

Optimasi Penempatan Elektroda Batang Pada Jalan Ringroad Kota Tarakan

Reza Rizki Setiawan¹, Achmad Budiman²

^{1,2}Teknik Elektro, Universitas Borneo Tarakan

email: rezaelektro006@gmail.com¹, achmad1177@gmail.com²

Abstrak - Sistem pentanahan (*earthing system*) yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan kualitas tenaga listrik. Dengan demikian fasilitas-fasilitas pendukung pada Jalan *RingRoad* Kota Tarakan seperti tiang listrik, lampu PJU, *transformator stepdown* maupun bangunan memiliki resiko besar mengalami kerusakan. Untuk melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat gangguan secara mekanik maupun gangguan alam seperti sambaran petir maka dipasang sistem pengamanan. Sistem pengamanan itu salah satunya adalah sistem pentanahan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisa penempatan elektroda batang pada Jalan *RingRoad* Kota Tarakan. Dengan melakukan pengukuran di 5 titik, masing-masing titik berjarak kurang lebih 100 meter. Langkah pertama mengukur resistansi pentanahan menggunakan alat Digital Earth Tester dengan simulasi kedalaman tanah 1, 2, dan 3 meter. Dan mengetahui kadar air tanah, dengan melakukan penelitian di Laboratorium. Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung nilai tahanan jenis tanah berdasarkan hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan. Hasil penelitian optimasi penempatan elektroda batang pada Jalan *Ringroad* Kota Tarakan di 5 titik pengujian dengan menggunakan batang elektroda sepanjang 4 meter dengan diameter 0,015 meter (1,5 cm) semuanya memiliki nilai Resistansi pentanahan di bawah 5 Ω , sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000:68).

Kata Kunci - Optimasi, elektroda batang, pentanahan.

Abstract - Poor earthing system can cause a decrease in the quality of electric power. Thus supporting facilities on the Tarakan City Ring Road such as electricity poles, PJU lights, stepdown transformers or buildings have a great risk of damage. To protect and reduce the impact of damage due to mechanical or natural disturbances such as lightning strikes, a safety system is installed. One of the security systems is the earthing system. This study aims to determine and analyze the placement of rod electrodes on the Tarakan City Ring Road. By taking measurements at 5 points, each point is approximately 100 meters. The first step is measuring earth resistance using the Digital Earth Tester with a ground depth simulation of 1, 2 and 3 meters. And knowing the ground water content, by conducting research in the Laboratory. Then the next step is to calculate the resistivity value of the soil type based on the measurement results of the earth resistance value. The results of research on optimization of the placement of the rod electrodes on the Tarakan City Ring Road at 5 test points using 4 meter electrode rods with a diameter of 0.015 meters (1.5 cm) all have ground resistance values below 5 Ω , in accordance with General Electrical Installation Requirements (PUIL 2000: 68).

Keywords - Optimization, rod electrodes, earthing.

I. PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini fungsi jalan terasa sangat berperan dan menjadi transportasi paling penting yang digunakan hampir setiap hari oleh manusia. Hal ini yang sedang dilakukan oleh Pemerintah Kota Tarakan dengan membangun jalan lingkar atau yang lebih dikenal dengan *ringroad*. Adanya jalan ini akan memicu perekonomian dan aktifitas di sekitar jalan tersebut.

Pemukiman-pemukiman dan fasilitas pendukung jalan tersebut seperti tiang listrik, lampu PJU, dan *transformator stepdown* maupun bangunan pasti membutuhkan sistem pentanahan untuk menjaga kualitas tenaga listrik yang digunakan. Dibutuhkan penelitian untuk menguji tanah yang akan ditancapkan elektroda batang untuk mendukung fasilitas-fasilitas di sekitar *ringroad*.

Masalah utama yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah menentukan hitungan optimasi penempatan elektroda batang dan tujuan penelitian yang akan dilakukan yaitu menentukan dan menganalisa penempatan elektroda batang pada Jalan *Ringroad* Kota Tarakan.

