

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN ZAT ADITIF GIPSUM DAN ARANG  
TEMPURUNG KELAPA DALAM MEREDUKSI  
RESISTANSI PENTANAHAN**



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

**Oleh :**  
**MUHAMMAD RICKY PRATAMA**  
**03041181924012**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
TAHUN 2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGGUNAAN ZAT ADITIF GIPSUM DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DALAM MEREDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN



Skripsi

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

Oleh :

**MUHAMMAD RICKY PRATAMA**

03041181924012

Indralaya, 20 September 2023  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama



Mengetahui,  
Kaprodi Jurusan Teknik Elektro

M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D IPU.  
NIP : 197108141999031005

M. Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197110012006041001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ricky Pratama

NIM : 03041181924012

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Presentase plagiarism (*Turnitin*) : 0 %

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul "Penggunaan Zat Aditif Gypsum dan Arang Tempurung Kelapa Dalam Mereduksi Resistansi Pentanahan" ialah karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari terdapat hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain pada karya ilmiah ini, saya bersedia bertanggungjawab serta menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan benar dan tanpa adanya paksaan

Indralaya, 14 September 2023

Yang menyatakan,




Muhammad Ricky Pratama

NIM. 03041181924012

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan

:  \_\_\_\_\_

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

Tanggal

: 18 / November / 2023

## KATA PENGANTAR

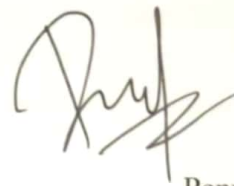
Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan Zat Aditif Gypsum dan Arang Tempurung Kelapa Dalam Mereduksi Resistansi Pentanahan“. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua : Ayah Usman Yusuf dan Ibu Dahnisa Yang selalu memberikan Do'a dan dukungan selama menempuh perkuliahan di Universitas Sriwijaya
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D., yang selalu memberikan arahan , nasihat dan bantuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU yang telah membantu dalam perizinan pengambilan data.
4. Dosen Pembimbing Akademik, Ibu Caroline S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis sehingga mampu menempuh pendidikan di teknik elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Eng Suci Dwijayanti S.T., M.S. , Selaku Sekretaris jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
6. Segenap Dosen Teknik Elektro dan staff yang memberikan ilmu , arahan dan bantuan selama perkuliahan.
7. Teman Teman Seperbimbingan yaitu Faras , Iskandar , Meydinda , Balqis. Yang telah memberikan bantuan selama penulisan skripsi.
8. Teman-teman dari September Mencari Loker (Adji , Adam , Dani , Fadil , Fanhar Juan , Rian , Uyun , Sandy , Vidi dan Zainal) dan seluruh rekan-rekan Teknik Elektro 2019.

9. Dan juga penulis tidak lupa berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berhasil menempuh perkuliahan sampai sekarang “Vivere Militare est” “Hidup Berarti Perjuangan”.

Didalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis sangat terbuka akan kritik dan saran agar dapat menjadi *feedback* untuk penulis di masa yang akan datang.

Palembang, 19 September 2023



Penulis

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Ricky Pratama

NIM : 03041181924012

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul, "Penggunaan Zat Aditif Gypsum dan Arang Tempurung Kelapa Dalam Mereduksi Resistansi Pentanahan" beserta perangkat yang ada.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Palembang

Pada Tanggal : 14 September 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Ricky Pratama  
NIM. 03041181924012

## ABSTRAK

**PENGGUNAAN ZAT ADITIF GIPSUM DAN ARANG TEMPURUNG  
KELAPA DALAM MEREDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN  
(Muhammad Ricky Pratama , 03041181924012 , 71 Halaman)**

