

## PERBANDINGAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN PADA AREA REKLAMASI PANTAI (CITRALAND)

Mirwan Mukmin<sup>1)</sup>, Agustinus Kali<sup>2)</sup>, Baso Mukhlis<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako  
Jl. Soekarno-Hatta KM 9, Palu, Sulawesi Tengah  
e-mail: [Mukmin\\_mirwan07@yahoo.com](mailto:Mukmin_mirwan07@yahoo.com)

### Abstract

Grounding system is a system that connects conductive connection systems, equipment and installations bodies with earth / ground so as to secure the human from electric shock, and secure the installation components from the dangers of the voltage / current abnormal. Therefore, the earthing system becomes an essential part of the power system. The study was conducted to measure and compare the value of grounding resistance on an area of reclaimed and non-reclaimed beach in a residential area of Citra Land, PT. Ciputra Surya, JO. that will facilitate the future design of earthing systems. Types of electrodes used in the measurement of the electrode is a single rod with a diameter of 0.15 m and a length of 1.4 meters, which were planted at a depth of 0.25 / 0.5 / 0.75 / 1 meter from the ground, measuring instruments used are analog Earth Resistance Tester 3235. Grounding resistance value measurement performed ten times in order to get the value can be averaged so get earth resistance value desired. Value of the grounding resistance measurement results reclaimed land amounted to 3.03  $\Omega$ , while the non-reclaimed land by 5  $\Omega$ . For the value of soil resistivity on the reclaimed land of 0.455  $\Omega$ , while for non-reclaimed land of 1.481  $\Omega$ .

**Keywords:** Reclamation, earthing, electrode and soil resistivity.

### Abstrak

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik. Penelitian dilakukan untuk mengukur dan membandingkan nilai tahanan pentanahan pada area reklamasi dan non reklamasi pantai pada area perumahan Citra Land, PT. Ciputra Surya, JO. sehingga akan mempermudah dalam perancangan sistem pentanahan nantinya. Jenis elektroda yang digunakan dalam pengukuran ialah elektroda batang tunggal dengan diameter 0,15 m dan panjang 1,4 meter, yang ditanam dengan kedalaman 0,25/0,5/0,75/1 meter dari permukaan tanah, alat ukur yang digunakan ialah Analog Earth Resistance Tester 3235. Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan sebanyak sepuluh kali agar nilai yang di dapatkan dapat dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang di inginkan. Nilai hasil pengukuran tahanan pentanahan tanah reklamasi sebesar 3,03  $\Omega$ , sedangkan tanah non reklamasi sebesar 5  $\Omega$ . Untuk nilai tahanan jenis tanah pada tanah reklamasi sebesar 0,455  $\Omega$  sedangkan untuk tanah non reklamasi sebesar 1,481  $\Omega$ .

**Kata Kunci:** Reklamasi, pentanahan, elektroda dan tahanan jenis tanah.

### PENDAHULUAN

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan

dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Tujuan

utama pentanahan 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*.

Sejalan berkembangnya jaman dan semakin sempitnya tanah yang dapat digunakan untuk pembangunan gedung, hotel dan bangunan lainnya di wilayah Indonesia khususnya Kota Palu mengalami kendala pada area strategis untuk pembangunan, Sehingga pembangunan cenderung memanfaatkan daerah-daerah strategis yang berada pada pinggiran pantai untuk di reklamasi yaitu dengan menciptakan daratan baru di lahan yang sebelumnya terdiri dari air. Untuk merencanakan sistem pentanahan pada area reklamasi pantai memerlukan suatu pengukuran nilai tahanan pentanahan, hal ini akan bermanfaat dalam perencanaan sistem pentanahan nantinya.

Menurut Hutauruk, dalam Supardi (2003), "Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk system pentanahan karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama". Menurut Kharisma, dalam Wahyono (2012) Nilai tahanan pembumian dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan jarak elektroda. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian akan semakin kecil bila kedalaman penanaman ditambah, jumlah elektroda yang ditanam, dan jarak penanamannya ditambah. Menurut IEEE Std 142™-2007 dalam Yunaningrat (2000), Tujuan system pentanahan 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 system dan bumi.

