

PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA PANEL DISTRIBUSI LISTRIK MESIN POMPA AIR PAMSIMAS DESA CILEUNCA

¹Dani Usman, ²Purwandito Tulus Asmoro, ³Nurriza Kholifatulloh Hasanah, ⁴Rizki Nur F

^{1,2,3,4}Teknologi Listrik, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta, Indonesia

¹dani.usman@pei.ac.id, ²purwandito@pei.ac.id, ³nurriza@pei.ac.id, ⁴201903021@gmail.com

Coressponding author: dani.usman@pei.ac.id

Abstrak

Sistem pentanahan merupakan salah satu sistem pengaman yang harus ada dalam sistem tenaga listrik, yang bertujuan untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan. Pada penelitian ini melakukan perancangan sistem pentanahan pada panel distribusi listrik mesin pompa air pamsimas desa cileunca. Tahapan yang dilakukan melakukan observasi secara langsung sistem pentanahan yang ada dilapangan, Selain itu dilakukan pengukuran tahanan dan perhitungan tahanan. Hasil dari observasi digunakan untuk melakukan perancangan sistem pentanahan yang baru, sistem pentanahan yang dirancang pada penelitian ini menggunakan 2 elektroda yang terhubung secara paralel dengan jarak 5m dan panjang elektroda 4m. Untuk nilai resitansi elektroda terukur 1,85 ohm-m dan nilai resistansi secara perhitungan diperoleh 1,79 ohm-m. Nilai resistansi telah memenuhi syarat PUIL 2000 dengan nilai resistansi ≤ 2 ohm.

Kata kunci: Sistem Pentanahan, Elektroda paralel, Resistansi, Multiple Rod

Abstract

The grounding system is one of the safety systems that must be present in the electric power system, which aims to protect electrical equipment from disturbance. This research aims to design a grounding system for the electricity distribution panel of the PAMSIMAS water pump machine in Cileunca village. The stages carried out are direct observation of the grounding system in the field. In addition, resistance measurements and resistance calculations are also carried out in this research. The results of the observations are used to design a new grounding system. The grounding system designed in this research uses 2 electrodes connected in parallel with a distance of 5m and an electrode length of 4m. The measured electrode resistance value is 185 ohm-m and the calculated resistance value is 1.79 ohm-m. The resistance value meets PUIL 2000 requirements with a resistance value of ≤ 2 ohms.

Keywords: Grounding System, Parallel electrodes, Resistance, Multiple Rod

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kelangsungan hidup manusia, yang senantiasa harus tersedia dalam kehidupan sehari-hari baik untuk konsumsi, mencuci maupun kebutuhan lainnya. Saat ini keberadaan air bersih sangat diharapkan Masyarakat untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Peningkatan kebutuhan terhadap pelayanan air bersih perlu ditindaklanjuti dengan menyediakan layanan penyediaan air bersih.

Makalah dikirim 22 Februari 2024; Revisi 22 Maret 2024; Diterima 22 April 2024

Upaya pemerintah pusat dalam pengadaan air bersih yaitu dengan pelaksanaan program PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) yang bertujuan menciptakan Masyarakat hidup bersih dan sehat. Program ini juga dilaksanakan di kabupaten Purwakarta, desa Cileunca merupakan salah satu dari beberapa desa yang telah melaksanakan program PAMSIMAS. Sumber mata air yang ada di Desa Cileunca berada di bawah pemukiman, proses penyaluran air dari sumber mata air ke pemukiman menggunakan pompa air. Tentunya pompa air memerlukan listrik untuk proses pemindahan air, untuk itu ada instalasi pompa air yang dilengkapi dengan sistem distribusi Listrik [1]. Sistem tersebut tidak hanya mensuplai listrik ke pompa air dan digunakan sebagai pengontrol pompa air.

