

Analisa Pemasangan Panjang Dan Jarak Elektroda Batang Pada Sistem Pentanahan

Cici Permata Sari^{1*}, Budiman², Yani Ridal³

^{1,2)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti, Sumatera Barat

³⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bung Hatta, Sumatera Barat

*Email: cicipar30@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang dan jarak elektroda antar batang terhadap tahanan tanah pada sistem pentanahan. Dengan dilakukannya serangkaian uji konfigurasi elektroda, ditemukan bahwa peningkatan panjang dan pengaturan jarak elektroda yang lebih optimal berperan dalam menurunkan nilai tahanan tanah, yang secara langsung meningkatkan efektivitas sistem pentanahan. Melalui serangkaian eksperimen, diperoleh hasil bahwa variasi panjang dan jarak antar elektroda berdampak signifikan pada tingkat ketahanan tanah. Semakin panjang elektroda maka nilai tahanannya semakin rendah, dan jarak semakin jauh maka semakin rendah juga nilai tahanannya. Untuk itu perlu meningkatkan efisiensi sistem pentanahan. Berdasarkan hasil perbandingan pengujian dan perhitungan yang didapatkan, pada pengujian pertama yang dilakukan pada tanah rawa-rawa di daerah Tanjung Aur Kota Padang didapatkan hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar 94,47 Ωm , untuk kedalaman 1,5 meter sebesar 101,18 Ωm . Nilai tahanan jenis tersebut mendekati kedalaman jenis tanah liat. Sedangkan untuk pengujian kedua yang dilakukan pada tanah liat yang dilakukan di daerah Lubuk Minturun Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar 218,70 Ωm , untuk kedalaman 1,5 meter sebesar 239,93 Ωm . Nilai tahanan jenis tanah tersebut mendekati kedalaman jenis tanah pasir basah. Untuk pengujian ketiga yang dilakukan pada jenis tanah pasir pantai di daerah Muaro Panjalinan Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar 11,74 Ωm , pada kedalaman 1,5 meter sebesar 5,47 Ωm . Nilai tahanan jenis tersebut termasuk ke dalam jenis tanah air garam.

Kata kunci: Tahanan pentanahan, Tahanan jenis tanah, Elektroda batang, Kedalaman elektroda, dan Jarak elektroda.

1. PENDAHULUAN

Pentanahan merupakan aspek penting dalam sistem kelistrikan yang berfungsi untuk menjamin keselamatan dan kestabilan operasional instalasi listrik. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pentanahan adalah jenis tanah yang digunakan sebagai media penghantar arus. Tanah memiliki ketahanan yang bervariasi, dan pemahaman tentang karakteristik tanah sangat penting dalam merancang sistem pentanahan yang efektif. Beberapa jenis tanah, seperti tanah rawa, tanah liat, dan pasir, mempunyai sifat-sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi konduktivitas tanah, sehingga mempengaruhi kinerja sistem pentanahan [1].

Tanah merupakan medium pembumian yang bersifat sebagai konduktor. Untuk frekuensi tinggi dan gelombang bermuka curam seperti petir dapat diartikan bahwa tanah merupakan konduktor sempurna. Struktur tanah merupakan salah satu faktor yang harus diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan dan sistem pembumian yang akan digunakan. Penelitian struktur tanah dan pengukuran resistansi jenis tanah menjadi faktor penting yang sangat mempengaruhi kedalaman penanaman elektroda batang pembumian [2]. Karena pada pemasangan sistem pembumian dalam suatu lokasi tertentu sering dijumpai beberapa jenis struktur tanah yang mempunyai resistansi jenis berbeda-beda [3].

Berdasarkan PUIL 2011, syarat pengujian tahanan pentanahan adalah resistansi pembumian perlengkapan dan instalasi dibutuhkan nilai tahanan sebesar $<5 \Omega$. Nilai tahanan tanah yang kecil dipengaruhi oleh kedalaman elektroda yang tertanam, jarak

antar elektroda, jumlah elektroda, ukuran pengantar atau konduktor, dan kondisi tanah letak elektroda ditanam [4]. Tanah rawa terkenal dengan kandungan udaranya yang tinggi dan struktur tanah yang sering kali jenuh, yang dapat mempengaruhi kemampuan penghantaran arus. Tanah liat, dengan partikel-partikel halus, cenderung memiliki resistivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah yang lebih berbentuk pasir. Sementara itu, pasir memiliki porositas tinggi dan daya hantar listrik yang lebih baik, tetapi dapat memiliki variasi karakteristik tergantung pada kelembapan dan komposisi mineralnya [5].

