

## ANALISA PERBEDAAN TAHANAN TANAH DI MUSIM HUJAN DAN KEMARAU PADA PENTANAHAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH DI DAERAH BUKITTINGGI

Oleh:

Dytchia Septi Kusuma

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSB

### ABSTRAK

Semakin kecil nilai tahanan pentanahan maka semakin baik sistem. Pada kondisi tanah tertentu nilai tahanan pentanahan dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak elektroda serta penambahan treatment di sekitar elektroda. Dalam penelitian ini, digunakan metode pengukuran tiga titik dengan menambahkan beberapa material treatment yang menimbulkan beda potensial diantara elektroda uji, sehingga didapatkan nilai tahanan pentanahan. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil bila penanaman elektroda di tanam pada bahan treatment yang mengandung air/lembab.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data penelitian dilakukan pada saat musim kemarau dan musim penghujan untuk menunjukkan perbedaan tahanan tanahnya yang akan dipasang pada jaringan tegangan rendah pada daerah tahanan tanahnya tinggi di Bukittinggi.

**Kata kunci :** *Sistem Pentanahan, tegangan rendah, musim hujan/kemarauiv*

### ABSTRACT

The smallest of the value of grounding resistance is the better system. On the certain soil conditions the value of grounding resistance is affected by planting depth and spacing of the electrodes as well as the addition of treatment around the electrode. In this research, it is used three-point measurement method by adding some treatment materials that pose potential differ between the test electrodes, so it is gotten the value of grounding resistance. The result of analysis shows that the value grounding resistance will be smaller if planting electrodes are planted at the treatment materials containing water / moisture.

This research is done by doing take research data retrieval from wet weather and dry weather for a grounding system that will be installed on low voltage networks in the areas of high soil resistance in Bukittinggi.

**Keywords:** *Grounding System, Low voltage, dry/wet weather*

### TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu system tenaga listrik, pentanahan untuk penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khusus di bidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapat perhatian serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu cara proteksi. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu cara pentanahan adalah hambatan (tahanan) pentanahan tersebut.

Pentanahan peralatan merupakan pentanahan bagian dari peralatan dan jaringanyang pada keadaan kerja normal tidak dialiri arus listrik.

Tujuan pentanahan peralatan dan jaringan adalah untuk membatasi tegangan antara bagian peralatan yang tidak dialiri arus listrik di antarabagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal. Untuk mencapai tujuan ini pentanahan sangat di butuhkan sekali. Sistem pentanahan ini gunanya untuk memperoleh potensial yang merata dan juga untuk menjaga konsumen pemakai berada pada potensial yang sama dan tidak berbahaya.

Untuk memperoleh inpedansi yang kecil dari jalan balik arushubung singkat ke tanah, jadi bila arus hubung singkat ke tanah dipaksakan mengalir melalui nilai inpedansi tanah

yang tinggi akan menimbulkan beda potensial yang besar. Secara singkat tujuan pentanahan peralatan dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Mencegah terjadinya tegangan kejut yang berbahaya.
- Untuk memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran.
- Untuk pengamanan terhadap lingkungan terutama manusia.
- Untuk menyalurkan arus petir yang mengenai peralatan listrik.
- Untuk menyalurkan arus bocor ke tanah secara langsung jika terjadi kebocoran isolasi pada peralatan.

### Tahanan Jenis Tanah

Harga tahanan jenis tanah pada daerah pegunungan atau yang ketinggian tergantung pula kepada beberapa factor diantaranya :

- Jenis tanah seperti Tanah liat,berpasir,berbatu dan lain lain.
- Lapisan Tanah seperti tanah berlapis lapis dengan tahanan tanahnya yang berbeda-beda.
- Kelembaban tanah
- Temperatur atau suhu tanah.

**Tabel 1. Resistansi Jenis Tanah**

Jenis tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat/ldg	Tanah berpasir basah	Tanah kerikil basah	Pasir & kering	Tanah berbatu
Ohm/m	30	100	200	500	1000	3000

Temperatur tanah sekeliling elektroda pentanahan juga dapat mempengaruhi besarnya tahanan jenis tanah terutama bila temperaturnya sampai dibawah titik beku.Suatu percobaan telah dilakukan oleh United State Bureau of Standart dengan mengambil contoh tanah liat berpasir yang hasilnya terlihat pada tabel 2 dibawah ini ,dimana terlihat bahwa pengaruh temperature terhadap tahanan jenis tanah adalah sedikit sekali.

