

## ANALISA PENGARUH JARAK DAN KEDALAMAN TERHADAP NILAI TAHANAN PEMBUMIAN DENGAN 2 ELEKTRODA BATANG

Wahyono\*, Budhi Prasetyo

Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof Sudarto, SH Tembalang Semarang

\*Email: wahyono.haji@yahoo.co.id

### Abstrak

*Tujuan dilakukan sistem pentanahan adalah untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang kecil akan dilakukan penelitian pengaruh jarak dan kedalaman antar 2 elektroda batang yang diparalel terhadap nilai tahanan pembumian. Untuk bahan perbandingan pengukuran dilakukan dengan menggunakan 1 elektroda batang dan dilakukan pada 2 tempat yang berbeda yaitu tanah rawa dan tanah liat. Pengukuran dilakukan dengan metode 3 titik menggunakan 1 elektroda batang dengan variasi kedalaman sedangkan pada 2 elektroda batang yang diparalel dengan variasi kedalaman dan variasi jarak penanaman. Hasil menunjukkan penambahan kedalaman elektroda menurunkan nilai tahanan pembumian dengan prosentase penurunan pada tanah rawa untuk 1 elektroda batang 86 % sedangkan pada 2 elektroda batang 79,18 %. Untuk penambahan jumlah elektroda batang menurunkan nilai tahanan pembumian secara signifikan penambahan jarak taman antar elektroda penurun nilai tahanan pembumian kecil dengan prosentase penurunan 6,75 %.*

*Kata Kunci : Tahanan pembumian, penambahan jarak dan kedalaman penanaman*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sistem pembumian memegang peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi. Sistem pembumian digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Menurut fungsinya pembumian dibedakan menjadi 2, yaitu pembumian titik netral sistem tenaga dan pembumian peralatan. Pembumian netral sistem tenaga berfungsi sebagai pengaman sistem/jaringan, sedangkan pada pembumian peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh.

Pembumian mula-mula dilakukan dengan menanamkan batang-batang konduktor tegak lurus ke permukaan tanah (vertikal). Tetapi kemudian orang menggunakan batang-batang konduktor sejajar dengan permukaan tanah (horisontal) dengan kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Hal ini dilakukan mula-mula karena pada suatu daerah yang berbatu tidak dapat menanamkan elektroda pembumian lebih dalam. Setelah diselidiki lebih lanjut ternyata pembumian dengan sistem penanaman horisontal dengan bentuk kisi-kisi (grid) mempunyai keuntungan-keuntungan dibandingkan dengan pembumian yang memakai batang-batang vertikal. Sistem pembumian batang vertikal masih banyak digunakan pada gardu induk, dan juga merupakan teori dasar dari system pembumian.

### 1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak dan kedalaman terhadap nilai tahanan pembumian dengan 2 batang elektroda utama yang diparalel. Sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan dan pemasangan sistem pembumian yang baik sesuai standar.

### 1.3. Gambaran Umum

Sistem pembumian belum digunakan ketika sistem tenaga masih memiliki ukuran kapasitas yang kecil (sekitar tahun 1920). Alasan saat itu karena bila ada gangguan ke tanah pada sistem, dan dimana besarnya arus gangguan sama atau kurang dari 5 ampere, maka pada kondisi demikian busur api akan padam dengan sendirinya. Arus gangguan listrik terjadi semakin besar, seiring sistem tenaga listrik yang berkembang semakin besar. Hal ini sangat berbahaya bagi sistem, karena bisa menimbulkan tegangan lebih yang sangat tinggi. Oleh karena itu, para ahli kemudian

merancang suatu sistem yang membuat sistem tenaga tidak lagi mengambang. Sistem tersebut kemudian dikenal dengan sistem pembumian atau *grounding system*. (Ihsan, Aris Rakhmadi, 2002) Sistem pembumian adalah suatu metode pengamanan gedung beserta peralatan, yaitu apabila terjadi arus lebih akan disalurkan ke dalam tanah yang menggunakan suatu rangkaian atau jaringan mulai dari kutub pembumian atau elektroda, hantaran penghubung sampai terminal pembumian, agar perangkat peralatan dapat terhindar dari pengaruh petir dan tegangan asing lainnya.

