
PENGARUH KADAR AIR DAN KEDALAMAN ELEKTRODA BATANG TUNGGAL TERHADAP TAHANAN PEMBUMIAN PADA TANAH LIAT

Wahyono

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jalan: Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang
E mail: wahyono.haji@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem pembumian yang baik adalah suatu sistem yang memenuhi persyaratan instalasi yang berlaku. Nilai tahanan pembumian (grounding) dipengaruhi oleh bentuk elektroda, tahanan jenis tanah, kedalaman penanaman elektroda dan lain sebagainya. Sedangkan tahanan jenis tanah juga dipengaruhi oleh struktur tanah, Pengaruh temperatur, pengaruh gradien tegangan, pengaruh besarnya arus, pengaruh kandungan air dan pengaruh kandungan bahan kimia. Bagaimana menurunkan tahanan pembumian dengan elektroda batang pentanah pada tanah liat. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh nilai tahanan pembumian terhadap kedalaman penanaman elektroda dan jenis tanah. Sistem kelistrikan supaya aman terhadap gangguan yang terjadi dan untuk membantu perencana yang akan memasang elektroda pembumian maka perlu diadakan penelitian tentang pembumian. Metode pengukuran dengan menggunakan elektroda batang, sistem pengukurannya dengan tiga titik dan alat ukur digital earth resistance tester tool Statistical Process Control (SPC). Hasil penelitian ini menampilkan pengaruh kadar air terhadap tahanan pembumian dan menurunkan tahanan pembumian dengan menambah kedalaman elektroda pada tanah liat. Tahanan pembumian pada tanah liat dicapai 4,7 Ω pada kedalaman 225 cm dan kadar air 49,8 %.

Kata kunci : grounding, elektroda, kadar air

PENDAHULUAN

Sistem pembumian merupakan hal yang penting didalam sistem tenaga listrik terutama masalah pengamanan dan keamanan baik terhadap manusia dan peralatan. Untuk memenuhi persyaratan sistem pembumian yang sesuai yang diinginkan atau memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) misalnya untuk bangunan rumah tempat tinggal dibawah 5 ohm , untuk daerah yang tahanan jenisnya tinggi tahanan pembumian tidak boleh lebih dari 20 ohm, maka tanah yang bila dipasang sistem pembumian nilainya tidak memenuhi syarat harus diturunkan. Upaya untuk menurunkan nilai tahanan pembumian ini ada banyak cara antara lain menurunkan tahanan jenis tanah, menambah kedalaman elektroda yang ditanam dalam tanah, mengganti jenis elektroda serta diameternya dan lain sebagainya.

Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Wiwik, (2009), upaya menurunkan tahanan pembumian dengan membuat parit melingkar yang diisi dengan bentonit sebagai zat aditif. Elektroda pentanahan memakai jenis batang tunggal dengan metode tiga elektroda yaitu satu elektroda sebagai obyek atau yang diuji dan yang dua sebagai elektroda bantu. Dari hasil penelitiannya pengujian pada tanah liat tanpa bahan tambahan dengan kedalaman 50 cm, tahanan pembumiannya 97, 01 ohm, dan pada kedalaman 100 cm, tahanan pembumiannya 28,90 ohm. Setelah menggunakan bentonit untuk kedalaman elektroda 50 cm tahanan pembumiannya 35,54, sehingga penurunannya 63,36 %, sedangkan pada kedalaman elektroda 100 cm, tahanan pembumiannya 10,20 ohm, sehingga penurunannya 64,71 %

Kharisma D., (2007), dalam penelitiannya, nilai tahanan pembumian dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak elektroda. Jurnal ini memaparkan bagaimana pengaruhnya terhadap nilai tahanan pembumian. Dalam penelitian digunakan metode pengukuran tiga titik dengan menginjeksikan arus AC konstan di antara elektroda uji dan elektroda arus yang menimbulkan beda potensial di antara elektroda uji dan elektroda tegangan, sehingga didapatkan nilai tahanan pembumian. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian akan semakin kecil bila kedalaman penanaman ditambah, jumlah elektroda yang ditanam, dan jarak penanamannya ditambah.

