

# PENURUNAN TAHANAN PEMBUMIAN DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN GYPSUM DAN ARANG PADA ELEKTRODA PLAT

Wiwik Purwati Widyaningsih, Teguh Harijono Mulud, Kurnia Alifiana  
Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Email : [wiwik\\_pw\\_zm@yahoo.co.id](mailto:wiwik_pw_zm@yahoo.co.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan nilai tahanan pembumian serendah mungkin dengan menggunakan soil treatment yaitu campuran antara gypsum dan arang pada electrode plat yang terbuat dari tembaga, penelitian ini dilakukan di sebelah utara bengkel mesin Politeknik Negeri Semarang. Jenis tanah yang digunakan untuk penelitian ini adalah tanah liat dengan kondisi kering (pada kondisi tidak hujan dan tidak disiram air). Penelitian ini menggunakan metode tiga titik (three point metode). Campuran gypsum dan arang diletakkan diatas electrode plat, perbandingan antara gypsum dan arang yang diletakkan diatas elektroda plat seperti berikut : massa gypsum 1,5 kg : 0,5 kg massa arang , massa gypsum 0,5 kg : 1,5 kg arang dan massa gypsum 1 kg : 1 kg arang. Kedalaman penanaman elektrode plat 60 cm, nilai tahanan pembumiannya sebesar 78,1  $\Omega$ .

**Kata kunci:** Tahanan Pembumian, Elektroda, Soil Treatment.

## 1. Pendahuluan

Isolasi peralatan yang tidak berfungsi dengan baik dapat menimbulkan arus gangguan pada system tenaga listrik. Arus gangguan tersebut akan mengalir pada bagian-bagian peralatan yang terbuat dari metal dan juga mengalir dalam tanah di sekitar sistem tenaga listrik. Arus gangguan dapat menimbulkan gradien tegangan diantara peralatan dengan peralatan, peralatan dengan tanah dan juga gradien tegangan pada permukaan tanah itu sendiri. Besarnya gradien tegangan pada permukaan tanah tergantung pada tahanan jenis tanah atau sesuai dengan struktur tanah tersebut. (Bambang dkk, 2007).

Perbandingan pengaruh penggunaan elektroda batang dan elektroda plat sebagai berikut : Elektrode batang, pada tanah liat dengan kedalaman 20 cm diperoleh nilai tahanan pembumian sebesar 11,3  $\Omega$  dan dengan penambahan gypsum didapatkan nilai tahanan pembumian sebesar 8,85  $\Omega$ . Elektroda plat pada tanah liat dengan kedalaman penanaman elektrode 20 cm diperoleh nilai tahanan pembumian sebesar 3,16  $\Omega$  kemudian dengan penambahan gypsum didapatkan nilai tahanan pembumian sebesar 1,78  $\Omega$ . Dari nilai diatas dapat diketahui bahwa nilai tahanan pembumian

dengan menggunakan elektroda bentuk batang atau jarum lebih tinggi dibandingkan dari elektroda plat. (G. Abdul, 2013).

Konfigurasi antara tanah dengan gypsum dan posisi peletakkannya dapat mempengaruhi nilai tahanan pembumian. Konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara vertikal akan mendapatkan daripada konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara campuran dan horizontal. Besarnya nilai tahanan pembumian yang didapatkan dari konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara vertikal adalah 42,2  $\Omega$  dan untuk konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara horizontal mempunyai tahanan pembumian sebesar 49,6  $\Omega$ . Untuk nilai tahanan pembumian yang didapatkan dari konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara campuran adalah 58,9  $\Omega$ . (A. Niepa Martatieh, 2012). Penambahan arang dengan komposisi tertentu sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai tahanan pembumian pada tanah kering. Nilai tahanan pembumian tanpa arang adalah 135  $\Omega$  pada kedalaman penanaman 70 cm, sedangkan nilai tahanan pembumian dengan penambahan arang 100% adalah 26,5  $\Omega$  pada kedalaman penanaman 70 cm. Prosentase penurunan nilai tahanan pembumian setelah ditambahkan arang adalah 81.45% pada kedalaman penanaman 70 cm. System

pembumian yang paling baik adalah pada penambahan arang 100%. (S. Chandra, 2012).

## 2. Maksud Dan Tujuan

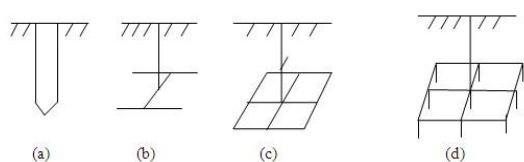
Maksud dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan gypsum dan arang sebagai soil treatment guna mempengaruhi nilai tahanan jenis pembumian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang rendah dengan cara campuran gypsum dan arang sehingga gradien tegangan dapat diminimalis pada sistem tenaga listrik.