#### 1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Besar Tahanan Pentanahan

Menurut Yunaningrat (2000), pada dasarnya ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya suatu tahanan pentanahan yaitu, sebagai berikut:

#### 2. Elektroda Pentanahan

Menurut PUIL 2000 [3.18.11 & 3.18.4.1], Elektroda adalah pengantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Pada umumnya elektroda pentanahan yang sering digunakan ada 3 jenis, yaitu sebagai berikut:

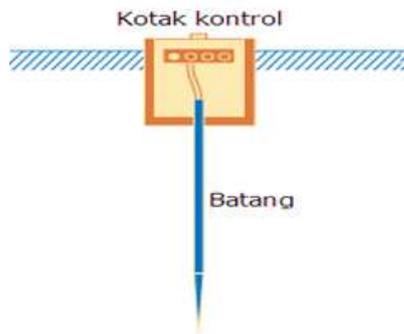
##### a. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah secara dalam. Rumus (1) merupakan tahanan pentanahan elektroda batang unggal:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{A} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- R= Tahanan pentanahan untuk elektroda batang(ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L = Panjang elektroda (m)
- A = Diameter elektroda (meter)



**Gambar 1.** Elektroda Batang (Avianti, 2012)

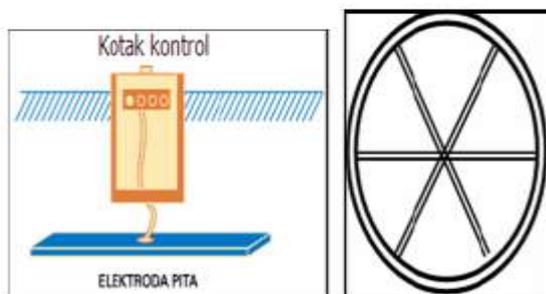
**b. Elektroda Pita**

Elektroda ini berupa pita atau kawat berpenampang bulat yang ditanam di dalam tanah umumnya penanamannya tidak terlalu dalam (0,5 - 1 meter. Rumus (2) merupakan rumus tahanan pentanahan untuk elektroda pita adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left( \ln \frac{2L}{d} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- R = Tahanan pentanahan elektroda pita (ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L = Panjang elektroda pelat (m)
- d = kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (m)



**Gambar 2.** Elektroda Pita (Avianti, 2012)

**c. Elektroda Plat**

Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter di bawah permukaan tanah dihitung dari sisi plat sebelah atas.



**Gambar 3.** Elektroda Plat (Avianti, 2009)

Rumus (3) merupakan tahanan pentanahan untuk elektroda bentuk plat sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho}{4,1L} \left( 1 + 1,84 \frac{b}{t} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- R =Tahanan pentanahan elektrodapelat (ohm)
- $\rho$  =Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L =Panjang elektroda pelat (m)
- b =Lebar pelat (m)
- t =kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (m)

**3. Jenis Bahan dan Ukuran Elektroda**

Berikut ini adalah tabel yang memuat ukuran-ukuran elektroda pentanahan yang umum digunakan dalam sistem pentanahan.

**Tabel.1** Ukuran Minimum Elektrode Bumi

| No | Jenis Elektrode | Bahan Jenis Elektrode   |                       |   |
|----|-----------------|---|-----------------------|---|
|    |                 | Baja digalvanasi dengan proses pemanasan  | Baja berlapis tembaga | Tembaga   |
| 1  | Elektrode Pita  | - Pita baja 100 mm <sup>2</sup> setebal minimum 3 mm<br>- Penghantar pilin 95 mm <sup>2</sup> (bukan kawat halus) | - 50 mm <sup>2</sup>  | - Pita tembaga 50 mm <sup>2</sup> tebal minimum 2 mm<br>- Penghantar pilin 35 mm <sup>2</sup> (bukan kawat halus) |

|   |                  |  |  |  |
|---|------------------|--|--|--|
| 2 | Elektrode Batang | - Pipa baja 25 mm<br>- Baja profil (mm)<br>L 65x65x7<br>U 6,5<br>T 6x50x3<br>- Batang profil lain yang setaraf | Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 2,5 mm |  |
| 3 | Elektrode Plat   | Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 m <sup>2</sup> sampai 1 m <sup>2</sup>  |  | Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m <sup>2</sup> sampai 1 m <sup>2</sup> |

(Sumber: PUJIL, 2000)

#### 4. Jumlah/Konfigurasi Elektroda

Untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang dikehendaki dan bila tidak cukup dengan satu elektroda, bisa digunakan lebih banyak elektroda dengan bermacam-macam konfigurasi pemancangannya di dalam tanah.