Pemilihan jenis tanah ini, yaitu tanah rawa, liat, dan pasir, dalam penelitian ini didasarkan pada pentingnya variasi karakteristik tanah yang sering ditemukan di lokasi-lokasi konstruksi, serta relevansinya terhadap keberagaman jenis tanah yang umum di berbagai wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana pengaruh variasi jenis tanah terhadap sistem pentanahan, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih tepat dalam perancangan sistem kelistrikan di berbagai kondisi tanah [6]. Alat yang digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan adalah *Earth Tester*. *Earth Tester* ada dua jenis, yaitu *Earth Tester* analog dan *Earth Tester* digital. Elektroda pentanahan biasanya terbuat dari tembaga dan ditanam dalam bumi atau tanah dan membuat kontak langsung dengan bumi [7].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode jenis penelitian kualitatif. Yaitu pendekatan penelitian yang fokus pada pemahaman mendalam mengenai fenomena sosial, budaya, atau pengalaman individu melalui pengumpulan data yang bersifat deskriptif dan naratif [8].

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini biasanya berupa wawancara, observasi, atau dokumentasi, yang kemudian dianalisis secara induktif untuk menemukan pola atau tema yang muncul. Tujuan utama penelitian kualitatif adalah untuk memberikan pemahaman yang holistik dan kontekstual mengenai fenomena yang diteliti, sering kali untuk menjelaskan pengalaman manusia, dinamika kelompok, atau makna sosial di balik suatu peristiwa [9].

2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di beberapa tempat, lokasi pertama terletak di Tanjung Aur jenis tanah rawa-rawa, lokasi kedua terletak di Lubuk Minturun dengan jenis tanah liat, lokasi ketiga terletak di Muaro Panjalinan dengan jenis tanah pasir pantai. Semua lokasi penelitian berada di Kecamatan Koto Tengah Kota Padang Sumatera Barat.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode observasi, yaitu penelitian dengan cara pengamatan secara langsung ke lapangan untuk memperoleh data [10].

Data - data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Data panjang dan diameter elektroda batang, jarak antar elektroda, kedalaman elektroda batang yang ditanam.

2.4 Alat Dan Bahan yang Digunakan

Alat ukur *Earth Resistance Tester* digunakan untuk mengukur tanah, khususnya

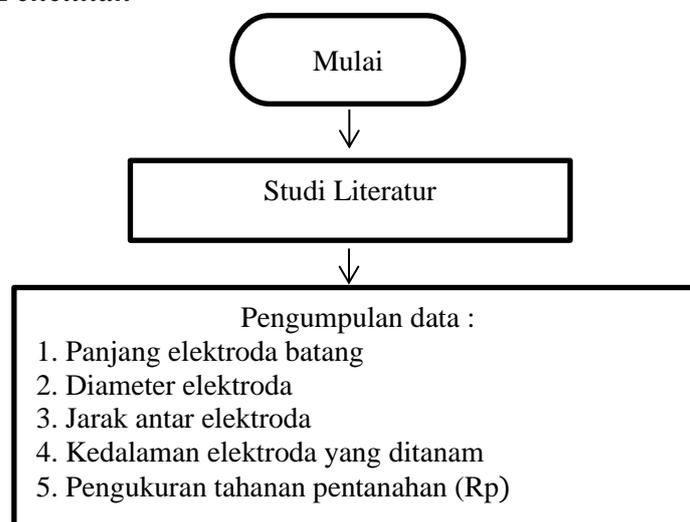
ketahanan tanah sesuai standar Kode Kelistrikan Nasional, sebelum melakukan instalasi grounding pada sistem kelistrikan. Dalam implementasinya, Earth Tester berperan sebagai pengukur nilai resistensi grounding.

