

Analisa Perbandingan Konfigurasi Vertikal Dengan Bujur Sangkar Elektroda Pentanahan Menggunakan Matlab

Ilyas*, Yessi Marniati

Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

E-mail: ilyasyusuf147141@gmail.com

ABSTRACT

In a grounding system that play a pivotal role in the system of protection of electrical equipment. Grounding system is always used as a discharge path to ground fault current. The smaller a resistance value of the earth, the better the system pentanahannya. In certain circumstances, the grounding resistance value is always influenced by the depth of planting and the electrode spacing. In this study using multiple configurations and configuration Longitude Cage Vertical grounding electrodes. The method used in this measurement, using three points by injecting a constant DC current between the electrodes and electrode test currents pose a potential difference between the electrodes and electrode voltage test, so the grounding resistance value is obtained. From the results of the vertical configuration with the configuration Longitude Cage can show a chart comparison between measurement and calculation of the studied field configuration turns arranged vertically to the ground to get the grounding resistance value is smaller, is caused by the depth of 1.80 m 0.37 Ω measurement results and calculation results 0.4307 Ω .

Keywords: *electrode rod, earth resistance, ground resistance*

ABSTRAK

Dalam suatu sistem pentanahan yang memegang peranan sangat penting pada sistem proteksi peralatan listrik. Sistem pentanahan selalu digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Semakin kecil suatu nilai tahanan pentanahan tersebut, maka semakin baik sistem pentanahannya. Pada kondisi tertentu, nilai tahanan pentanahan selalu dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak elektroda. Pada penelitian ini menggunakan beberapa konfigurasi Vertikal dan konfigurasi ujur Sangkar elektroda pentanahan. Metode yang digunakan dalam pengukuran ini, menggunakan metode tiga titik dengan menginjeksikan arus DC konstan diantara elektroda uji dan elektroda arus yang menimbulkan beda potensial diantara elektroda uji dan elektroda tegangan, sehingga didapatkan nilai tahanan pentanahan. Dari hasil antara konfigurasi Vertikal dengan konfigurasi Bujur Sangkar dapat memperlihatkan suatu grafik perbandingan antara pengukuran dan perhitungan yang diteliti dilapangan ternyata konfigurasi yang disusun secara bujur sangkar ketanah mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang lebih kecil, ini diakibatkan karena pada kedalaman 1.80 m hasil pengukurannya 0.4307 Ω dan hasil perhitungannya 0.37 Ω .

Kata kunci: elektroda batang, tahanan pentanahan, tahanan jenis tanah

1. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan memiliki salah satu peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi. Sistem pentanahan digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Menurut fungsinya pentanahan dibedakan menjadi 2, yaitu pembumian titik netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Pentanahan netral sistem tenaga berfungsi sebagai pengaman sistem atau jaringan, sedangkan pada pentanahan peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh. Pentanahan mula-mula dilakukan dengan menanamkan batang-batang elektroda pentanahan tegak lurus terhadap permukaan tanah. Kemudian bantang elektroda pentanahan itu di tanam kedalam tanah dengan kedalaman yang telah di tentukan. Hal ini dilakukan untuk mencapai nilai tahanan pentanahan yang diinginkan yaitu tidak

lebih dari 5 ohm. Dan untuk membuat sistem pentanahan yang baik harus menambahkan batang elektroda pentanahan lebih dari satu dengan mengkonfigurasi beberapa elektroda pentanahan, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang kecil.

Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki nilai tahanan pentanahan yang kecil. Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pentanahan dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak penanaman antar elektroda. Untuk mengetahui pengaruh kedalaman penanaman antara elektroda terhadap nilai tahanan pentanahan dengan menggunakan elektroda batang, maka perlu dilakukan percobaan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara penanaman elektroda batang, dan

mengetahui nilai tahanan pentanahan jika elektroda batang di tanamkan secara vertical dan bujur sangkar. Selain itu, dapat mengetahui pengaruh kedalaman penanaman batang elektroda terhadap nilai tahanan pentanahan dengan konfigurasi vertical dan bujur sangkar.

