

## Tinjauan Perbandingan Resistansi Pentanahan antara Perencanaan dan Hasil Uji Komisioning Di Gardu Distribusi 20 kV

Junaidi<sup>1</sup>, Dian Eka Putra<sup>2</sup>, Choirul Rizal<sup>3</sup>,

1.2.3. Program Studi Teknik Elektro Universitas Palembang

email : junaidi.bae007@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji perencanaan dan pengukuran sistem pentanahan pada gardu distribusi 20 kV di Desa Danau Gerak dan Desa Plencur, Kecamatan Semende Darat Ulu, Kabupaten Muara Enim. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedalaman elektroda batang dan jenis tanah berpengaruh signifikan terhadap nilai resistansi pentanahan. Perencanaan awal memperkirakan nilai resistansi pentanahan, namun hasil pengukuran lapangan mengindikasikan adanya perbedaan. Di Desa Danau Gerak, nilai resistansi pentanahan mengalami sedikit perbedaan antara perencanaan (4,91  $\Omega$ ) dan hasil lapangan (rata-rata 4,52  $\Omega$ ). Sementara itu, di Desa Plencur, perbedaan lebih signifikan; perencanaan menunjukkan nilai 4,47  $\Omega$ , sedangkan hasil pengukuran commissioning test menunjukkan nilai sebesar 1,31  $\Omega$  saat tanah basah pasca hujan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kelembaban tanah berpengaruh secara signifikan terhadap nilai resistansi pentanahan. Studi ini menggarisbawahi pentingnya evaluasi dan pengujian yang cermat terhadap karakteristik tanah dan kondisi lingkungan saat pengukuran pentanahan pada instalasi listrik.

**Kata kunci** : Perencanaan pentanahan, kedalaman elektroda, jenis tanah, resistansi pentanahan, kelembaban tanah.

## Comparison of Grounding Resistance Between Design and Commissioning Test Results at a 20 kV Distribution Substation

### ABSTRACT

*This study examines the planning and measurement of grounding systems at a 20 kV distribution substation in Danau Gerak Village and Plencur Village, Semende Darat Ulu District, Muara Enim Regency. The analysis indicates that the depth of rod electrodes and soil type significantly affect the grounding resistance values. Initial planning estimated the grounding resistance values, but field measurements indicated differences. In Danau Gerak Village, the grounding resistance values showed slight variation between planning (4.91  $\Omega$ ) and field measurement (average of 4.52  $\Omega$ ). Meanwhile, in Plencur Village, the difference was more significant; the planned resistance was 4.47  $\Omega$ , whereas the commissioning test results showed 1.31  $\Omega$  under wet soil conditions after rainfall. This underscores how soil moisture conditions affect grounding resistance values significantly. The study emphasizes the importance of thorough evaluation and testing of soil characteristics and environmental conditions during grounding measurements in electrical installations.*

**Keywords:** *Grounding planning, electrode depth, soil type, grounding resistance, soil moisture.*

---

Correspondence author : Junaidi, Universitas Palembang

E-Mail : [junaidi.bae007@gmail.com](mailto:junaidi.bae007@gmail.com)

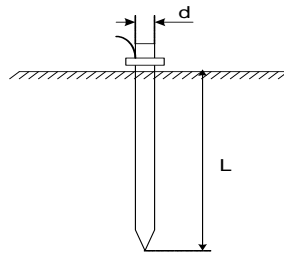
## PENDAHULUAN

Proses penyaluran energi listrik dimulai dari sumber-sumber pembangkit dan disalurkan melalui saluran transmisi sampai disalurkan kesistem distribusi tegangan menengah dan dikonversi oleh gardu distribusi 20 KV ke pengguna tegangan rendah[1]. Dalam proses penyaluran sistem tenaga listrik tidak terlepas dari peranan mesin-mesin listrik diantaranya transformator, dimana transformator yang berfungsi mengkonversi dari tegangan menengah ke tegangan tinggi dimana transformator ini dikenal dengan transformator tenaga, begitupun dengan fungsi dari transformator distribusi dimana perannya sebagai mengkonversi dari tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Untuk menjalankan fungsinya transformator di distribusikan yang paling banyak tersebar untuk melayani pengguna energi listrik tegangan rendah[2]. Transformator yang terpasang digardu distribusi 20 KV pasangan luar atau ditiang-tiang listrik sangat beragam kapasitasnya dan tersebar mulai dari transformator 50 KVA sampai 250 KV, dimana transformator distribusi berikut aksesorisnya yang terpasang ditiang listrik sering disebut gardu distribusi.