Menurut IEEE Std 142<sup>TM</sup>-2007 4, tujuan sistem pembumian adalah:

- a. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
- b. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

Ketentuan yang telah ditetapkan didalam PUIL, (Peraturan Umum Instalasi Listrik, 2000)

bahwa :

1. Untuk stasiun tenaga yang besar, ( $\geq 10$  kilovolt) nilai R harus  $\leq 25$  ohm.
2. Untuk stasiun tenaga yang kecil, ( $\leq 10$  kilovolt) termasuk menara transmisi, nilai R harus  $\leq 10$  ohm.
3. Untuk peralatan listrik dan elektronika, nilai R harus  $\leq 5$  ohm.
4. Untuk sistem penangkal petir, nilai R harus  $\leq 25$  ohm.

Metode-metode yang digunakan dalam mereduksi nilai R untuk elektroda batang pembumian, telah direkomendasikan menurut IEEE Std. 142-1982 yaitu :

1. Penambahan jumlah batang pembumian.
2. Memperpanjang ukuran batang pembumian.
3. Membuat perlakuan terhadap tanah (soil treatment) terbagi atas :
  - a. Metode bak ukur (Container Method).
  - b. Metode Parit (Trench Method).
4. Menggunakan batang Pembumian khusus.
5. Metode kombinasi.

#### 1.4. Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah direpresentasikan dengan notasi  $\rho$ . Pembumian itu sendiri merupakan sebuah badan yang sangat besar dapat digambarkan sebagai sebuah bak penampung yang tidak terbatas untuk mengalirkan arus ke dalam tanah dan dapat mempertimbangkan tahanan yang kecil untuk mengalirkan arus.

Menurut Persamaan 1, tahanan pembumian tergantung kepada tahanan jenis tanah ( $\rho$ ). Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Harga tahanan jenis tanah

Jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat dan tanah ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )	30	100	200	500	1000	3000

## II METODE

### 1 Variable Pengambilan Data

Pada pengukuran tahanan pembumian ini terdapat 2 tempat pengukuran yaitu pada tanah liat dan tanah rawa, pada setiap pengukuran dilakukan dengan menggunakan 1 elektroda batang dengan variasi kedalaman dan 2 elektroda batang yang diparalel dengan variasi jarak penanaman dan kedalaman penanaman elektroda. Tiap – tiap percobaan dilakukan 4 kali pengulangan agar didapatkan hasil yang terbaik.

### 2 Pemilihan Tempat Dan Waktu Pengujian

Penelitian ini dilakukan pada tanah liat yang bertempat di daerah Jalan.Tirto Agung Barat V no.15 Pedalangan Banyumanik Semarang, tanah tempat dilakukan penelitian adalah tanah perladangan. Untuk bahan perbandingan penelitian juga dilakukan pada tanah rawa yang bertempat di daerah Jln. Mulawarman 3 Banyumanik Semarang. Pemilihan kedua tempat ini dilakukan karena kedua tempat tersebut dekat dengan politeknik negeri semarang sehingga memudahkan dalam pengambilan data. Penelitian dilakukan pada bulan Mei dan bulan Juni 2012.

### 3 Alat Ukur

#### ➤ Digital Earth Resistance Tester

Alat ukur yang digunakan adalah alat ukur analog model 4105A. Alat ini dirancang menurut standart IEC. Earth Resistance Tester dengan data sebagai berikut :

- Sumber tenaga : 9V DC jenis baterai R6P (SUM-3) x 6
- Jenis : *Digital Earth Resistance Tester 4105A*



Gambar 2. Earth resistance tester

#### ➤ Palu atau Martil

Palu atau Martil berfungsi sebagai alat untuk memudahkan dalam penanaman elektroda dan penambahan kedalaman elektroda.

#### ➤ Roolmeter

Roolmeter berfungsi untuk mengukur kedalaman penanaman elektroda dan mengukur jarak antar elektroda utama dan elektroda bantu.

#### ➤ Kabel Tembaga Pejal

Kabel tembaga pejal berfungsi untuk menghubungkan elektroda utama 1 dan elektroda utama 2.

#### ➤ Linggis dan Cangkul

Linggis dan cangkul berfungsi sebagai alat penggali untuk mendapatkan contoh tanah yang kemudian akan dihitung kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut.

#### ➤ Neraca Massa

Neraca massa berfungsi untuk mengukur berat tanah yang kemudian akan dihitung kadar air yang terkandung dalam tanah.

### ➤ Tang Jepit

Tang jepit berfungsi untuk memudahkan dalam pencabutan elektroda utama.