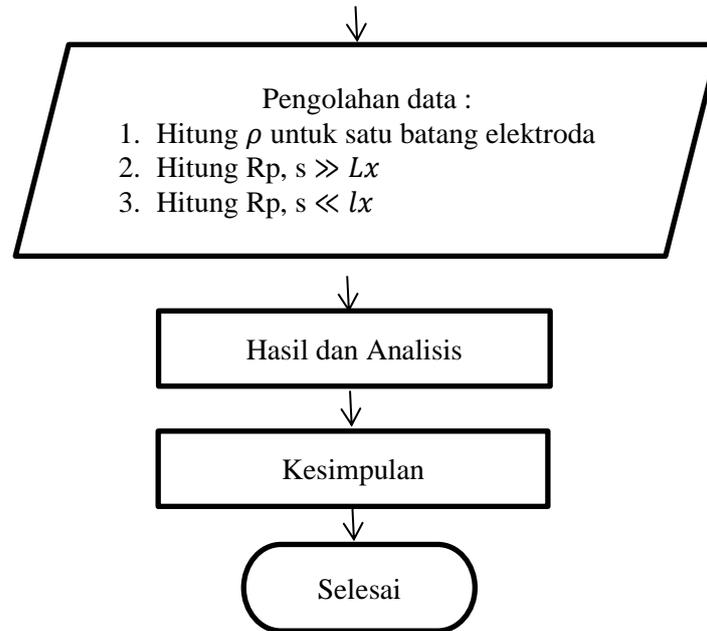


Gambar 1. Earth tester digital

- Palu digunakan untuk alat bantu menancapkan elektroda batang ke tanah.
- Sekop adalah alat untuk menggali, mengangkat, dan memindahkan material curah seperti pasir, tanah, batu kecil, dan benda kecil lainnya.
- Elektroda batang adalah elektroda dari pipa atau besi profil yang dipasangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan sekaligus menjadi landasan teori – teori baru dari elektroda jenis lain. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu dengan menancabkannya kedalam tanah.
- Cangkul digunakan untuk menggali, membersihkan tanah dari rumput ataupun untuk meratakan tanah.
- Elektroda bantu digunakan untuk membantu menetralkan hasil pengukuran pbumian.
- Linggis digunakan untuk menngali lubang
- Tali ratchet digunakan untuk menarik elektroda batang yang tertanam
- Meteran digunakan untuk mengukur panjang elektroda batang
- Klem cincin 2 buah digunakan untuk menyambungkan kabel dengan batang elektroda yang digunakan
- Kabel NYAF ukuran 1 x 50 mm² yang digunakan untuk memparalelkan batang elektroda.

2.5 Bagan Alir Penelitian





Gambar 2. Bagan alir penelitian

2.6 Tahapan Analisa Data

Pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode observasi ke lapangan atau pengamatan langsung ke lokasi penelitian. Pengolahan data sangat penting karena pengolahan data berguna untuk memecahkan masalah dalam penelitian.

Tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut: Untuk menghitung nilai tahanan jenis tanah digunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{2\pi L \cdot Rp}{\ln\left(\frac{4L}{d}\right) - 1} \quad (1)$$

Dimana:

- ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)
- L = Panjang elektroda yang tertanam (m)
- d = Diameter elektroda (m)
- $R\rho$ = Resistansi pentanahan (Ω)

- Melakukan pengukuran panjang elektroda batangan.
- Melakukan pengukuran jarak antar elektroda batangan.

Untuk $s \gg Lx$

$$Rp = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{d} - 1 \right] + \frac{\rho}{4\pi s} \left[1 - \frac{Lx^2}{3s^3} + \frac{2Lx^4}{5s^4} \right] \quad (2)$$

Untuk $s \ll Lx$

$$Rp = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{d} + \ln \frac{4Lx}{s} - 2 + \frac{s}{2Lx} - \frac{s^2}{16Lx^2} + \frac{s^4}{512Lx^4} \right] \quad (3)$$

Dimana:

- R_p = Tahanan pentanahan elektroda hubung paralel (Ω)
 ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)
 L = Kedalaman elektroda yang tertanam (m)
 s = Jarak antar kedua konduktor (m)
 d = Diameter batang konduktor (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Panjang dan Diameter Elektroda Batang

Tabel 1. Data panjang dan diameter elektroda batang

No	Elektroda Batang	Panjang (m)	Diameter (mm)
1	1 Batang elektroda	1,5 m	15
2	1 Batang elektroda	1,5 m	15

3.2 Data Panjang Elektroda Bantu

Tabel 2. Data panjang elektroda bantu

No	Elektroda Bantu	Panjang (cm)
1	2 Elektroda bantu	20

3.3 Jarak Antar Elektroda Batang

Tabel 3. Jarak antar elektroda batang

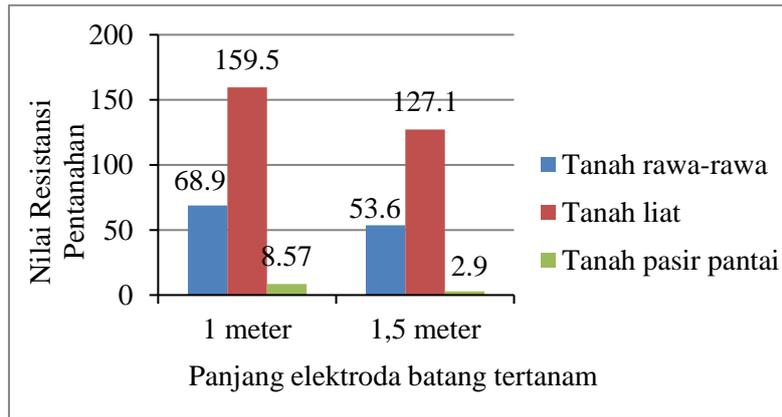
No	Jarak Elektroda Batang	Kedalaman Elektroda yang Tertanam (m)
1	1 Elektroda batang	1 m
2	2 Elektroda batang	1,5 m

