

Analisis Pengaruh Elektroda Hubung Paralel Dengan Media Arang Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan

Ashar Arifin¹⁾, Ruslan L²⁾ Sofyan³⁾

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang (Ashar Arifin), (Ruslan L), (Sofyan),
email : ashararifin07@gmail.com¹ ,: ruslanlausu@gmail.com²,: sofyantato.pnup@gmail.com³

Abstrak



Pengukuran nilai tahanan pentanahan di halaman bengkel teknik listrik kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang didapatkan hasil sebesar 20 Ω pada musim kemarau. Dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa pada musim kemarau sistem pentanahan tidak memenuhi standar PUIL 2000 yang menetapkan bahwa nilai resistansi pentanahan total tidak boleh lebih dari 5 Ω . Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada sistem pentanahan elektroda tunggal, elektroda hubung paralel dan elektroda hubung paralel dengan media arang untuk menjadi salah satu pembandingan dalam memperbaiki nilai tahanan pentanahan di halaman bengkel tersebut. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Earth Tester dan menggunakan metode tiga titik. Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan elektroda tunggal sebesar 13 Ω , elektroda hubung paralel sebesar 6,2 Ω dan elektroda hubung paralel dengan media arang sebesar 5,2 Ω . Hasil perhitungan nilai tahanan jenis tanah pentanahan elektroda tunggal sebesar 19.35 Ω -m elektroda hubung paralel sebesar 9.228 Ω -m dan elektroda hubung paralel dengan media arang sebesar 7.74 Ω -m. Terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan yang awalnya menggunakan sistem pentanahan elektroda tunggal menjadi sistem pentanahan elektroda hubung paralel sebesar 52.307 % dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah sebesar 60 %.

Keywords: Elektroda tunggal, elektroda hubung paralel, arang, tahanan pentanahan, tahanan jenis tanah

I. PENDAHULUAN

Pada pengukuran nilai tahanan pentanahan transformator di sekitar bengkel teknik listrik kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP), didapatkan hasil sebesar 20 Ω pada musim kemarau dan 1,8 Ω pada musim pancaroba. Dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa sistem pentanahan tidak memenuhi standar pada saat musim kemarau.

Berdasarkan PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000 nilai resistansi pentanahan total sistem yang berlaku adalah tidak boleh lebih dari 5 Ω .

Salah satu cara untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan dan tahanan jenis tanah yang kecil adalah dengan pemberian zat kimia berupa NaCL, bentonit, gypsum dan arang. Selain itu juga diatur dalam PUIL 2000 dengan cara menambahkan elektroda batang dengan jarak antara elektroda minimal dua kali panjang elektrodanya yang dihubung paralel dengan kawat BC (Bare Conductor).

Penulis tertarik melakukan eksperimen untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan dengan menggunakan sistem pentanahan elektroda hubung paralel. Selain itu, agar

dapat mempertahankan nilai tahanan pentanahannya maka juga dilakukan eksperimen dengan menggunakan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media tanah campur arang yang berfungsi mempertahankan kelembaban dan temperatur tanah. Dari eksperimen ini akan menjadi salah satu pembandingan untuk menurunkan dan mempertahankan nilai tahanan pentanahan meskipun pada saat musim kemarau.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan adalah suatu sistem pengamanan kelistrikan terhadap perangkat listrik dari lonjakan listrik, arus gangguan, hubung singkat, dan sambaran petir. Sistem pentanahan merupakan hubungan antara peralatan listrik dengan tanah (bumi). Sistem pentanahan diharapkan dapat mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga memberi keamanan terhadap perangkat listrik dan makhluk hidup.

B. Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah

1. Kadar Garam Di Dalam Tanah

Larutan garam merupakan salah satu jenis elektrolit kuat yang molekul penyusunnya mampu menghantarkan arus listrik dengan baik.

2. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kandungan air yang ada di dalam tanah. Air juga termasuk salah satu elektrolit kuat yang molekul penyusunnya dapat menghantarkan listrik dengan baik.

3. Temperatur Tanah

Suhu yang normal di dalam tanah membuat molekul penyusun air dapat bergerak bebas dalam menghantarkan arus listrik.