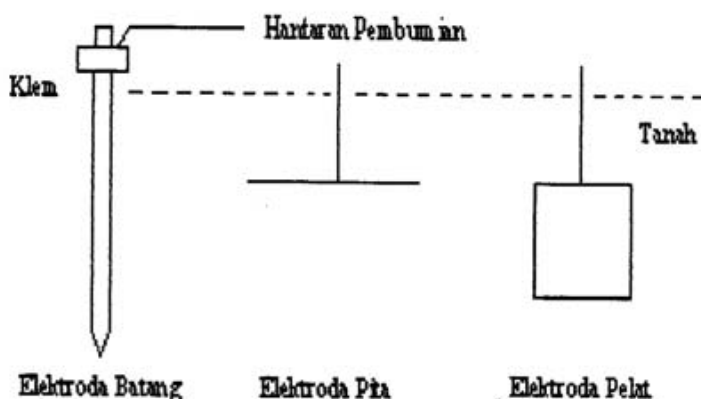
Penelitian yang dilakukan oleh Tadjuddin (1998) pada uji eksperimennya panjang tiap konduktor batang = 3.5 meter diameter konduktor batang = 3/4 inch = 0.01905 meter ,jari-jari batang konduktor = 9.525x10⁻³ meter, tahanan jenis tanah rata-rata lapisan pertama = 750 Ohm-m. Kedalaman penanaman elektroda hb = 0.5 meter menghasilkan nilai tahanan elektroda pembumian Rd1 = 191.0741 ohm, untuk satu batang elektroda tersebut ditanam semakin jauh dari permukaan tanah menjadi Rd1 = 157.4655.

Hasil dari penelitian diatas maka upaya menurunkan tahanan pembumian ada berbagai macam cara. Salah satu cara untuk menurunkan nilai tahanan pembumian memperkecil tahanan jenis tanah yaitu merubah kadar air tanah dan menambah kedalaman elektroda tang ditanam dalam tanah. Penelitian yang akan dilakukan sebagai obyak adalah pada jenis tanah liat. Masalah yang dapat mempengaruhi tahanan pembumian dan mencari masalah yang dominan dengan memakai alat atau *tool*. Bagaimana pengaruh tahanan kadar air dan kedalaman penanaman elektroda batang terhadap nilai tahanan pembumian ?

Jenis-jenis elektroda pembumian

Elektroda yang dipakai untuk sistem pembumian telah disyaratkan oleh Standar Nasional (SNI) 2000 adalah elektroda batang, elektroda pita dan elektroda pelat.

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah secara dalam. Panjang elektroda yang digunakan sesuai dengan pembumian yang diperlukan. Elektroda batang yang ditanam tegak lurus dengan permukaan tanah disebut pembumian *rod*. Bila elektroda - elektroda tersebut dialiri arus gangguan ke tanah ketika daerah perumahan terjadi gangguan tanah, maka arus tersebut akan menyebar atau mengalir ke tanah dan akan mengakibatkan naiknya beda potensial pada permukaan tanah.(Janardana, 2005)



Gambar 1. Jenis elektroda

$$R_p = \frac{\rho}{2 \pi L} \left[L n \left(\frac{2L}{a} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- R_p: tahanan pembumian (Ω)
- ρ : tahanan jenis tanah (Ω cm)
- L : kedalaman elektroda (cm)
- a : jari-jari elektroda (cm)
- π : 3,14

Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah sangat berpengaruh terhadap perubahan tahanan jenis tanah (ρ) terutama kandungan air tanah sampai dengan 20%. Perubahan tahanan jenis tanah akan mempengaruhi nilai tahanan pembumian (Hutahuruk, 1998) 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 diatas 20% pengaruhnya sedikit sekali(Janardana, 2005). Bila segumpal tanah mungkin terdiri dari dua atau tiga bagian yaitu pori-

pori udara dan butiran tanah atau pori-pori udara, butiran tanah dan air (Subiyanto,2004). Pada gambar 2.a elemen – elemen tanah yang mempunyai volume (V) dan berat total (W), sedangkan gambar 2.b menunjukkan hubungan berat dan volumenya.