---

Sistem pentanahan merupakan salah satu sistem yang melindungi manusia maupun peralatan listrik dengan cara mengalirkan arus berlebih ke tanah , oleh karena itu kualitas sistem pentanahan bergantung pada resistansi tanah. Pada penelitian ini melakukan upaya mereduksi resistansi tanah dengan menggunakan zat aditif yaitu berupa gipsum dan arang tempurung kelapa , dengan menggunakan metode 3 titik. Pada penelitian ini didapatkan nilai kelembapan yang berbanding terbalik dengan nilai resistansi tanah. Dengan melakukan pencampuran zat aditif didapatkan nilai resistansi yang rendah dibandingkan dengan tanpa pencampuran , pencampuran menurunkan resistansi sampai 59,8% pada elektroda 4 , 50,2% pada elektroda 5 , 60,6% pada elektroda 6 sehingga pencampuran dinilai efektif dalam menurunkan resistansi dan juga mempertahankannya.

*Kata Kunci – Resistansi tanah ; Kelembapan Tanah ; Zat Aditif ; Gipsum ; Arang tempurung kelapa.*



## **ABSTRACT**

### **THE USE OF GYPSUM AND COCONUT SHELL CHARCOAL ADDITIVES IN REDUCING GROUNDING RESISTANCE**

**(Muhammad Ricky Pratama , 03041181924012 , 71 Page)**

---

*The grounding system is one of the systems that protects humans and electrical equipment by conducting excess current to the ground, therefore the quality of the grounding system depends on the resistance of the soil. In this study, efforts were made to reduce soil resistance by using additives in the form of gypsum and coconut shell charcoal, using the 3-point method. In this research, the moisture value is inversely proportional to the resistance value. By mixing the additives, the resistance value is obtained lower than without mixing, mixing lowers the resistance to 59.8% at electrode 4, 50.8% at electrode 5, 30,4% at electrode 6 so that mixing is considered effective in reducing resistance and also maintaining it.*

**Keywords** - *Soil resistance; Soil moisture; Additives; Gypsum; Coconut shell charcoal.*

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH .....	3
1.3    TUJUAN PENELITIAN .....	3
1.4    RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	4
1.5    BATASAN MASALAH .....	4
1.6    HIPOTESIS .....	4
1.7    SISTEMATIKA PENULISAN .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1    Sistem Pentanahan.....	6
2.2    Metode Pengukuran Sistem Pentanahan .....	7
2.3    Elektroda Pentanahan .....	8
2.3.1    Elektroda Batang.....	8
2.3.2    Elektroda Pita .....	9
2.3.3    Elektroda Plat .....	10
2.4    Jenis bahan dan ukuran elektroda.....	10
2.5    Tahanan Pentanahan .....	11
2.6    Hal yang mempengaruhi Tahanan Tanah.....	12
2.7    Tanah .....	13

2.8	Pengaruh Kelembapan Pada Nilai Tahanan Tanah .....	14
2.9	Gypsum .....	14
2.10	Arang .....	16
2.11	Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Pendahuluan .....	19
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.3	Alat dan Bahan penelitian .....	20
3.3.1	Elektroda Batang.....	20
3.3.2	Bor Biopori .....	21
3.3.3	Soil Moisture Tester.....	21
3.3.4	<i>Earth Tester</i> .....	22
3.3.5	Meteran .....	23
3.3.6	Timbangan.....	23
3.4	Metode Pelaksanaan Penelitian .....	24
3.4.1	Studi Literatur .....	24
3.4.2	Pengumpulan Alat dan Bahan .....	24
3.4.3	Perancangan Penelitian .....	24
3.4.4	Pembuatan Lubang Pada Tanah .....	25
3.4.5	Waktu Pengambilan Data.....	25
3.4.6	Penanaman Elektroda Dengan dan Tanpa Zat Aditif.....	26
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....		28
4.1.	Pendahuluan .....	28
4.2.	Pengambilan Data Resistansi .....	28
4.3.	Data Hasil Pengukuran Resistansi Dan Kelembapan Pagi Hari.....	28
4.4.	Data Hasil Pengukuran Sore Hari.....	32
4.5.	Perubahan nilai resistansi .....	36
4.5.1.	Persentase penurunan nilai resistansi pagi hari .....	37
4.5.2.	Persentase penurunan nilai resistansi sore hari .....	40
BAB V Kesimpulan Dan Saran .....		42
5.1.	Kesimpulan.....	42
5.2.	Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN .....	46