C. Tahanan Jenis Tanah

Menghitung tahanan jenis tanah dengan persamaan (1) dan (2).

1. Tahanan Jenis Tanah Elektroda Tunggal

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right)-1} \quad (1)$$

2. Tahanan Jenis Tanah Elektroda hubung Paralel

$$\rho = \frac{2\pi LRp}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right)-1} \quad (2)$$

Keterangan :

p = tahanan jenis tanah (Ω-m)

π = 3.14 (22/7)

L = kedalaman elektroda (m)

R = tahanan pentanahan elektroda tunggal (Ω)

Rp = tahanan pentanahan elektroda hubung paralel (Ω)

d = diameter elektroda (m)

D. Persentase Penurunan Nilai Tahanan Pentanahan

Setelah melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan maka dapat dihitung persentase penurunan nilai tahanan pentanahannya dengan menggunakan persamaan (3).

$$\text{Persentase Penurunan}(\%) = \frac{\text{Kondisi awal } (\Omega) - \text{Kondisi Akhir } (\Omega)}{\text{Kondisi Awal } (\Omega)} \times 100\% \quad (3)$$

E. Arang

1. Arang Aktif

Arang aktif merupakan material amorf yang terdiri dari 85-95% karbon dan memiliki permukaan yang luas dan memiliki banyak pori-pori.

2. Sifat Penyerapan Arang Aktif

a) Sifat fisika arang aktif

Arang aktif merupakan senyawa kimia karbon berbentuk padat dengan luas permukaan yang besar berukuran 100 sampai dengan 2000 m²/g dengan pori-pori yang banyak.

b) Sifat kimia arang aktif

Adsorpsi kimia arang dimulai dengan adsorpsi fisik, yaitu adsorbat mendekati ke permukaan adsorben, kemudian adsorbat melekat pada permukaan arang dan membentuk ikatan kimia berupa ikatan kovalen.

c) Jenis Adsorbat

Arang aktif termasuk salah satu jenis adsorben (penyerap) yang dapat menyerap adsorbat yang bersifat nonpolar sehingga akan lebih mudah berinteraksi dengan gugus aktif yang ada pada permukaan arang.

d) Suhu

Daya serap arang aktif akan lebih baik di saat suhu yang rendah, sebab di suhu yang rendah kelarutan molekul adsorbat menjadi lebih kecil sehingga membuat arang lebih banyak melakukan adsorpsi (penyerapan).

3. Arang Sebagai Media Penyerapan Air

Proses arang dalam menyerap air dimulai dari gugus aktif yang terletak pada permukaan arang aktif berinteraksi dengan adsorbat, selanjutnya karena adanya pengaruh gaya Van Der Waals (gaya tarik antara partikel-partikel) pada permukaan arang aktif dengan adsorbat menyebabkan terjadinya difusi (perpindahan zat) atau dengan kata lain adsorbat teradsorpsi ke dalam pori arang aktif.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dan pengambilan data dimulai pada bulan Mei 2020 sampai pada bulan agustus 2020. Penelitian dilakukan di sekitar halaman bengkel Teknik Listrik kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP). Adapun alat dan bahan penelitian seperti pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Alat Penelitian

No	Alat Penelitian	Jumlah	Satuan
1	Linggis	2	Buah
2	Sekop	1	Buah
3	Earth Tester	1	Buah
4	Palu Martil	1	Buah
5	Meteran	1	Buah
6	Kunci Pas 19	1	Buah

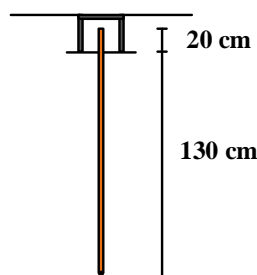
Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Alat Penelitian	Jumlah	Satuan
1	Elektroda Batang 1.5 m	4	Batang
2	Kawat Penghantar BC	7	Meter
3	Klem Pentanahan	4	Buah
4	Arang	1	Karung
5	Pipa PVC ½ inci	2	Batang

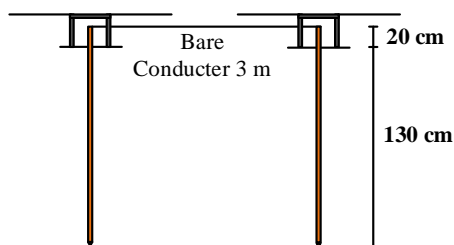
A. *Prosedur Penelitian*

Penelitian dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut.

