

Perbandingan Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Tanah Pada Tanah Basah Dan Kering Dengan Menggunakan Elektroda Batang

Zulfadli Pelawi, Yusmartato, Armansyah

Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UISU-Medan

zulfadlipelawi@gmail.com; yusmartato@ft.uisu.ac.id; armansyah@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Nilai tahanan tanah merupakan hal yang sangat penting bagi peralatan listrik untuk menghubungkan bagian dari yang seharusnya tidak dialiri arus listrik yang besar akibat adanya gangguan. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang kecil yaitu letak elektroda dan jenis elektroda yang akan ditanam serta kondisi tanah di daerah mana sistem pembumian tersebut akan dipasang. Pengukuran nilai tahanan tanah bertujuan untuk mengetahui besarnya tahanan pentanahan pada tanah basah dan tanah kering di daerah Kecamatan Percut Sei Tuan, dengan melakukan pengukuran langsung kemudian membandingkan hasil dari pengukuran elektroda batang untuk tanah basah dan tanah kering. Dari hasil pengukuran untuk kedalaman yang sama (200 cm) diperoleh $R = 16 \text{ Ohm}$ untuk tanah basah dengan menggunakan elektroda batang, Untuk tanah kering $R = 24 \text{ Ohm}$ dengan menggunakan elektroda batang.

Kata Kunci: Tahanan Tanah, Elektroda Batang, Tanah Kering dan Basah

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya sistem tenaga listrik pada saat ini, sangat penting untuk memperhatikan sistem pentanahan karena pentanahan dibutuhkan untuk merancang desain sistem pentanahan. Pentanahan adalah penghubungan antara bagian yang seharusnya tidak dialiri arus listrik pada peralatan listrik dengan suatu massa yang besar. Hal ini untuk memastikan jika terjadi gangguan maka arus gangguan yang mengalir pada bagian yang seharusnya tidak dialiri arus dapat cepat disalurkan ke tanah sehingga peralatan yang ditanahkan tidak akan mempunyai tegangan yang lebih besar dari tegangan pentanahan sesuai standard. Pentanahan yang kurang diperhatikan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja pada saat gangguan.

Kebutuhan pentanahan ini bermula dari kenyataan bahwa gangguan sering terjadi pada peralatan listrik, sehingga mengakibatkan arus gangguan mengalir pada pentanahan, yang akan menimbulkan kenaikan beda potensial. Beda potensial yang timbul ini mungkin sangat besar sehingga dapat membahayakan manusia yang berjalan di daerah tersebut. Beda potensial berbahaya ini dapat muncul diantara peralatan yang ditanahkan dengan tanah sekitarnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tahanan Jenis Tanah

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

1. Jenis tanah : liat, berpasir, basah, kering, berbatu dan lain-lain
2. Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau sejenis
3. Komposisi kimia dari larutan garam dalam kandungan air
4. Kelembaban tanah
5. Temperatur
6. Kepadatan tanah

Jenis tanah, seperti berpasir, berbatu, tanah liat basah, kering dan lain-lain mempengaruhi besar tahanan jenis. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2010 (PUIL 2010) tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Kandungan zat-zat kimia dalam tanah, terutama sejumlah zat organik maupun anorganik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan pula. Di daerah yang mempunyai tingkat curah hujan tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi disebabkan garam yang terkandung pada lapisan atas larut. Pada daerah yang demikian ini untuk memperoleh pentanahan yang efektif yaitu dengan menanam elektroda pada kedalaman yang lebih dalam dimana larutan garam masih terdapat. Kandungan air tanah sangat berpengaruh terhadap perubahan tahanan jenis tanah (ρ) terutama kandungan air tanah sampai dengan 20%.

Dalam salah satu test laboratorium untuk tanah merah penurunan kandungan air tanah dari 20% ke 10% menyebabkan tahanan jenis tanah naik sampai 30 kali. Kenaikan kandungan air tanah di atas 20% pengaruhnya sedikit sekali.

Tabel 1. Tabel Harga-harga tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah.

