

**PENGARUH KELEMBABAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
RESISTANSI TANAH PADA TANAH LIAT DI LAPANGAN SEPAK  
BOLA SMA NEGERI 1 PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**ASTRI WINANDA**

**03041381823068**

**TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KELEMBABAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
RESISTANSI TANAH PADA TANAH LIAT DI LAPANGAN SEPAK  
BOLA SMA NEGERI 1 PALEMBANG**



## SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :  
ASTRI WINANDA  
03041381823068**

**Palembang, 02 September 2022**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

  
**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 197108141999031005**



**Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 197110012006041001**

**LEMBAR PERNYATAAN DOSEN**

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupisebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)



Tanda Tangan : \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng,

Ph.D.Tanggal : 02 / September /2022

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Astri Winanda  
NIM : 03041381823068  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH KELEMBABAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
RESISTANSI TANAH PADA TANAH LIAT DI LAPANGAN SEPAK BOLA  
SMA NEGERI 1 PALEMBANG**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal : 02 September 2022

Yang menyatakan,



Astri Winanda

NIM. 03041381823068

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Astri Winanda  
NIM : 03041381823068  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

*Software iThenticate/Turnitin : 11 %*

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Pengaruh Kelembaban dan Temperatur Terhadap Resistansi Tanah Pada Tanah Liat di Lapangan Sepak Bola SMA Negeri 1 Palembang” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 02 September 2022



Astri Winanda

NIM. 03041381823068

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberi saya kekuatan dan keikhlasan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan karunia-Nya lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Kelembaban dan Temperatur Terhadap Resistansi Tanah pada Tanah Liat di Lapangan Sepak Bola SMA Negeri 1 Palembang”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, ayah Sugeng Purwawidada, S.H. dan ibu Aisah, S.Ag. serta saudari dan saudara penulis Silvia Dwi Agustina dan Panji Prasetya Negara. Beserta keluarga yang senantiasa mendoakan akan kelancaran dalam menulis tugas akhir ini.
2. Bapak Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing penulis dalam melakukan penyusunan tugas akhir, yang telah dan selalu membantu, membimbing serta memberikan nasehat, motivasi, arahan dan bantuan kepada penulis dari awal hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberi arahan kepada penulis selama di perkuliahan.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Mayang Agustini selaku sahabat saya yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. *Always Happy Girls* (Mayang Agustini, Siti Sarah Srianindi, S.T., Salsabila Dwi Rajayu, S.T., Nazzilni Mardhiyati, Farah Faradhilah, S.T., dan Rini Oktarina, S.T.), Deni Pranoki, Otika Radina, dan Sendy Fajrianto yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta mendorong dan membantu penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu.
8. Sahabat-sahabat seperbimbingan (Putri Aprilia, Tino Setiawan, Fernando Bastanta, Rachmat Satria, M. Aldi) yang telah memberikan semangat dan banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keluarga besar *Electrafor Kavaleri* dan Himpunan Mahasiswa Elektro.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.
11. *Last but not least, I wanna thank me. for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan kepada pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun bagi skripsi ini.

Palembang, Juli 2022



Penulis

**ABSTRAK****PENGARUH KELEMBABAN DAN TEMPERATUR TERHADAP  
RESISTANSI TANAH PADA TANAH LIAT DI LAPANGAN SEPAK BOLA  
SMA NEGERI 1 PALEMBANG****(Astri Winanda, 03041381823068, 57 halaman)**

---

Sistem instalasi proteksi petir dibagi menjadi dua yaitu instalasi proteksi petir dan tahanan pentanahan. Tanah merupakan wadah distribusi arus petir dalam sistem proteksi, dimana tanah memiliki potensial bernilai nol. Apabila terdapat gangguan dikarenakan arus lebih, maka sistem pentanahan dapat dengan cepat mengirimkan arus gangguan ke tanah. Kualitas dari sistem pentanahan tergantung pada resistansi sistem pentanahan tersebut. Syarat sistem pentanahan yang baik menurut persyaratan listrik (PUIL 2000) yaitu memiliki nilai tahanan  $\leq 5 \Omega$ . Metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode tiga titik dengan mengukur resistansi tanah berdasarkan pengaruh kelembaban dan temperatur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh kelembaban terhadap resistansi tanah yaitu berbanding terbalik, dimana semakin meningkat nilai kelembaban pada tanah maka nilai resistansi akan menurun dengan nilai resistansi tertinggi  $75 \Omega$  dan nilai resistansi terendah  $48 \Omega$ . Dan pengaruh temperatur terhadap resistansi tanah yaitu berbanding lurus, dimana setiap temperatur pada tanah menurun maka nilai resistansi tanah akan mengalami penurunan pula dengan nilai resistansi tertinggi  $54 \Omega$  dan nilai resistansi terendah  $16 \Omega$ .