II. METODE

Pengamatan lapangan dilakukan dengan cara mengetahui jenis tanah dan pengukuran dilapangan untuk digunakan tempat penelitian [1], [2], [3], [4], [5].

Tabel 1. Nilai tahanan jenis tanah

| No. | Jenis Tanah | Tahanan Jenis Tanah (ohm meter) |
|-----|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Tanah yang mengandung air garam | 5 – 6 |
| 2 | Rawa | 30 |
| 3 | Tanah Liat | 100 |
| 4 | Pasir Basah | 200 |
| 5 | Batu-batu kerikil basah | 500 |
| 6 | Pasir dan batu kerikil kering | 1.000 |
| 7 | Batu | 3.000 |

Ketentuan yang telah ditetapkan dalam PUIL [6] bahwa:

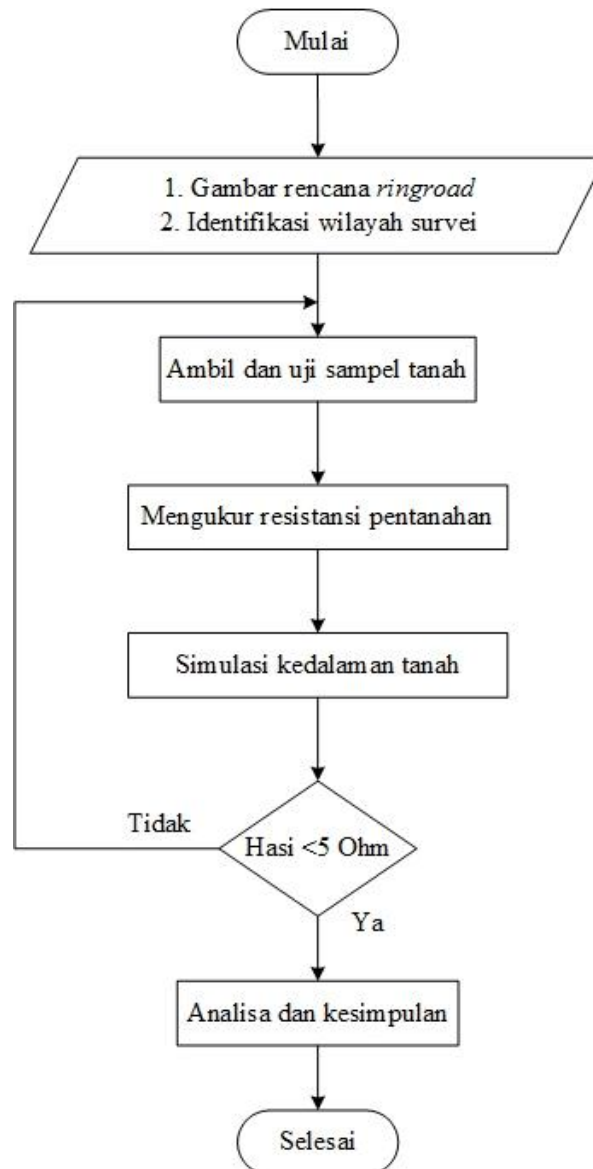
1. Untuk stasiun tenaga yang besar, (≥ 10 kilovolt) nilai R harus ≤ 25 ohm.
2. Untuk stasiun tenaga yang kecil, (≤ 10 kilovolt) termasuk menara transmisi, nilai R harus ≤ 10 ohm.
3. Untuk peralatan listrik dan elektronika, nilai R harus ≤ 5 Ohm.
4. Untuk sistem penangkal petir, nilai R harus $\leq 2,5$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

Elektroda batang tunggal rumus ini sebelumnya pernah dilakukan dalam perhitungan hasil penelitian [7], [8], [9]

$$R = \frac{\rho}{4\pi \cdot \ell} \ln\left(\frac{4 \cdot \ell^2}{d \cdot h} - Q\right) \quad (1)$$

Di mana:

- R : Tahanan pentanahan (Ω)
 ρ : Tahanan jenis tanah (Ω m)
 d : Diameter elektroda (m)
 ℓ : Panjang elektroda (m)
 h : Kedalaman elektroda (m)
 Q : Konstanta (1)