Sistem distribusi listrik terdapat panel distribusi untuk menyalurkan sumber listrik ke beban. Dalam panel tersebut terdiri dari komponen MCB, kontaktor, timer dan lain-lain, selain itu juga dilengkapi dengan sistem pengaman salah satunya sistem pentanahan atau *grounding*. Sistem pentanahan ini berfungsi sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadi gangguan tersambar petir, atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan pada panel distribusi. Sistem pentanahan juga terdapat pada panel distribusi pompa air di desa Cileunca, namun sering mengalami gangguan. Gangguan yang sering terjadi yaitu panel distribusi tersambar petir, yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti bentuk pentanahan, jenis tanah, suhu tanah, kelembapan tanah, diameter elektroda, kandungan elektrolit tanah dan lain-lain [2]. Hal ini menyebabkan sistem keamanan pada panel kurang handal, untuk itu perlu dilakukan evaluasi sistem pentanahan. Evaluasi sistem pentanahan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem masih bekerja secara baik atau tidak, apabila buruk dapat mengganggu kinerja sistem [3]-[5]. Evaluasi sistem pentanahan menurut PUIL 2000 dilakukan setiap 6 bulan [6].

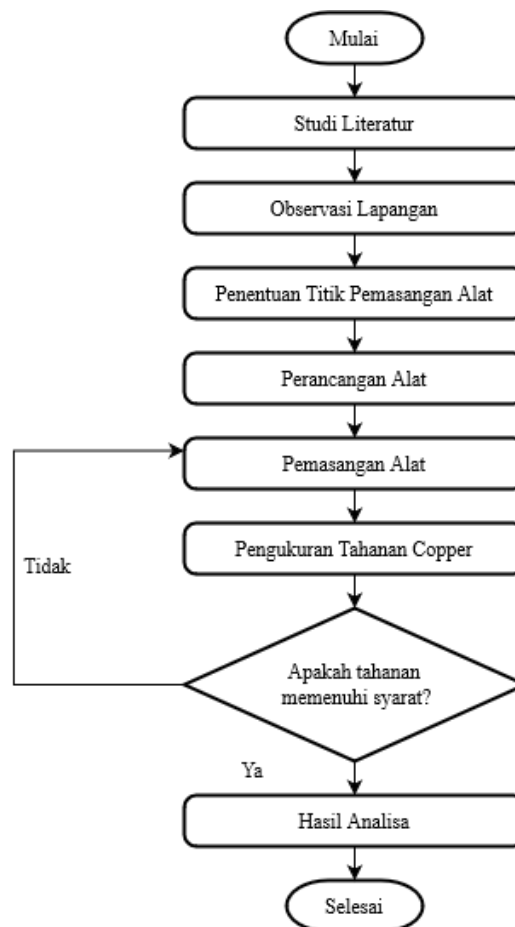
Sistem pentanahan yang bertujuan untuk melindungi peralatan-peralatan listrik dari gangguan, diperlukan sistem pentanahan yang baik dan handal. Dalam sistem pentanahan, semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak mengalir ke peralatan listrik [7], [8]. Sistem pentanahan yang ideal memiliki resistansi hingga mendekati nol. Bentuk sistem pentanahan ada beragam seperti bentuk satu batang elektroda ditanam secara vertikal, dua batang elektroda ditanam vertikal terhadap tanah, bentuk mesh, bentuk radial, bentuk grid, dan bentuk pelat [9]-[12]. Keseluruhan bentuk sistem pentanahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Contohnya sistem pentanahan bentuk rod (satu batang ditanam vertikal) tidak cocok untuk daerah berbatu, untuk daerah berbatu yang cocok menggunakan sistem pentanahan pelat atau grid [10], [13], [14].

Berdasarkan masalah tersebut, karena sistem yang dipakai sebelumnya adalah sistem rod (satu batang ditanam vertikal) dan tanah yang digunakan untuk memasang sistem pentanahan adalah tanah berbatu. Pada penelitian ini akan memperbaharui sistem pentanahan yang digunakan yaitu sistem pentanahan rod paralel (lebih dari 1 batang ditanam vertikal) sampai resistansi yang diinginkan tercapai. Karena tidak memungkinkan untuk menggunakan sistem pentanahan pelat atau grid di daerah tersebut, mengingat lapangan atau daerah sekitar mesin pompa air tidak terlalu luas.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini mengacu pada sistematika penelitian berdasarkan Gambar 1. Proses tersebut dilakukan dalam beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