## 3. Tinjauan Pustaka

Sistem tenaga listrik yang diketanahkan adalah titik netral generator dan titik netral trafo. Arus akan mengalir melalui elektroda pembumian apabila terjadi gangguan ke tanah pada kondisi yang tidak seimbang. Maksud dari sistem pembumian yaitu untuk membatasi tegangan fasa-fasa yang terganggu, serta untuk mengatasi arus ke tanah. (Hutahuruk, 1987; Wira Aswata, 2000; Tampubolon, 1989).

Susunan elektroda pembumian dapat dibedakan menjadi empat, yaitu pembumian elektroda yang ditanam secara vertikal, pembumian elektroda yang ditanam secara horizontal, penanaman elektroda secara grid, penanaman elektroda gabungan antara grid dan vertikal. Pembumian secara horizontal biasanya digunakan pada daerah yang tanahnya keras dan berbatu. Karena lebih praktis dalam penanamannya tidak terlalu dalam. Sedangkan pembumian vertikal biasanya digunakan pada struktur tanah yang tidak terlalu keras. Karena penanamannya lebih dalam. (Hermawan, 1985; Hutahuruk, 1987).



Gambar 3.1 Susunan Elektroda Pembumian

Keterangan:

- (a) Elektroda vertikal (c) Elektroda grid
- (b) Elektroda horizontal (d) Gab. a) & c)

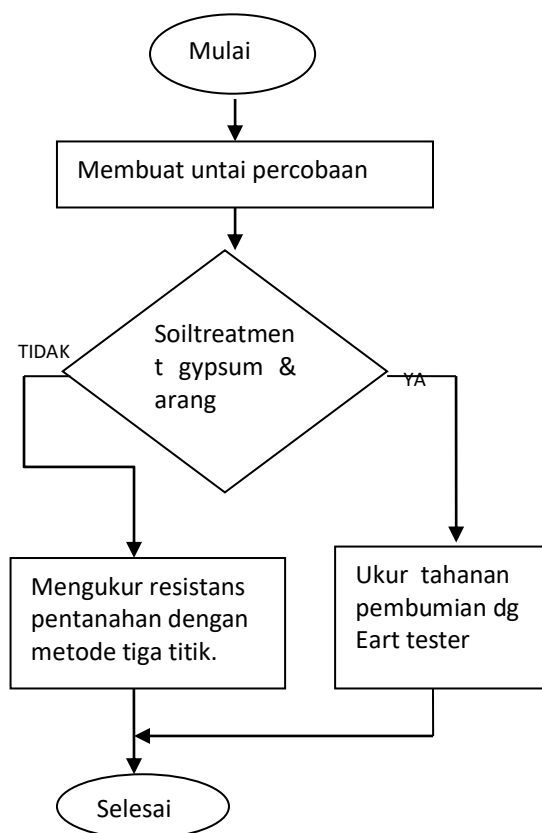
Tahanan pembumian pada elektroda batang dapat diperkecil dengan mengubah kedalaman penanaman elektroda. Semakin dalam kedalaman penanaman elektroda, maka semakin kecil tahanan pembumiannya. (Tadjudin, 1998). Selain merubah kedalaman penanamn elektroda, tahanan pembumian dapat diperkecil dengan soil treatment atau perlakuan khusus terhadap nilaia tahanan jenis tanah (Wiwik, PW, 2009)

Pengaruh penggunaan elektroda batang dan elektroda plat pada tanah liat dengan kedalaman penanaman elektrode 20 cm : Elektroda batang diperoleh nilai tahanan pembumian sebesar 11,3  $\Omega$  kemudian dengan penambahan gypsum didapatkan nilai tahanan pembumian sebesar 8,85  $\Omega$ . Elektroda plat diperoleh nilai tahanan pembumian 3,16  $\Omega$  kemudian dengan penambahan gypsum didapatkan nilai tahanan pembumian 1,78  $\Omega$ . Dari nilai diatas dapat diketahui bahwa nilai tahanan pembumian dengan menggunakan elektroda bentuk batang lebih tinggi dibandingkan dari elektroda plat. (G. Abdul, 2013). Konfigurasi antara tanah dengan gypsum dan posisi peletakkannya dapat mempengaruhi nilai tahanan pembumian. Konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara vertikal mempunyai nilai tahanan pembumian lebih kecil daripada horizontal. Besarnya nilai tahanan pembumian yang didapatkan dari konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara vertical adalah 42,2  $\Omega$  dan secara horizontal adalah 49,6  $\Omega$  Untuk nilai tahanan pembumian yang didapatkan dari konfigurasi campuran tanah dengan gypsum secara campuran adalah 58,9  $\Omega$ . (A. Niepa Martatieh, 2012). Penambahan arang dengan komposisi tertentu sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai tahanan pembumian pada tanah kering. Nilai tahanan pembumian tanpa arang pada kedalaman penanaman elektrode 70 cm sebesar 135  $\Omega$  sedangkan nilai tahanan pembumian dengan