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 METODE TIGA TITIK. ....	7
GAMBAR 2.2 ELEKTRODA BATANG .....	9
GAMBAR 2.3 ELEKTRODA PITA . ....	9
GAMBAR 2.4 ELEKTRODA PLAT . ....	10
GAMBAR 2.5 SERBUK GIPSUM. ....	15
GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN. ....	19
GAMBAR 3.2 ELEKTRODA BESI DILAPISI TEMBAGA. ....	20
GAMBAR 3. 3 BOR BIOPORI.....	21
GAMBAR 3.4 SOIL MOISTURE TESTER.....	22
GAMBAR 3.5 EARTH TESTER KYORITSU 4105A.....	22
GAMBAR 3.6 METERAN.....	23
GAMBAR 3.7 TIMBANGAN.....	23
GAMBAR 3.8 SKETSA PENTANAHAN. ....	25
Gambar 4.1 Grafik Resistansi Pagi hari.....	30
Gambar 4.2 Grafik Kelembapan tanah Pagi hari .....	33
Gambar 4.3 Grafik Resistansi Sore hari.....	34
Gambar 4.4 Grafik Kelembapan tanah Sore hari .....	36
Gambar 4.5 Persentase perubahan nilai resistansi pada pagi hari.....	38
Gambar 4.6 Persentase perbandingan penurunan resistansi pagi hari .....	39
Gambar 4.7 Persentase perubahan nilai resistansi pada sore hari .....	39
Gambar 4.8 Persentase perbandingan penurunan resistansi sore hari.....	40

**DAFTAR TABEL**

TABEL 2.1 NILAI RATA-RATA DARI RESISTANSI PEMBUMIAN .	11
TABEL 2.2 NILAI TAHANAN JENIS TANAH.	13
TABEL 2.3 PENGARUH KELEMBAPAN PADA TAHANAN TANAH.	14
Tabel 3.1 Massa Jenis Zat Aditif.	26
Tabel 3.2 Komposisi Zat aditif.	27
TABEL 4. 1 DATA NILAI RESISTANSI PAGI HARI.	29
TABEL 4. 2 DATA KELEMBAPAN PAGI HARI.	31
TABEL 4. 3 DATA NILAI RESISTANSI SORE HARI.	32
TABEL 4. 4 DATA KELEMBAPAN SORE HARI.	34

**DAFTAR RUMUS**

Rumus 2.1 .....	9
Rumus 4.1 .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran Nilai Resistansi Pagi Sore .....	46
Lampiran 2 Data Pengukuran Kelembapan Pagi Sore .....	48
Lampiran 3 Perhitungan Massa Zat Aditif .....	50
Lampiran 4 Perhitungan Resistansi tanah .....	53



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Hampir setiap elemen kehidupan bergantung pada perangkat elektronik dan mikroprosesor karena kemajuan teknologi elektronik dan otomatisasi yang cepat. Meningkatnya penggunaan perangkat elektronik mengharuskan adanya sistem perlindungan yang dapat melindungi manusia dan teknologi. Salah satu sistem tersebut adalah sistem pentanahan, yang melepaskan kelebihan arus yang muncul dari gangguan sistem kelistrikan dan sambaran petir, yang bertindak sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah ketika perbedaan potensial muncul. Apabila nilai sistem pentanahan semakin rendah maka akan semakin baik dalam membuang arus berlebih ke tanah yang disebabkan oleh gangguan kelistrikan maupun saat terkena sambaran petir [1]. Berdasarkan fungsinya sistem *Grounding* dibedakan menjadi 2 bagian yaitu, pentanahan netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Pentanahan netral sistem tenaga memiliki tujuan untuk membatasi tegangan-tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu, sedangkan pentanahan peralatan mempunyai tujuan untuk mencegah terjadinya tegangan sentuhan yang berbahaya dan untuk memperoleh impedansi yang kecil atau rendah dari arus hubung singkat ke dalam tanah [2].