Tahapan pertama yang dilakukan yaitu studi literatur, dilakukan untuk menemukan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu, menemukan penelitian yang berkaitan dengan sistem pentanahan dan juga dilakukan untuk mengkaji teori terkait sistem pentanahan Tahapan selanjutnya dilakukan observasi lapangan untuk mengetahui kondisi sistem pentanahan yang sudah ada. Melakukan pengamatan langsung sistem pentanahan di panel KWH meter pompa air, selain itu juga melakukan pengukuran menggunakan alat ukur *earth tester digital* dengan batuan tambahan 2 buah elektroda. Pada saat observasi juga dilakukan penentuan titik pemasangan alat.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Tahapan selanjutnya yaitu perancangan alat sistem pentanahan di panel KWH meter Pompa Air. Perancangan sistem pentanahan di panel KWH pada penelitian ini dengan metode multitrod yaitu dengan cara Menyusun dua buah elektroda secara parallel dengan kedalaman masing-masing 4 m. Setelah tahapan tersebut, kemudian dilakukan pemasangan alat sesuai dengan titik yang telah ditentukan. Alat yang telah terpasang kemudian diukur tahanan pada copper menggunakan alat ukur. Selain melakukan pengukuran tahanan pada *copper* juga dilakukan perhitungan tahanan.

Perhitungan nilai tahanan dilakukan untuk mengetahui perbandingan resistansi pentanahan sebelum pemasangan dan setelah pemasangan elektroda. Untuk menghitung nilai resistansi dengan menggunakan rumus [15], sebagai berikut :

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

Dimana :

R : Resistansi pentanahan (Ω)

ρ : Tahanan jenis tanah rata-rata ($\Omega - m$)

L : Panjang pasak atau elektroda (m)

a : Diameter elektroda

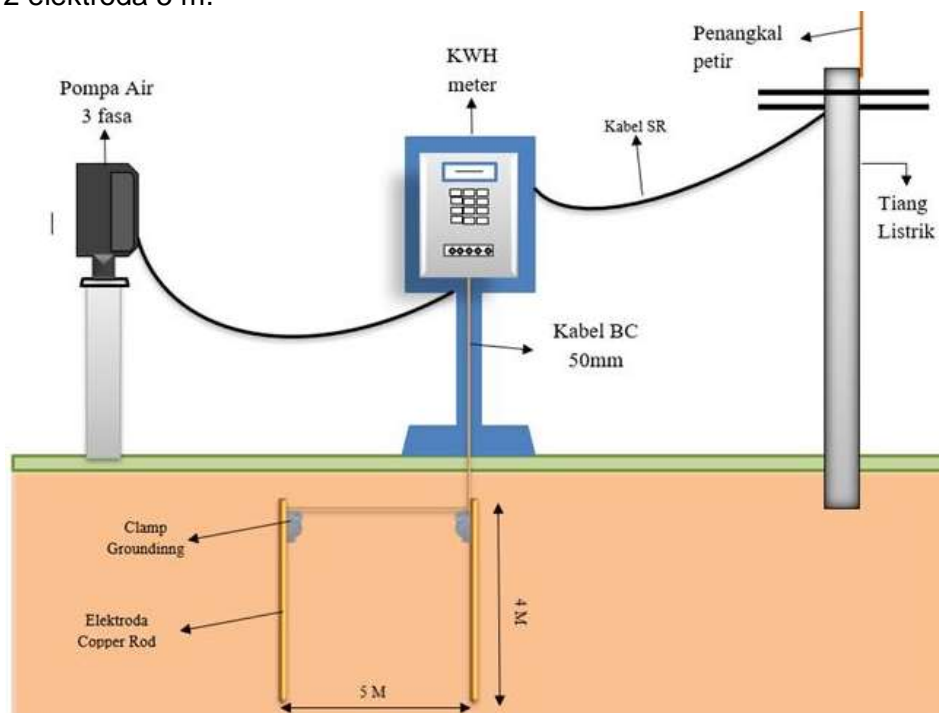
Pada penelitian ini melakukan perhitungan tahanan elektroda yang akan digunakan pada penelitian ini. Selain melakukan perhitungan menggunakan rumus pada persamaan (1), juga melakukan pengukuran elektroda dengan alat ground tester. Untuk perhitungan dan pengukuran

pada elektroda tunggal dan yang dihubungkan secara paralel, dengan berbagai ukuran panjang elektroda. Kemudian dilakukan analisis apakah tahanan telah mamenuhi syarat aturan PUIL 2000, baik untuk perhitungan dan pengukuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Alat