penambahan arang 100% adalah 26,5  $\Omega$ . Prosentase penurunan nilai tahanan pembumian pada kedalaman elektrode 70 cm setelah ditambahkan arang adalah 81.45% .. Sistem pembumian yang paling baik adalah pada penambahan arang 100%. (S. Chandra, 2012).

#### 4. Metode Penelitian

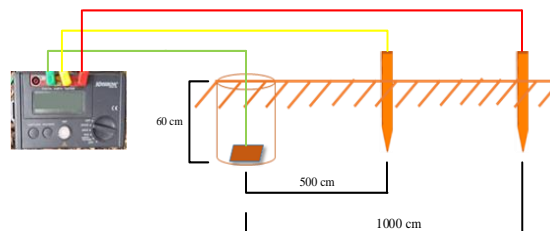
Metode yang digunakan untuk mengetahui besarnya nilai tahanan pembumian ini adalah dengan cara metode 3 titik (*Three Methode Point*) dengan menggunakan elektroda plat tembaga dengan ukuran (20×18×0,08) cm sebagai elektroda utama dan 2 buah elektroda batang tembaga dengan ukuran diameter sebesar 8 mm dan panjang 60 cm sebagai elektroda bantu. Jarak penanaman elektroda bantu pertama terhadap elektroda utama sejauh 500 cm, sedangkan jarak penanaman elektroda bantu kedua terhadap elektroda utama sejauh 1000 cm. Kedalaman penanaman elektroda utama yaitu 60 cm,



Gambar 4.2 Diagram alir

dengan variasi penambahan campuran *gypsum* dan arang yang dimasukkan ke dalam lubang berukuran (30×25×60) cm.

Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali per hari selama 1 minggu. Diagram alir dalam penelitian ini seperti berikut.



Gambar 4.3 Rangkaian pengujian

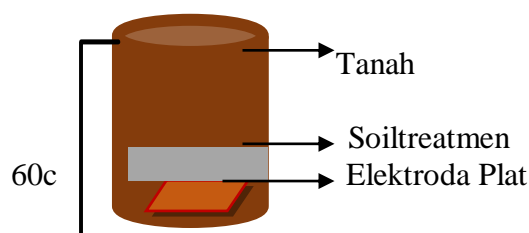


Gambar 4.4 Elektroda plat tanpa soil treatment

#### 4.1 Rangkaian pengujian menggunakan elektroda plat

Plat Plat tembaga sebagai elektroda utama dimasukkan ke dalam lubang pengujian pada kedalaman lubang sedalam 60 cm. Kemudian setelah elektroda utama ditanam di dalam lubang pengujian, padatkan tanah pada lubang tersebut. Pengukuran nilai tahanan pembumian awal ( $R_{PA}$ ) dilakukan sebanyak 5 kali dalam 1 minggu.

Berikut adalah gambar elektroda plat dengan soil treatment



Gambar 4.5 Elektroda plat dengan Soiltreatment

Soil treatment berupa campuran *gypsum* dan arang yang digunakan dalam proses pengujian ini dimasukkan ke dalam lubang yang telah dibuat dengan perbandingan massa sebesar :

- 0,5 kg *gypsum* : 1,5 kg arang
- 1 kg *gypsum* : 1 kg arang
- 1,5 kg *gypsum* : 0,5 kg arang

5	60	5	10	130,1	105,5	92,3
6	60	5	10	104	90,7	85
7	60	5	10	95,4	81,3	78,1
Rata-rata Pembumian				172,7	147,8	133,5
% rata-rata penurunan				42,05	50,40	55,20

## V. Pembahasan

### 5.1 Tujuan pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui seberapa besar penurunan tahanan pembumian yang telah ditambah dengan soil treatment berupa campuran *gypsum* dan arang dengan variasi massa soil treatment.

### 5.2 Data Pengujian

Nilai tahanan pembumian awal diambil dengan kedalaman penanaman elektroda utama sedalam 60 cm. Jarak penanaman elektroda utama dengan elektroda bantu satu adalah 5 m dan jarak penanaman elektroda utama dengan elektroda bantu dua adalah 10 m.