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm-meter)
1	Rawa	30
2	Tanah Liat	100
3	Pasir basah	200
4	Batu-batu Krikil Basah	500
5	Pasir dan Batu Krikil Kering	10000
6	Batu	30000

Temperatur bumi pada kedalaman 5 feet (= 1,5 m) biasanya stabil terhadap perubahan temperatur permukaan. Bagi Indonesia daerah tropik perbedaan temperatur selama setahun tidak banyak, sehingga faktor temperatur boleh dikatakan tidak ada pengaruhnya.

2.2 Elektroda Pembumian

Elektroda adalah bagian penghantar yang merupakan bidang temu penghantar antar medium yang berbeda daya hantarnya.

Elektroda bumi adalah sebuah penghantar yang mempunyai kontak yang erat dengan bumi dan menghantarkan hubungan listrik dengan bumi.

Sesuai dengan rumus:

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

Dimana:

R = tahanan pembumian (Ω)

ρ = tahanan jenis tanah (Ωm)

L = panjang lintasan arus pada tanah (m)

A = luas penampang lintasan arus pada tanah (m^2)

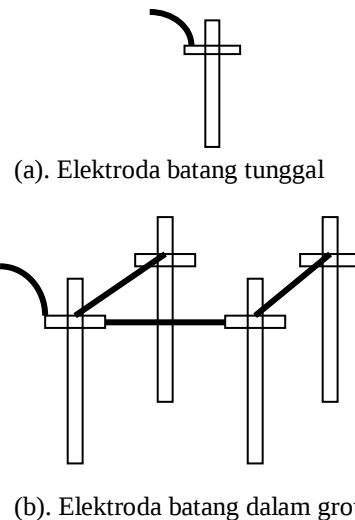
Pada dasarnya ada tiga jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu :

1. Elektroda batang
2. Elektroda pelat
3. Elektroda pita

Elektroda-elektroda ini dapat digunakan secara tunggal maupun multiple dan juga secara gabungan dari ketiga jenis.

2.3 Elektroda Batang

Elektroda batang terbuat dari batang atau pipa logam yang ditanam vertikal didalam tanah. Biasanya dibuat dari bahan tembaga, stainless steel atau galvanised steel. Perlu diperhatikan pula dalam pemilihan bahan agar terhindar dari galvanic couple yang dapat menyebabkan korosi. Pemasangan elektroda dilakukan dengan cara tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan tahanan pentanahan yang diperlukan. Jenis elektroda batang seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis-jenis elektroda batang

Untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan dengan elektroda batang dipergunakan rumus sebagai berikut :

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

dimana :

R_{bt} = tahanan pembumian elektroda batang [Ω]

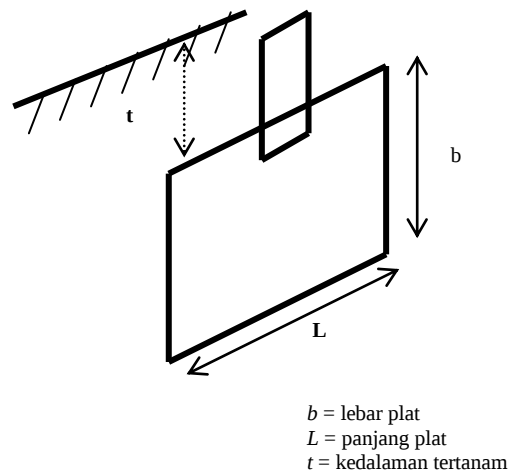
ρ = tahanan jenis tanah [Ωm]

L = panjang batang yang tertanam [m]

d = diameter elektroda batang [m]

2.4 Elektroda Plat

Bentuk Elektroda plat biasanya empat persegi panjang yang terbuat dari tembaga, timah atau plat baja yang ditanam didalam tanah. Cara penanaman biasanya secara vertikal, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertikal. Penanaman secara vertikal adalah lebih praktis dan ekonomis. Jenis elektroda pelat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Elektroda plat dipasang vertikal