**Tabel 2 . Pengaruh Temperatur terhadap Tahanan Jenis Tanah.**

Temperatur		Tahanan jenis tanah
( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{F}$ )	( ohm.m )
20	68	75
10	50	99
$0^{\circ}$ Air	32	138
0 Es	32	300
-5	23	790
-15	14	3300

Dari table 2 diatas dapat dijelaskan ternyata elektroda elektroda pentanahan agar lebih baik ditempatkan dibawah batas titik beku atau untuk daerah daerah dingin.

Tahanan tanah juga dapat dipengaruhi oleh kelembaban, seperti terlihat pada tabel 3 berikut ini,dimana perubahan dari sedikitnya jumlah air didalam tanah akan mempengaruhi besarnya tahanan jenis tanah.Dengan demikian sangatlah penting untuk menempatkan elektroda elektroda pada tempat tempat yang berhubungan langsung dengan air tanah.Untuk melakukan ini elektroda pentanahan harus ditanamkan pada tempat tempat yang cukup dalam dibawah permukaan air

**Tabel 3. Pengaruh Kelembaban terhadap Tahanan Jenis Tanah.**

Persentase Air ( % )	Tahanan jenis tanah ( ohm . m )	
	Lapisan atas berpasir	Tanah liat
0,0	$10 \times 10^6$	$10 \times 10^6$
2,5	2500	1500
5,0	1650	430
10,0	530	185
15,0	190	105
20,0	120	63
30,0	64	42

Dengan demikian dapat juga dicegah pengaruh perubahan perubahan pada musim terhadap tahanan tanah yang lebih terasa pada elektroda yang berada dekat permukaan air. Dengan banyaknya factor factor yang mempengaruhi harga tahanan tanah dari keadaan yang nampak saja

Sangatlah sulit dan hasilnya kurang baik, Salah satu tujuan untuk mengetahui besarnya tahanan tanah disuatu tempat ketinggian tertentu dilakukan penelitian pengukuran langsung. Jadi bila menginginkan suatu perencanaan pentanahan yang baik harus diketahui lebih dahulu tahanan tanahnya.

### Jenis jenis Elektroda Pentanahan.

Dilihat dari jenis jenis elektroda pentanahan hantaran netral pada tiang jaringan tegangan rendah dibagi sebagai berikut:

1. Pentanahan hantaran netral dengan elektroda batang (grounding rod)
2. Pentanahan hantaran netral dengan elektroda Strip (Grounding stripe)
3. Pentanahan hantaran netral dengan elektroda Plat (Grounding plate)

#### 1 . Elektroda Batang.

Pentanahan dengan menggunakan elektroda batang yang ditanam biasanya dibuat dari dari pipa atau besi baja yang dilapisi dengan bahan anti karat. Pentanahan ini banyak digunakan karena mempunyai keuntungan seperti :

- Harga dari elektrodanya cukup murah.
- Pemasangannya mudah, cukup dipancangkan kedalam tanah yang dibuat lobang terlebih dahulu.
- Bila harga tahanan belum memenuhi persyaratan maka cukup dengan menambah satu atau lebih elektrodanya yang dihubungkan secara paralel.
- Pengecekan besar tahanan mudah dilakukan.

Adapun persamaan untuk mencari besar tahanan elektroda batang adalah menurut H.B. Dwight dalam bukunya "Calculation of Resistance to Ground " ( H.B.Dwight, hal; 101,1991) yaitu ;

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left( \ln \frac{4L}{a-1} \right) \text{ ohm}$$

Dimana :R = tahanan tanah elektroda ( ohm )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( ohm . m )

L = panjang elektroda ditanam dalam tanah ( m )

a = jari jari elektroda ( m )

#### 2 Elektroda Strip

Pentanahan dengan menggunakan elektroda strip yang ditanam biasanya berbentuk lempengan tipis, kecil dan panjang. Bahan yang dipakai biasanya dari tembaga, untuk memperoleh nilai tahanan yang rendah biasanya dengan menanam elektroda tersebut lebih dalam dan panjang. Elektroda ini banyak dipergunakan pada tempat tempat yang mempunyai tahanan tanahnya tinggi ( daerah ketinggian ), pada tanah yang mengandung batu-batuan dimana penempatan elektrodanya sulit dipasang. Elektroda ini ditanam secara horizontal didalam tanah.