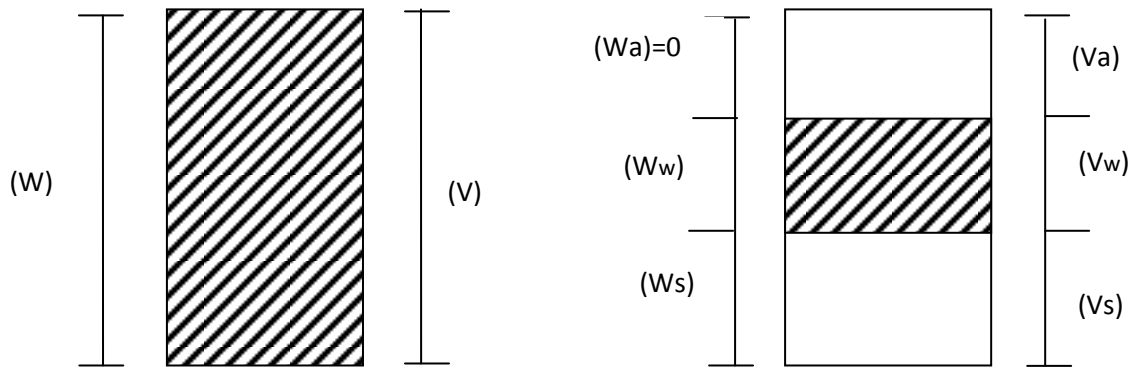
Dari gambar 2.10 dapat dituliskan peramaanya :

$$W = W_w + W_s$$

$$V = V_w + V_s + V_a$$

$$V = V_w + V_s$$

Dengan W_s = berat butiran padat, W_w = berat air, V_s = volume butiran padat, V_w = volume air, V_a = volume udara, volume udara dianggap nol.



Gambar 2. Diagram fase tanah

Kadar air (K_a) merupakan perbandingan antara berat air dan berat butiran-butiran tanah (W_s) yang di nyatakan dalam persen (Subiyanto,2004).

$$K_a(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

METODE

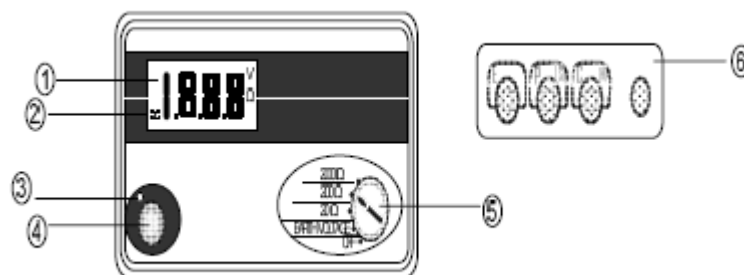
Alat dan bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan meliputi :

- a. Tanah liat, pasir, tanah padas, segumpal tanah pada kedalaman tertentu diambil untuk sampel yang kemudian diteliti kadar airnya
- b. Elektroda satu batang yang terbuat dari besi pejal lapis tembaga diameter 1,5 cm, dan dua elektroda bantu yang terbuat dari besi galvanis.

Alat yang digunakan untuk pengukuran tahanan pembumian adalah :

- a. Earth Resistance Tester untuk mengukur tahanan pembumian jenis digital model 4105A. Alat ini dirancang menurut standart IEC. Earth Resistance Tester dengan data spesifikasi sebagai berikut :
 - 1. Sumber tenaga : 9V DC jenis baterai R6P (SUM-3) x 6
 - 2. Jenis : *Digital Earth Resistance Tester* 4105A
 - 3. Alat ini berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1999 Ω (*ohm*).



Keterangan :

1. = layar penempilan
2. = lampu indikator
3. = pemutar
4. = *Hold / push botton*
5. = *Ring selektor*
6. = Terminal ke elektroda utama dan bantu

Gambar 3. *Digital Earth Resistance Tester 4105A*

b. Martil, rol meteran, kabel, tang, bor, alat pengungkit, jangka sorong kunci pipa, bambu, alat penunjang lain yang diperlukan.

