

# Analisis Sistem *Grounding* Menggunakan Elektroda *Ground Rod* Jenis Tembaga Pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban

## Grounding System Analysis by Copper Ground Rod Electrode for Building A and D in Peradaban University

Rizky Mubarak<sup>1,\*</sup>, Rizki Noor Prasetyono<sup>2</sup>, Zidan Alfarikhi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Teknik Elektro, Universitas Peradaban*

*Jalan Raya Pagojengan KM.3, Paguyangan, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah 52276*

<sup>1,\*</sup>Corresponding author: barokstematel@gmail.com

<sup>2</sup>rizkinoorupb@peradaban.ac.id, <sup>3</sup>alfarikimzidan@gmail.com

Received on 30-06-2022, accepted on 28-07-2022, published on 29-07-2022

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kelayakan nilai pentanahan pada gedung A merupakan gedung rektorat dan gedung D adalah gedung kelas perkuliahan di Universitas Peradaban menggunakan elektroda *ground rod* jenis tembaga. Nilai pentanahan yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yaitu 0 sampai dengan 5  $\Omega$  yang digunakan sebagai standarisasi instalasi listrik nasional. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai tahanan pentanahan yaitu variabel kedalaman elektroda, jenis tahanan tanah, diameter elektroda, jumlah elektroda dan jenis tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat earth tester dengan merek kyoritsu dengan metode tiga titik. Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat untuk nilai rata-rata tahanan pentanahan gedung A yaitu 0.518  $\Omega$  dan untuk nilai rata-rata tahanan pentanahan gedung D yaitu 0.804  $\Omega$ . Kedua bangunan itu sudah memiliki nilai tahanan pentanahan sesuai dengan PUIL 2011. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan  $\leq 1 \Omega$  dengan jenis tanah rawa yaitu 10  $\Omega$ -meter maka dibutuhkan kedalaman 12 meter.

**Kata kunci:** *Earth Tester*, Elektroda, *Ground Rod*, Tahanan Pentanahan, Tembaga, PUIL

### Abstract

This research was conducted to analyze the appropriateness of the grounding value in building A and D. Building A is the rectorate building, while building D is for lecturing. Copper-type ground rod electrodes obtained the grounding values. The grounding value following the General Electrical Installation Requirements (PUIL) 2011 is 0 to 5, which is used as a national electrical installation standard. Factors that can affect the value of grounding resistance are the variable depth of the electrode, the type of ground resistance, the diameter of the electrode, the number of electrodes, and the type of soil. In this study, measurements were made using an earth tester with the Kyoritsu brand with the three-point method. Based on the measurement results obtained, the average value of the grounding resistance of building A is 0.518, and the average value of grounding resistance of building D is 0.804. Therefore, both buildings already have a ground resistance value following PUIL 2011. From the analysis results, it can be concluded that to obtain a ground resistance value of 1 with a swamp soil type of 10 -meters, a depth of 12 meters is required.

**Keywords:** Copper, Earth Tester, Electrode, Ground Rod, Grounding Resistance, PUIL

## I. PENDAHULUAN

Keperluan akan tenaga listrik semakin ke depan akan bertambah, menunjukkan suatu perkembangan yang sangat pesat, berkaitan dengan kebutuhan di sektor industri sampai dengan sektor konsumen tegangan rendah [1]. Ada segi keuntungan pemerataan listrik dan ada juga yang dapat membahayakan keamanan manusia dari penggunaan listrik itu sendiri. Listrik dapat merugikan manusia karena dapat membuat orang terkena kejutan listrik, sehingga bisa berakibat membahayakan manusia [2]. Pengamanan pada badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga manusia terhindar dari sengatan listrik, serta mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus abnormal [3].

Keamanan dan keandalan wajib dibutuhkan dalam melakukan rancang bangun instalasi sistem tenaga listrik pada suatu bangunan guna melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir. Perlindungan alat listrik akibat gangguan dari mulai pembangkit listrik, transmisi dan distribusi listrik diwajibkan menggunakan sistem pentanahan (Grounding). Penelitian Verta dkk [4] dan Alwini & Abdul [5] sistem pembumian dalam pembangkit listrik diperlukan untuk pengamanan generator pembangkit. Sistem transmisi dan distribusi tegangan tinggi juga membutuhkan sistem pembumian untuk mengamankan jaringan listrik serta alat listrik tegangan [6], [7]. Kejadian gangguan listrik mampu menyebabkan kerusakan alat listrik seperti kelebihan beban dan konsleting listrik. Seperti pada penelitian Moranain dkk [8] kasus kebakaran akibat konsleting listrik diakibatkan kemandirian dan keandalan jaringan listrik yang rendah karena beberapa faktor seperti pelanggaran dan sistem kelistrikan.