#### 5. Kedalaman Pemancangan / Penanaman Di Dalam Tanah

Pemancangan ini tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.

#### 6. Tahanan Jenis Tanah ( $\rho$ )

Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama.

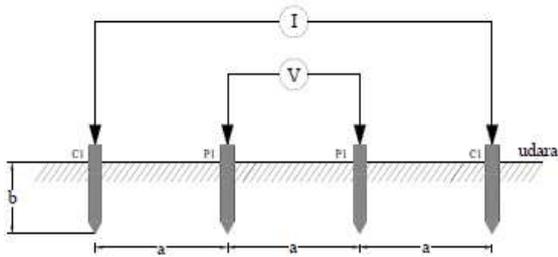
**Tabel 2.** Tahanan jenis berbagai jenis tanah dan tahanan pentanahannya

| No  | Jenis Tanah                 | Tahanan Jenis (ohm) | Tahanan Pentanahan ( $\Omega$ ) |     |     |                             |     |     |
|-----|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|
|     |                             |                     | Kedalaman Batang Pentanahan (m) |     |     | Panjang Pita Pentanahan (m) |     |     |
|     |                             |                     | 3                               | 6   | 10  | 5                           | 10  | 20  |
| 1.  | Humus lembab                | 30                  | 10                              | 5   | 3   | 12                          | 6   | 3   |
| 2.  | Tanah pertanian,            | 100                 | 33                              | 17  | 10  | 40                          | 20  | 10  |
| 3.  | tanah liat                  | 150                 | 50                              | 25  | 15  | 60                          | 30  | 15  |
| 4.  | Tanah liat berpasir         | 300                 | 66                              | 33  | 20  | 80                          | 40  | 20  |
| 5.  | Pasir lembab                | 1000                | 330                             | 165 | 100 | 400                         | 200 | 100 |
| 6.  | Pasir kering                | 400                 | -                               | -   | -   | 160                         | 80  | 40  |
| 7.  | Beton 1:5                   | 500                 | 160                             | 80  | 48  | 200                         | 100 | 50  |
| 8.  | Kerikil lembab              | 1000                | 330                             | 165 | 100 | 400                         | 200 | 100 |
| 9.  | Kerikil kering              | 30000               | 1000                            | 500 | 300 | 1200                        | 600 | 300 |
| 10. | Tanah bebatu<br>Batu karang |                     | -                               | -   | -   | -                           | -   | -   |

Sumber: Marsudi (2011).

Pengukuran tahanan jenis tanah biasanya dilakukan dengan cara Suswanto (2011):

**a. Metode Empat Elektroda (Four electrode method)**



**Gambar 4.** Metoda Empat Titik (Alfian, 2009)

Bila arus I masuk ke tanah melalui salah satu elektroda dan kembali ke elektroda yang lain cukup jauh, sehingga pengaruh diameter konduktor dapat diabaikan. Sehingga:

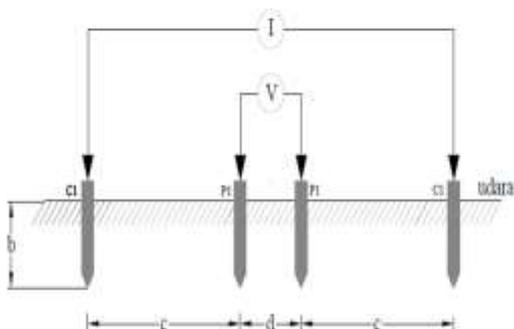
$$\rho = R34 \cdot 2 \cdot \pi \cdot a \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- a* = jarak antara elektroda [m]
- R34* = tahanan antara elektroda 3 dan 4 [Ω]
- $\rho$  = tahanan jenis tanah [Ω-m]