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

$$R_{pl} = \frac{\rho}{4,1L} \left(1 + 1,84 \frac{b}{t} \right)$$

Dimana:

R_{pl} = tahanan pembumian elektroda plat [Ω]

ρ = tahanan jenis tanah [$\Omega.m$]

L = panjang elektroda plat [m]

b = lebar plat [m]

t = kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah [m]

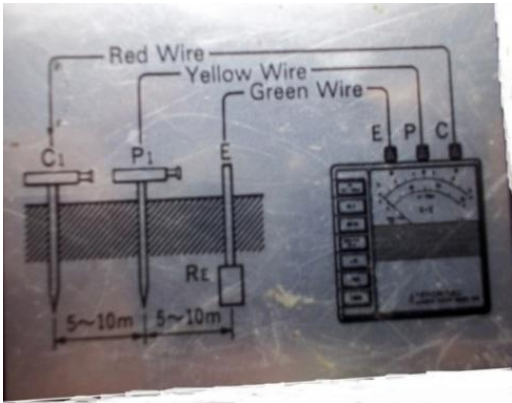
2.5 Elektroda Pita

Elektroda jenis ini terbuat dari bahan metal berbentuk pita atau juga kawat BBC yang ditanam didalam tanah secara horizontal sedalam + 2 feet. Elektroda pita ini bisa dipasang pada struktur tanah yang mempunyai tahanan jenis rendah pada permukaan dan pada daerah yang tidak mengalami kekeringan. Hal ini cocok untuk daerah-daerah pegunungan dimana harga tahanan jenis tanah makin tinggi dengan kedalaman. Jenis elektroda pita seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Elektroda pita

2.6 Pengukuran Tahanan Pembumian



Gambar 4. Rangkaian Pengukuran

Data-data hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Data hasil pengukuran menggunakan elektroda batang untuk tanah kering

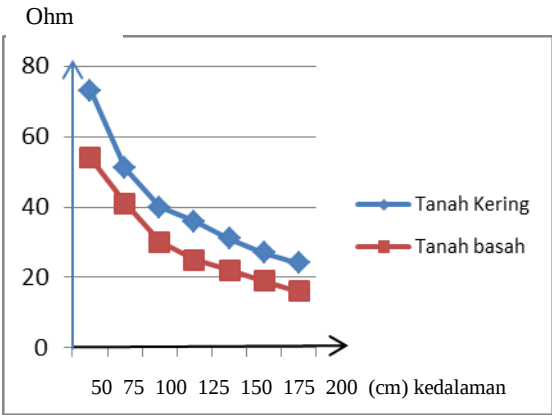
No	L1 (E-P) (meter)	L2 (P-C) (meter)	Kedalaman Elektroda (Cm)	R (Ohm)
1	5	5	50	73
2	5	5	75	51
3	5	5	100	40
4	5	5	125	36
5	5	5	150	31
6	5	5	175	23
7	5	5	200	24

Tabel 3. Data hasil pengukuran menggunakan

elektroda batang untuk tanah basah

No	L1 (E-P) (meter)	L2 (P-C) (meter)	Kedalaman Elektroda (Cm)	R (Ohm)
1	5	5	50	54
2	5	5	75	41
3	5	5	100	30
4	5	5	125	25
5	5	5	150	20
6	5	5	175	19
7	5	5	200	16

Berikut ini merupakan grafik tahanan (ohm) vs kedalaman (m) dengan elektroda batang untuk tanah basah dan tanah kering dengan menggunakan program MS.EXCEL 2010 :



Gambar 5. Grafik tahanan vs kedalaman untuk Elektroda batang pada tanah basah dan kering

III. PEMBAHASAN

3.1 Untuk Elektroda Batang

Perhitungan nilai tahanan pembumian untuk elektroda batang yang ditanam pada tanah basah tipe batang dengan nilai tahanan jenis tanah 50 ohm meter, diameter elektroda 15 mm. Maka nilai pentanahannya berdasarkan persamaan adalah :

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

Dimana:

R : Tahanan pembumian untuk batang tunggal (Ohm)