Universitas Peradaban memiliki 2 gedung utama yaitu gedung A sebagai gedung rektorat yang terdiri dari ruangan pelayanan administratif, ruang fakultas, beberapa ruang kealasan dan ruang dosen. Pada gedung D merupakan gedung kelas yang terdiri dari ruang kelas, laboratorium komputer, laboratorium farmasi dan laboratorium teknik elektro. Baik gedung A dan gedung D memiliki alat elektronik yang setiap hari digunakan untuk aktivitas, apalagi laboratorium yang alat/komponen praktikumnya menggunakan jaringan listrik. Maka dari itu untuk melindungi dan menjaga kenyamanan dalam penggunaan ruang dibutuhkan sistem instalasi yang terstandarisasi. Sistem kelistrikan termasuk didalamnya sistem pentanahan (grounding) perlu diperhatikan dalam kehandalan beroperasinya sistem kelistrikan dan keamanan. Sistem pentanahan adalah sistem keamanan terhadap peralatan-peralatan yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaga dari lonjakan listrik terutama akibat sambaran petir [9], [10]. Semakin rendah nilai tahanan pentanahan maka kemampuan untuk mengalirkan arus lebih ke dalam tanah semakin tinggi sehingga arus gangguan tersebut tidak membahayakan bagi manusia akan tetapi dapat merusak peralatan tenaga listrik.

Sistem pentanahan untuk konsumsi listrik perumahan memang sering diabaikan atau jarang digunakan, akan tetapi untuk gedung dengan konsumsi listrik yang besar harus bahkan wajib ada. Kebutuhan kemandirian dan keandalan sistem instalasi listrik konsumsi gedung lebih ketat dan sesuai peraturan yang sudah ditetapkan, begitu juga untuk sistem pentanahan. Nilai pentanahan yang sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yaitu 0 sampai dengan 5 ohm Suatu bangunan untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi grounding  $< 5 \Omega$ , sedangkan untuk grounding peralatan elektronik membutuhkan nilai  $< 3 \Omega$  bahkan beberapa perangkat membutuhkan nilai  $< 1 \Omega$  [11]. Nilai 5 ohm merupakan batas tertinggi resistansi pembumian yang masih bisa ditoleransi. Hal ini diatur dalam PUIL 2011. Berberapa faktor yang mempengaruhi dari nilai tahanan pentanahan yaitu kedalaman elektroda, diameter elektroda, jenis tahanan tanah dan jumlah batang elektroda [12].

Penelitian yang terkait dengan sistem pembumian pada penelitian Ta'ali [13] dkk menyatakan bahwa sistem pentanahan pada jenis tanah rawa memiliki nilai pentanahan  $\leq 1$  ohm pada gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Harahap [14] dalam penelitiannya menganalisa tentang perbandingan sistem pentanahan (grounding) pada gedung perkantoran dan power house, disebabkan jenis elektrode yang ditanam, kedalaman dan lokasi. Penelitian Budiman [15] juga menyatakan hal yang sama untuk sistem pentanahan  $\leq 5$  merupakan standarisasi untuk gedung/perumahan. Berdasarkan penjelasan latar belakang dan penelitian terdahulu tersebut dibutuhkan pengukuran grounding di gedung A dan D kampus Universitas Peradaban untuk menganalisis kelayakan pada sistem pentanahan terutama pada gedung A dan D sudah sesuai dengan standar yang berlaku atau tidak.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif eksperimen dengan mengambil data resistansi/ tahanan pentanahan dari sistem grounding pada gedung A dan D Universitas Peradaban.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022 di gedung A dan D di Universitas Peradaban yang terletak di Kec. Paguyangan, Kab. Brebes, Jawa Tengah.