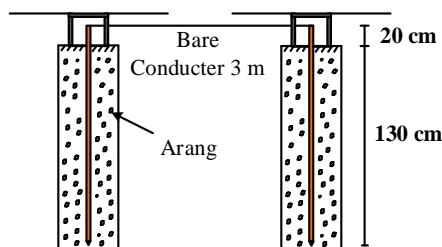
1. Melakukan observasi terhadap tempat penelitian.
2. Melakukan perizinan dan persiapan alat dan bahan seperti tabel 1 dan 2.
3. Melakukan pemasangan sistem pentanahan elektroda.



Gambar 1. Pentanahan elektroda tunggal



Gambar 2. Pentanahan elektroda hubung paralel



Gambar 3. Pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang

4. Melakukan pengukuran tahanan pentanahan pada ketiga sistem pentanahan.
5. Melakukan pengolahan data-data hasil pengukuran dengan membandingkan dengan teori.

B. *Teknik Pengumpulan Data*

Dalam penelitian ini digunakan dua teknik pengumpulan data, yakni:

1. *Observasi*

Mengamati secara langsung di lapangan mengenai sistem pentanahan di sekitaran halaman belakang bengkel teknik listrik kampus 1 PNUP dan mencari titik pemasangan pentanahan yang ideal.

2. *Wawancara*

Melakukan tanya jawab dengan dosen dan teknisi bengkel listrik tentang sistem pentanahan secara umum dan sistem pentanahan yang terpasang di sekitar bengkel teknik listrik kampus 1 PNUP.

C. *Teknik Analisis Data*

Dalam melakukan analisis data, digunakan metode empirik dengan data yang didapatkan dari hasil observasi dan pengukuran. Adapun langkah-langkah dalam menganalisis data sebagai berikut.

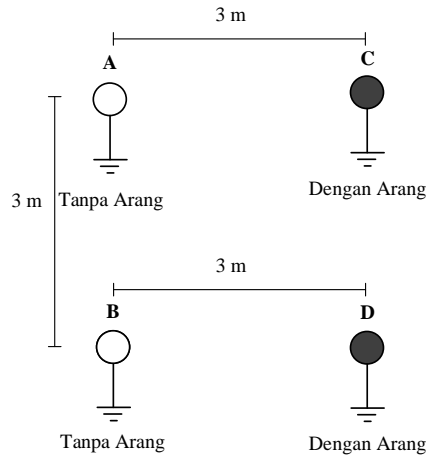
1. Menyiapkan data-data hasil pengukuran tahanan pentanahan pada tiga macam sistem pentanahan.
2. Menghitung nilai tahanan jenis tanah dengan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2).
3. Membandingkan nilai tahanan jenis tanah pada tiga macam sistem pentanahan.
4. Menghitung nilai persentase penurunan tahanan jenis tanah dengan menggunakan persamaan (3).

IV. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. *Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan*

Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan menggunakan alat Earth Tester dengan metode tiga titik yang dilakukan selama sembilan kali dalam dua pekan.

Sebelum melakukan pengukuran, semua titik pentanahan ditambahkan air terlebih dahulu sebanyak lima liter. Adapun data pengukuran dapat dilihat pada tabel 3, 4 dan 5 sedangkan grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 6, 7 dan 8.