3.4 Data Pengujian

Berikut adalah tabel hasil pengujian tahanan pentanahan pada tanah rawa-rawa yang berlokasi di Tanjung Aur, tanah liat di Lubuk Minturun dan tanah pasir pantai di Muaro Panjalinan Kota Padang menggunakan alat ukur Earth Tester digital merek Douyi menggunakan elektroda batang satu batang dan 2 elektroda batang yang diparalelkan dengan variasi jarak dan kedalaman. Berikut ini adalah data hasil pengujian yang dilakukan pada 3 kondisi tanah yang berbeda-beda.

Tabel 4. Data pengujian 1 elektroda batang

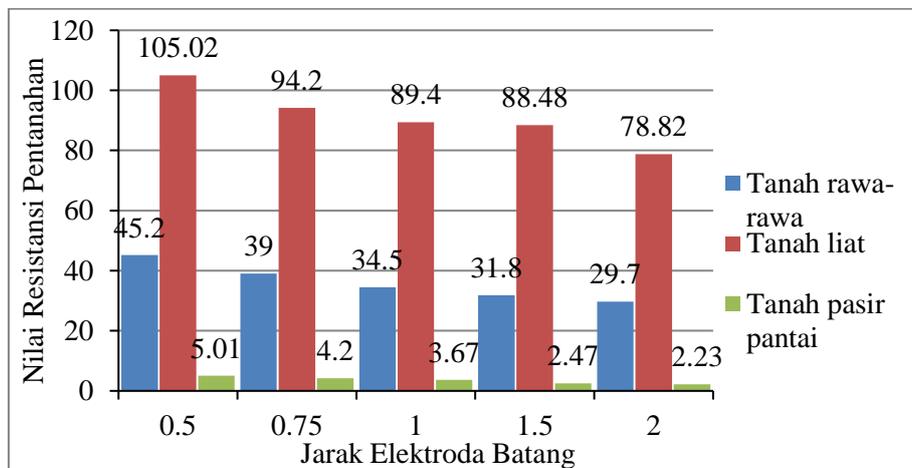
No	Kedalaman (m)	Nilai tahanan pentanahan (Ω)		
		Tanah rawa-rawa	Tanah liat	Tanah pasir pantai
1	1	68,9	159,5	8,57
2	1,5	53,6	127,1	2,90



Gambar 3. Grafik pengujian 1 elektroda batang tertanam

Tabel 5. Data pengujian 2 elektroda batang diparalelkan kedalaman 1 m

No	Jarak (m)	Nilai tahanan pentanahan (Ω)		
		Tanah rawa-rawa	Tanah liat	Tanah pasir pantai
1	0,5	45,2	105,02	5,01
2	0,75	39,0	94,2	4,20
3	1	34,5	89,4	3,67
4	1,5	31,8	88,48	2,47
5	2	29,7	78,82	2,23

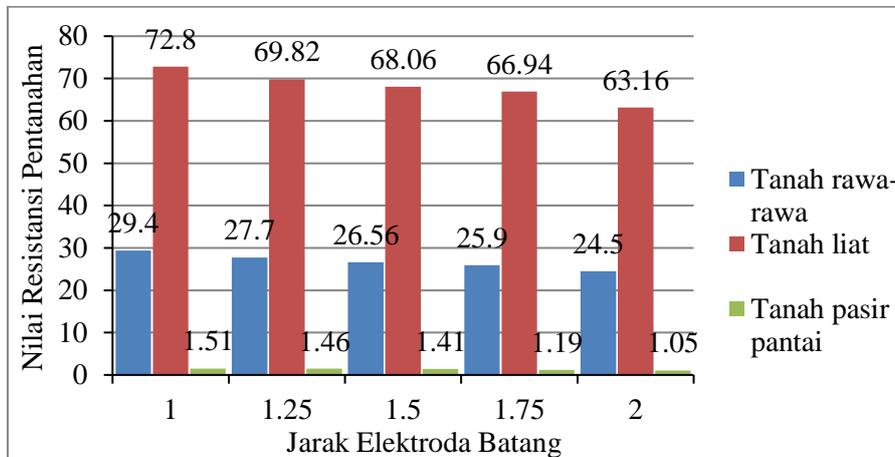


Gambar 4. Grafik pengujian 2 elektroda batang diparalelkan kedalaman 1 meter

Tabel 6. Data Pengujian 2 Elektroda Batang diparalelkan Kedalaman 1,5 M

No	Jarak (m)	Nilai tahanan pentanahan (Ω)		
		Tanah rawa-rawa	Tanah liat	Tanah pasir pantai
1	1	29,4	72,8	1,51
2	1,25	27,7	69,82	1,46
3	1,5	26,56	68,06	1,41