**b. Metode Susunan Schlumberger.**

Arus diinjeksikan melalui elektroda C1, dan pengukuran beda potensial dilakukan pada elektroda P1, dimana jarak elektroda arus (C1) jauh lebih besar dari jarak elektroda tegangan (P1). Susunan Metode Schlumberger dapat ditunjukkan seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 5.** Gambar Susunan Schlumberger (Alfian,2009)

Metode Schlumberger dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho = \pi \cdot c(c + d) \frac{R}{b} \dots\dots\dots (2.31)$$

Dimana:

- $\rho$  = Tahanan Jenis Tanah [Ω.m]
- R* = Tahanan yang terukur [Ω]
- c* = Jarak antara elektroda bagian luar dengan bagian dalam [m]
- d* = Jarak antara elektroda bagian dalam [m]
- b* = elektroda yang tertanam [m]

**METODE PENELITIAN**

Adapun alat yang digunakan selama penelitian adalah sebagai berikut:

1. Earth Tester Analog



**Gambar 6.** Earth Resistance Tester



(a). Elektroda Bantu.



(b) Kabel Penghubung

Dengan data sebagai berikut:

- Merk : YOKOGAWA  
 Sumber Tenaga : 1,5 V DC jenis baterai R20P (Sanyo Super) x 4.  
 Jenis : Analog Earth Resistance Tester 3235.

Alat ini berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1000  $\Omega$  (*ohm*).

### 2. Palu/Martil

Palu atau Martil berfungsi sebagai alat untuk menumbuk elektroda batang, sehingga memudahkan dalam penanaman dan penambahan kedalaman elektroda.

### 3. Kunci Pipa

Berfungsi sebagai alat untuk memudahkan mencabut kembali elektroda yang telah tertanam.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

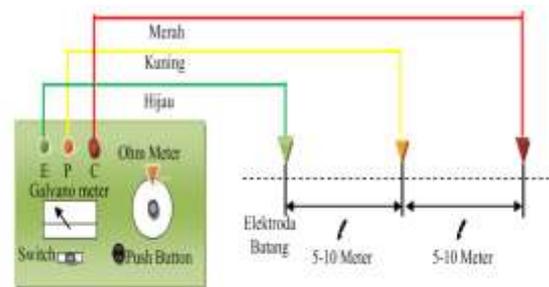
**Tabel 3.** Data Elektroda Batang

| No | Keterangan        | Jenis/Ukuran |
|----|-------------------|--------------|
| 1  | Bentuk Elektroda  | Batang       |
| 2  | Bahan Elektroda   | Galvanis     |
| 3  | Panjang Elektroda | 1,4 m        |

|   |                     |                         |
|---|---------------------|-------------------------|
| 4 | Diameter Elektroda  | 1,5 cm                  |
| 5 | Kedalamam Penanaman | 0,25/0,5,,/0,75/1 Meter |

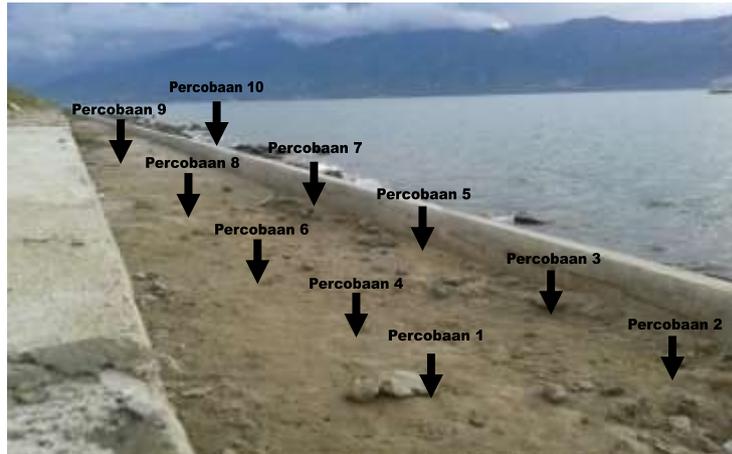
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran nilai tahanan pentanahan menggunakan alat ukur Earth Tester tipe Analog. Earth Tester dihubungkan ke 3 elektroda yang tertanam, dimana 2 diantaranya adalah elektroda bantu dan 1 elektroda utama. Secara lengkap bentuk pengukuran nilai tahanan pentanahan seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 9.** Rangkaian Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Menggunakan Earth Tester.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan elektroda batang, dengan kedalaman yang bervariasi antara kedalaman 0,25-0,5-0,75-1 meter dari permukaan tanah ini dilakukan agar mengetahui tingkat kedalaman penanaman elektroda apakah mempengaruhi nilai tahanan pentanahan. Proses pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan dilokasi tanah reklamasi maupun tanah non reklamasi, ini dilakukan agar nilai tahanan yang dilakukan dapat dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang diinginkan.