Gambar 1. Flowchart optimasi penempatan elektroda batang

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Digital Earth Tester model 4105A,
2. Batang Elektroda yang memiliki panjang 4 m dengan diameter 1,5cm,
3. Meteran,
4. Bor Tangan (Hand Boring),
5. Satu set pengujian kadar air (w),
6. Kalkulator Casio Fx-350ES,
7. Buku teks/ makalah sebagai acuan.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan

1. Studi pustaka dengan mengadakan penelitian dari buku-buku maupun bahan yang didapat dari bangku kuliah termasuk materi yang berasal dari internet.
2. Observasi langsung ke lapangan untuk melihat lebih jelas tentang wilayah yang akan dianalisa.
3. Analisa data dengan membuat table dan menggunakan rumus perhitungan untuk memudahkan mengetahui hasil yang diinginkan.

4. Kesimpulan dan Saran.

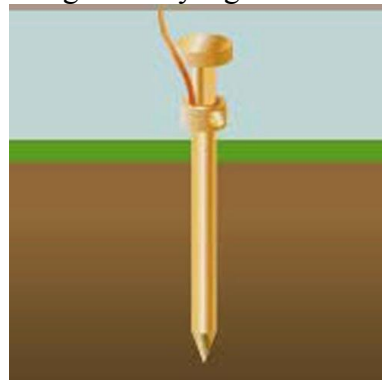
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian kadar air tanah gambut dapat disimpulkan bahwa kadar air yang terkandung pada jalan *Ringroad* Kota Tarakan yaitu tanah gambut sangat tinggi, yaitu dari 23% hingga 33% dari total berat tanah tersebut. Hal ini menunjukkan penempatan elektroda batang pada tanah gambut akan baik karena mampu mengecilkan nilai $R_{\text{pentanahan}}$.

Tabel 2 Hasil nilai pengukuran tahanan pentanahan dengan panjang elektroda 4 meter

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Pengukuran R pentanahan (Ω) | | | | | Rata-Rata |
|----|-------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|-----------|
| | | I | II | III | IV | V | |
| 1 | 1 | 3,76 | 2,02 | 1,36 | 1,84 | 1,41 | 2,078 |
| 2 | 2 | 2,15 | 1,53 | 1,02 | 1,48 | 0,96 | 1,428 |
| 3 | 3 | 1,74 | 1,25 | 1,09 | 1,32 | 0,92 | 1,266 |

Dari nilai pengukuran $R_{\text{pentanahan}}$ pada *Ringroad* Kota Tarakan, dengan pemasangan di setiap titik penempatan elektroda batang dengan menggunakan elektroda batang sepanjang 4 meter dan diameter 0,015 m (1,5 cm) dengan 3 variasi kedalaman yaitu 1 meter, 2 meter, dan 3 meter. Dengan menggunakan alat ukur *DigitalEarth Tester* dengan putaran knob alat ukur pada posisi 200 Ω dan hasil perhitungan data yang diuraikan dalam bentuk tabel 3.



Gambar 2. Penanaman batang elektroda

Media penanaman elektroda batang adalah tanah gambut yang mempunyai tahanan tanah (ρ) sebesar (6-30 Ωm) dengan teori yang digunakan perhitungan hasil nilai $R_{\text{pentanahan}}$ pada tabel 3 dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{\rho}{4\pi \cdot \ell} \ln\left(\frac{4 \cdot \ell^2}{d \cdot h} Q\right) \tag{2}$$

Untuk pembuktian nilai (ρ) tahanan jenis tanah yang berbeda-beda di setiap titik, maka digunakan rumus perhitungan seperti di bawah ini:

$$\rho = \frac{4\pi \cdot \ell}{\ln\left(\frac{4 \cdot \ell^2}{d \cdot h} Q\right)} \times R \tag{3}$$

Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ *Ringroad* Kota Tarakan memiliki jenis tanah gambut (rawa) dan tanah mengandung air garam yang mempunyai tahanan tanah (ρ) sebesar (5-30 Ωm) dengan nilai yang digunakan berbeda beda pada jalan *ringroad* Kota Tarakan, dengan menggunakan panjang elektroda batang 4 meter dan diameter 0,015 meter (1,5 cm) dengan 3 variasi kedalaman sebanyak 5 titik pengujian penanaman elektroda batang dengan nilai optimasi $R_{\text{pentanahan}}$ yang diuraikan dalam bentuk Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 3 Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ pada titik pertama

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Tahanan Tanah (ρ) (ΩM) | Nilai Perhitungan R Pentanahan (Ω) | Nilai Pengukuran R Pentanahan (Ω) |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 1 | 23 | 3,824 | 3,76 |

| | | | | |
|---|---|----|-------|------|
| 2 | 2 | 14 | 2,136 | 2,15 |
| 3 | 3 | 12 | 1,734 | 1,74 |

Tabel 4 Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ pada titik ke dua

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Tahanan Tanah (ρ) (ΩM) | Nilai Perhitungan R pentanahan (Ω) | Nilai Pengukuran R pentanahan (Ω) |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 1 | 23 | 3,824 | 3,76 |
| 2 | 2 | 14 | 2,136 | 2,15 |
| 3 | 3 | 12 | 1,734 | 1,74 |

Tabel 5 Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ pada titik ke tiga

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Tahanan Tanah (ρ) (ΩM) | Nilai Perhitungan R pentanahan (Ω) | Nilai Pengukuran R pentanahan (Ω) |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 1 | 8 | 1,331 | 1,36 |
| 2 | 2 | 7 | 1,068 | 1,02 |
| 3 | 3 | 7 | 1,011 | 1,05 |

Tabel 6 Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ pada titik ke empat

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Tahanan Tanah (ρ) (ΩM) | Nilai Perhitungan R pentanahan (Ω) | Nilai Pengukuran R pentanahan (Ω) |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 1 | 11 | 1,830 | 1,8 |
| 2 | 2 | 10 | 1,526 | 1,48 |
| 3 | 3 | 9 | 1,300 | 1,32 |

Tabel 7 Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ pada titik ke lima

| No | Kedalaman Elektroda (M) | Nilai Tahanan Tanah (ρ) (ΩM) | Nilai Perhitungan R pentanahan (Ω) | Nilai Pengukuran R pentanahan (Ω) |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | 1 | 8 | 1,331 | 1,41 |
| 2 | 2 | 6 | 0,915 | 0,96 |
| 3 | 3 | 6 | 0,867 | 0,92 |

Teori yang digunakan perhitungan hasil nilai $R_{\text{pentanahan}}$ pada tabel di atas dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{\rho}{4\pi \cdot \ell} \ln \left(\frac{4 \cdot \ell^2}{d \cdot h} - Q \right) \tag{4}$$

Dan untuk membutuhkan nilai tahanan jenis tanah nya menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{4\pi \cdot \ell}{\ln \left(\frac{4 \cdot \ell^2}{d \cdot h} - Q \right)} x R \tag{5}$$

Pada tabel 3 dengan panjang elektroda batang 4 meter dan diameter 0,015 meter (1,5 cm) pada kedalaman 1 meter yang diperoleh:

- R = Tahanan pentanahan (Ω)
 - ρ = Tahanan jenis tanah: 23 Ω m
 - d = Diameter elektroda: 0,015 meter
 - ℓ = Panjang elektroda: 4 meter
 - h = Kedalaman elektroda: 1 meter
 - Q = Konstanta: 1
- $$R = \frac{23}{4\pi \cdot 4} x \ln \left(\frac{4 \cdot 4^2}{0,015 \cdot 1} - 1 \right) = 3,824 \Omega$$

Dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, dimana hasil pengukuran memiliki $R_{\text{pentanahan}} = 3,76 \Omega$ dan hasil perhitungan nilai $R_{\text{pentanahan}} = 3,824 \Omega$.