4	1,75	25,9	66,94	1,19
5	2	24,5	63,16	1,05



Gambar 5. Grafik pengujian 2 elektroda batang diparalelkan kedalaman 1,5 meter

3.5 Perhitungan

Berdasarkan data yang telah diperoleh maka untuk menentukan nilai tahanan pentanahan pada kondisi tanah rawa-rawa di Tanjung Aur, tanah liat di Lubuk Minturun dan tanah pasir pantai di Muaro Panjalinan Kota Padang adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai pentanahan pada tanah rawa-rawa

Menghitung tahanan jenis tanah rawa-rawa kedalaman 1 meter elektroda tunggal

- Panjang elektroda batang yang tertanam (L) = 1 m
- Diameter elektroda batang (d) = 15 mm = 0,015 m
- Tahanan pentanahan yang diukur (Rp) = 68,9 Ω

$$\rho = \frac{2\pi L \cdot Rp}{\ln\left(\frac{4L}{d}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{2,3,14 \cdot 1 \cdot 68,9}{\ln\left(\frac{4 \cdot 1}{0,015}\right) - 1}$$

$$\rho = 94,47 \Omega m$$

- Menghitung tahanan jenis tanah rawa-rawa kedalaman 1,5 meter elektroda tunggal sama dengan cara yang diatas.
- Selanjutnya menghitung nilai tahanan pentanahan elektroda hubung paralel (Rp) untuk tanah rawa-rawa kedalaman 1 meter dengan jarak yang bervariasi:
 - untuk jarak 0,5 m
 - Panjang elektroda batang yang tertanam (L) = 1 m
 - Diameter elektroda batang (d) = 0,015 m
 - Tahanan jenis tanah (ρ) = 94,47 Ωm

- Untuk $s \ll Lx$

$$Rp = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{d} + \ln \frac{4Lx}{s} - 2 + \frac{s}{2Lx} - \frac{s^2}{16Lx^2} + \frac{s^4}{512Lx^4} \right]$$

$$R_p = \frac{94,47}{4,3,14,1} \left[\ln \frac{4,1}{0,015} + \ln \frac{4,1}{0,5} - 2 + \frac{0,5}{2,1} - \frac{0,5^2}{16,1^2} + \frac{0,5^4}{512,1^4} \right]$$

$$R_p = 42,75 \Omega$$

- Untuk jarak 0,75m, 1,5m dan 2 m sama yang dilakukan dengan perhitungan diatas.
- Selanjutnya menghitung nilai tahanan pentanahan elektroda hubung paralel (R_p) untuk tanah rawa-rawa kedalaman 1,5 meter dengan jarak yang bervariasi :
- Untuk jarak 1 m
 - Panjang elektroda batang yang tertanam (L) = 1,5 m
 - Diameter elektroda batang (d) = 0,015 m
 - Tahanan jenis tanah (ρ) = 101,18 Ωm

$$R_p = \frac{\rho}{4\pi Lx} \left[\ln \frac{4Lx}{d} + \ln \frac{4Lx}{s} - 2 + \frac{s}{2Lx} - \frac{s^2}{16Lx^2} + \frac{s^4}{512Lx^4} \right]$$

$$R_p = \frac{101,18}{4,3,14,1,5} \left[\ln \frac{4,1,5}{0,015} + \ln \frac{4,1,5}{1} - 2 + \frac{1}{2,1,5} - \frac{1^2}{16,1,5^2} + \frac{1^4}{512,1,5^4} \right]$$

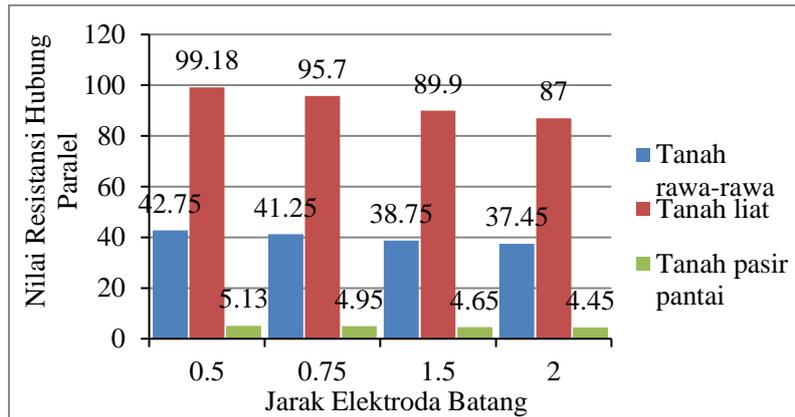
$$R_p = 31,8 \Omega$$

Untuk jarak 1,25m, 1,75m dan 2m sama yang dilakukan dengan perhitungan diatas.