Tabel 5.1 Sebelum Soil treatmenten

L(cm)	Jarak		Tahanan (Ω)			Rata-rata R (Ω)
			1	2	3	
60	5	10	297	299	298	298

Tabel 5.2 Setelah Soil treatmenten

Hari	L (cm)	Jarak Elektroda (m)		R Pembumian (Ω)		
		EP	EC	G:A = 1:3	G:A = 1:1	G:A = 3:1
1	60	5	10	271	252,1	222
2	60	5	10	235,4	221,2	208
3	60	5	10	200	159,2	142,2
4	60	5	10	173	124,7	107

Tabel 5.1 terlihat bahwa nilai tahanan pembumian sebelum dilakukan soil treatment sebesar 298 Ω. Tabel 5.2 nilai tahanan pembumian setelah soil treatment mengalami penurunan yang cukup drastis. Penurunan nilai tahanan pembumian ini dipengaruhi oleh soil treatment berupa campuran antara *gypsum* dan arang yang bersifat absorb (penyerap), sehingga tanah disekitar elektroda utama menjadi lembab, dan kelembaban berpengaruh terhadap nilai tahanan pembumian. Dari grafik dapat dilihat semakin lama waktu pengujian yang dilakukan, nilai tahanan pembumian akan mengalami penurunan yang kecil hingga mencapai nilai yang konstan dikarenakan tanah mengalami kejenuhan.

Sistem pembumian yang baik merupakan sistem pembumian yang mempunyai nilai tahanan pembumian kecil, sesuai dengan PUIL sistem tahanan pentanahan yang baik mempunyai nilai tahanan pembumian sekitar 5-10 Ω, namun untuk mencapai nilai tahanan tersebut dapat dilakukan dengan memperdalam penanaman elektroda, memperluas penampang elektroda atau mempararel elektroda sehingga dapat mencapai nilai tahanan pentanahan sesuai dengan PUIL 2000.

Berdasarkan SPLN 26:1980 telah ditetapkan besar tahanan pentanahan sebagai berikut :

1. Tahanan rendah 10 - 40 Ω dan arus gangguan tanah maksimum 1000 Ampere digunakan pada jaringan kabel tanah
2. Tahanan rendah 40 Ω dan arus gangguan maksimum 300 Ampere digunakan pada

jaringan saluran udara dan campuran saluran udara dengan kabel tanah

3. Tahanan tinggi 500  $\Omega$  dan arus gangguan maksimum 25 Ampere digunakan pada saluran udara.

## 5. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

1. Perbandingan campuran Gypsum dengan Arang 3 : 1 pada hari ke 7 mempunyai nilai tahanan pembumian paling kecil yaitu 78,1  $\Omega$
2. Prosentasi penurunan nilai tahanan pembumian terkecil sebesar 55,20 % dengan posisi soil treatment berupa campuran gypsum dan arang yang diletakkan diatas elektroda dengan variasi massa 1,5 kg gypsum:0,5 kg arang sebesar 78,1  $\Omega$
3. Nilai tahanan pembumian yang masih tinggi yaitu sebesar 78,1  $\Omega$  dapat digunakan pada saluran udara sistem distribusi 20 kV.

### 6.2 Saran

1. Penambahan kedalaman penanaman elektroda utama perlu dilakukan untuk memperoleh nilai tahanan pembumian yang kecil,
2. Penggunaan bahan kimia yang lain sebagai bahan soil treatment perlu dicoba untuk memperoleh nilai tahanan pembumian yang kecil.
3. Panjang plat yang digunakan sebagai elektroda utama dapat ditambah ukurannya sehingga dapat diperoleh nilai tahanan pembumian yang kecil.
4. Elektroda plat yang diparalel dengan kedalaman yang dalam merupakan salah satu cara untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Niepa Martatieh. 2012. *Pengaruh Campuran Tanah dan Gypsum Terhadap Tahanan Permukaan Pada Sistem Pentanahan*. Tugas Akhir. Semarang : Jurusan Teknik Mesin Polines.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta : Yayasan PUIL.
- Hutahuruk, T. S. 1987. *Pengetanahan Netral Ssistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta : Erlangga.
- Pasaribu, Linda. 2011. *Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur, Dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pentanahan Tanah*. Tesis. Jakarta : Program Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- SPLN 26:1980. *Pedoman Penerapan Sistem Distribusi 20 kV, 3 fasa 3 Kawat dengan Tahanan Rendah & Tahanan Tinggi*. Hlm 2 – 3.
- W. Wiwik Purwati. 2013. *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. ISBN 978-979-3514-94-9. Semarang : Polines