Dalam pengambilan data tahanan pembumian divariasikan dengan kedalaman penanaman elektroda yaitu dari 25 cm sampai dengan 225 cm. Pengambilan data kadar air dilakukan dengan mengambil sampel pada kedalaman tanah sesuai variasi kedalaman kemudian ditimbang. Setelah itu tanah dikeringkan dan ditimbang lagi guna mencari kadar air. Perbandingan antara berat air dengan berat tanah dikalikan 100 % merupakan kadar air.

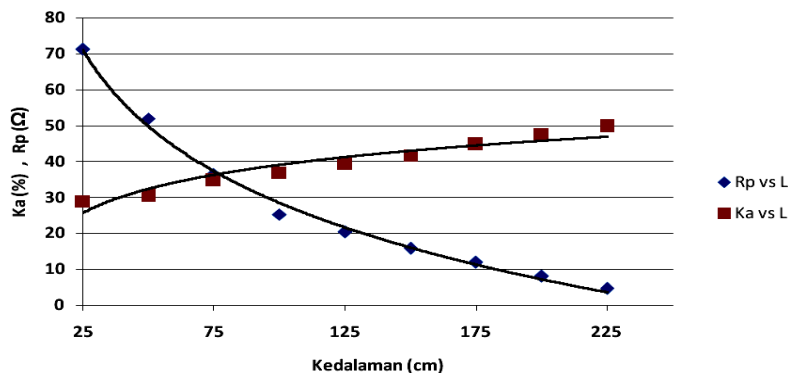
HASIL DAN ANALISA

Hasil pengukuran dan analisa nilai tahanan pembumian (R_p) pada kedalaman (L) tertentu dan tahanan jenis tanah (ρ) serta kadar air (K_a) diperlihatkan pada tabel 1 dibawah ini Terlihat pada tabel 1 bahwa tahanan pembumian semakin kecil dan tahanan jenis tanah kecenderungan menurun. Hubungan antara tahanan pembumian dengan kedalaman elektroda (L) sampai mendapatkan yang standar atau tahanan pembumian dibawah 5Ω dengan kedalaman 225 cm. Kadar air semakin tinggi disertai dengan penurunan nilai tahanan pembumian.

Tabel 1. Data tahanan pembumian dan kadar air pada tanah liat dengan satu elektroda batang

No	Kedalaman Elektroda (cm)	R_p tanah liat (Ω)	Kadar air (%)	ρ (Ω -cm)
1	25	71,2	28,9	5107,87
2	50	51,9	30,4	4996,43
3	75	36,3	34,7	4507,54
4	100	25,3	36,9	4081,24
5	125	20,4	39,3	3757,16
6	150	15,8	41,7	3199,68
7	175	11,9	44,8	2938,78
8	200	8,1	47,3	2219,53
9	225	4,7	49,8	1412,57

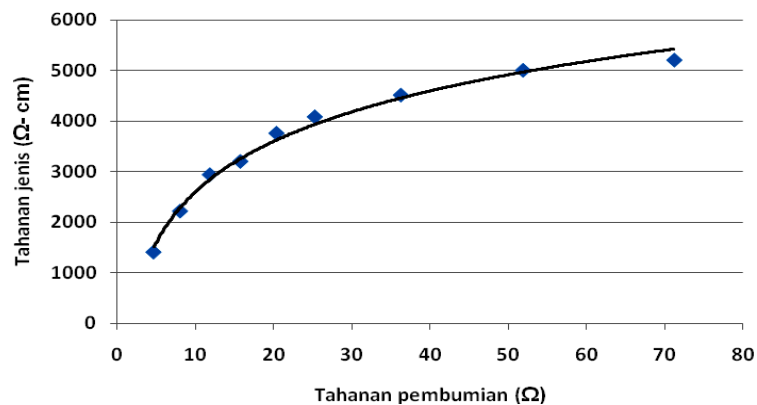
Pengaruh kedalaman terhadap tahanan pembumian dan kadar air terhadap kedalaman pada tanah liat dengan satu batang elektroda seperti diperlihatkan pada gambar 4.