**Gambar 10.** Lokasi Penanaman Elektroda Tanah Reklamasi



**Gambar 11.** Lokasi Penanaman Elektroda Tanah Non Reklamasi

1. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah Reklamasi/Non Reklamasi

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

| Percobaan | V    | I    | R ( $\Omega$ ) |
|-----------|------|------|----------------|
| I         | 0,6  | 1    | 0,6            |
| II        | 0,58 | 2,1  | 0,29           |
| III       | 0,83 | 2,6  | 0,31           |
| IV        | 0,6  | 2    | 0,3            |
| V         | 0,82 | 1,3  | 0,63           |
| VI        | 0,5  | 1,4  | 0,35           |
| VII       | 0,91 | 0,9  | 1,01           |
| VIII      | 0,72 | 1,94 | 0,37           |

|                            |      |      |                          |
|----------------------------|------|------|--------------------------|
| IX                         | 0,62 | 1,52 | 0,40                     |
| X                          | 0,48 | 1,62 | 0,29                     |
| <b>Nilai rata-rata R =</b> |      |      | <b>0,455</b><br>$\Omega$ |

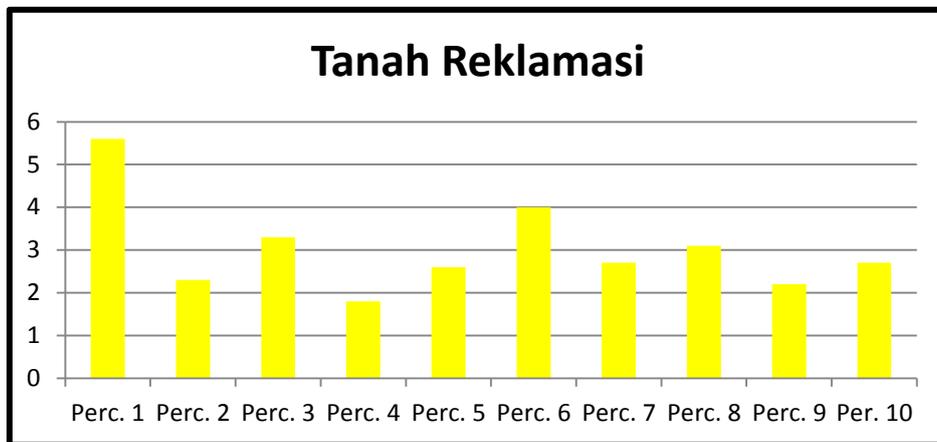
Data hasil pengukuran merupakan data yang diambil dari hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada area reklamasi dan non reklamasi pada Perumahan *Citra Land*. Dimana hasil yang diperoleh merupakan perbedaan nilai tahanan pentanahan antara area reklamasi dan non reklamasi.