## III ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Percobaan

- ❖ Berikut adalah tabel hasil pengukuran tahanan pembumian pada tanah rawa menggunakan 1 elektroda batang dengan variasi kedalaman dan 2 elektroda batang dengan variasi jarak dan kedalaman penanaman elektroda utama :

Tabel 2. tahanan pembumian 1 elektroda batang pada tanah rawa

Kedalaman (m)	Nilai tahanan ( $\Omega$ )				Nilai tahanan pembumian rata-rata ( $\Omega$ )	Berat air (g)
	Percobaan					
	I	II	III	IV		
0,25	29,8	29,9	29,9	30	29,9	40
0,5	18	18	18,1	18,2	18,075	52
0,75	12,8	12,9	13	13,1	12,95	60
1	9,9	10	10,1	10,2	10,05	64
1,25	8,2	8,3	8,4	8,6	8,35	68

Tabel 3. Tahanan pembumian menggunakan 2 elektroda batang yang diparalel dengan jarak antar elektroda 1,5 m pada tanah rawa

Kedalaman (m)	Nilai tahanan ( $\Omega$ )				Nilai tahanan pembumian rata-rata ( $\Omega$ )	Berat air (g)
	Percobaan					
	I	II	III	IV		
0,25	16,5	16,5	16,6	16,7	16,575	40
0,5	9,1	9,2	9,3	9,4	9,25	52
0,75	6,5	6,5	6,6	6,7	6,575	60
1	4,5	4,5	4,6	4,7	4,575	64
1,25	3,5	3,5	3,6	3,7	3,575	68

Tabel 4. Pengukuran tahanan pembumian menggunakan 2 elektroda batang yang diparalel dengan jarak antar elektroda 2 m pada tanah rawa.

Kedalaman (m)	Nilai tahanan ( $\Omega$ )				Nilai tahanan pembumian rata-rata ( $\Omega$ )	Berat air (g)
	Percobaan					
	I	II	III	IV		
0,25	15,4	15,5	15,6	15,6	15,525	40
0,5	8,9	9	9	9,1	9	52
0,75	5,4	5,5	5,6	5,6	5,525	60
1	3,9	4	4,1	4,2	4,05	64
1,25	3,1	3,2	3,3	3,4	3,25	68

## IV. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Dengan penambahan kedalaman penanaman elektroda batang maka nilai tahanan pembumian semakin kecil. Untuk penambahan kedalaman yang sama yaitu 0,25 m

1. Penurunan nilai tahanan pembumian pada tanah rawa untuk setiap penambahan kedalaman 0,25 m dengan menggunakan 1 elektroda batang yaitu 86 %, 24,13 %, 28,85 %, 20,35 % sedangkan untuk 2 elektroda batang dengan jarak 1,5 m yaitu 79,18 %, 40,68 %, 43,71 %, 29,91 %.
2. Penurunan nilai tahanan pembumian pada tanah liat untuk setiap 0,25 m dengan menggunakan 1 elektroda batang yaitu 48,86 %, 24,49 %, 23,98 %, 15,56 % sedangkan untuk 2 elektroda batang dengan jarak 1,5 m yaitu 47,01 %, 27,65 %, 21,95 %, 8,02 %.
3. Penambahan jumlah elektroda batang akan memperkecil nilai tahanan pembumian.
4. Penurunan nilai tahanan pembumian pada tanah rawa pada 2 elektroda batang dari jarak 1,5 m ke 2 m yaitu 6,75 %, 2,77 %, 1,9 %, 1,2 %, 1 %.
5. Penurunan nilai tahanan pembumian pada tanah liat pada 2 elektroda batang dari jarak 1,5 m ke 2 m yaitu 28,25 %, 23,47 %, 13,16 %, 2,04 %, 14,64 %
6. Nilai tahanan pembumian pada tanah liat lebih besar dibanding nilai tahanan pembumian pada tanah rawa.

### 4.2 Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah disimpulkan, maka untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang kecil disarankan untuk menanam beberapa elektroda batang diparalel dengan kedalaman yang dalam dan jarak yang lebar.
2. Untuk melakukan penelitian tentang tahanan pembumian sebaiknya memperhatikan detail-detail yang mempengaruhi nilai tahanan pembumian agar data yang diperoleh akurat.

## DAFTAR PUSTAKA.

- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 ( PUIL 2000)*.  
Hutauruk, T.S,1991, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Erlangga, Jakarta.
- Ihsan, Aris Rakhmadi,2002, *Analisis Pengaruh Jenis Tanah terhadap Tegangan Permukaan Tanah*, Alumni Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.