Dalam menghadirkan transformator distribusi dapat bekerja baik dan aman dilokasi-lokasi beban, perlu adanya perencanaan konstruksi pemasangan diantaranya adalah perencanaan sistem pentanahan pada gardu-gardu distribusi. Sistem pentanahan pada gardu distribusi bukan hanya berfungsi untuk melindungi peralatan listrik dan melindungi manusia atau operator dilapangan[3], akan tetapi pentanahan pada gardu distribusi menjaga kinerja gardu distribusi untuk menyalurkan tegangan listrik, dimana pelanggan dari perusahaan listrik negara atau dikenal PLN lebih banyak, menggunakan tegangan rendah atau pelanggan 380/220 volt, dimana pentanahan menjadi peranan penting untuk pelanggan tegangan rendah dalam menggunakan energi listrik bertegangan rendah untuk menyalurkan arus netral ketanah dan menjadi pelindung dari arus bocor atau tegangan sentuh yang mengalir dibagian logam terbuka pada peralatan dan aksesoris gardu distribusi[4-5]. Maka dari itu dimana peranan pentanahan sangat penting dalam sistem penyaluran tegangan rendah disini penulis melakukan perencanaan untuk mendapatkan hasil atau nilai pentanahan yang sesuai standar persyaratan umum instalasi listrik (PUIL) yakni maksimal 5  $\Omega$ [6], sebelum dilakukan pemasangan konstruksi sistem pentanahan untuk menentukan kapasitas bahan yang dibutuhkan dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal penulis juga membandingkan antara hasil dari perencanaan atau perhitungan dengan hasil commissioning test atau hasil pengukuran saat bertegangan.

## METODA PENELITIAN

Pada penelitian evaluasi atau perbandingan antara perencanaan dengan hasil uji pengukuran sistem grounding gardu distribusi 20 KV, disini penulis melakukan beberapa metode diantaranya observasi lapangan dengan dokumentasikan tempat, jenis tanah, dan kapasitas gardu distribusi, selain itu untuk mendukung hasil penelitian yang diinginkan penulis melakukan metode literasi dari artikel-artikel terkait sistem pentanahan atau grounding untuk sebagai sumber-sumber teori yang mendukung kemudian dilanjutkan dengan perencanaan sistem grounding dan dilanjutkan pengukuran menggunakan earth tester KW 4105 A dengan metoda 3 pin dilapangan setelah sistem pentanahan terpasang[5-6]. Untuk kelancaran perencanaan sistem pentanahan gardu distribusi 20 KV dengan kapasitas transformator 50 KVA dilokasi desa Danau Gerak dan desa Plencur kecamatan Semende Darat Ulu kabupaten Muara Enim, dibutuhkan beberapa teori perhitungan yaitu perhitungan penggunaan satu batang elektroda batang pentanahan ditanam vertikal didalam tanah yang lebih dikenal dengan metode driven rod[9-10]. Menurut U. B Dwight, untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan elektroda batang dengan menggunakan satu batang elektroda ditanamkan tegak lurus[7-8]:



Gambar 1. Elektroda batang ditanam tegak lurus

$$R_{Perencanaan} = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{2L}{a}\right) - 1 \quad (1)$$

Dimana :

- $R_{perencanaan}$  : tahanan dengan 1 batang elektroda ( $\Omega$ )
- $\rho$  : tahanan jenis tanah ( $\Omega \text{ m}$ )
- $L$  : panjang batang yang tertanam (m)
- $a$  : diameter batang elektroda (m)
- $\ln$  : logaritmus (dasar  $e = 2.7182818$ )

Menurut persamaan diatas, tahanan kaki gardu distribusi 20 KV akan berkurang dengan menambah panjang batang elektroda pentanahan. Tetapi hubungan ini tidak langsung dan akan mencapai satu titik dimana penambahan panjang batang pentanahan hanya akan mengurangi pentanahana kaki tiang gardu distribusi 20 KV sedikit.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan hasil perencanaan yang ideal disini penulis melakukan obeservasi lapangan dengan mengetahui posisi sistem pentanahan pada gardu distribusi 20 KV yang akan dipasang, diataranya mengetahui karakteristik jenis tanah pada desa danau gerak dan desa Plencur.