Dengan menggunakan rumus dan perhitungan yang sama maka untuk dua jenis tanah yang lainnya didapatkan hasil pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Hasil perhitungan 2 elektroda batang diparalelkan kedalaman 1 meter

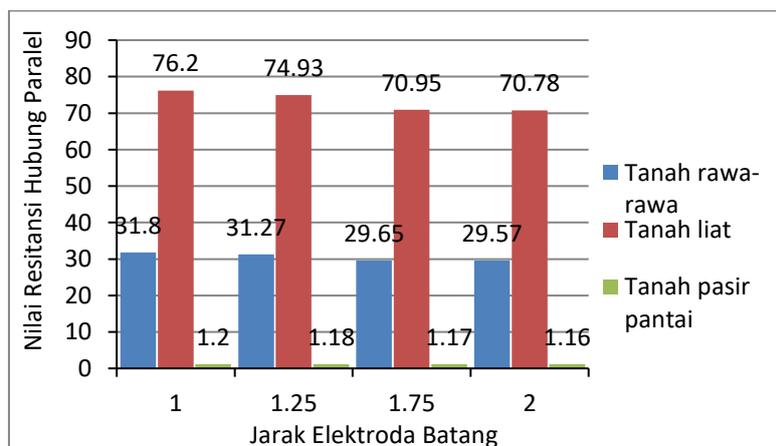
No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (Ωm)	Jarak (m)	Perhitungan (Ω)
1	Tanah rawa-rawa	94,47	0,5	42,75
			0,75	41,25
			1,5	38,75
			2	37,45
2	Tanah liat	218,70	0,5	99,18
			0,75	95,7
			1,5	89,9
			2	87
3	Tanah pasir pantai	11,74	0,5	5,13
			0,75	4,95
			1,5	4,65
			2	4,45



Gambar 6. Grafik perbandingan nilai resistansi hubung paralel dari 3 kondisi tanah berbeda kedalaman 1 meter

Tabel 8. Hasil perhitungan 2 elektroda batang diparalelkan kedalaman 1,5 meter

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (Ωm)	Jarak (m)	Perhitungan (Ω)
1	Tanah rawa-rawa	101,18	1	31,8
			1,25	31,27
			1,75	29,65
			2	29,57
2	Tanah liat	239,93	1	76,2
			1,25	74,93
			1,75	70,95
			2	70,78
3	Tanah pasir pantai	5,47	1	1,2
			1,25	1,18
			1,75	1,17
			2	1,16



Gambar 7. Grafik perbandingan nilai resistansi hubung paralel dari 3 kondisi tanah berbeda kedalaman 1,5meter

2. Perbandingan hasil pengujian dan perhitungan

Berikut adalah perbandingan hasil pengujian dan hasil perhitungan pada tanah rawa-rawa yang lokasi di Tanjung Aur, untuk tanah liat berlokasi di Lubuk Minturun, dan untuk tanah pasir pantai di Muaro Panjalinan Kota Padang. Untuk perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. Perbandingan hasil pengujian dan hasil perhitungan kedalaman 1 meter pada kondisi tanah yang berbeda

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (Ωm)	Jarak (m)	Pengujian (Ω)	Perhitungan (Ω)
1	Tanah rawa-rawa	94,47	0,5	45,2	42,75
			0,75	39,0	41,25
			1,5	31,8	38,75
			2	29,7	37,45
2	Tanah liat	218,70	0,5	105,02	99,18
			0,75	94,2	95,7
			1,5	88,48	89,9
			2	78,82	87
3	Tanah pasir pantai	11,74	0,5	5,01	5,13
			0,75	4,20	4,95
			1,5	2,47	4,65
			2	2,23	4,45

Tabel 10. Perbandingan hasil pengujian dan hasil perhitungan kedalaman 1,5 meter pada kondisi tanah yang berbeda

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (Ωm)	Jarak (m)	Pengujian (Ω)	Perhitungan (Ω)
1	Tanah rawa-rawa	101,18	1	29,4	31,8
			1,25	27,7	31,27
			1,75	25,9	29,65
			2	24,5	29,57
2	Tanah liat	239,93	1	72,8	76,2
			1,25	69,82	74,93
			1,75	66,94	70,95
			2	63,16	70,78
3	Tanah pasir pantai	5,47	1	1,51	1,2
			1,25	1,46	1,18
			1,75	1,19	1,17
			2	1,05	1,16