Berdasarkan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 semakin kecil resistansi tanah terhadap benda logam maka semakin baik. Syarat kelayakan grounding harus bisa mendapatkan nilai tahanan kurang dari 5 ohm ketika diukur dengan menggunakan *earth grounding tester* [3]. Kualitas komponen penyusun sistem pentanahan yaitu kedalaman elektroda, diameter elektroda, jenis resistansi tanah, dan jumlah batang elektroda, semuanya memengaruhi nilai resistansi pentanahan dalam keefektifan sistem pentanahan [4]. Selain itu ada juga pada faktor tanah dimana dipengaruhi oleh faktor jenis tanah, suhu, kelembapan, kondisi elektrolit tanah, dan temperatur [4].

Faktor kelembapan merupakan hal yang paling berpengaruh pada nilai resistansi pentanahan tanah karena untuk sistem pentanahan tanah harus lembab agar nilai resistansi menjadi kecil. Sehingga, perlu diterapkannya upaya untuk menurunkan nilai tahanan tanah. Salah satu cara yang bisa digunakan dalam memperkecil nilai resistansi pentanahan ialah dengan menambahkan zat aditif dalam sistem pentanahan[6]. Zat aditif tersebut bisa berupa arang, zeolit, bentonit, garam, gipsum dan sebagainya. Gipsum merupakan mineral dan terbanyak dalam batuan sedimen lunak bila murni, penggunaan gipsum tidak menimbulkan pencemaran udara dan tanah, selain itu gipsum memiliki harga yang murah, tahan api, tahan deteriorasi oleh faktor biologis dan tahan terhadap zat kimia [4][6]. Gipsum sebagai zat aditif dipergunakan untuk menyerap air sehingga dapat mempertahankan kelembapan tanah dan menurunkan resistansi tanah, gipsum mempunyai nilai kelarutan yang rendah sehingga tidak mudah hilang [7].

Selain gipsum arang juga telah banyak digunakan dalam upaya memperbaiki sistem penatanahan. Diketahui arang tempurung kelapa dapat memperkecil nilai resistansi pentanahan. Arang yang berasal dari tempurung kelapa mempunyai nilai resistivitas yang lebih rendah dari tanah serta mempunyai struktur pori yang lebih besar sehingga mampu menyerap air lebih banyak dan memiliki sifat konduktif [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut , penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai efektivitas penggunaan gipsum dalam menurunkan resistansi tanah dalam sistem pentanahan , dan melakukan perbandingan dengan arang tempurung kelapa dalam penurunan resistansi tanah untuk mengetahui apakah zat aditif gipsum dapat lebih baik dalam menurunkan resistansi tanah atau campuran antara gipsum dan arang tempurung kelapa. Selain mengukur nilai resistansi tanah penelitian ini juga mengukur nilai kelembapan pada tanah dikarenakan kelembapan tanah merupakan faktor yang mempengaruhi nilai resistansi tanah. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Digital Earth Tester* dan *Soil Moisture Tester* untuk mendapatkan nilai resistansi tanah dan nilai kelembapan tanah.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Sistem pentanahan merupakan perlindungan pada alat-alat listrik ketika terjadi suatu lonjakan arus atau tegangan lebih, oleh karena itu sistem pentanahan merupakan hal yang penting untuk melindungi peralatan listrik. Salah satu faktor sistem pentanahan dapat bekerja dengan baik adalah faktor kelembapan tanah, umumnya resistansi tanah pada daerah-daerah di Indonesia yang memiliki curah hujan rendah atau pada saat musim kemarau memiliki resistansi yang tinggi dikarenakan tekstur tanah yang kering sehingga membuat tahanan tanah menjadi lebih tinggi. Nilai tahanan tanah sangat bervariasi. Hal ini tergantung pada iklim, kandungan elektrolit dan jenis tanahnya oleh karena itu perlu adanya usaha dalam mereduksi nilai tahanan tanah dengan dilakukannya penambahan zat aditif. Dengan penambahan zat aditif diharapkan dapat menjadi sarana untuk menurunkan resistansi tanah tersebut. Pada penelitian ini gipsum dan arang tempurung kelapa akan digunakan sebagai media untuk mereduksi nilai tahanan tanah pada daerah yang memiliki curah hujan yang rendah. Karena gipsum dan arang tempurung kelapa memiliki kemampuan resapan air yang baik sehingga dinilai mampu mengatasi faktor kelembapan tanah tersebut dan dengan menggunakan elektroda batang sepanjang 1 m dengan diameter 1,5 cm (5/8 inci).