Pada Tabel 3 dengan panjang elektroda batang 4 meter dan diameter 0,015 meter pada kedalaman 1 meter di peroleh:

- ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)
- d = Diameter elektroda: 0,015
- ℓ = Panjang elektroda: 4 m
- h = Kedalaman elektroda: 1 m

$$Q = \text{Konstanta} =$$

$$R = \text{Tahanan Pentanahan: } 3,76 \Omega$$

$$\rho = \frac{4\pi x(4)}{\ln\left(\frac{4 \cdot (4^2)}{0,015x1} - 1\right)} \times 3,76 = 22,612 \Omega\text{m}$$

Hasil nilai perhitungan $R_{\text{pentanahan}}$ Ringroad Kota Tarakan memiliki jenis tanah gambut (rawa) dan tanah mengandung air garam yang mempunyai tahanan tanah (ρ) sebesar (5-30 Ωm)

Dengan hasil pengukuran dan perhitungan diatas, nilai $R_{\text{pentanahan}}$ pada jalan ringroad Kota Tarakan memiliki nilai yang memenuhi persyaratan PUIL 2000 yang telah ditentukan, dimana pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) dengan memiliki nilai minimal tahanan sistem pentanahan tidak lebih dari 5 Ω .

Semakin dalam batang elektroda ditanam, maka semakin kecil $R_{\text{pentanahan}}$ yang dihasilkan, terbukti dengan dilakukannya pengukuran langsung di 5 titik pengujian dengan kedalaman berbeda-beda menggunakan *Earth Earthing Tester*, dan dilakukan perhitungan menggunakan rumus R (Tahanan pentanahan Ω).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian optimasi penempatan elektroda batang pada Ringroad Kota Tarakan, dapat disimpulkan:

1. Dengan menggunakan batang elektroda jenis tembaga dengan panjang 4 meter dengan diameter 0,015 meter (1,5 cm) yang ditancapkan di 5 titik sampel ke kedalaman tanah sedalam 1 meter pada tanah jenis gambut didapatkan hasil nilai $R_{\text{pentanahan}}$ yang baik untuk sistem pentanahan yaitu $R_{\text{pentanahan}}$ di bawah 5 Ω .
2. Semakin dalam batang elektroda di tancapkan kedalam tanah, didapatkan hasil nilai $R_{\text{pentanahan}}$ yang semakin rendah, sehingga semakin baik untuk sistem pentanahan.
3. Dari hasil penelitian, jalan ringroad Kota Tarakan merupakan tanah gambut dan tanah yang mengandung air garam yang memiliki nilai Tahanan Tanah (ρ) yaitu 5-30 Ωm .

Dari hasil pengujian kadar air yang dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan, dari kelima sampel disimpulkan bahwa kadar air yang terkandung dalam tanah gambut sangat tinggi, yaitu 23% hingga 33% dari total berat tanah tersebut. Kadar air mempengaruhi konduktivitas tanah tersebut dan nilai Tahanan Tanah (ρ).

Berdasarkan dari hasil penelitian penempatan batang elektroda, disarankan untuk menempatkan elektroda batang pada titik Tahanan Tanah (ρ) terendah, karena Tahanan Tanah (ρ) adalah faktor utama yang menentukan tahanan elektroda dan pada kedalaman berapa elektroda harus ditanam agar diperoleh nilai tahanan yang kecil.

REFERENSI

- [1] Abdul Kadir. *Distirbusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. (Universitas Indonesia Press, 2000).
- [2] Canonica, Lucio. (2013). *Memahami Mekanika Tanah*. Angkasa, Bandung.
- [3] Henry D Foth. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1988)
- [4] Hutaruk, T.S. (1991). *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*. Erlangga, Jakarta.
- [5] Kristanto, Philip. (2018). *Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran*. Andi, Yogyakarta

- [6] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- [7] Asep Dadan Hermawan. (2010). *Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis Early Streamer* (Studi Kasus UPT LAGG BPPT). Universitas Indonesia, Jakarta
- [8] Deni Rhamdani. (2008). *Analisis Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembapan, Temperatur, Dan Kadar Garam*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta
- [9] Ihsan, Aris Rakhmadi. (2002). *Analisis Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Tegangan Permukaan Tanah*. Alumni Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.