**Kata Kunci** – Sistem Pentanahan; Pengaruh Kelembaban Tanah; Pengaruh Temperatur Tanah.



**ABSTRACT****THE EFFECT OF HUMIDITY AND TEMPERATURE ON SOIL RESISTANCE  
IN CLAY IN FOOTBALL FIELD SMA NEGERI 1 PALEMBANG****(Astri Winanda, 03041381823068, 57 pages)**

---

*Lightning protection installation system is divided into two, namely lightning protection installation and grounding resistance. The ground is a lightning current distribution container in the protection system, where the ground has a zero potential. If there is a fault due to overcurrent, the grounding system can quickly send fault current to ground. The quality of the grounding system depends on the resistance of the grounding system. The requirement for a good grounding system according to electrical requirements (PUIL 2000) is to have a resistance value of  $5\Omega$ . The method used in this study is a three-point method by measuring soil resistance based on the influence of humidity and temperature. The results of this study indicate that the effect of moisture on soil resistance is inversely proportional, where the higher the value of moisture in the soil, the resistance value will decrease with the highest resistance value of  $75\Omega$  and the lowest resistance value of  $48\Omega$ . And the effect of temperature on soil resistance is directly proportional, where every temperature in the soil decreases, the soil resistance value will also decrease with the highest resistance value of  $54\Omega$  and the lowest resistance value of  $16\Omega$ .*

**Keywords** – *Grounding System; Effect of Soil Moisture; Effect of Soil Temperature.*

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN DOSEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sistem Pentanahan .....	5
2.2 Tujuan Sistem Pentanahan .....	6
2.3 Syarat-syarat Sistem Pentanahan yang Efektif .....	6
2.4 Elektroda Sistem Pentanahan .....	7
2.4.1 Elektroda Batang ( <i>Rod</i> ).....	7
2.4.2 Elektroda Pita .....	8
2.4.3 Elektroda Pelat.....	9
2.5 Sifat Alamiah Tanah.....	10
2.6 Proses Pembentukan Tanah.....	11
2.7 Tahanan Jenis Tanah.....	11
2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah.....	13
2.8.1. Kelembaban Tanah.....	13
2.8.2. Temperatur Tanah.....	14
2.8.3. Kadar Garam Tanah .....	15
2.9 Proses Perhitungan Resistansi Tanah.....	16
2.10 Metode Pengukuran Tahanan Sistem Pentanahan .....	17
2.11 Penelitian yang Pernah Dilakukan .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>

3.1	Lokasi Penelitian .....	20
3.2	Waktu Penelitian.....	20
3.3	Objek Penelitian .....	20
3.4	Metode Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.4.1	Studi Literatur.....	21
3.4.2	Pengumpulan Alat dan Bahan.....	21
3.4.3	Perancangan Penelitian.....	21
3.4.4	Observasi dan Pengambilan Data.....	21
3.5	Peralatan dan Bahan.....	22
3.5.1	Digital Earth Tester .....	22
3.5.2	Soil Moisture Tester .....	22
3.5.3	Meteran.....	23
3.5.4	Peralatan Lain .....	23
3.6	Rangkaian Pengujian .....	23
3.6.1	Rangkaian Pengujian Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Kelembaban .....	23
3.6.2	Rangkaian Pengujian Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Temperatur .....	25
3.7	<i>Flow Chart</i> Penelitian .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>20</b>
4.1	Pendahuluan .....	29
4.2	Data Hasil Pengukuran.....	29
4.3	Data Pengukuran Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Kelembaban dan Tempe ratur.....	29
4.3.1	Karakteristik Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Kelembaban.....	30
4.3.2	Karakteristik Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Temperatur.....	32
4.4	Perbandingan Tahanan Pentanahan dengan Penelitian Sebelumnya .....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>34</b>
5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elektroda Batang.....	7
Gambar 2.2 Elektroda Pita .....	8
Gambar 2.3 Elektroda Pelat.....	9
Gambar 2.4 Penampang Vertikal Horizon Tanah .....	11
Gambar 2.5 Pola Rambat Arus Listrik di Tanah.....	16
Gambar 2.6 Rangkaian Pengukuran Metode Tiga Titik .....	17
Gambar 3.1 <i>Digital Earth Tester</i> .....	19
Gambar 3.2 <i>Soil Moisture Tester</i> .....	19
Gambar 3.3 Meteran .....	19
Gambar 3.4 Rangkaian Pengujian Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Kelembaban	24
Gambar 3.5 Rangkaian Pengujian Resistansi Tanah Terhadap Pengaruh Temperatur...	25
Gambar 3.6 <i>Digital Earth Tester</i> .....	27
Gambar 4.1 Grafik Kurva Pengaruh Kelembaban Terhadap Resistansi Tanah .....	31
Gambar 4.2 Grafik Kurva Pengaruh Temperatur Terhadap Resistansi Tanah .....	33
Gambar 4.3 Grafik Kurva Penelitian Sebelumnya Pengaruh Kelembaban Terhadap Resistansi Tanah.....	34
Gambar 4.4 Grafik Kurva Penelitian Sebelumnya Pengaruh Temperatur Terhadap Resistansi Tanah.....	34

