

Analisa Tahanan Pembumian Peralatan Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Yang Menggunakan Elektrode Pasak Tunggal Panjang 2 Meter

Achmad Budiman*¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan

Jalan Amal Lama No.1 Tarakan

*Email : achmad1177@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.052017.11

Abstrak

Sistem pembumian yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Resiko yang ditimbulkan adalah arus lebih tidak dapat disalurkan secara maksimal kembali ke bumi. Semakin kecil nilai tahanan pembumian maka semakin baik sistem pembumiannya. Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pembumian juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman elektroda. Hasil pengukuran nilai tahanan pembumian elektroda pasak tunggal dengan panjang 2 m, diameter 0,045 m, kedalaman 3,25 m pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan diperoleh nilai $R_{(pembumian)} = 12 \Omega$ sedangkan hasil perhitungan diperoleh nilai $R_{(pembumian)} = 12,10 \Omega$ dengan nilai rata-rata tahanan jenis tanah liat berlumpur (ρ) = 38,84 Ω -m. Untuk pencapaian nilai tahanan pembumian $\leq 5 \Omega$ seperti yang dipersyaratkan dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) maka diperlukan minimal 3 buah elektrode pasak.

Abstract

Earthing Resistance Analysis of Engineering Laboratory Building Equipment of Borneo University which Uses 2 Meter Single Rod Electrode. Earthing systems are less well able to cause damage to electrical equipment. The risks are more current can not be optimally channeled back to earth. The smaller the resistance value, The better the earthing system. In certain soil conditions, grounding resistance value is also influenced by the depth of planting electrodes. The measurement results one ground rod resistance value with a length of 2 m, a diameter of 0.045 m, a depth of 3,25 m in Building Engineering Laboratory of the Borneo Tarakan University obtained value $R_{(earth)} = 12 \Omega$, while the calculation of $R_{(earth)} = 12,10 \Omega$ with the average value of muddy clay resistivity (ρ) = 38,84 Ω -m. For the attainment of the grounding resistance value $\leq 5 \Omega$ as required in the General Terms Electrical Installation (PUIL 2000) will require a minimum of three ground rod.

Kata-kunci : elektroda pasak tunggal, tahanan jenis, tahanan pembumian.

1. Pendahuluan

Sistem pembumian yang kurang baik dapat mengakibatkan arus bocor tidak dapat disalurkan secara maksimal kembali ke bumi sehingga menimbulkan resiko keamanan dalam hal penggunaan peralatan listrik sehingga sistem pembumian yang baik sangatlah penting.

Pembumian menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik adalah penghubungan suatu titik sirkuit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkuit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu dan Nilai tahanan pembumian yang dipersyaratkan adalah $\leq 5 \Omega$ [1].

Elektroda pembumian adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak

langsung dengan tanah. Penghantar pembumian yang tidak berisolasi ditanam dalam tanah dianggap sebagai elektroda pembumian. Ukuran minimum elektroda pembumian dapat dilihat pada Tabel 1 [1].

Tabel 1. Ukuran minimum elektroda pentanahan

Bahan jenis elektrode	Baja digalvanisasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tem-baga
Elektrode batang	Pipa baja 25 mm Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga	

Batang profil lain yang setaraf	setebal 250 μm
------------------------------------	------------------------------

Elektroda batang terbuat dari batang logam bulat atau baja profil yang dipancang/ditancapkan kedalam tanah dan salah satunya lancip dengan kelancipan $(45 \pm 5)^\circ$ [2].

Pencapaian dalam penelitian ini adalah mengetahui kedalaman optimal elektroda pasak tunggal Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dengan nilai tahanan pembumian $\leq 5 \Omega$ dan selisih antara pengukuran dan perhitungan tidak lebih dari 1%.

Tingkat kehandalan sebuah *grounding* ada dinilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam maka semakin baik. Kelayakan *grounding* harus bisa mendapatkan nilai tahanan sebaran maksimal 5 ohm dengan menggunakan *earth grunding tester*.

Untuk mengetahui nilai-nilai tahanan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pembumian karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi berbeda mempunyai tahanan jenis yang berbeda [3]. Semakin kecil nilai tahanan pembumian maka semakin baik sistem pembumiannya. Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pembumian juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman elektroda [4].

Tujuan utama pembumian adalah menciptakan jalur yang *low impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*. Penerangan, arus listrik, *circuit switching* dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik atau *transient voltage* [5].