2. SISTEM PENTANAHAN

Salah satu faktor dalam setiap usaha pengaman atau perlindungan rangkaian listrik, baik keamanan bagi manusia adalah dengan cara menghubungkan bagian dari peralatan tersebut dengan sistem pentanahan. Pentanahan adalah penghubung suatu titik rangkaian listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dan rangkaian listrik dengan bumi menurut cara tertentu. Untuk menghitung tahanan pentanahan satu batang elektroda, rumus yang digunakan adalah [6]:

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

dimana:

- R = resistansi pentanahan satu batang elektroda (*ohm*)
- a = jari-jari elektroda batang (*m*)
- L = Panjang pasak (*m*)
- P = Tahanan jenis tanah (Ωm)

Bentuk fisik elektroda batang seperti ditunjukkan pada gambar 1. Untuk menghitung tahanan pentanahan dimana elektroda pentanahannya dipasang paralel digunakan rumus sebagai berikut.

- 1) Dua batang elektroda dipasang paralel [5]

$$\frac{\text{tahanan 2 pasak paralel}}{\text{tahanan pasak tunggal}} = \frac{1+2}{2} \tag{2}$$

$$X = \frac{\left(\frac{L}{\ln \frac{48 \cdot L}{a} - 1} \right)}{d} \tag{3}$$

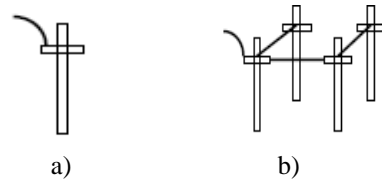
dengan d adalah jarak antara batang elektroda yang dipasang paralel.

- 2) Tiga batang elektroda dipasang paralel

$$\frac{\text{tahanan 3 pasak paralel}}{\text{tahanan pasak tunggal}} = \frac{1+2x}{2} \tag{4}$$

- 3) Batang paralel jamak yang tersusun dalam segi empat kosong atau segi empat terisi. apabila jumlah pasak n , maka:

$$\frac{\text{tahanan } n \text{ pasak paralel}}{\text{tahanan pasak tunggal}} = \frac{1+kx}{n} \tag{5}$$



Gambar 1 Elektroda batang, a) tunggal; b) dalam grup

Tabel 1 Harga k terhadap jumlah batang elektroda

Jumlah pasak sepanjang sisi segi empat	Jumlah pasak seluruhnya	Harga k
Segi empat terisi		
2	4	2.7071
3	8	4.2538
4	12	5.3939
5	16	6.0072
6	20	6.4633
7	24	6.8363
8	28	7.1479
9	32	7.4195
10	36	7.6551

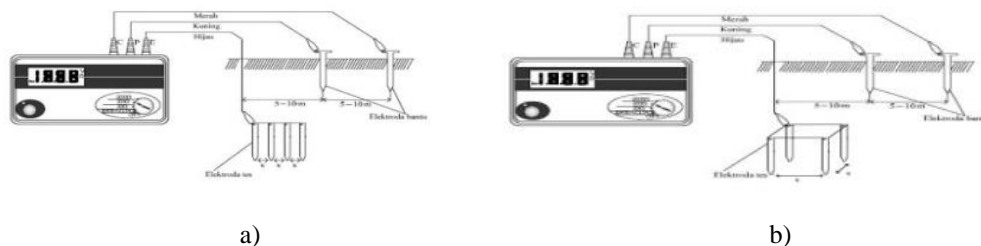
Sehingga: $rt = \frac{(1+kx)r}{n} \tag{6}$

Didalam k adalah konstanta yang tergantung dari jumlah batang yang diparalelkan dapat dilihat pada tabel 1 [5,6]. Untuk konfigurasi yang ditancapkan yang disusun secara vertikal ke tanah dengan rumus dibawah ini.

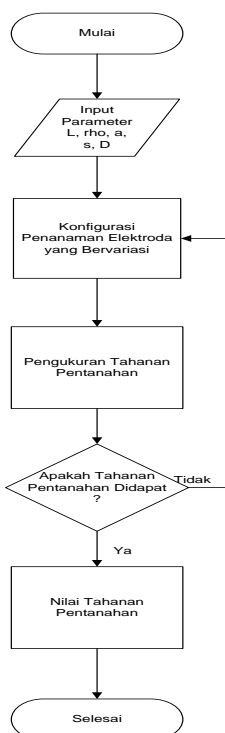
$$Rt = \frac{\rho}{4\pi L} \left\{ \ln \frac{4L}{a} + \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \left\{ \frac{s^4}{512L^4} - \frac{s^6}{4096L^6} + \frac{s^8}{65536L^8} \right\} \right\} \tag{7}$$