**Tabel 5.** Nilai Rata-Rata Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan.

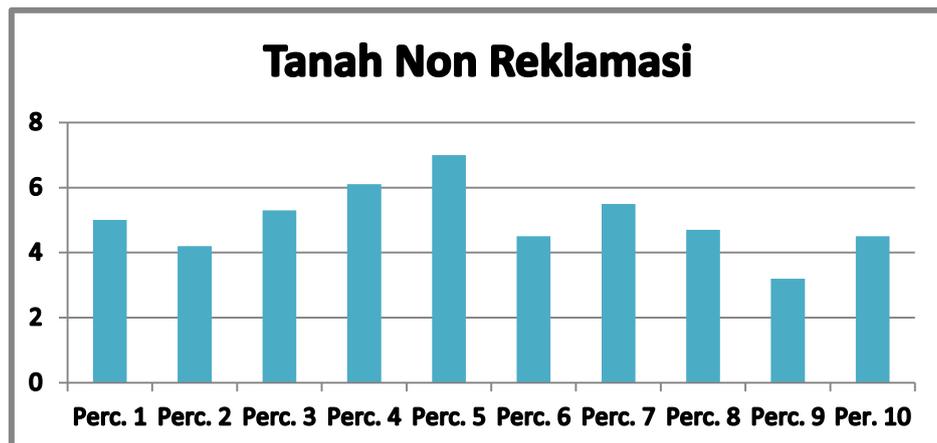
| Pengukuran | Nilai Tahanan Pentanahan ( $\Omega$ ) |
|------------|---------------------------------------|
|------------|---------------------------------------|

|              | Tanah Reklamasi | Tanah Non Reklamasi |
|--------------|-----------------|---------------------|
| Pengukuran 1 | 5,6             | 5                   |
| Pengukuran 2 | 2,3             | 4,2                 |
| Pengukuran 3 | 3,3             | 5,3                 |
| Pengukuran 4 | 1,8             | 6,1                 |
| Pengukuran 5 | 2,6             | 7                   |
| Pengukuran 6 | 4               | 4,5                 |

|                        |             |          |
|------------------------|-------------|----------|
| Pengukuran 7           | 2,7         | 5,5      |
| Pengukuran 8           | 3,1         | 4,7      |
| Pengukuran 9           | 2,2         | 3,2      |
| Pengukuran 10          | 2,7         | 4,5      |
| <b>Nilai rata-rata</b> | <b>3,03</b> | <b>5</b> |



**Gambar 12.** Grafik Nilai Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Tanah Reklamasi



**Gambar 13.** Grafik Nilai Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Tanah Non Reklamasi.

Dari hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan menunjukkan bahwa, nilai tahanan pentanahan pada area non reklamasi lebih tinggi dibandingkan

dengan nilai tahanan pentanahan pada area tanah reklamasi sebesar 5 Ω untuk tanah non reklamasi sedangkan untuk

tanah reklamasi sebesar 3,03 Ω nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan.

2. Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan Sebelum dilakukannya perhitungan nilai tahanan pentanahan, terlebih dahulu

dilakukan perhitungan nilai tahanan jenis tanah terhadap lokasi tanah non reklamasi dan tanah reklamasi. Berikut hasil pengukuran tahanan jenis tanah.

**Tabel 6.** Nilai Rata-Rata Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Jenis Tanah

| Lokasi              | R       |
|---------------------|---------|
| Tanah Reklamasi     | 0,455 Ω |
| Tanah Non Reklamasi | 1,481 Ω |

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Nilai Tahanan Jenis Tanah

| Lokasi              | Nilai Tahanan Jenis Tanah |
|---------------------|---------------------------|
| Tanah Non Reklamasi | 4,6472 Ω                  |
| Tanah Reklamasi     | 1,4287 Ω                  |

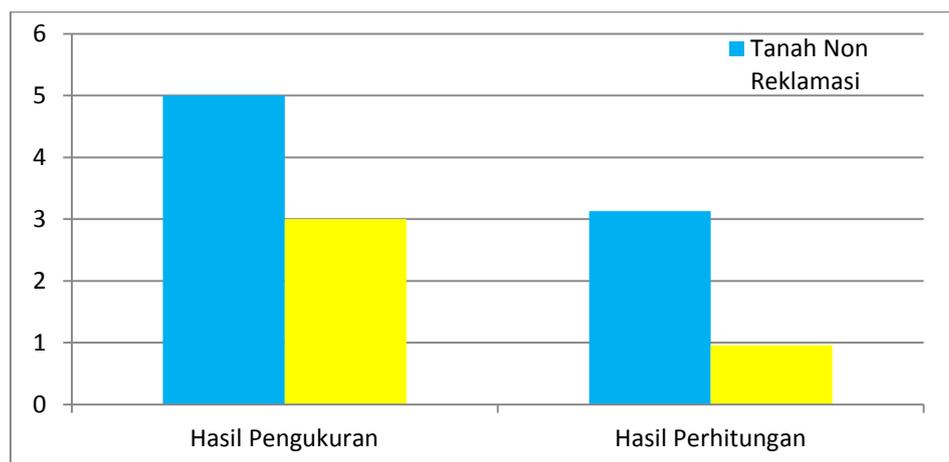
Dari hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan diketahui bahwa nilai tahanan pentanahan untuk tanah non reklamasi sebesar 3,12903161 Ω. Sedangkan untuk tanah reklamasi nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan sebesar 0,9619658 Ω.