Adapun persamaan untuk menghitung besaran tahanan elektroda strip adalah berdasarkan buku " Code of Practice Earting ".

$$R = \frac{\rho}{83.L} \left( \log \frac{24L^2}{Wh} \right) \text{ ohm}$$

Dimana ; R = Tahanan tanah elektroda ( ohm )

L = panjang elektroda ( m )

W = lebar elektroda ( m )

h = kedalaman elektroda tertanam ( ohm-m )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( ohm – m )

### 3. Elektroda Plate

Pentanahan dengan elektroda plat biasanya terbuat dari besi baja atau tembaga yang bentuknya persegi empat yang ditanam vertical kedalam tanah h meter dari permukaan tanah .Tebalnya plate tidak mempengaruhi besar tahanan akan tetapi walaupun demikian ada ukuran yang harus dipenuhi :

- Untuk ukuran plate elektroda 60 x 60 cm.
- Tebal plate kalau terbuat dari besi baja 6,30 mm.
- Dan tebal plate kalau terbuat dari tembaga 3,15 mm.

Pentanahan hantaran netral dengan menggunakan elektroda plate sudah agak jarang dipakai karena harganya mahal,mudah berkarat dan kurang praktis lagi karena waktu mengecek tahanannya harus menggali lobang terlebih dahulu.Adapun persamaan emperis untuk menghitung harga tahanan elektroda plate adalah ;

$$R = \frac{\rho L}{A} \text{ ohm}$$

Dimana ; R = Tahanan tanah elektroda ( ohm )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( ohm-m )

L = Panjang Elektroda ( meter

A = luas kedua sisi plate ( m<sup>2</sup> )

### Memperkecil Nilai Tahanan.

Bila dalam suatu perencanaan system pentanahan, elektroda yang ditanam kedalam tanah tidak memenuhi persyaratan yang disebabkan oleh keadaan tanahnya sehingga tahanan yang dihasilkan besar maka ada beberapa cara untuk memperkecil tahanan tersebut diantaranya :

- a. Dengan memperbesar diameter elektrodanya.
- b. Dengan menanam elektrodanya lebih dalam.
- c. Dengan memparalelkan beberapa elektrodanya.
- d. Dengan membuat disekeliling elektroda yang ditanam ditambah bahan tambahan atau "material treatment" ( material jerami,gelopak pisang,serbuk gergaji,sabut kelapa dan sekam padi ).

Dengan memberikan air atau membasahi tanahtersebut juga mengubah tahanan jenis tanahnya berubah pula.Harga tahanan jenis tanah pada kedalaman tertentuterbatas sangat bergantung juga pada cuaca, tingginya permukaan tanah dari permukaan air yang konstan.

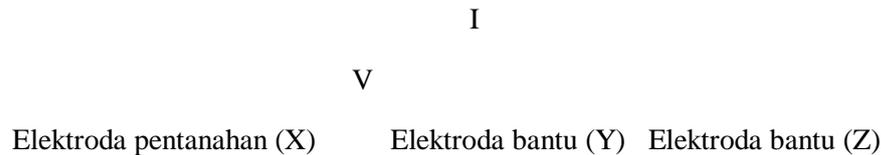
Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim atau cuaca,maka pentanahan dapat dilakukan dengan menanam beberapa elektroda dengan memberi material "treatment " perubah tahanan jenis tanahnya bisa mendekati standar PUIL pada cara pentanahan yang tidak memungkinkan mencapai air tanah yang konstan.

Pada daerah ketinggian terjadi kedangkalan pemasangan elektroda yang juga dipengaruhi kelembaban,temperature,suhu/musim yang bervariasi menjadikan harga tahanan jenis tanahnya bervariasi pula.Untuk mengambil sampel dari tahanan jenis tanahnya diambil untuk keadaan yang paling terburuk yaitu tanah kering dan dingin. Setelah itu diperolehlah harga tahanan jenis tanah dan biasanya diambil harga tertinggi, berdasarkan harga tahanan jenistanah tersebut baru dibuat perencanaan pentanahan menggunakan material "treatment".

### Pengukuran Tahanan Tanah.

Pengukuran menggunakan metode tiga titik dengan menanamkan elektroda uji atau ukur ( X ) pada Bahan treatment dan elektroda arus ( Z ) yang menimbulkan beda potensial sebesar ( v

) diantara elektroda uji ( X ) dan elektroda tegangan ( Y ). Sehingga didapatkan tahanan pentanahan sebesar ( R ) di mana  $R = V / I$ . Berikut adalah model rangkaian pengukuran yang digunakan dalam pengambilan data: Alat ukur Digital Pentanahan