#### Perencanaan Sistem Pentanahan di Desa Danau Gerak

Setelah melakukan observasi dan tinjauan dilapangan pada rencana posisi pendirian gardu distribusi 20 KV di desa Danau Gerak, maka didapat jenis tanah berupa tanah ladang yang lembab sedikit berpasir, bila ditinjau dari PUIL 2011 tanah ladang memiliki tahanan jenis tanah (resistivitas tanah) maka nilai maksimum 100  $\Omega\text{m}$ . dengan kondisi tanah ladang yang lembab dimana menurut IEEE No 81 tahun 2012 faktor kelembaban dapat menurunkan resistivitas jenis tanah mulai dari 10 % sampai 80 % maka asumsikan memiliki tahanan jenis tanah ( $\rho$ ) yang nilainya 22  $\Omega\text{m}$ . Maka dari data-data diatas dapat dilakukan perhitungan untuk perencanaan konstruksi pentanahan pada gardu distribusi 20 KV di desa Danau Gerak, adapun sistem pentanahan pada gardu distribusi meliputi pentanahan arrester, pentanahan netral dan pentanahan peralatan atau bodi transformator 50 KVA

Untuk perhitungan menggunakan persamaan 1 dari UB. Dwight, maka didapat nilai tahanan pentanahan untuk 1 batang elektroda pentanahan, pada tabel 1

Tabel 1. Nilai Tahanan Pentanahan Untuk 1 Batang Elektroda Pentanahan

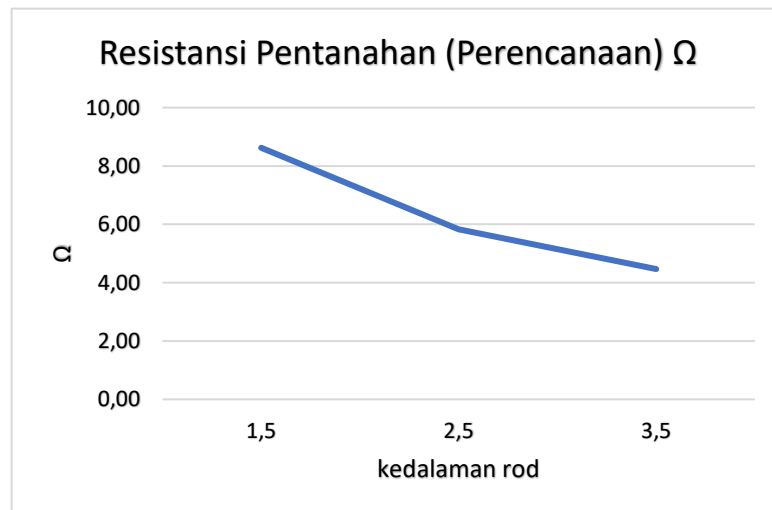
$\rho$ (tahanan jenis tanah) tanah ladang (lembab)	: 22 $\Omega\text{m}$
$\rho$ (tahanan jenis tanah) diasumsikan maksimum	: 100 $\Omega\text{m}$
$L$ (panjang batang yang tertanam)	: 1.5 m, 2.5 m dan 3.5 m
$a$ (diameter batang elektroda)	: 19 mm : 0,019 m
$r$ (radius batang elektroda)	: 0,0095 m

Dari perhitungan perencanaan untuk mendapatkan nilai standar PUIL dan PLN dibawah 5  $\Omega$ , maka kedalaman elektroda batang dengan diameter 19 mm atau 0,019 m maka resistansi pentanahan yang didapat sebesar 4,91  $\Omega$ .

**Tabel 2. Perhitungan perencanaan kedalaman grounding desa danau gerak**

Kedalaman Rod (m)	Resistansi Pentanahan (Perencanaan) $\Omega$
1,5	9,49
2,5	6,41
3,5	4,91

Dari hasil perhitungan perencanaan dengan asumsi nilai resistivitas jenis tanah ladang lembab sedikit berpasirdi desa danau gerak sebesar 22  $\Omega$ m, dengan diameter rod sebesar 0,019 meter maka seiring perhitungan disetiap kedalaman, maka kedalaman 3,5 meter didapat resistansi sesuai dengan standar PUIL dan PLN yakni 4,91  $\Omega$ .