3. METODOLOGI

Percobaan pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium bengkel teknik elektro bidang studi teknik listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Sumatera selatan. Tanah tempat dilakukan percobaan ini adalah tanah liat dan tanah ladang yang memiliki nilai tahanan 1.00Ω-m. Pemilihan tempat ini dilakukan dikarenakan dekatnya tempat percobaan dengan tempat kuliah mahasiswa sehingga dalam pengambilan data mudah karena tempat yang dekat. Selain itu alasan dipilih tempat



Gambar 2 Konfigurasi pengukuran pentanahan, a) vertikal yang ditancapkan ke tanah; b) bujur sangkar yang ditancapkan ke tanah



Gambar 3 Diagram alir penelitian

ini adalah karena kondisi tanah di politeknik sendiri hanya memiliki satu lapisan sehingga tahanan pentanahan dapat ditentukan dengan mudah.

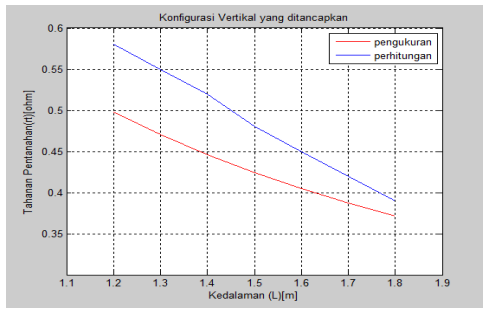
Alat yang digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan disekitar gedung labotorium Teknik Elektro Politeknik Negeri sriwijaya Palembang adalah *Digital Earth Tester*. Pada alat ukur tersebut terdapat 3 kabel, yang berwarna hijau untuk elektroda yang akan diukur, sedangkan kuning dan merah untuk elektroda bantu. Terminal alat ukur terdiri dari 3 buah, 1 dihubungkan dengan elektroda yang akan diukur dan 2 dihubungkan ke elektroda bantu. Dalam pengukuran tahanan pentanahan ini dapat menggunakan beberapa konfigurasi antara lain; konfigurasi Vertikal, yang ditancapkan ke tanah dan konfigurasi yang disusun secara Vertikal maupun Horizontal [7] seperti terlihat pada gambar 2. Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

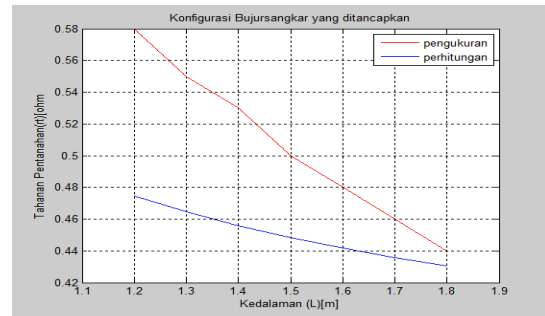
Tahanan Pentanahan pada peralatan maupun gedung nilai tahanannya harus diusahakan sekecil mungkin untuk menyikapi berbagai gangguan. Dengan nilai tahanan yang kecil, maka bila terjadi arus gangguan seperti hubung singkat akan dapat dialirkan ke tanah.

4.1 Hasil Perhitungan Konfigurasi Elektroda Pentanahan yang Ditancapkan ke Tanah Secara Vertikal

Adapun data yang di dapat dari hasil penelitian elektroda pentanahan untuk konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ketanah secara vertical dapat diselesaikan dengan persamaan (7). Konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ke tanah secara vertikal dengan menggunakan Program Matlab, sehingga hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 4 Grafik perbandingan konfigurasi vertikal ditancapkan ke tanah



Gambar 5 Grafik perbandingan konfigurasi bujur sangkar ditancapkan ke tanah

Tabel 2 Konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ke tanah secara vertikal

No	Kedalaman (m)	Jarak antara elektroda (m)	Tahanan jenis tanah (Ω-m)	Tahanan (rt) (Ω)		Deviasi (%)
				Perhitungan	Pengukuran	
1	1.20	0.25	1.00	0.4981	0.58	14.12
2	1.30	0.25	100	0.4704	0.55	14.47
3	1.40	0.25	100	0.4460	0.52	14.23
4	1.50	0.25	100	0.4242	0.48	11.62
5	1.60	0.25	100	0.4048	0.45	10.04
6	1.70	0.25	100	0.3872	0.42	7.81
7	1.80	0.25	100	0.3713	0.39	4.79

Tabel 3 Konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ke tanah secara bujur sangkar