**Gambar 1 Model Rangkaian Pengukuran**

Dari gambar rangkaian dapatlah diambil persamaannya :

$$R = \frac{V}{I} \text{ Ohm}$$

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot r} \text{ ohm}$$

$$\rho = 2\pi \cdot r \cdot R \text{ ohm-m atau}$$

$$\rho = 2\pi \cdot r \cdot \left(\frac{V}{I}\right) \text{ ohm-m}$$

Dimana ; R = Tahanan ( ohm )

V = Tegangan yang terukur ( volt )

r = jarak elektroda ( meter )

I = Arus yang mengalir ( Amper )

$\rho$  = Tahanan jenis ( ohm-meter )

## HASIL PENELITIAN

Pada bulan Agustus - September sesuai jadwal penelitian, peneliti melakukan pengukuran saat musim panas atau kemarau maka didapatkan data sebagai berikut :

**Tabel 4. Tahanan Tanah tanpa Treatment (musim kemarau).**

Pengukuran Tgl. AGUSTUS 2011	Jarak Elektroda ( Meter )	Tahanan terbaca (Ohm).	Tahanan Jenis Tanah (Ohm.m)
1 -4	6	1567	59045
5 -7	6	1356	51094
8 - 10	6	1252	47175
11 - 13	6	1205	45404
14 - 16	6	1175	44724
17 - 19	6	1143	43068
20 - 22	6	1114	41976
23 - 25	6	1086	40920
26- 28	6	1062	40016
29- 31	6	1056	39790

Dari table 4 diatas pengukuran nilai tahanan dilakukan pada satu elektroda batang tanpa treatment ternyata pengaruh iklim kemarau atau panas hanya sedikit membawa perubahan dikarenakan tahanan tanah iklim panas adalah masih tinggi, belum memenuhi standar untuk Pentanahan jaringan tegangan rendah.

Pengukuran tahanan jenis tanah pada musim hujan atau iklim dingin kebetulan sekali peneliti mendapatkan cuaca pada bulan September 2011 ini jadi dapatlah data pengukuran ini dilihat pada table 5 sebagai berikut.

**Tabel.5 .Tahanan Tanah tanpa bahan Treatment musim hujan.**

Pengukuran Tgl. SEPTEMBER 2011	Jarak Elektroda ( Meter )	Tahanan terbaca ( Ohm ).	Tahanan Jenis Tanah (Ohm.m)
1 -3	6	924	34816
4 -6	6	871	32819
7 – 9	6	823	31011
10 – 12	6	772	29089
13 – 15	6	761	28764
16 – 18	6	755	28448
19 – 21	6	716	26979
22 – 24	6	525	19782
25- 27	6	482	18162
28 – 30	6	452	17031

Dari data hasil pengukuran pada table 5 juga memperlihatkan Tahanan tanah juga sangat dipengaruhi oleh kelembaban air yang terjadi disekitar tanah.Ternyata perubahan sedikit jumlah air didalam tanah akan mempengaruhi besarnya tahanan tanah. Jadi sangat penting diperhatikan untuk mendapatkan tahanan tanah yang rendah harus ditempatkan pada tanah yang banyak mengandung air atau tanah yang lembab.

## ANALISIS

Pengolahan data terdiri dari dua waktu yaitu musim kemarau dan musim penghujan untuk diperbandingkan keduanya. Pada masing-masing musim diberikan pengukuran tanah tanpa treatment, pakai treatment dengan satu lubang dan treatment dua lubang sampai lima lubang.. Perbandingan tahanan Tanah musim Panas dan musim penghujan

**Tabel 6. Tahanan Tanah Musim Panas dan Hujan**

R tanah Musim Kemarau (Ohm)	$\rho$ tanah kemarau (Ohm.m)	R Tanah Musim Penghujan (Ohm)	$\rho$ tanah penghujan (Ohm.m)	$\rho$ tanah penghujan / kemarau (%)
1567	59045	924	34816	59%
1356	51094	871	32819	64%
1252	47175	823	31011	66%
1205	45404	772	29089	60%
1175	44724	761	28764	65%
1143	43068	755	28448	66%
1114	41976	716	26979	64%
1086	40920	525	19782	48%
1062	40016	482	18162	45%
1056	39790	452	17031	43%

Apabila diinginkan tahanan tanah untuk grounding perumahan/rumah tinggal sebesar 100 Ohm atau kurang, diperlukan tahanan jenis tanah