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan perbaikan nilai resistansi pentanahan dengan menambahkan zat aditif.
2. Melakukan analisa resistansi pentanahan dan mendapatkan komposisi campuran terbaik dalam menurunkan nilai resistansi tanah.

#### **1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN**

Penelitian dilakukan pada :

1. Melakukan pengukuran pentanahan dengan menggunakan metode 3 titik.
2. Objek dalam pengukuran menggunakan elektroda batang.
3. Menentukan lokasi penelitian untuk melakukan penelitian penurunan nilai resistansi pentanahan dengan penambahan zat aditif.

#### **1.5 BATASAN MASALAH**

Percobaan ini dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut :

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di tanah belakang lab Praktikum Mesin-Mesin Listrik (PMML) Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
2. Penelitian menggunakan bahan zat aditif berupa Gypsum dan Arang tempurung kelapa.
3. Penelitian dilakukan selama 26 hari dan pengambilan data dilakukan setiap hari.
4. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan nilai efektivitas penurunan nilai tahanan tanah.

#### **1.6 HIPOTESIS**

Penelitian ini dinilai dapat mengetahui perbedaan antara zat aditif gipsum, arang tempurung kelapa dan campuran dalam menurunkan resistansi pentanahan dengan melihat salah satu faktor utama yaitu kelembapan sehingga sistem pentanahan dapat memenuhi sesuai standar meskipun berada di tempat yang memiliki curah hujan rendah dan dengan melakukan pencampuran penurunan resistansi pentanahan dapat terjaga dikarenakan

adanya ion-ion terlarut dari gipsum yang dilepas secara terus menerus dikarenakan peran dari arang sebagai penahan air.

## **1.7 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematikan penulisan pada percobaan ini adalah :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan teori-teori yang digunakan dalam penelitian untuk mendukung penulisan tugas akhir.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai metode yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan percobaan , objek penelitian , dan waktu penelitian.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti berupa data hasil percobaan serta menganalisa data yang didapatkan sesuai dengan tujuan penelitian.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini membahas kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian , analisa percobaan dan saran untuk percobaan selanjutnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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 Tekhnologi*, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://journal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1664>.
- [2] Hutauruk T.S, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan*. 1991.
- [3] S. 0225 National Standardization Body (BSN), “General electrical installation requirements (PUIL) 2011, 8-21: Emergency (genset) generator installation,” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [4] R. Mubarok, R. N. Prasetyono, and Z. Alfarikhi, “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,” vol. 8275, pp. 100–107, 2022.
- [5] E. Yuniarti, “Gypsum Sebagai Soil Treatment dalam Mereduksi Tahanan Pentanahan di Ttanah Ladang,” *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, no. November, pp. 1–7, 2016.
- [6] P. A. Yuniarti, Erliza, Dedi Hermanto, “Penggunaan Gypsum dan Magnesium Sulfat Sebagai Upaya Menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan,” *J. Surya Energy*, vol. 2, no. 1, pp. 140–148, 2017.
- [7] U. Lampung, “Bentonit Dan Gypsum Terhadap Nilai Tahanan,” 2018.
- [8] L. dedy Purwantoro, ““Studi pemanfaatan arang tempurung kelapa untuk perbaikan resistansi pembumian jenis elektroda batang,’ Publ. J. Skripsi, pp. 1–6,” 2013.
- [9] Sudaryanto, *Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian, Medan*.