Untuk melakukan perhitungan tahanan pentanahan elektroda pasak tunggal menggunakan persamaan dalam IEEE Std 142-2007 yang dikembangkan oleh Profesor H. B. Dwight dari Institut Teknologi Massachusetts [6]:

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

Dengan,

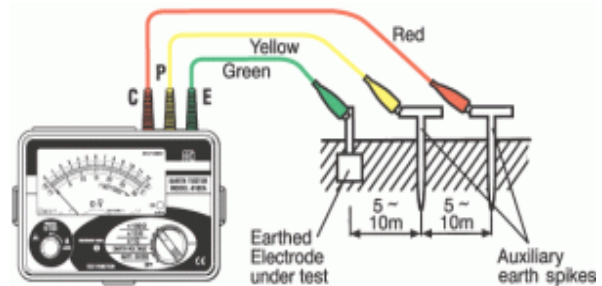
ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-cm)

L = Panjang elektroda pasak (cm)

a = Jari-jari elektroda pasak (cm)

R = Tahanan pentanahan untuk elektroda pasak (ohm)

Cara menggunakan alat ukur tahanan pembumian dengan *Earth Tester*:



Gambar 1. Alat ukur *grounding earth tester*

1. Periksa kondisi kabel *grounding* BC yang akan diukur. Bila kotor bersihkan dahulu permukaan kabel tersebut dengan lap bersih/kertas amplas, agar jepitan kabel probe dapat menyentuh langsung bagian permukaan tembaga yang sudah bersih dan untuk mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada alat ukur.
2. Periksa kondisi dan perlengkapan penunjang alat ukur digital earth resistance digital.
3. *Earth Tester* mempunyai tiga kabel diantaranya adalah kebel merah, kuning dan hijau.
4. Silahkan hubungkan kabel ke *Earth Tester* dengan warna yang sudah di tentukan pada alat ukur.
5. Hubungkan kabel merah serta kuning ke tanah dengan masing-masing jarak kurang lebih 5-10 meter dari pentanahan atau *grounding*.
6. Hubungkan juga kabel hijau ke *grounding* yang sudah terpasang.
7. Lakukan pengukuran *grounding* (tahanan pentanahan) dengan memutar knob alat ukur pada posisi 200 ohm atau 2000 ohm tergantung dari kondisi tanah pada area setempat yang akan diukur.
8. Kemudian tekan tombol *Tester* untuk mengetahui resistansi *grounding* biasanya

berwarna kuning/ merah dan pada displai alat ukur akan muncul nilai tahanan pentanahan.

9. Selesai, nilai resistansi *grounding* sudah diketahui.

2. Metodologi Penelitian

Obyek penelitian ini adalah Tanah di Halaman Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Propinsi Kalimantan Utara dengan fokus pada Sistem Pembumian Elektroda Pasak Tunggal. Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada obyek penelitian adalah:

- 1) Digital *Earth Tester* model 4105A;
- 2) Satu buah Pasak Elektroda dengan panjang 2 m berdiameter 0,045 m;
- 3) Palu / Martil, Tang Jepit, Meteran, Bor Tangan (*Hand Boring*);
- 4) Satu set pengujian kadar air (*w*);
- 5) Satu unit komputer.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut :

- 1) Studi pustaka dengan mengadakan studi literatur baik dari buku-buku maupun penelitian sebelumnya.
- 2) Observasi keadaan di lapangan untuk koleksi data.
- 3) Melakukan pengujian kadar air dari sampel tanah di laboratorium.
- 4) Melakukan pengukuran tahanan pembumian di lapangan.
- 5) Analisa data dan melakukan perbandingan hasil antara pengukuran data perhitungan.
- 6) Kesimpulan dan Saran.

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengujian kadar air (*w*) yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan adalah 274,18% pada Tabel 2 dan Tabel 3 memiliki hasil 300,84%, sedangkan pada Tabel 4 memiliki hasil 350,22%, menunjukkan bahwa kadar air (*w*) semakin tinggi pada kedalaman tanah tertentu.

Berikut ini tabel hasil uji kadar air tanah liat berlumpur di lokasi penelitian.