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R \text{ ohm.meter}$$

dimana : a = 6 m (jarak pengukuran elektroda)

$$R = 100 \text{ Ohm}$$

$$\rho = 2 \times 3,14 \times 6 \times 100 = 3768 \text{ Ohm.m}$$

Dari tabel 4.13 dan perhitungan minimal tahanan jenis tanah di atas dapat dianalisis bahwa perbandingan tahanan jenis tanah di musim penghujan dan musim kemarau berkisar 43% hingga 66%. Artinya tahanan jenis tanah hanya berkurang sekitar 44% hingga 57% dengan adanya musim penghujan. Harga tahanan jenis tanah ini belum memungkinkan untuk dipasang grounding pentanahan. Oleh karenanya harus dilakukan penambahan material (material treatment) dengan maksimal tahanan jenis tanah 3768 Ohm m

Sebagaimana diketahui bahwa kota Bukittinggi dan sekitarnya berada 950 meter di atas permukaan laut dan tidak mengenal adanya musim kemarau dan hujan, yang ada adalah iklim panas dan iklim hujan. Pengaruh perubahan Tahanan tanah sangat dipengaruhi oleh adanya iklim penghujan. Namun demikian, lokasi untuk penelitian di atas tahanan tanahnya belum memenuhi syarat, yaitu :

- Tahanan tanah jaringan tegangan rendah untuk perumahan maksimal 100 Ohm
- Tahanan tanah jaringan gardu distribusi tegangan rendah PLN maksimal 10 Ohm
- Tahanan tanah penangkal petir rumah dan gedung maksimal 5 Ohm
- Tahanan tanah grounding perangkat telekomunikasi seperti BTS, BSC, maksimal 1 Ohm
- Tahanan tanah gardu induk PLN maksimal 0,1 Ohm.

Oleh karenanya untuk keperluan jaringan tegangan rendah perumahan harus dilakukan treatment sedemikian rupa sehingga diperoleh tahanan tanah 100 Ohm atau tahanan jenis tanahnya sebesar maksimal 3768 Ohm.m

## SIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian bahan treatment tanah untuk memperbaiki tahanan pentanahan untuk daerah yang mempunyai tahanan tanah tinggi dapat disimpulkan :

1. Tahanan tanah yang tinggi di atas 1000 Ohm bisa diperbaiki dengan cara memberikan bahan treatmentnya ke dalam tanah..
2. Bahan-bahan treatment yang bersifat konduktor dan mudah menyimpan air mempunyai sifat memperbaiki tahanan tanah secara signifikan seperti arang kayu, batang pisang, jerami, kulit coklat.
3. Bahan-bahan yang bersifat isolatif terutama yang banyak mengandung selulosa dan sulit menyimpan air seperti sekam padi, serbuk gergaji cenderung untuk sulit memperbaiki tahanan tanah.
4. Tahanan tanah di Bukittinggi dan sekitarnya mempunyai nilai tahanan tanah yang tinggi minimal 452 Ohm di musim penghujan..
5. Harus dilakukan treatment tanah untuk mencapai standard PLN.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, A., dan Kuwahara, S., *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*, Jilid III Gardu Induk, Pradya Paramita., Jakarta, 1997.
- [2] Hutaeruk, T.S., *Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan*, Erlangga, Jakarta, 1987. IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial
- [3]. . . . ., Power System, *Power System Engineering Committee of the IEEE Industry Application Society*, IEEE Standart Board 142, 1991.
- [4] Pabla, A.S., dan Hadi, A., *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [5] Rahmadi Aris dan Ihsan, *Analisis Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Tegangan Permukaan Tanah*, Teknik Elektro UGM, Yogyakarta Vol.2 No.2 September 2002,
- [6] Agung Nugroho, Ir. *Kegagalan Perisai Petir Saluran Udara Tegangan Renda 220/380 volt*, 2004.

- [7] Pranyoto,Ir.*Ruang Proteksi Penangkal Petir. Energi & listrik Volume XII*, September,2002.
- [8] Setiawan, E.,*Instalasi Listrik Arus Kuat 3*, Binacipta , Bandung, 1992.
- [9] Stevenson, W.D.,dan Idris,K.,*Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [10] Supriadi Agus, *Pengaruh Frekuensi Arus Terhadap Magnitude Impedansi Pentanahan Satu Elektroda Batang*,Teknik Elektro UMS , Surakarta, 2002.
- [11] . . . . . , Jurnal Pengaruh kedalaman penanaman Elektroda terhadap Nilai Tahanan Pembedaan, system Vol 5 No.2.
- [12] Reynaldo Zoro,Dr.Ir, *Worshop Sistem Proteksi dan Diteksi Petir*, PLN UDIKLAT Semarang ,2004.