**Gambar 2. Grafik nilai resistansi terhadap kedalaman rod desa danau gerak**

### Perencanaan Sistem Pentanahan di Desa Plencur

Sama dengan di desa danau gerak, melakukan observasi dan tinjauan dilapangan pada rencana posisi pendirian gardu distribusi 20 KV di desa Plencur, maka didapat jenis tanah berupa tanah ladang yang lembab, bila ditinjau dari PUIL 2011 tanah ladang memiliki tanah jenis tanah (resistivitas tanah) maka nilai maksimum 100  $\Omega$ m. dengan kondisi tanah ladang yang lembab dimana menurut IEEE No 81 tahun 2012 faktor kelembaban dapat menurunkan resistivitas jenis tanah mulai dari 10 % sampai 80 % maka asumsikan memiliki tahanan jenis tanah ( $\rho$ ) yang nilainya 20  $\Omega$ m.

Untuk perhitungan perencanaan sistem pentanahan di desa plencur menggunakan persamaan 1.1 dari UB. Dwight, maka didapat nilai tahanan pentanahan untuk 1 batang elektroda pentanahan, pada tabel 3.

**Tabel 3. Nilai Tahanan Pentanahan Untuk 1 Batang Elektroda Pentanahan**

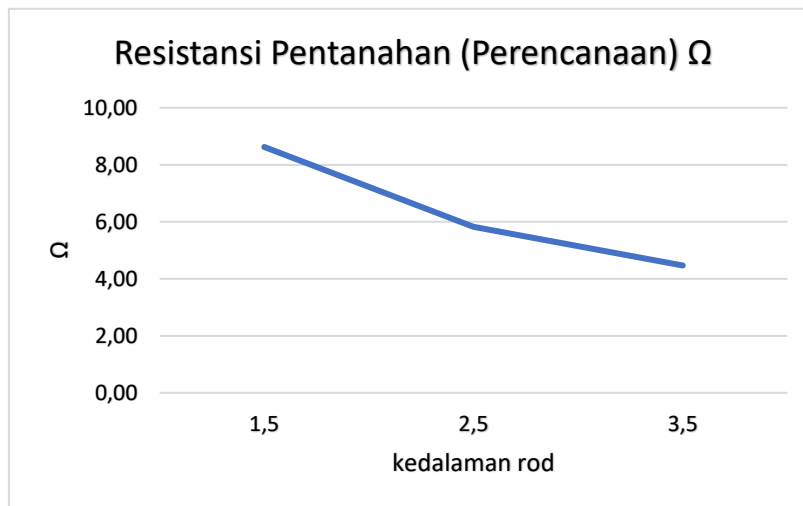
$\rho$ (tahanan jenis tanah) tanah ladang (lembab)	: 22 $\Omega$ m
$\rho$ (tahanan jenis tanah) diasumsikan maksimum	: 100 $\Omega$ m
L (panjang batang yang tertanam)	: 1.5 m, 2.5 m dan 3.5 m
a (diameter batang elektroda)	: 19 mm : 0,019 m
r (radius batang elektroda)	: 0,0095 m

Dari perhitungan perencanaan grounding sistem untuk gardu distribusi 20 KV di desa Plencur, untuk mendapatkan nilai standar PUIL dan PLN dibawah 5  $\Omega$ , maka kedalaman elektroda batang dengan diameter 0,019 m maka resistansi pentanahan yang didapat sebesar 4,47  $\Omega$ .

**Tabel 4. Perhitungan perencanaan kedalaman grounding desa Plencur**

Kedalaman Rod (m)	Resistansi Pentanahan (Perencanaan) $\Omega$
1,5	8,62
2,5	5,83
3,5	4,47

Dari hasil perhitungan perencanaan grounding sistem untuk gardu distribusi 20 KV di desa Plencur dengan asumsi tanah ladang lembab nilai resistivitas jenis tanah sebesar 20  $\Omega$ m, dengan diameter rod sebesar 0,019 meter maka seiring perhitungan disetiap kedalaman, maka dikedalaman 3,5 meter didapat resistansi sesuai dengan standar PUIL dan PLN yakni 4,47  $\Omega$ .