ρ : Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

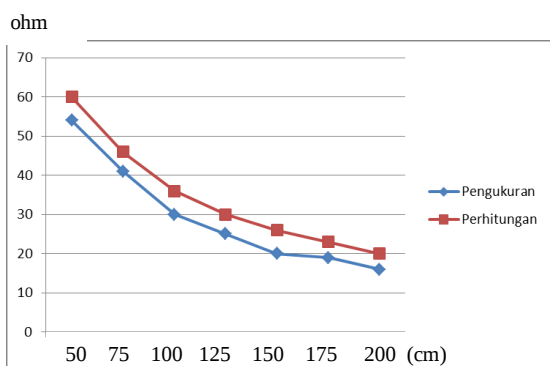
L : Panjang elektroda (meter)

a : Diameter elektroda

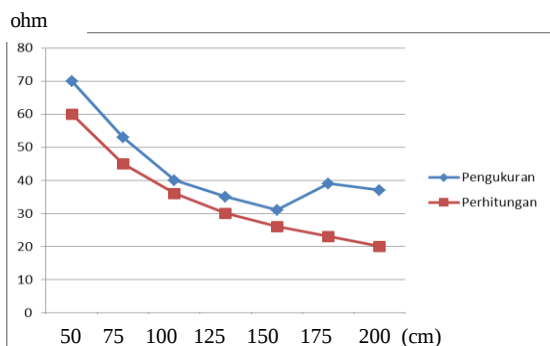
Hasil perhitungan yang diperoleh berdasarkan rumus di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan untuk tanah basah

No	Kedalaman Elektroda(C m)	Tahanan Hasil Pengukuran R (Ohm)	Tahanan Hasil Perhitungan R (Ohm)
1	50	54	60
2	75	41	46
3	100	30	36
4	125	25	30
5	150	20	26
6	175	19	23,
7	200	16	20,

**Gambar 6. Grafik tahanan vs kedalaman dari hasil Pengukuran dan perhitungan pada Tanah basah****Tabel 4. Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan pada tanah kering**

No	Kedalaman Elektroda(C m)	Tahanan Hasil Pengukuran R (Ohm)	Tahanan Hasil Perhitungan R (Ohm)
1	50	70	60
2	75	53	45
3	100	40	36
4	125	35	30
5	150	31	26
6	175	39	23
7	200	37	20

**Gambar 7. Grafik tahanan vs kedalaman dari hasil Pengukuran dan perhitungan pada Tanah kering**

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisa data pengukuran dan perhitungan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata tahanan tanah pada kondisi tanah basah lebih kecil dibandingkan dengan tanah kering. Perbedaan hasil pengukuran dan perhitungan disebabkan karena nilai tahanan jenis tanah tidak diukur langsung di lokasi melainkan diambil berdasarkan tabel yang sudah ditetapkan (PUIL 2010). Untuk kedalaman yang sama yaitu pada 200 cm diperoleh nilai tahanan tanah basah = 16 ohm sedangkan pada tanah kering = 24 ohm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arismunandar, 1993, *Teknik Tenaga listrik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [2]. Aslimeri, dkk, Dkk., 2008, *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 3*, Penerbit Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Dan Menengah, Departmen Pendidikan Nasional.
- [3]. Hutaaruk.T.S. 1991, *Pengetanahan netral sistem tenaga dan pengetanahan peralatan*. Jakarta :Penerbit Erlangga
- [4]. Hutaaruk T. S., 1976. *Gelombang Berjalan Pada Sistem Transmisi dan Proteksi dan Perlatan Pada Surja*, Institut Teknologi Bandung
- [5]. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia (PUIL 2010)*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [6]. Pabla A.S., 1984. *Sistem Distribusi Daya Listrik..* Penerbit Erlangga, Jakarta
- [7]. Sujana Sapiie dan Nishino Osamu, 1994, *Pengukuran Dan Alat-alat Ukur Listrik.,* Jakarta, PT Pradnya Paramita.
- [8]. <https://www.andre-electro.blogspot.in> Metode Pentanahan.