical Energi. Depok. Univeritas Indonesia.
- Lukmanto Widen, Mahmudsyah S. Yuwono Teguh. Studi Perencanaan Saluran Transmisi 150 kV Bambe Incomer. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Muklis. 2008. Implementasi Sistem Pentanahan Grid (Aplikasi Pada Kampus III UBH). Padang. Universitas Bung Hatta.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).
- Tanjung Abrar.2008. Analisis Sistem Pentanahan Gardu Induk Teluk Lembu dengan Bentuk Konstruksi Grid (Kisi-Kisi). Pekan baru. Universitas Lancang Kuning.
- Utama Putra Arif. Evaluasi Nilai Tahanan Pentanahan Tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV Transmisi Maninjau-Simpang Empat. Padang. Universitas Bung Hatta.