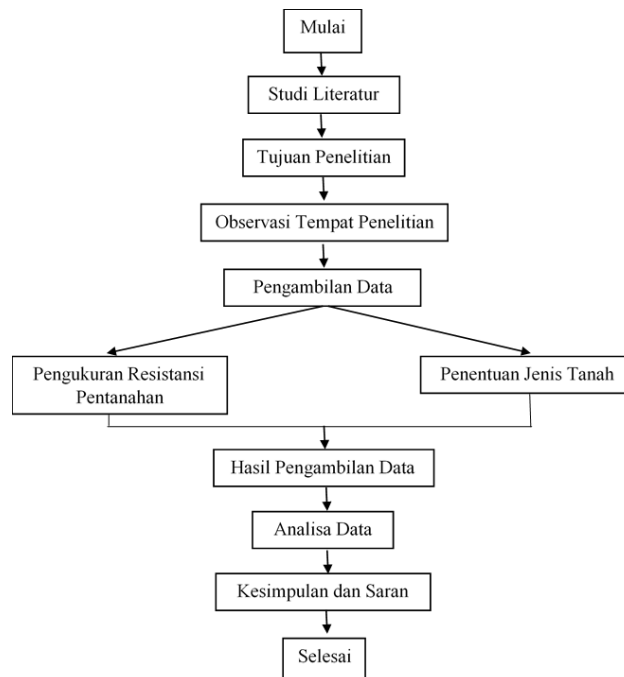
Sesuai dengan Gambar 1 gedung A dan D Universitas Peradaban lokasinya hamper berdekatan dengan jarak kurang lebih 50 meter artinya lokasi penelitian memiliki jenis tanah yang sama yaitu tanah rawa. Pengambilan data tahanan pentanahan menggunakan *Earth Tester* melalui metode tiga titik seperti yang dijelaskan pada bagian metode pengumpulan data poin 3, agar data lebih akurat dalam proses menganalisis.



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian

### A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian sesuai gambar 2 menjelaskan rangkaian proses dari awal penelitian sampai akhir penelitian agar sesuai dengan tujuan akhir penelitian.

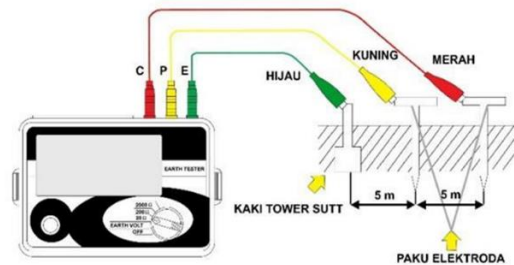


Gambar 2. Tahapan Penelitian

### B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilapangan dilakukan dengan observasi, pengukuran dua titik gedung, dokumentasi, antara lain :

1. Metode Studi Perpustakaan digunakan untuk mengumpulkan teori-teori yang digunakan sebagai referensi / buku acuan yang berkaitan dengan sistem pentanahan atau grounding.
2. Metode Observasi digunakan untuk mengetahui situasi dan kondisi dari letak pentanahan gedung A dan gedung D Universitas Peradaban [13].
3. Metode Pengukuran 3 titik pada gambar 3. digunakan untuk mendapatkan nilai dari pentanahan dari gedung A dan gedung D. Untuk titik utama di pasang dipentanahan gedung dengan kabel hijau, titik 1 di pasang di elektroda bantu dengan kabel kuning panjang 5 meter dan titik 2 dipasang pada elektroda bantu dengan kabel merah panjang 10 meter.



Gambar 3. Metode Pengukuran dengan Earth Tester [16]

4. Metode Dokumentasi diperlukan untuk mendapatkan gambar pada saat kegiatan pengukuran dan hasil dari nilai pentanahan.

### C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam proses pengambilan data hambatan pentanahan sesuai dengan tabel 1 berikut

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

NO	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1	Earth Tester	1	Unit
2	Elektroda Bantu	2	Unit
3	Kabel Pengukuran Hijau	10	Meter
4	Kabel Pengukuran Merah	20	Meter
5	Kabel Pengukuran Kuning	10	Meter
6	Obeng Plus dan Minus	1	Unit
7	Meteran	1	Unit
8	Tang Kombinasi	1	Unit
9	Tang Buaya	1	Unit
10	Perlengkapan Tulis	1	Unit

Prosedur dalam melakukan pengukuran pentanahan, adalah sebagai berikut [15]:

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pengukuran resistansi pentanahan.
2. Mengatur jarak antara terminal grounding pada panel dengan elektroda bantu, jarak yang digunakan berkisar 5-10 meter.
3. Memeriksa kondisi kabel grounding BC yang akan diukur. Bersihkan terlebih dahulu permukaan kabel menggunakan lap bersih / kertas amplas, supaya jepitan kabel probe bisa menyentuh langsung bagian permukaan tembaga agar mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada alat ukur.
4. Menanam elektroda bantu 1 dan 2 ke tanah pada kedalaman sekitar 30 cm lalu elektroda dihubungkan dengan alat ukur menggunakan kabel yang sudah ditentukan.
5. Melakukan pengukuran tahanan pentanahan dengan menekan tombol On.
6. Menekan tombol MEASURE akan membuat instrumen secara otomatis memeriksa potensi tanah, memeriksa tahanan tanah pembantu, dan mengukur tahanan tanah. Pengukuran akan selesai dalam waktu sekitar 8 detik, dan tampilan instrumen akan menyala dan menunjukkan nilai yang diukur.

7. Mencatat nilai tahanan yang muncul pada layar Earth Tester Meter. Kemudian menekan tombol OFF pada alat ukur .
  8. Jika pengukuran telah selesai dan data yang dibutuhkan telah didapatkan maka alat dan bahan pengukuran disimpan kembali.
- Setelah dilakukan pengukuran, data disusun kemudian data di analisa dengan menggunakan rumus 1 dibawah [11], [17].

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( In \frac{4L}{\alpha} - 1 \right) \quad (1)$$

Keterangan: Tahanan Pentanahan Batang Tunggal (Ohm,  $R$ ), Tahanan Jenis Tanah (Ohm-Meter,  $\rho$ ), Panjang Elektroda (Meter,  $L$ ), dan Diameter Elektroda (Meter,  $\alpha$ ).

Berdasarkan persamaan rumus (1) diatas, nilai dari sebuah tahanan pentanahan berpengaruh terhadap sebuah tahanan jenis tanah ( $\rho$ ). Dimana setiap wilayah memiliki tahanan jenis tanah yang berbeda-beda. Menurut PUIL tahun 2011 bahwa tahanan jenis tanah dapat dikelompokkan menjadi beberapa sesuai dengan tabel 2 berikut [11], [18]:

Tabel 2. Nilai Tahanan Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm-Meter)
1	Tanah Rawa	10-30
2	Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil Basah	500
5	Pasir/Kerikil Kering	1000
6	Tanah Berbatu	3000

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Universitas Peradaban lembaga pendidikan yang memiliki gedung A dan gedung D dengan konsumsi listrik yang besar. Observasi yang dari tempat pentanahan (grounding) gedung A dan gedung D dipasang disamping gedung sesuai gambar 4. Pengukuran ini dilakukan secara langsung di gedung A dan gedung D kampus Universitas Peradaban.



Gambar 4. Observasi Pengambilan Data *Grounding*

Dengan pengukuran titik pengukuran grounding panel gedung (kabel BC) dan dengan bantuan dua elektroda bantu dengan jarak masing-masing 5 meter. Berikut ini hasil pengukuran nilai tahanan grounding gedung A dan D Universitas Peradaban pada gambar 5 dan tabel 3.



Gambar 5 Pengukuran: Gedung A (kiri) dan Gedung D (kanan)