3. Perbandingan Hasil Pengukuran Dan Hasil Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan.

Setelah dilakukan proses pengukuran nilai tahanan pentanahan pada area tanah reklamasi dan tanah reklamasi dan proses perhitungan nilai tahanan pentanahan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 8.** Perbandingan Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan.

| No | Jenis Elektroda  | Hasil Pengukuran (Ω) |                 | Hasil Perhitungan (Ω) |                 |
|----|------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|    |                  | Tanah Non Reklamasi  | Tanah Reklamasi | Tanah Non Reklamasi   | Tanah Reklamasi |
| 1  | Elektroda Batang | 5                    | 3,03            | 3,12903161            | 0,9619658       |



**Gambar 14.** Grafik Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa hasil pengukuran dan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan jenis elektroda batang pada lokasi tanah non reklamasi dan tanah reklamasi menghasilkan nilai yang cukup berbeda, karena Nilai tahanan jenis tanah yang digunakan merupakan nilai yang didapatkan berdasarkan pengukuran langsung, bukan dari nilai ketetapan yang ditetapkan oleh Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) pada halaman 80 Tabel 3.18-1 Resistansi jenis tanah. Serta Proses pengukuran nilai tahanan jenis tanah yang dilakukan hanya menggunakan metode 4 titik, sehingga nilai tahanan jenis yang didapatkan kurang akurat sehingga berpengaruh terhadap nilai tahanan pentanahan yang didapatkan dari hasil pengukuran.

## SIMPULAN

Nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan pada lokasi tanah non reklamasi 5  $\Omega$  dan nilai tahanan pentanahan yang dihasilkan oleh tanah reklamasi sebesar 3,03  $\Omega$ . Dari berapa kondisi kedalaman penanaman elektroda, kedalaman 1 meter yang menghasilkan nilai tahanan pentanahan paling rendah, dapat disimpulkan bahwa semakin dalam penanaman elektroda batang maka hasil yang akan didapatkan akan semakin

kecil/semakin baik. Nilai tahanan pentanahan pada tanah non reklamasi lebih tinggi dari nilai tahanan pentanahan pada tanah reklamasi baik dari hasil pengukuran maupun hasil perhitungan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Alvian. 2009. *Pengaruh Jarak Probe Pembantu Dengan Elektroda Batang Terhadap Hasil Pengukuran Tahanan Pembedaan*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Sumatra Utara
- Avianti, F. 2012. *Pengujian Dan Analisa Tahanan Elektroda Pentanahan Dengan Metode 3 Kutub Pada Gtt Bengkel Listrik*, Politeknik Negeri Malang, Tugas Akhir Politeknik Negeri Malang, Malang.
- Marsudi, D. 2011. *Pembangkit Energi Listrik*, Erlangga, Jakarta.
- Mazetti, G.M.Veca, 1998. *Impuls behaviour of grounded IEEE transaction on power apparatus and system*. Vol. PAS-102
- Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).

Supardi, A. 1999. *Pengaruh Frekuensi Arus Terhadap Magnitude Impedansi Pentanahan Suatu Elektroda Batang*, Jurnal Teknik Elektro & Komputer Emitor Universitas Muhammadiyah, Surakarta.

Wahyono 2012. *Pengaruh Kadar Air & Kedalaman Elektroda Batang Tunggal Terhadap Tahanan Pembumian Pada Tanah Liat*, Skripsi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang Universitas Wahid Hasyim, Semarang

Yunaningrat, R. 2000. *Analisa Pentanahan Pada BTS BSC Banjarsari*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.