Perancangan mekanik sistem pentanahan pada penelitian ini terdiri dari perancangan sistem pentanahan. Desain perancangan ditunjukkan pada Gambar 2 terdiri dari tiang Listrik yang dilengkapi dengan penangkal petir, KWH meter, kabel BC, kabel SR, pompa air 3 fasa, *clamp grounding*, elektroda *copper rod* sepanjang 4 m dan jarak antara 2 elektroda 5 m.

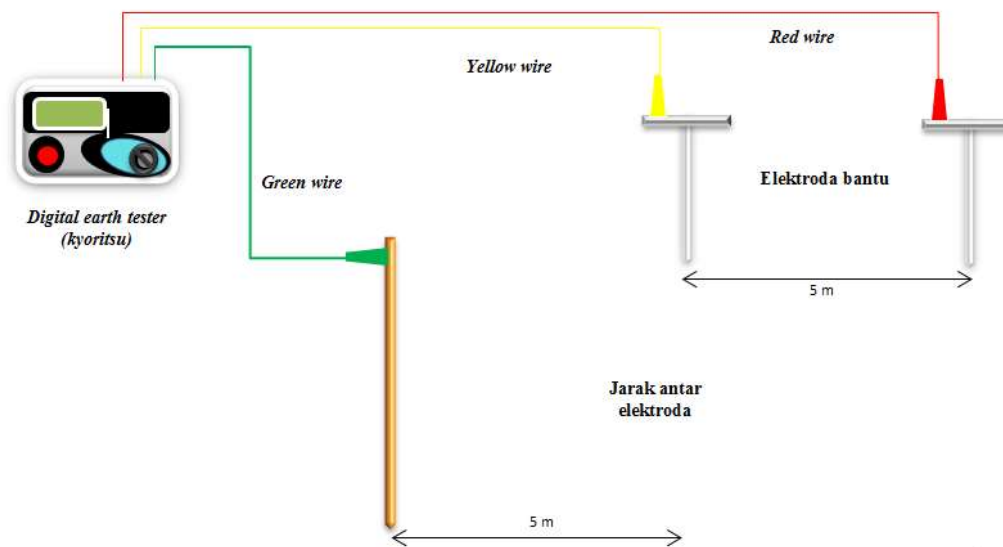


Gambar 2 Desain Alat Sistem Pentanahan

3.1. Pengukuran tahanan

Setelah dilakukan perencanaan dan pemasangan sistem pentanahan pada penelitian ini dilakukan pengujian tahanan. Pengujian tahanan menggunakan alat *digital earth tester*, pengukuran dilakukan pada elektroda A dan Elektroda B. Skema pengukuran pada elektroda ditunjukkan pada Gambar 3. Pengukuran elektroda dilakukan 2 tahapan, tahanan elektroda tunggal dan elektroda disusun secara paralel.

Pengukuran tahanan pada elektroda sebelum dihubungkan secara paralel. Pengukuran dilakukan dengan menghubungkan alat *digital earth tester* dengan elektroda A dan dihubungkan ke elektroda bantu, begitu pula untuk pengukuran tahanan elektroda B. Hasil pengukuran tahanan bisa dilihat pada Tabel 1. Untuk elektroda A dengan jarak 5 m dan panjang elektroda 4 m, hasil pengukuran tahanan 5,78 ohm. Sedangkan untuk elektroda B nilai tahanan terukur 2,52 ohm.