Tabel 2. Hasil uji kadar air (*w*) tanah liat berlumpur untuk kedalaman 1 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah (W1) gram	154,5	156,3	153,7
Berat Cawan + Tanah Kering (W2) gram	118,5	118,7	110,5
Berat Air (W1 – W2) gram	36	37,6	43,2
Berat Cawan (W3) gram	10,1	10,2	9,9
Berat Tanah Kering (W2 – W3) gram	108,4	108,5	100,6
Kadar Air (W) = (W1 – W2) / (W2 – W3) x 100%	301,11%	288,56%	232,87%
Rata-rata		274,18%	

Sumber : Laboratorium Teknik FT-UBT

Tabel 3. Hasil uji kadar air (*w*) tanah liat berlumpur untuk kedalaman 2 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah (W1) gram	175,8	157,2	146,9
Berat Cawan + Tanah Kering (W2) gram	131,5	125,8	109,9
Berat Air (W1 – W2) gram	44,3	31,4	37

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan (W ₃) gram	10,9	11,3	11,7
Berat Tanah Kering (W ₂ – W ₃) gram	120,6	114,5	98,2
Kadar Air (W) = (W ₁ – W ₂) / (W ₂ – W ₃) x 100%	272,23%	364,65%	265,65%
Rata-rata	300,84%		

Sumber : Laboratorium Teknik FT-UBT

Tabel 4. Hasil uji kadar air (w) tanah liat berlumpur untuk kedalaman 3 m.

Nomor Sampel	I	II	III
Berat Cawan + Tanah Basah (W ₁) gram	153,3	156,2	138,7
Berat Cawan + Tanah Kering (W ₂) gram	118,1	119,2	115,8
Berat Air (W ₁ – W ₂) gram	35,2	37	22,9
Berat Cawan (W ₃) gram	11,4	10,8	11,7
Berat Tanah Kering (W ₂ – W ₃) gram	106,7	108,4	104,1
Kadar Air (W) = (W ₁ – W ₂) / (W ₂ – W ₃) x 100%	303,12%	292,97%	454,58%
Rata-rata	350,22%		

Sumber : Laboratorium Teknik FT-UBT

Kadar air pada tanah dapat mempengaruhi nilai R_(pembumian), menunjukkan bahwa penempatan elektroda pembumian pada kedalaman tanah yang memiliki kadar air (w) tinggi maka memperkecil

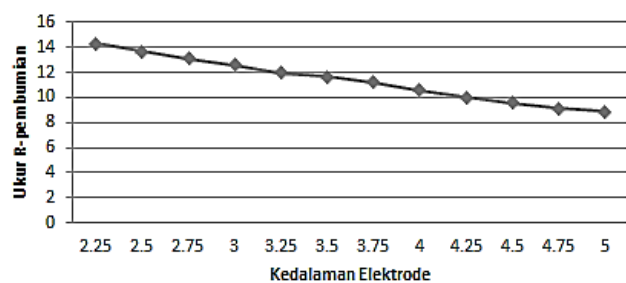
nilai tahanan pembumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik.

Pengukuran tahanan tanah liat berlumpur pada lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dilakukan dengan cara membenamkan elektroda pasak yang memiliki panjang elektroda pasak 2 m berdiameter 0,045 m dalam beberapa variasi kedalaman dan membaca hasil pengukuran tersebut pada alat ukur Digital Earth Tester model 4105A seperti yang disajikan dalam Tabel berikut ini :

Tabel 5. Hasil pengukuran R_(pembumian) untuk elektroda pasak tunggal 2 m.

Kedalaman Elektroda (m)	Nilai Pengukuran R _(pembumian) (Ω)			
	I	II	III	Rata-rata
2,25	14,6	14,1	14,3	14,33
2,5	13,5	13,7	13,8	13,66
2,75	13	13,1	13,3	13,13
3	12,4	12,6	12,9	12,63
3,25	11,9	12	12,2	12
3,5	11,5	11,7	11,8	11,66
3,75	11	11,2	11,4	11,2
4	10,3	10,8	10,7	10,6
4,25	9,9	10,2	10	10
4,5	9,5	9,7	9,5	9,56
4,75	9	9,4	9,1	9,16
5	8,7	9,1	8,8	8,86

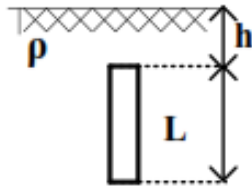
Nilai Ukur R-pembumian vs Kedalaman Elektrode



Gambar 2. Grafik nilai ukur tahanan pembumian

Data hasil pengukuran diuji dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan tahanan pentanahan elektroda pasak tunggal yang dikembangkan oleh Profesor H. B. Dwight dari Institut Teknologi Massachusetts :

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



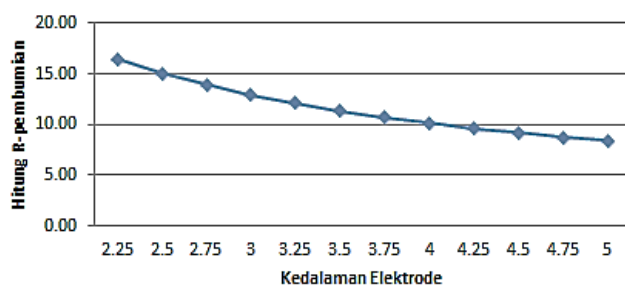
Gambar 3. Desain pemasangan elektroda pasak

Hasil perhitungan nilai rata-rata tahanan jenis tanah liat ber lumpur (ρ) dengan variasi kedalaman di lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan diperoleh sebesar 38,84 Ω -m dan hasil perhitungan Nilai $R_{(pembumian)}$ disajikan dalam bentuk berikut :

Tabel 6. Hasil nilai perhitungan $R_{(pembumian)}$ untuk elektroda pasak tunggal 2 m.