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Grounding Gedung A dan D

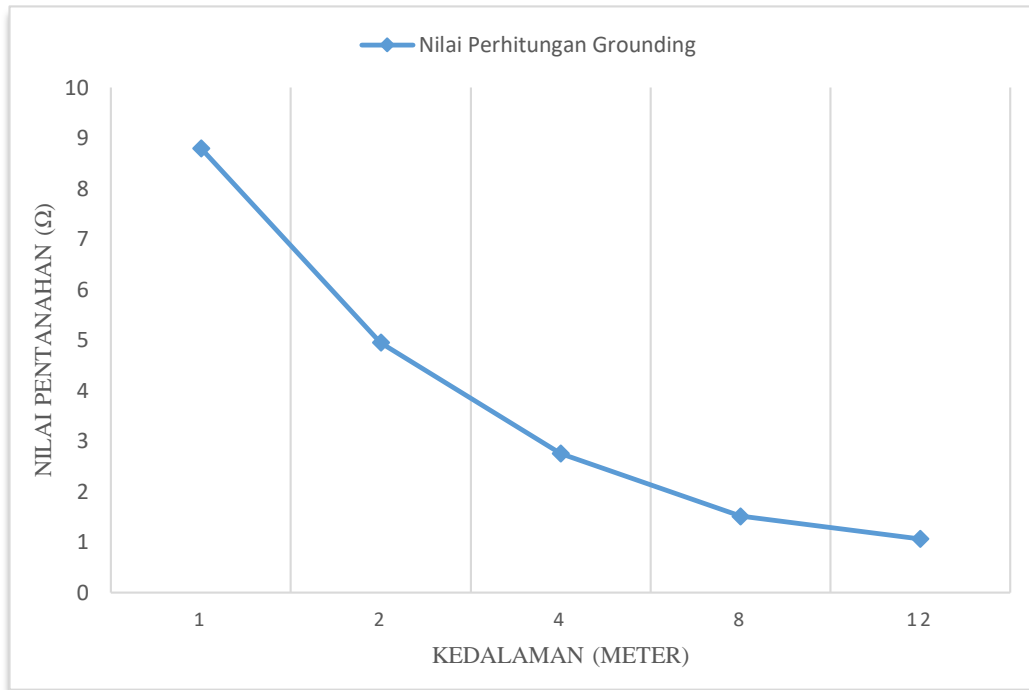
No	Percobaan	Nilai Tahanan (Ohm)	
		Gedung A	Gedung D
1	1	0.45	0.88
2	2	0.5	0.85
3	3	0.54	0.80
4	4	0.56	0.80
5	5	0.52	0.76
6	6	0.47	0.75
7	7	0.55	0.7
8	8	0.53	0.86
9	9	0.56	0.80
10	10	0.5	0.84
Rata- rata		0.518	0.804

Tabel 3 menunjukkan nilai tahanan grounding di gedung A dan gedung D yang mempunyai nilai rata-rata pada masing – masing gedung yaitu 0.518  $\Omega$  dan 0.804  $\Omega$ . Nilai resistansi tahanan gedung sudah memenuhi persyaratan PUIL 2011 yaitu nilai instalasi listrik < 5  $\Omega$  atau (  $R \leq 1$  ) [11]. Akan tetapi pada hasil pengukuran antara gedung A dan D terdapat selisih hasil yaitu 0.286  $\Omega$ . Dimana pada saat pengukuran digedung D kontur tanah yang berbatu kecil. Hal ini yang menyebabkan nilai hasil pengukuran tahanan grounding di gedung D memiliki perbedaan dengan gedung A. Untuk lebih mengetahui hasil nilai tahanan pentanahan, dilakukan analisis perhitungan dengan rumus persamaan (1) , dengan jenis tanah rawa dan diameter 5/8 inci atau 0,0158 meter.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tahanan

No	Kedalaman ( L ) (Meter)	Nilai R ( $\Omega$ )
1	1	8.80
2	2	4.95
3	4	2.75
4	8	1.51
5	12	0.93

Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus persamaan (1), dimana untuk jenis nilai tahanan tanah rawa 10 ( $\Omega$ -m) dan diamater (a)=5/8 inci atau 0,0158 meter. Dari hasil perhitungan yang memenuhi syarat dari sebuah PUIL 2011 yaitu di kedalaman 2 meter dengan nilai 4.95  $\Omega$ . Sedangkan untuk sistem kelistrikan jaringan elektronik ( $R \leq 1\Omega$ ) yaitu di kedalaman 12 meter dengan nilai perhitungan 0.93  $\Omega$ .



Gambar 4. Grafik Nilai Perhitungan Grounding

Gambar 4. diatas menunjukkan apabila semakin pendek elektroda yang ditanamkan maka nilai tahanan akan semakin besar sedangkan semakin dalam sebuah elektroda yang ditanamkan maka akan semakin kecil nilai tahanannya. Selain itu hal ini dipengaruhi oleh beberapa variabel diantaranya jenis tahanan tanah dan diameter elektroda.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas menunjukkan bahwa gedung A dan gedung D Universitas Peradaban dari hasil pengukuran nilai tahanan sudah layak, sesuai dengan PUIL 2011  $\leq 5 \Omega$ . Dimana nilai rata-rata pengukuran tahanan gedung A yaitu  $0.518 \Omega$ , sedangkan untuk gedung D yaitu  $0.804 \Omega$ . Kemudian untuk mendapatkan nilai tahanan yang sesuai persyaratan PUIL  $\leq 5 \Omega$  didapat nilai pengukuran kedalaman 2 meter yaitu  $4.95 \Omega$  dan untuk memenuhi syarat sistem pentanahan jaringan elektronika  $R \leq 1$  yaitu di kedalaman 12 meter dengan nilai pengukuran tahanan yaitu  $0.93 \Omega$ .