Gambar 3 Pengukuran Tahanan

Tabel 1 Hasil Pengukuran Tahanan

Elektroda	Jarak antar elektroda (m)	Panjang elektroda (m)	Nilai Resistansi (ohm-m)
A	5	4	5,78
B	5	4	2,52

Pengukuran tahanan atau resistansi pada elektroda yang dihubungkan secara paralel, dalam penelitian ini 2 batang elektroda dipasang secara paralel A-B dengan jarak antar elektroda 5m dan elektroda ditanam secara vertikal. Pengukuran dilakukan dengan tiga titik referensi yang berbeda, Tabel 2 merupakan hasil pengukuran tahanan elektroda yang terhubung secara paralel. Pada titik referensi 1 tahanan bernilai 1,98 ohm, untuk titik referensi 2 tahanan bernilai 2,90 ohm dan pada titik referensi 3 tahanan bernilai 0,91 ohm.

Tabel 2 Pengukuran Tahanan Elektroda dihubungkan secara Paralel

Elektroda Batang	Titik Referensi	Jumlah Batang Elektroda	Jarak antar elektroda (m)	Penjang Elektroda (m)	Nilai Resistansi (ohm-m)
A-B	1	2 batang	5	4	1,98
A-B	2	2 batang	5	4	2,90
A-B	3	2 batang	5	4	0,91

3.2. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Dalam pengukuran tahanan pentanahan diperlukan nilai tahanan jenis tanah. Untuk memperoleh nilai tahanan jenis tanah dilakukan perhitungan menggunakan rumus pada persamaan (1), dengan menggunakan nilai resistansi pentanahan untuk hasil perhitungan di tunjukkan pada Tabel 3. Untuk Elektroda A diperoleh nilai jenis tanah 27,81 ohm dan untuk elektroda B diperoleh 12,12 ohm.

Tabel 3 Perhitungan Tahanan Jenis Tanah

Elektroda	Nilai Resistansi Pentanahan (ohm)	Panjang Elektroda	Nilai Tahanan Jenis Tanah (ohm)
A	5,78	4	27,81
B	2,25	4	12,12

3.3 Perhitungan Tahanan Elektroda

Pada penelitian ini melakukan perhitungan tahanan elektroda, menggunakan rumus pada persamaan (1). Untuk nilai tahanan jenis yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu nilai tahanan jenis tanah pada perhitungan elektroda dilakukan secara tunggal dan yang dihubungkan secara Paralel.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Elektroda Pada A

Elektroda	Percobaan perhitungan	Panjang elektroda (m)	Nilai resistansi (ohm-m)
A	1	6	4,10
A	2	8	3,25
A	3	10	2,69
A	4	12	2,27

Hasil perhitungan elektroda A ditunjukkan pada Tabel 4, perhitungan dengan panjang elektroda. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa elektroda memiliki nilai resistansi paling baik 2,27 ohm sesuai dengan aturan pada PUIL yang menyebutkan tahanan yang baik ≤ 2 ohm. Ukuran terbaik menurut perhitungan elektroda A dengan panjang 12 m. Sedangkan untuk hasil perhitungan elektroda B ditunjukkan pada Tabel 5 dimana hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa tahanan yang baik pada ukuran elektroda 12 m. Nilai resistansi pada elektroda B yaitu 1,009 ohm.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Pada Elektroda B

Elektroda	Percobaan perhitungan	Panjang elektroda (m)	Nilai resistansi (ohm-m)
B	1	6	1,79
B	2	8	1,41
B	3	10	1,16
B	4	12	1,009

Pada penelitian ini melakukan perhitungan elektroda yang terhubung secara parallel. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 6, untuk perhitungan menggunakan rumus pada persamaan (1) dan tahanan jenis tanah yang digunakan dari hasil perhitungan pada Tabel 3. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai resistansi yang baik yaitu 1,78 ohm-m dengan panjang elektroda 4m dan jarak antara 2 elektroda 5m. Hal ini sesuai dengan PUIL 2000 yang menyebutkan bahwa resistansi yang baik ≤ 2 ohm.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Elektroda Paralel

Elektroda Batang	Percobaan pengukuran	Jumlah Batang Elektroda	Jarak antar elektroda (m)	Panjang elektroda (m)	Nilai resistansi (ohm-m)
A-B	1	2 batang	5	4	1,78
A-B	2	2 batang	5	6	1,26
A-B	3	2 batang	5	8	1,00
A-B	4	2 batang	5	10	0,81
A-B	5	2 batang	5	12	0,69