Gambar 4. Titik pentanahan

Tabel 3. Data hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada pekan 1

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Pekan 1 (Ω) / Hari			
	1	2	3	4
A	11	12	13	13
B	12	12	12.5	12.5
C	15	15	15	15
D	11	11	10.8	11
AB	6	6.2	6.3	6.3
CD	6.5	6.5	6.4	6.5

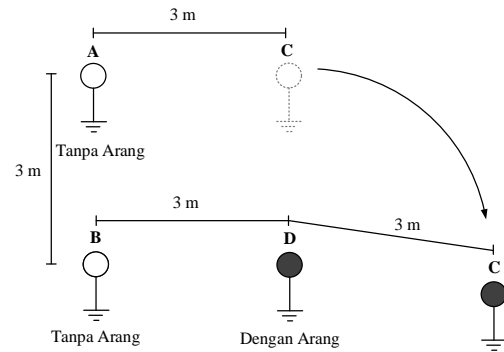
Tabel 4. Data hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada pekan 2

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan Pekan 2 (Ω) / Hari				
	1	2	3	4	5
A	13.5	13.5	13.5	13.5	13
B	13	12.5	13	13	12.5
C	15	15	15	15	15
D	11	11	11	11	11
AB	6.4	6.4	6.4	6.45	6.4
CD	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4

Dari tabel 3 dan 4 hasil pengukuran, dapat dilihat dari tiga jenis sistem pentanahan, yaitu pentanahan titik A, AB dan CD, diketahui bahwa sistem pentanahan elektroda tunggal (titik A) memiliki nilai tahanan pentanahan yang tinggi sedangkan untuk nilai tahanan pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB dan CD) memiliki nilai tahanan yang lebih kecil.

Tingginya nilai tahanan pada titik C disebabkan karena kondisi medianya yang tercampur dengan pasir dan sedikit bebatuan. Oleh karena itu dilakukan pemindahan pentanahan titik C ke tempat yang memiliki

media tanah yang normal (tidak berpasir). Adapun titik pentanahan setelah dilakukannya pemindahan diilustrasikan seperti gambar 5.



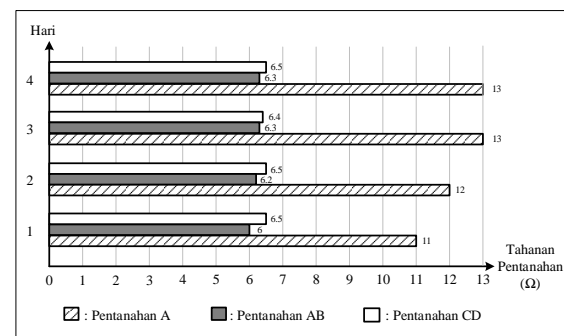
Gambar 5. Titik pentanahan setelah pemindahan titik C

Tabel 5. Data hasil pengukuran nilai tahanan setelah pemindahan titik C

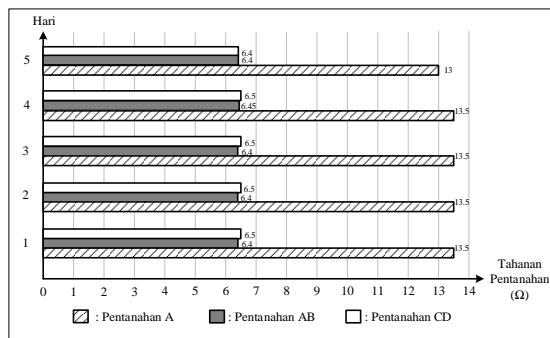
Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Ω)
A	13
B	13
C	8,8
D	12
AB	6,2
CD	5,2

Berdasarkan hasil pengukuran terakhir setelah dilakukan pemindahan titik C yang dapat dilihat pada tabel 5, didapatkan bahwa nilai tahanan pentanahan elektroda hubung paralel media arang (CD) lebih baik daripada nilai tahanan pentanahan elektroda hubung paralel yang tidak dikondisikan (AB).