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Tahanan Spesifik Tanah Berdasarkan Jenis Tanah.....	12
Tabel 2.2 Pengaruh Kelembapan Terhadap Tahanan Jenis Tanah.....	14
Tabel 2.3 Efek Temperatur Terhadap Tahanan Jenis Tanah.....	15
Tabel 2.4 <i>Resume</i> Penelitian yang Pernah Dilakukan Sebelumnya .....	19
Tabel 4.1 Data Pengukuran Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembaban .....	19
Tabel 4.2 Data Pengukuran Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Temperatur.....	19

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Petir merupakan peristiwa alam yaitu gelombang elektromagnetik dengan arus dan tegangan yang sangat tinggi, mulai dari pengionan sampai lonjakan muatan dari awan menuju tanah dan dari tanah menuju awan. Petir memiliki sifat melepaskan muatan listrik dari awan ke benda yang sangat dekat dari awan, maka objek yang tinggi kemungkinan besar akan tersambar petir [1], maka petir yang menyambar sistem proteksi membuat tanah menjadi menghantarkan listrik. Oleh sebab itu, sistem instalasi proteksi petir harus mempunyai taraf aman yang tinggi untuk menghindari terjadinya kerusakan pada struktur dan perangkat yang dilindungi terhadap sambaran petir.

Sistem instalasi proteksi petir dibagi menjadi dua yaitu instalasi proteksi petir dan tahanan pentanahan. Tanah merupakan wadah distribusi arus petir dalam sistem proteksi, dimana tanah memiliki potensial bernilai nol. Apabila terdapat gangguan dikarenakan arus lebih, maka sistem pentanahan dapat dengan cepat mengirimkan arus gangguan ke tanah [2].

Sistem pentanahan yang memiliki mutu tergantung pada tahanan dari tanah tersebut. Semakin kecil tahanan pentanahan maka akan semakin baik sistem pentanahan untuk mengirimkan arus yang dimana penyebabnya adalah gangguan atau petir. Terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan agar nilai sistem pentanahan turun. Nilai tahanan pada sistem pentanahan dipengaruhi oleh

berbagai faktor antara lain tahanan jenis tanah, kadar air, atau kelembaban yang ada di dalam tanah dan juga temperatur [3].

Semakin besar nilai kelembaban tanah maka akan semakin kecil nilai tahanan pentanahan. Semakin tinggi kelembaban udara pada tanah maka konsentrasi udara akan semakin tinggi sehingga dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan tersebut [4]. Oleh karena itu, pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan analisa resistansi tanah berdasarkan pengaruh kelembaban dan temperatur pada objek tanah jenis tanah liat dengan mengukur besarnya tahanan tanah berdasarkan peningkatan kelembaban tanah dan penurunan temperatur tanah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Syarat sistem pentanahan yang baik menurut persyaratan listrik (PUIL 2000) yaitu memiliki nilai tahanan  $\leq 5 \Omega$  [8]. Namun, untuk daerah-daerah yang sangat sulit memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah, maka diperlukan sistem *bounding* dengan biaya yang efektif.

Penurunan nilai tahanan pentanahan dapat dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan yaitu kelembaban tanah, temperatur tanah, sifat geologi tanah, dan lain sebagainya. Dari faktor-faktor tersebut, kelembaban tanah merupakan hal yang dominan, agar nilai pentanahan rendah dan stabil maka tanah harus dalam keadaan lembab.