4. KESIMPULAN

Perancangan sistem pentanahan pada panel distribusi pompa air ini menggunakan 2 buah elektroda (*Multiple Rod*) yang dihubungkan secara paralel, dengan jarak antar elektroda 5 m dan untuk panjang elektroda 4 m. Pemilihan panjang elektroda berdasarkan dari hasil pengukuran dan perhitungan tahanan resistansi pada elektroda. Untuk nilai perbandingan nilai resistansi elektroda terukur 1,85 ohm-m dan nilai resistansi secara perhitungan diperoleh 1,79 ohm-m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pendahuluan, "Daman Suswanto : Sistem Distribusi Tenaga Listrik Bab 11 Karakteristik Beban Tenaga Listrik," pp. 185–200, [Online]. Available: <https://daman48.files.wordpress.com/2010/11/materi-11-karakteristik-beban.pdf>
- [2] R. Harahap and D. T. Pramuda, "EVALUASI SISTEM PEMBUMIAN PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH SEDERHANA DI DESA PERCUT KABUPATEN DELI SERDANG", [Online]. Available: www.oocities.org/groundsys
- [3] R. Harahap and D. T. Pramuda, "EVALUASI SISTEM PEMBUMIAN PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH SEDERHANA DI DESA PERCUT KABUPATEN DELI SERDANG", [Online]. Available: www.oocities.org/groundsys
- [4] P. Mahadi, E. Vonica, S. I. Rezkika, and S. Novalianda, "Evaluasi sistem penggrounding tower base transceiver station pada PT. X," *Jurnal VORTEKS*, vol. 3, no. 1, pp. 209–215, Apr. 2022, doi: 10.54123/vorteks.v3i1.160.
- [5] M. Suropto and A. Kiswantono, "Evaluasi Perencanaan Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 kV Jabon Dengan Simulasi Software CYMGRD."
- [6] Standar Nasional Indonesia, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000," 2000.
- [7] Nurhabibah Naibaho and Toyibah, "ANALISA PENGUKURAN TAHANAN NGR PADA GENSET PT. PERTAMINA ASSET 3 TAMBUN," *Jurnal Ilmiah elektro Vol. 8 No.1*, vol. 8, no. 1, pp. 50–55, 2020.
- [8] A. B. Pulungan, H. Hambali, T. Taali, and H. Habibullah, "Perancangan Sistem Grounding Pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 111–119, Jan. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.213.
- [9] S. Ramadhani, R. Harahap, Z. Pelawi, K. Kunci, and E. Batang, "Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan di Gedung dan di Gardu induk pada Rumah Sakit Grand Mitra Medika Medan," 2021.
- [10] H. Nawir, M. R. Djalal, and S. Sonong, "Rancang Bangun Sistem Pentanahan Penangkal Petir Pada Tanah Basah dan Tanah Kering pada Laboratorium Teknik Konversi Energi," *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–39, Oct. 2018, doi: 10.21070/jeee-u.v2i2.1581.
- [11] I G. N. Janardana, W. Arta Wijaya, C. G. I. Partha, and N. Budiastira, "Analysis Grounding System as Building Equipment Security Udayana University Denpasar," *Journal of Electrical, Electronics and Informatics*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [12] W. P. Widyaningsih, "PERUBAHAN KONFIGURASI ELEKTRODE PENTANAHAN BATANG TUNGGAL UNTUK MEREDUKSI TAHANAN PENTANAHAN," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 9, no. 2, pp. 47–51, 2013.
- [13] M. Rajagukguk, "Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah," 2012.
- [14] R. Mubarak, R. N. Prasetyono, and Z. Alfarikhi, "Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga Pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 2, pp. 100–107, Jul. 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i2.708.
- [15] T. Books Coordinating Committee of the IEEE Industry Applications Society, "IEEE Std 3003.2-2014 IEEE Recommended Practice for Equipment Grounding and Bonding in Industrial and Commercial Power Systems."