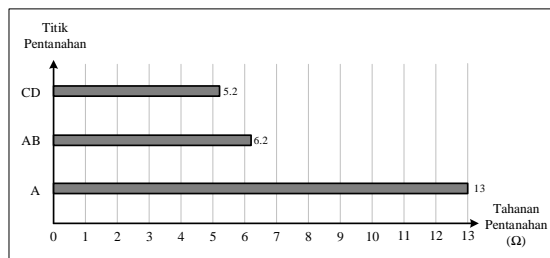
Rendahnya nilai tahanan pentanahan titik CD dipengaruhi oleh medianya yang dikondisikan dengan arang, sehingga membuat kerapatan tanah meningkat dan kelembabannya terjaga. Tanah yang rapat dan juga kelembaban yang terjaga membuat nilai tahanan jenis tanahnya menjadi baik



Gambar 6. Grafik nilai tahanan pentanahan pekan 1



Gambar 7. Grafik nilai tahanan pentanahan pekan 1



Gambar 8. Grafik nilai tahanan pentanahan setelah pemindahan titik C

Dari grafik pada gambar 6 dan 7, dapat dilihat bahwa sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang (titik CD) memiliki karakteristik dapat mempertahankan nilai tahanan pentanahannya sebesar 6.5 Ω. Hal tersebut terjadi karena media arang yang bersifat higroskopis (menyerap) dan menyimpan air. Sedangkan pentanahan tanpa arang nilai tahanan pentanahannya cenderung naik.

Berdasarkan grafik pada gambar 8, dapat dilihat bahwa nilai tahanan pentanahan dari yang terbesar ke terkecil secara berurutan adalah sistem pentanahan elektroda tunggal (titik A), sistem pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB) dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (titik CD).

B. Perhitungan Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2). Adapun untuk data persamaan yang diketahui sebagai berikut.

- $\pi = 3.14$
- $L = 1.3 \text{ m}$
- $d = 5/8 \text{ inch} = 0.015875 \text{ m}$
- $R \text{ (titik A)} = 13 \ \Omega$
- $R_p \text{ (titik AB)} = 6.2 \ \Omega$
- $R_p \text{ (titik CD)} = 5.2 \ \Omega$

1. Pada sistem pentanahan elektroda tunggal (Titik A)

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{2 (3.14) (1.3) (13)}{\ln\left(\frac{8(1.3)}{0.015875}\right) - 1}$$

$$\rho = 19.35 \ \Omega\text{-m}$$

2. Pada sistem pentanahan elektroda hubung paralel (Titik AB)

$$\rho = \frac{2\pi LR_p}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{2 (3.14) (1.3) (6.2)}{\ln\left(\frac{8(1.3)}{0.015875}\right) - 1}$$

$$\rho = 9.228 \ \Omega\text{-m}$$

3. Pada sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (Titik CD)

$$\rho = \frac{2\pi LR_p}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{2 (3.14) (1.3) (5.2)}{\ln\left(\frac{8(1.3)}{0.015875}\right) - 1}$$

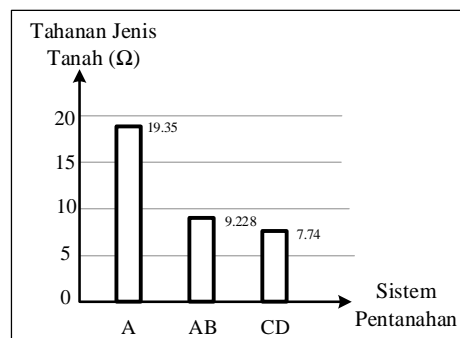
$$\rho = 7.74 \ \Omega\text{-m}$$

C. Perbandingan Tahanan Jenis Tanah

Perbandingannya menggunakan nilai hasil perhitungan tahanan jenis tanah dapat dilihat pada tabel 6. Adapun grafik perbandingan nilai tahanan jenis tanah dapat dilihat pada gambar

Tabel 6. Hasil perhitungan tahanan jenis tanah

No	Sistem Pentanahan	Nilai Tahanan Jenis Tanah (Ω-m)
1	A	19,35
2	AB	9,228
3	CD	7,74



Gambar 9. Grafik nilai tahanan jenis tanah

Dari grafik pada gambar 9, dapat terlihat bahwa nilai tahanan jenis tanah pada sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang (titik CD) lebih rendah (baik) daripada sistem pentanahan elektroda tunggal (titik A) dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB) hal ini terjadi karena media pentanahan titik CD memiliki kelembaban yang baik sehingga membuat

penyaluran dan penyebaran arus gangguan ke tanah semakin baik.