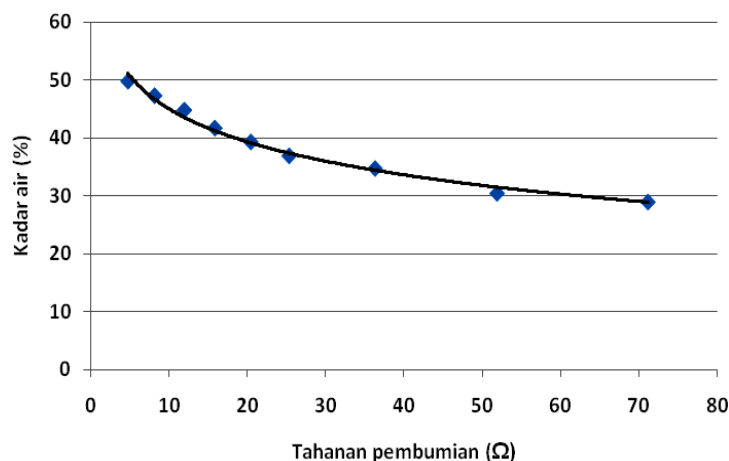
Gambar 4. Hubungan antara Rp (Ω) dengan L (cm) dan Ka dengan L (cm) pada tanah liat

Pada gambar 4 diperlihatkan pengaruh kedalaman elektroda terhadap kadar air dan tahanan pembumian dengan elektroda batang. Semakin dalam penanaman elektroda maka tahanan pembumian akan semakin kecil dan semakin besar kadar air dalam tanah karena semakin dekat dengan sumber air tanah.

Kadar air 49,8 % pada kedalaman 225 cm, tahanan pembumian telah mencapai standar untuk perumahan (dibawah 5 Ω) dan untuk sistem pembangkit energi listrik dengan kadar air 47,3 % dengan kedalaman 200 cm tahanan pembumianya sudah mencapai standar (dibawah 10 Ω). Pada gambar 5 diperlihatkan pengaruh kadar air dalam tanah terhadap tahanan pembumian bahwa semakin besar kadar air dalam tanah maka tahanan pembumianya semakin kecil.



Gambar 5. Grafik antara Rp (Ω) dengan Ka (%)



Gambar 6. Grafik antara Rp (Ω) dengan ρ (Ω cm)

Pada gambar 5 perhatikan bahwa kecenderungan tahanan pembumian terhadap kadar air adalah lengkung dan berbanding terbalik. Tahanan pembumian dicapai 4,7 Ω pada kadar air 49,8 %. Diperlihatkan pada gambar 6 bahwa semakin kecil tahanan jenis tanah maka tahanan pembumian juga akan semakin kecil untuk tahanan pembumian dibawah 100 ohm. Tahanan pembumian mencapai standar (dibawah 5 Ω) besarnya tahanan jenis tanah 1424,57 (Ω -cm).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh kedalaman terhadap nilai tahanan pembumian yaitu semakin dalam elektroda yang ditanam dalam tanah semakin kecil tahanan pembumianya.
2. Nilai tahanan pembumian juga dipengaruhi oleh kadar air tanah, semakin besar kadar air maka semakin kecil tahanan pembumianya.
3. Untuk mencapai tahanan pembumian yang standar (dibawah 5 Ω) pada tanah liat dengan kedalaman 225 cm dan kadar air 49,8 %

DAFTAR PUSTAKA

- Janardana, (2005), "*Pengaruh umur pada beberapa volume zat aditif bentonit terhadap nilai tahanan pentanahan*", Vol 4, (2): (1-6).
- Kharisma D., (2007), "*Pengaruh kedalaman penanaman dan jarak elektroda terhadap nilai tahanan pembumian, jurnal ilmu-ilmu teknik-sistem, VOL. 5, (2): (39-48)*
- Subiyanto, dkk (2004), "*Pengaruh porositas terhadap pentanahan dalam sistem tenaga listrik*", *Teknosains*, Vol. 17, No. 2: (196-206)
- T.S Hutaeruk (1991), "*Pengetanahan Netral Sistem tenaga & Pengetanahan Peralatan*", Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Wiwik, (2009), "*menurunkan nilai tahanan pembumian dengan bentonit*", Yogyakarta, UGM.