Saat ini, di lingkungan SMA Negeri 1 Palembang belum dilakukan pengukuran nilai tahanan pentanahan untuk melihat bagaimana nilai resistansi tanah akibat pengaruh dari kelembaban dan temperatur, oleh karena itu akan dilakukan pengukuran nilai tahanan pentanahan terhadap pengaruh dari kelembaban dan temperatur.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berikut adalah tujuan dari penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Mengukur besar resistansi tanah pada tanah liat di lapangan sepak bola SMA Negeri 1 Palembang.
2. Mengamati pengaruh kelembaban dan temperatur pada tanah jika kelembaban dan temperatur mengalami perubahan dari keadaan normal.
3. Mengetahui nilai terbesar dan terkecil resistansi tanah pada tanah liat di lapangan sepak bola SMA Negeri 1 Palembang.

### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dari penelitian ini, adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada tanah berjenis tanah liat yang berada di lapangan sepak bola SMA Negeri 1 Palembang.
2. Penelitian ini menganalisis pengaruh kelembaban dan temperatur terhadap resistansi tanah pada tanah liat.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Urutan penulisan pada tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II berisi teori pendukung dan referensi materi tugas akhir yang diambil dari beberapa penelitian ilmiah dan buku yang digunakan dalam menyusun laporan ini.



**BAB III METODE PENELITIAN**

Bab III berisi waktu dan tempat penelitian, metode penelitian, dan pengamatan serta pengambilan data dan pengerjaan tugas akhir.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab IV berisi hasil penelitian dan pembahasan dari tugas akhir ini.

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

Bab V berisi kesimpulan yang sesuai dengan data hasil dan pembahasan tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Ugahari and I. Garniwa, “Metode Collection Volume Studi Kasus Gedung Fakultas Teknik,” *Depok Univ. Indones.*, pp. 1–7.
- [2] Suganda. Abraham, “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.
- [3] P. Latif, “Pengaruh kelembaban terhadap resistansi sistem pentanahan,” pp. 331–360
- [4] R. Abdul, “Tujuan utama sistem pentanahan karakteristik sistem pentanahan yang efektif isu pentanahan dan kelangsungan listrik sifat geologi tanah komposisi zat – zat kimia dalam tanah jenis elektroda pentanahan.”
- [5] Rhamdani. Deni, “Analisa Resistansi Tanah Berdasarkan pengaruh kelembaban, temperatur dan kadar garam,” Universitas Indonesia, 2008.
- [6] L. Pasaribu, “Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur, dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pentanahan Tanah ,” Universitas Indonesia, 2011.
- [7] P. Sumardjati, *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*, vol. 53, no. 9. 2008.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. Puil, pp. 1–133, 2000.
- [9] I, *Ieee Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.*, vol. 1991. 1974.
- [10] J. K. Choi, Y. H. Ahn, H. Y. Ryu, G. J. Jung, B. S. Han, and K. C. Kim, “A new method of grounding performance evaluation of multigrounded power systems by ground current measurement,” *2004 Int. Conf. Power Syst. Technol. POWERCON 2004*, vol. 2, no. December 2004, pp. 1144–1146, 2004, doi: 10.1109/icpst.2004.1460173.
- [11] E. AGUS IRIANTO, “Rancang Bangun Resistivity Meter Digital Denganmetode Four Point Probe Untuk Menentukan hambatan Jenis Tanah,” *Inov. Fis. Indones.*, vol. 3, no. 02, pp. 96–99, 2014.

- [12] D. Setiawan and A. Syakur, "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.
- [13] Elizabeth Sulzman, *Introduction to Soils*, New Jersey : Prentice Hall, 2002.
- [14] Henry D Foth, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1988.
- [15] Adib, Chumaidy. "Analisis Penentuan Luas Minimum Elektroda Jaring Pada Pembumian Gardu Sebagai Fungsi dari Tahanan Jenis Tanah dan Besar Arus Gangguan. 2000.
- [16] Janardana. IGN, "PERBEDAAN PENAMBAHAN GARAM DENGAN PENAMBAHAN BENTONIT TERHADAP NILAI TAHANAN PENTANAHAN PADA SISTEM PENTANAHAN ." *Teknologi Elektro.*, vol. 4, no. 1, Januari-Juni 2005.
- [17] H. Prastiwi, K. Unand, and L. Manis, "Pengaruh penambahan tembaga (cu) terhadap sifat listrik polianilin ( PANi )," vol. 5, no. 1, pp. 31–37, 2013.
- [18] Kim H. Tan, *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1991.
- [19] P. Yudatama Tasa, "Elektroda Batang Berbahan Baja Galvanis yang Dibungkus dengan Arang," Universitas Sriwijaya, 2020.