D. Persentase Penurunan Nilai Tahanan Pentanahan

Persentase penurunan nilai tahanan pentanahan setelah dilakukannya upaya penurunan nilai tahanan pentanahan, berupa penggunaan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang dari yang semula menggunakan sistem pentanahan elektroda tunggal, maka digunakan persamaan (3). Adapun perhitungannya sebagai berikut.

1. Sistem Pentanahan Elektroda Hubung Paralel (Titik AB)

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan}(\%) &= \frac{\text{Kondisi awal } (\Omega) - \text{Kondisi Akhir } (\Omega)}{\text{Kondisi Awal } (\Omega)} \times 100\% \\ &= \frac{13 - 6.2}{13} \times 100 \% \\ &= 52.307 \% \end{aligned}$$

2. Sistem Pentanahan Elektroda Hubung Paralel Dengan Media Arang Campur Tanah (Titik CD)

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan}(\%) &= \frac{\text{Kondisi awal } (\Omega) - \text{Kondisi Akhir } (\Omega)}{\text{Kondisi Awal } (\Omega)} \times 100\% \\ &= \frac{13 - 5.2}{13} \times 100 \% \\ &= 60 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan persentase penurunan nilai tahanan pentanahan, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan sebesar 52.307 % ketika dilakukan upaya berupa pemasangan sistem pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB). Selain itu juga terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan ketika dilakukan upaya berupa pemasangan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (titik CD) sebesar 60 %.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai tahanan pentanahan dari yang terbesar ke terkecil secara berurutan adalah sistem pentanahan elektroda tunggal (titik A), sistem pentanahan

elektroda hubung paralel (titik AB) dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (titik CD).

2. Nilai tahanan jenis tanah dari yang terbesar ke terkecil secara berurutan adalah sistem pentanahan elektroda tunggal (titik A), sistem pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB) dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (titik CD).
3. Terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan yang awalnya menggunakan sistem pentanahan elektroda tunggal menjadi sistem pentanahan elektroda hubung paralel (titik AB) sebesar 52.307 % dan sistem pentanahan elektroda hubung paralel dengan media arang campur tanah (titik CD) sebesar 60 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara atas segala dukungan baik berupa moril, materil, motivasi serta doa yang telah diberikan
2. Dosen pembimbing 1 H. Ruslan L, S.T., M.T. dan Dosen pembimbing 2 Sofyan S.T., M.T.

REFERENSI

- [1] Z. Abidin “Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (Sigarang) Sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan,” Jurnal Ecotipe, vol. 4, no. 1, pp. 11-16, 2017.
- [2] T. S. Hutahuruk, Pengetanahan netral sistem tenaga dan pengetanahan peralatan, Kedua. Jakarta: Erlangga, 1991
- [3] BSN, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000), vol. 2000, no. PUIL. 2000, p. 562.
- [4] RI, Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir, vol 1989 no. 2, p. 17.
- [5] A. Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur Dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah,” SETRUM, vol. 2, no. 1, pp. 16–21, 2013.

- [6] M. K. Hamid, S. Abubakar “Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV di PT.PLN (Persero) Area Lhokseumawe Rayon Lhoksukon,” *Journal of Electrical Technology*, vol. 1, No. 2, pp 13-16, 2016.
- [7] S. Jamilatun, S. Salamah, I. D. Isparulita “Karakteristik Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dengan Pengaktivasi H₂SO₄ Variasi Suhu Dan Waktu,” *Chemica*, vol. 2, No. 1, pp 13-19, 2016.
- [8] D. Setiawan, A. Syakur, A. Nugroho “Analisis Pengaruh Penambahan Garam Dan Arang Sebagai Soil Treatment Dalam Menurunkan Resistansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda”. *Transient*, vol. 7, No. 2, pp 416-423, 2018.
- [9] E. Yuniarti “Gypsum Sebagai Soil Treatment Dalam Mereduksi Tahanan Pentanahan Di Tanah Ladang”. *TE-012*, pp 1-7, 2016.
- [10] A. Palipi, “Analisa Tahanan Elektroda Pentanahan Dengan Metode 3 Kutub,” Universitas Politeknik Negeri Sriwijaya, 2013.