#### REFERENCES

- [1] A. E. Sodilemana, Nasrulloh, and R. N. Prasetyono, "Analisis Pembebanan dan Ketidakseimbangan Beban pada Penentuan Susut Umur Transformator Distribusi," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [2] S. Anwar, "Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Pada Instalasi Listrik Berbasis Earth Leagage Circuit Breaker (ELCB)," *AL ULUM J. SAINS DAN Teknol.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.31602/ajst.v6i2.5230.
- [3] K. rudi A. Setyawan, I. G. N. Janardana, and N. P. S. Utama, "Analisis Sistem Pembumian untuk Mengamankan Instalasi Listrik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana Jimbaran Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 2, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i02.p05.
- [4] M. Verta Asi, S. Bonar, and Purwoharjono, "Analisis Sistem Pembumian Netral Generator Pada Pembangkit Mahasiswawa Program Studi Tekni Elektr Fakultas Teknik UNTAN Pontianak Dosen Program Studi Tekni Elektr Fakultas Teknik UNTAN Pontianak Abstrak," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [5] A. F. Alwini and S. Abdul, "Analisis Sistem Pentanahan Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sidrap Sulawesi Selatan," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 121–134, 2019.
- [6] H. Kurniawan and L. W. Johar, "Studi Pentanahan Kaki Menara Transmisi 500Kv Sumatera Turun Peranap New Aurduri," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 1, no. 2, p. 45, 2018, doi: 10.33087/jepca.v1i2.10.
- [7] 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, 2020, doi: 10.22373/crc.v4i2.7067.
- [8] M. Mungkin, H. Satria, Z. Bahri, and A. Ridwan, "Testing the Reliability of the Current Transformer System in Tackling the Illegal Use of Electrical Energy," *J. Ecotipe (Electronic, Control. Telecommun. Information, Power Eng.*, vol. 7, no. 2, 2020, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v7i2.1891.

- [9] Riyanto, "Analisis Perancangan Sistem Pentanahan Grid Secara Optimal Pada Sistem Tenaga Listrik," *J. Tek. ....*, vol. 10, no. 01, 2021.
- [10] A. Santoso, A. Herawati, and Y. S. Handayani, "Analisis Sistem Pentanahan Instalasi Listrik Gedung Lembaga Pemasarakatan Kelas Ila Bengkulu," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. ELEKTRO DAN Komput.*, vol. 10, no. 2, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i2.15320.
- [11] Panitia Teknis Instalasi dan Keandalan Ketenagalistrikan, *Standar Nasional Indonesia PUIL 2011*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI), 2011.
- [12] I. G. Kumara and R. N. Prasetyono, "Analisis Kelayakan Nilai Tahanan Pentanahan Jaringan Distribusi di PT . PLN ( PERSERO ) ULP Bumiayu," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, pp. 16–21, 2021.
- [13] T. Ta'ali, A. B. Pulungan, H. Hambali, and S. Shalvadila, "Analisis Sistem Grounding di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang," *J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 7, no. 2, pp. 320–327, 2021.
- [14] P. A. Harahap, "Analisa Perbandingan Sistem Pentanahan ( Grounding ) Pada Power House dan Gedung Perkantoran ( Studi Kasus PLTA SEI WAMPU I )," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. Fak. sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://journal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1664>.
- [15] A. Budiman, "Analisa Perbandingan Tahanan Pembumian Peralatan Elektroda Pasak pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, p. 152, 2017, doi: 10.25077/jnte.v6n3.454.2017.
- [16] J. Jamaaluddin and S. Sumarno, "Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.375.
- [17] A. Candra and S. Nurmutia, *Teknik Tenaga Listrik*, no. 1. 2020.
- [18] B. P. Wahyono, "Analisa Pengaruh Jarak dan Kedalaman terhadap Nilai Tahanan," *Pros. SNST ke-4*, pp. 28–32, 2013.