Kedalaman Elektroda (m)	Hasil Nilai Perhitungan $R_{(pembumian)}$ (Ω)
2,25	16,46
2,5	15,08
2,75	13,92
3	12,94
3,25	12,10
3,5	11,37
3,75	10,72
4	10,15
4,25	9,64
4,5	9,19
4,75	8,77
5	8,40

Nilai Hitung R-pembumian vs Kedalaman Elektrode



Gambar 4. Grafik nilai hitung tahanan pembumian

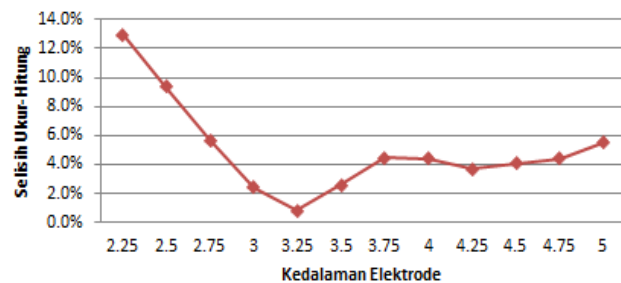
Untuk perbandingan nilai ukur dan hasil perhitungan $R_{(pembumian)}$ untuk elektroda pasak 2 m dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 7. Hasil perbandingan $R_{(pembumian)}$ untuk elektroda pasak tunggal 2 m.

Kedalaman Elektroda (m)	Hasil Nilai Ukur $R_{(pembumian)}$ (Ω)	Hasil Nilai Hitung $R_{(pembumian)}$ (Ω)	Selisih (%)
2,25	14,33	16,46	13,0%
2,5	13,66	15,08	9,4%
2,75	13,13	13,92	5,7%
3	12,63	12,94	2,4%
3,25	12	12,10	0,8%
3,5	11,66	11,37	2,6%
3,75	11,2	10,72	4,5%
4	10,6	10,15	4,4%
4,25	10	9,64	3,7%
4,5	9,56	9,19	4,1%
4,75	9,16	8,77	4,4%
5	8,86	8,40	5,5%

Dari Tabel perbandingan, diketahui selisih terkecil antara pengukuran dan perhitungan $R_{(pembumian)}$ elektroda pasak 2 m adalah 0,8 % pada kedalaman 3,25 m.

Selisih Ukur-Hitung vs Kedalaman Elektrode



Gambar 5. Grafik prosentase selisih nilai ukur dan hitung tahanan pembumian

Untuk mencapai $R_{(pembumian)} \leq 5 \Omega$ yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik [1] maka dipasang minimal 3 buah elektrode pasak 2 m yang jarak minimumnya sebesar dua kali panjang elektrode.

4. Kesimpulan

- 1) Kadar air tinggi pada tanah dapat memperkecil nilai tahanan pembumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik.

- 2) Hasil pengukuran nilai tahanan pembumian elektroda pasak tunggal dengan panjang 2 m, diameter 0,045 m, kedalaman 3 m pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan diperoleh nilai $R_{(\text{pembumian})} = 12 \Omega$ sedangkan hasil perhitungan diperoleh nilai $R_{(\text{pembumian})} = 12,10 \Omega$ dengan nilai rata-rata tahanan jenis tanah liat berlumpur (ρ) = 38,84 Ω -m.
- 3) Untuk pencapaian nilai tahanan pembumian $\leq 5 \Omega$ maka diperlukan minimal 3 buah elektrode pasak tunggal.
- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- [2] Managam Rajagukguk, (2012), *Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah*, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [3] Hutaeruk, T.S. (1991). *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Erlangga, Jakarta.
- [4] Muhammad Taqiyyuddin Alawiy. (2013). *Pengaruh Kedalaman Penanaman dan Jarak Elektrode Tambahan Terhadap Nilai Tahanan Pembumian*, Universitas Islam, Malang.
- [5] Linda Pasaribu. (2011). *Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pentanahan Tanah (Tesis)*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- [6] IEEE Std 142-2007. IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

Daftar Pustaka