No	Kedalaman (m)	Jarak elektroda (m)	Tahanan jenis tanah (Ω-m)	Tahanan (rt) (Ω)		Deviasi (%)
				Perhitungan	Pengukuran	
1	1.20	0.25	1.00	0.4746	0.56	18.17
2	1.30	0.25	1.00	0.4646	0.52	15.53
3	1.40	0.25	1.00	0.4560	0.49	13.96
4	1.50	0.25	1.00	0.4484	0.47	10.32
5	1.60	0.25	1.00	0.4417	0.43	7.98
6	1.70	0.25	1.00	0.4357	0.40	5.28
7	1.80	0.25	1.00	0.4307	0.37	2.18

Pada gambar 4 grafik perbandingan antara pengukuran dan perhitungan terlihat sedikit sekali perbedaannya terlihat pada kedalaman 1.20 m tahanan pentanahan pada perhitungannya 0.4981Ω sedangkan pada kedalaman 1.20 m tahanan pentanahan pada pengukuran 0.58Ω dengan deviasi 14.12%.

4.2 Hasil Perhitungan Konfigurasi Elektroda Pentanahan yang Ditancapkan ke Tanah Secara Bujursangkar

Adapun data yang didapat dari hasil penelitian elektroda pentanahan untuk konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ketanah secara bujursangkar dapat diselesaikan dengan persamaan (7). Hitungan konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ke tanah secara Vertikal menggunakan Program Matlab, sehingga dilihat pada tabel 3.

4.3 Analisa Grafik Perbandingan Konfigurasi Elektroda Pentanahan yang Ditancapkan ke Tanah Secara Vertikal dan Bujursangkar

Pada grafik terlihat penyimpangan yang sangat kecil sekali nilai tahanan pada pengukuran 0.56 Ω dan nilai tahanan pada perhitungan 0.4746 Ω dengan kedalaman 1.20 m. Perubahan perhitungan dari 0.56 Ω pada kedalaman 1.20 m. Sampai mencapai 0.37 Ω pada kedalaman 1.80 m. Deviasi yang terjadi antara pengukuran dan perhitungan antara 18.17% sampai

2.18% Adapun data yang didapat dari hasil penelitian elektroda pentanahan untuk Konfigurasi elektroda pentanahan yang ditancapkan ketanah secara bujur sangkar dapat diselesaikan dengan persamaan (4). Dari hasil penelitian yang dilakukan di lapangan dari beberapa konfigurasi ternyata konfigurasi pentanahan yang disusun secara vertikal mendapatkan nilai yang mendekati nilai tahanan yang diizinkan, dimana terlihat jelas perbedaannya pada grafik perbandingan pengukuran dan perhitungan. Sehingga menunjukkan hasil yang tahanan pentanahannya semakin dalam penanaman elektrodanya semakin kecil.

5. KESIMPULAN

Dalam suatu sistem pentanahan penanaman elektroda pentanahan diharuskan dalam, karena jika ditanam semakin dalam maka tahanan pentanahan semakin kecil. Untuk konfigurasi elektroda pentanahan yang diteliti ternyata konfigurasi yang disusun secara bujur sangkar ke tanah yang memiliki tahanan pentanahan yang lebih kecil, terlihat pada kedalaman 1.80m nilai pentanahannya sebesar 0.4307 Ω (untuk perhitungan) dan 0.37 Ω (untuk pengukuran) dengan deviasi antara pengukuran dan perhitungannya 2.18%. Pada penelitian ini pengaruh kedalaman dan jarak penanaman elektroda serta tahanan jenis tanah paling menentukan sekali nilai tahanan pentanahannya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1].Away,Gunaidi Abdi,2006. "Matlab Programming", Infomatika .Bandung.
- [2].Cooper David William, 1999."Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran". Jakarta : Erlangga.
- [3].G.Vijayaraghavan, Mark brown, Malcolm Barnes,2004."Practical Grounding, Bonding, shielding and surge protection", Tokyo.
- [4].Harten, P.Van,1985 . "Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid 3".Bandung :Binacipta.
- [5].Hutauruk,T.S,1991.Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan". Erlangga : Jakarta.
- [6].Pabla.A.S, Hadi. Abdul, 1991." Sistem Distribusi Daya Listrik". Erlangga : Jakarta.
- [7].Sumardjati,Prih,dkk,2008."TeknikPemanfaatan Tenaga Listrik". Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan : Jakarta.
- [8].Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000.