**Gambar 3. Grafik nilai resistansi terhadap kedalaman rod desa plencur**

### Pengukuran Comissioning Test Sistem Pentanahan Gardu 20 Kv

Setelah dilakukan pemasangan instalasi pentanahan pada gardu distribusi 20 KV di desa Danau Gerak dan Desa Plencur, maka didapat hasil pengukuran dengan menggunakan metode 3

titik atau 3 pin dan dengan menggunakan alat ukur Earth Tester kyoritsu KEW 4105 A pada saat commissioning test dilapangan maka hasil pentanahan ditampilkan pada table 4.3 berikut :

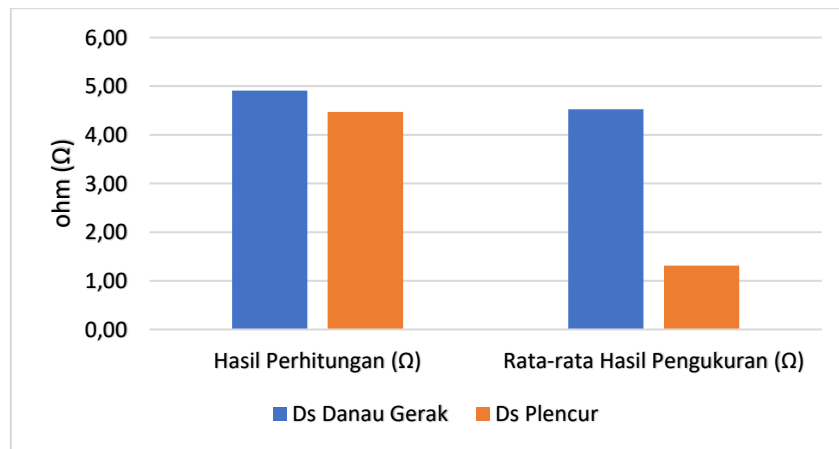
**Tabel 3. Hasil pengukuran grounding di desa danau gerak dan desa plencur**

Lokasi	No. Seri / Kapasitas Trafo	Ardhe Arrester (Ohm)	Ardhe Body Trafo (Ohm)	Ardhe Netral Trafo (Ohm)
Ds Danau Gerak	19098608 / 50 kVa	4,17	4,7	4,7
Ds Plencur	19098668 / 50 kVa	1,32	1,32	1,3

Dari hasil pengukuran langsung disaat commissioning test dilapangan didapat nilai resistansi pentanahan dengan mengukur menggunakan Earth Tester Kyoritsu KEW 4105 A dimana nilai resistansi pentanahan dengan elektroda batang tunggal dikedalaman 3,5 meter terpasang, bahwa nilai resistansi pentanahan terkecil didapat didesa plencur yaitu rata-rata 1,31  $\Omega$  dibandingkan dengan desa Danau Gerak.

**Perbandingan Perencanaan Dan Pengukuran Comissioning Test**

Hasil perbandingan antara pengukuran dan hasil dari perencanaan dapat dilihat pada gambar4.