2016.

- [10] G. Vijayaraghavan, M. Brown, dan M. Barnes, “Practical Grounding, Bonding, Shielding and Surge Protection, London: IDC Technologies,” 2004.
- [11] C. P. Systems, *Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*, vol. 2007. 2007.
- [12] S. Committee, *IEEE Guide for Safety*, vol. 2000. 2000.
- [13] E. Yuniarti, M. A. Novid, and Y. Apriani, “Analisis Ketinggian Zat Aditif pada Box Elektroda Batang Terhadap Resistansi Pentanahan,” *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 17–23, 2018.
- [14] S. Tomaskovicova, “Effect of Electrode Shape on Grounding Resistance, Denmark, Technical University of Denmark,” 2017.
- [15] D. Corio, “Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang dan Elektroda Mesh dengan Penambahan Bentonit dan Garam Murni (NaCl), Studi Kasus ; ITERA,” vol. 13, 2019.
- [16] A. Kusmanto, “*Macam-Macam Elektroda*” *Pentanahan*. 2013.
- [17] Y. T. Pradana, “Elektroda Batang Berbahan Baja Galvanis Yang Dibungkus Dengan Arang,” 2021.
- [18] A. Abdullah, *Sistem Pentanahan*. 2015.
- [19] D. Setiawan, A. Syakur, and A. Nugroho, “Analisis Pengaruh Penambahan Garam dan Arang Sebagai Soil Treatment dalam Menurunkan Resistansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 416–423, 2018.
- [20] A. Siregar, “Analisis penggunaan gipsum sebagai zat aditif untuk penurunan tahanan pentanahan,” 2017.
- [21] S. T. M. T. Rischa Putri Astari, T. Haryono, Prof. Dr. Ir., M.Sc;Harry

Prabowo, “PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN DENGAN ELEKTRODA BATANG UNTUK MEMENUHI ASPEK KESELAMATAN MANUSIA DI SLEMAN,” 2019.

- [22] A. Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 2, no. 1, p. 16, 2013, doi: 10.36055/setrum.v2i1.233.
- [23] H. Andini, D., Martin, Y., & Gusmedi, “Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi,” 2016.
- [24] U. Jones, *Fertilizers and Soil Fertility Second Edition*, Virginia: Reston Publishing Company,. 1982.
- [25] A.G. Maysounave, “Goelectrical Characterization of Sulfate Rocks, Barcelona: Universitat de Barcelona,” 2011.
- [26] F. . Opara, O. . Nduka, N. . Ilokah, P. . Amaizu, and O. M.A, “Comparative deterministic analysis of bentonite, pig dung and domestic salt and charcoal amalgam as best resistance reducing agent for electrical earthing applications,” ” *Internasonal J. Sci. Eng. Res.*, vol. 5, no. 10, pp. 575–584, 2014.
- [27] D. Hendra, “Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif,” ” *J. Penelit. Has. Hutan*, 2007.
- [28] S. Syukri, *Kimia Dasar*. Bandung : Penerbit ITB, 1999.
- [29] BMKG, “Data Harian Juli BMKG,” 2023.  
[https://dataonline.bmkg.go.id/data\\_iklim](https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim).
- [30] Suharsimi Arikunto, *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi 2)*. PT Bumi Aksara, 2012.