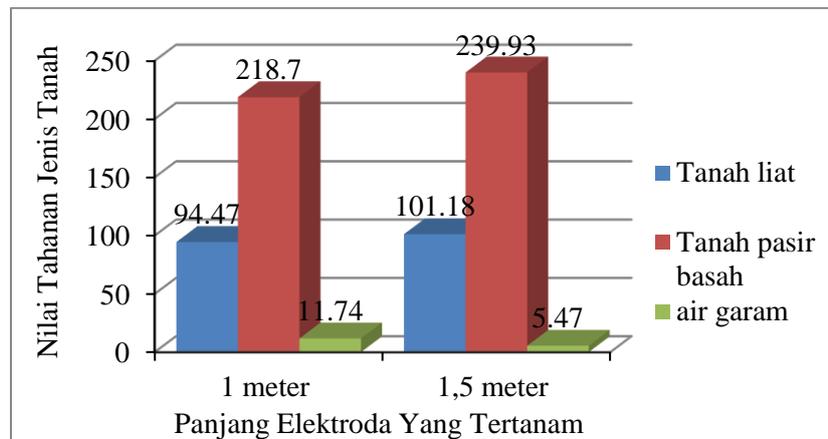
3. Perbandingan hasil perhitungan nilai tahanan dari 3 jenis tanah berbeda

Adapun 3 jenis tanah yaitu, tanah liat, tanah pasir basah, dan tanah air garam.

Tabel 11. Hasil perhitungan nilai p dari 3 jenis tanah berbeda

No	Kedalaman (m)	Perhitungan Tahanan Jenis Tanah (Ωm)		
		Tanah liat	Tanah pasir basah	Air garam
1	1	94,47	218,70	11,74

2 1,5 101,18 239,93 5,47



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai ρ dari 3 jenis tanah berbeda

3.6 Analisa

Berdasarkan hasil perbandingan pengujian dan perhitungan yang didapatkan, pada pengujian pertama yang dilakukan pada tanah rawa-rawa di daerah Tanjung Aur Kota Padang didapatkan hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya adalah sebagai berikut :

1. Hasil perbandingan pengujian dan perhitungan yang didapatkan, pada pengujian pertama yang dilakukan pada tanah rawa-rawa di daerah Tanjung Aur Kota Padang didapatkan hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $94,47 \Omega m$, untuk kedalaman 1,5 meter sebesar $101,18 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tersebut mendekati kedalam jenis tanah liat.
2. Sedangkan untuk pengujian kedua yang dilakukan pada tanah liat yang dilakukan di daerah Lubuk Minturun Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $218,70 \Omega m$, untuk kedalaman 1,5 meter sebesar $239,93 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tanah tersebut mendekati kedalam jenis tanah pasir basah. Untuk pengujian ketiga yang dilakukan pada jenis tanah pasir pantai di daerah Muaro Panjalinan Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $11,74 \Omega m$, pada kedalaman 1,5 meter sebesar $5,47 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tersebut termasuk ke dalam jenis tanah air garam. Pada tanah liat didapatkan nilai tahanan pentanahan pada kedalaman 1 meter sebesar $68,9 \Omega m$.
3. Untuk pengujian ketiga yang dilakukan pada jenis tanah pasir pantai di daerah Muaro Panjalinan Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $11,74 \Omega m$, pada kedalaman 1,5 meter sebesar $5,47 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tersebut termasuk ke dalam jenis tanah air garam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perbandingan pengujian dan perhitungan yang didapatkan, pada pengujian pertama yang dilakukan pada tanah rawa-rawa di daerah Tanjung Aur Kota Padang didapatkan hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $94,47 \Omega m$, untuk kedalaman 1,5 meter sebesar $101,18 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tersebut mendekati kedalam jenis tanah liat. Untuk hasil perhitungan $s \ll Lx$ pada jarak $0,5 m = 42,75 \Omega$. Untuk hasil $s \gg Lx$ pada jarak $2 m = 37,45 \Omega$. Sedangkan pada kedalaman 1,5 m diperoleh tahanan pentanahan ($R\rho$) sebesar $53,6 \Omega$ dengan