**Gambar 4. Grafik perbandingan antara hasil perencanaan dan perhitungan**

Dari hasil gambar grafik 4, menunjukkan bahwa hasil dari pengukuran langsung dilapangan tidak terlalu jauh berbeda terutama pada desa danau gerak, sedangkan didesa plencur terjadi perbedaan antara perhitungan dan pengukuran langsung dimana hasil dari pengukuran lebih kecil dari perhitungan, dimana peristiwa ini bila dilihat dari kondisi lapangan bahwa tanah tempat didirikan gardu distribusi 20 KV di desa Plencur saat dilakukan pengukuran konsentrasi kelembaban tanah meningkat dimana saat dilakukan pengukuran dilokasi telah sehabis terjadinya turun hujan, mengingat dengan meningkatnya konsentrasi kelembaban akan mengakibatkan terjadinya penurunan resistivitas jenis tanah mencapai 80 % keatas.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis perencanaan dan pengukuran sistem pentanahan pada gardu distribusi 20 kV di Desa Danau Gerak dan Desa Plencur, Kecamatan Semende Darat Ulu, Kabupaten Muara Enim, ditemukan bahwa kedalaman elektroda batang dan jenis tanah berpengaruh signifikan terhadap nilai resistansi pentanahan. Secara umum, semakin dalam elektroda ditanam, nilai resistansi pentanahan cenderung lebih rendah karena resistivitas tanah yang semakin kecil pada kedalaman yang lebih dalam. Namun, terdapat perbedaan antara nilai yang direncanakan dan hasil pengukuran lapangan. Di Desa Danau Gerak, nilai resistansi pentanahan direncanakan sebesar  $4,91 \Omega$ , sedangkan hasil pengukuran lapangan rata-rata mencapai  $4,52 \Omega$ . Sementara itu, di Desa Plencur, nilai resistansi pentanahan direncanakan sebesar  $4,47 \Omega$ , tetapi hasil pengukuran saat tes komisioning menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah, yakni  $1,31 \Omega$ . Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi kelembaban tanah yang berubah, khususnya setelah hujan, yang menyebabkan konsentrasi air tanah meningkat dan mengakibatkan penurunan nilai resistansi pentanahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Putra, Y. Riswanto, And A. Komaini, "Investigasi Overload Transformator Distribusi 20 Kv Diunit Layanan Pelanggan Pangkalan Balai Pt. Pln (Persero)," *Semin. Nas. Avoer Xiii*, Pp. 378–383, 2021.
- [2] P. M. Rizki And D. E. Putra, "Pengaruh Paralel Pentanahan Transformator Dan Pentanahan Arrester Terhadap Kinerja Resistansi Pentanahan Transformator Distribusi 250 Kva Gardu Ba 005 Di Pt. Pln (Persero) Up3 Bengkulu Ulp Teluk Segara," *J. Ampere*, Vol. 5, No. 2, P. 48, 2020, Doi: 10.31851/Ampere.V5i2.5057.
- [3] D. E. Putra, R. A. Yani, M. S. Sihan, C. Rizal, And N. Nofiansah, "The Decreasing Ground Potential Rise By Lessening Soil Resistance In Arrester Grounding System," *Ijeeit Int. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 44–50, 2023, Doi: 10.29138/Ijeeit.V6i2.2180.
- [4] F. E. Asimakopoulou, V. T. Kontargyri, I. F. Gonos, And I. A. Stathopoulos, "Influence Of The Earth Structure To The Potential Distribution Around A Driven Rod".
- [5] D. E. Putra, Z. Nawawi, And M. I. Jambak, "Earth Resistance And Earth Construction To Interference Currents On Swamp Land," *Int. Conf. Sci. Dev. Technol.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–8, 2022.
- [6] P. Umum And I. Listrik, "Puil 2011," Vol. 2011, 2011.
- [7] A. H. M. Faudzi, C. L. Wooi, N. A. Ahmad, S. N. M. Arshad, H. N. Afrouzi, And M. N. K. Rohani, "A Study On Copper And Galvanized Grounding Performance Using Palm Oil Fuel Ash As New Additive Material," *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 1432, No. 1, 2020, Doi: 10.1088/1742-6596/1432/1/012037.
- [8] Ieee Std 81, *Ieee Guide For Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, And Earth Surface Potentials Of A Grounding System*, Vol. 2012, No. December. 2012.
- [9] M. Rajagukguk, "Studi Pengaruh Jenis Tanah Dan Kedalaman Pembumian Driven Rod Terhadap Resistansi Jenis Tanah," *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, Vol. 8, Pp. 121–132, 2012.
- [10] D. E. Putra *Et Al.*, "Comparison Of Grounding Resistance Using Grounding Rod Electrodes With Different Fault Current Types In Podzolic Soil At Prabumulih Substation," *J. Renew. Energy, Electr. Comput. Eng.*, Vol. 3, No. 1, P. 19, 2023, Doi: 10.29103/Jreece.V3i1.10270.
- [11] R. Dwi, N. Cahyo, And Y. Rahmawati, "Studi Tahanan Pentanahan Menggunakan Campuran Arang Dan Garam Dalam Menurunkan Nilai Tahanan Tanah The Study Of Ground Resistance Using Mixture Of Charcoal And," Vol. 02, No. 1, Pp. 1–12, 2019.