- nilai tahanan jenis tanah (ρ) sebesar $101,18 \Omega m$.. Untuk hasil perhitungan $s \ll Lx$ jarak 1 m = $31,8 \Omega$. Untuk hasil $s \gg Lx$ jarak 2 m = $29,57 \Omega$.
2. Sedangkan untuk pengujian kedua yang dilakukan pada tanah liat yang dilakukan di daerah Lubuk Minturun Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $218,70 \Omega m$, untuk kedalaman 1,5 meter sebesar $239,93 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tanah tersebut mendekati kedalam jenis tanah pasir basah. Untuk hasil perhitungan $s \ll Lx$ pada jarak 0,5 m = $99,18 \Omega$. Untuk hasil $s \gg Lx$ pada jarak 2 m = 87Ω . Sedangkan untuk kedalaman 1,5m diperoleh nilai tahanan pentanahan ($R\rho$) = $127,1 \Omega$ dengan tahanan jenis tanah (ρ) = $239,93 \Omega m$. Untuk $s \ll Lx$ jarak 1 m = $76,2 \Omega$, untuk $s \gg Lx$ jarak 2 m = $70,78 \Omega$.
 3. Untuk pengujian ketiga yang dilakukan pada jenis tanah pasir pantai di daerah Muaro Panjalinan Kota Padang hasil perhitungan tahanan jenis tanahnya (ρ) pada kedalaman 1 meter sebesar $11,74 \Omega m$, pada kedalaman 1,5 meter sebesar $5,47 \Omega m$. Nilai tahanan jenis tersebut termasuk ke dalam jenis tanah air garam. Untuk hasil perhitungan $s \ll Lx$ jarak 0,5 = $5,13 \Omega$, Untuk hasil $s \gg Lx$ pada jarak 2m = $4,45 \Omega$. Pada kedalaman 1,5 m diperoleh nilai tahanan pentanahan ($R\rho$) = $2,90 \Omega$ dengan tahanan jenis tanah (ρ) = $5,47 \Omega m$. untuk $s \ll Lx$ pada jarak 1 m = $1,2 \Omega$, untuk $s \gg Lx$ jarak 2 m = $1,16 \Omega$.

4.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diantaranya sebagai berikut :

1. Nilai yang tahanannya tertinggi terdapat di tanah pasir pantai, sementara tanah rawa memiliki tahanan paling rendah, karena menunjukkan bahwa tanah pasir pantai memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan beban struktur dibandingkan dengan tanah rawa.
2. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa tanah pasir pantai memiliki kemampuan dukungan yang lebih baik untuk konstruksi, menjadikannya lebih cocok untuk pembangunan di wilayah pesisir.
3. Di sisi lain, tanah rawa yang memiliki daya tahan rendah memerlukan perhatian lebih dalam perencanaan konstruksi, seperti penggunaan fondasi yang lebih kuat atau teknik perkuatan tanah, untuk menghindari potensi penurunan atau kerusakan pada struktur. Sebaliknya, tanah rawa, dengan daya dukung rendah, memerlukan perhatian khusus atau kekuatan tambahan agar dapat menopang struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. U. Hardi, T. Taufiq, Raihan Putri, and F. A. Nasution, 'Pengaruh Tahanan Jenis Tanah Terhadap Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang Dilokasi Gedung Teknik Elektro Unimal', *INSOLOGI J. Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 314–326, Apr. 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i2.1818.
- [2] F. Iqbal, S. Amalia, and Z. Anthony, 'Analisa Kelayakan Sistem Pentanahan Area Wokrshop Plant PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro', vol. 05, no. 03, 2023.
- [3] J. Jamaaluddin and S. Sumarno, 'Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan', *JEEE-U J. Electr. Electron. Eng.-UMSIDA*, vol. 1, no. 1, pp. 29–33, Apr. 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.375.
- [4] M. S. Kalosa, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, 'PENGARUH SISTEM PENTANAHAN TERHADAP ARUS GANGGUAN TANAH PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV', *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 138, Aug. 2020, doi: 10.22373/crc.v4i2.7067.

- [5] B. Krishna, T. Haryono, and B. Sugiyantoro, 'PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN PADA GEDUNG LISTRIK POLITEKNIK NEGERI SEMARANG', vol. 5, no. 1, 2016.
- [6] I. I. Rumondor and S. Silimang, 'Analisa Sistem Pentanahan pada Trafo Distribusi di Universitas Sam Ratulangi'.
- [7] A. Riyanto and J. W. Simatupang, 'ANALISIS SISTEM PENTANAHAN JARINGAN GARDU INDUK 150 KV PT BEKASI POWER CIKARANG', 2019.
- [8] T. Ta'ali, A. B. Pulungan, H. Hambali, and S. Shalvadila, 'Analisis Sistem Grounding Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang', *JTEV J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, vol. 7, no. 2, p. 320, Aug. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.114819.
- [9] M. L. Tade, Y. Y. Manafe, and R. H. Modok, 'Pengaruh Kedalaman Elektroda Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan Kaki Menara Di Stasiun Transmisi TVRI Kupang', vol. 6, no. 1.
- [10] H. Yuliadi, 'Analisis Perbandingan Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Batang Dan Plat Untuk Perbaikan Nilai Resistansi Pembedaan', *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, 2021.