

SKRIPSI

**ELEKTRODA BATANG BERBAHAN BAJA GALVANIS DIBUNGKUS
ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN ZAT PEREKAT**



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

**Oleh :
M. REFANGGA
03041281823107**

**TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ELEKTRODA BATANG BERBAHAN BAJA GALVANIS DIBUNGKUS ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN ZAT PEREKAT



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

Oleh :

M. REFANGGA

03041281823107

Indralaya, 18 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. M. Abu Bakar Sidik, ST., M.Eng.,
Ph.D., IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. M. Abu Bakar Sidik, ST., M.Eng.,
Ph.D., IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

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 mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama : Ir. M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng.

Tanggal : 18/07/2025

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

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

Nama : M. Refangga
NIM : 03041281823107
Jurusan : 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 :

**ELEKTRODA BATANG BERBAHAN BAJA GALVANIS DIBUNGKUS
ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN ZAT PEREKAT**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/
formatkan, mengolah 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 : Indralaya
Pada Tanggal : 18 Juli 2025
Yang menyatakan,



M. Refangga

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Refangga
NIM : 03041281823107
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iTenticate/Turnitin* : 2%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Elektroda Batang Berbahan Baja Galvanis Dibungkus Abu Terbang dengan Tambahan Zat Perekat” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil dari plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.



Indralaya, 18 Juli 2025



M. Refangga

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir saya yang berjudul **“ELEKTRODA BATANG BERBAHAN BAJA GALVANIS DIBUNGKUS ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN ZAT PEREKAT”**.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, dalam kesempatan ini saya menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang maha Esa, yang telah memberikan anugerah luar biasa dalam kehidupan manusia berupa kemampuan berpikir.
2. Kedua orang tua dan kakak saya yang selalu mendukung serta mendoakan kelancaran dalam melaksanakan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M. Eng., Ph.D., IPU., APEC.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Bapak Ir Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M. Eng., Ph.D., IPU., APEC.Eng yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, saran, serta bantuan kepada penulis hingga terlaksanakan Tugas Akhir ini.
6. Dosen Pembimbing Akademik Ibu Dr. Herlina S.T., M.T yang telah membimbing dengan baik selama masa perkuliahan.
7. Teman - teman Teknik Elektro Universitas Sriwijaya angkatan 2018 seperjuangan semasa perkuliahan.
8. Teman - teman seperjuangan yang telah memberikan semangat selama masa perkuliahan yakni Akmal, Alif, Deni, Hafidz, Rian, Satya dan Tino.

9. Serta pihak-pihak yang telah membantu saya dalam menyusun Tugas Akhir ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan sebagai perbaikan Tugas Akhir ini agar lebih baik lagi kedepannya.

Indralaya, 18 Juli 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, likely representing the initials 'MR'.

M. Refangga

ABSTRAK

ELEKTRODA BATANG BERBAHAN BAJA GALVANIS DIBUNGKUS

ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN ZAT PEREKAT

(M. Refangga, 03041281823107, 41 halaman)

Pengaruh kelembapan tanah terhadap nilai tahanan pengetanahan adalah semakin besar nilai kelembapan tanah maka semakin kecil nilai tahanan pengetanahan. Semakin tinggi kelembapan udara yang ada pada tanah maka konsentrasi udara yang ada akan semakin tinggi sehingga memperkecil nilai resistansi tahanan pengetanahan tersebut. Kelembapan tanah dapat dijaga dengan menambahkan zat aditif yang dapat menyerap gas dan cairan. Jika nilai resistansi semakin rendah maka semakin baik pada sistem pentanahan. Penelitian ini menggunakan zat aditif berupa abu terbang atau *fly ash* yang memiliki senyawa kimia dan jika terlarut dalam air maka akan menjadi penghantar listrik yang baik. Fly ash juga mampu menyerap air dengan baik sehingga cocok digunakan sebagai bahan pembungkus elektroda. Penelitian ini digunakan 2 buah elektroda yang memiliki panjang masing-masing 1 m yang akan ditanam dengan dibungkus abu terbang. Hasil dari pengukuran memiliki nilai yang berbeda-beda dimana nilai terkecil yang dihasilkan yakni $124\ \Omega$ dari elektroda pertama dan nilai tertinggi sebesar $188\ \Omega$ pada elektroda ke-2. Zat aditif abu terbang (*fly ash*) cukup efektif dalam mereduksi resistansi sistem pentanahan serta nilai resistansi yang dihasilkan memiliki nilai yang cukup rendah jika dibandingkan dengan zat adiktif arang. Dari segi nilai ekonomis zat aditif abu terbang (*fly ash*) memiliki harga yang cukup murah dibandingkan zat aditif arang.

Kata Kunci : Kelembapan tanah, Sistem Pentanahan, Abu Terbang, Zat Aditif

ABSTRACT

GALVANIZED STEEL ROD ELECTRODES WRAPPED IN FLY ASH WITH ADDED ADHESIVE AGENT

(M. Refangga, 03041281823107, 41 pages)

The effect of soil moisture on the value of the grounding resistance is the greater the value of soil moisture, the smaller the value of the grounding resistance. The higher the humidity of the air in the soil, the higher the concentration of air that will minimize the resistance value of the grounding resistance. Soil moisture can be maintained by adding additives that can absorb gases and liquids. If the resistance value is lower, the better the grounding system. This study uses additives in the form of fly ash or fly ash which has chemical compounds and if dissolved in water it will be a good conductor of electricity. Fly ash is also able to absorb water well so it is suitable for use as an electrode wrapping material. This research used 2 electrodes with a length of 1 m each that will be planted wrapped in fly ash. The results of the measurements have different values where the smallest value produced is 124 Ω from the first electrode and the highest value is 188 Ω at the 2nd electrode. Fly ash additives are quite effective in reducing the resistance of the grounding system and the resulting resistance value has a fairly low value when compared to charcoal additives. In terms of economic value, fly ash additives have a fairly cheap price compared to charcoal additives.

Keywords : *Soil moisture, Grounding System, Fly Ash, Additive*

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Hipotesis Penulisan	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Pentanahan	5
2.2 Tujuan Sistem Pentanahan	6
2.3 Elektroda Sistem Pentanahan	7
2.3.1 Elektroda Batang (<i>Rod</i>)	7
2.3.2 Elektroda Pelat	8
2.3.3 Elektroda Pita	9
2.3.4 Sistem Pentanahan Driven Rod	10
2.3.5 Sistem Pentanahan Counterpoise	11

2.3.6 Sistem Pentanahan Grid	11
2.4 Jenis Bahan dan Ukuran Elektroda Sistem Pentanahan	12
2.5 Tahanan Jenis Tanah	12
2.6 Faktor Alam	13
2.6.1 Pengaruh Kelembapan	13
2.6.2 Temperatur	15
2.7 Laju Korosi	15
2.8 Baja Galvanis Celup Panas	16
2.9 Pengertian Abu Terbang	16
2.10 Pengertian Semen	16
2.11 Metode Pengukuran Tahanan Sistem Pentanahan	17
2.12 Penelitian Yang Pernah Dilakukan	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Waktu Penelitian	22
3.3 Peralatan dan Bahan	22
3.3.1 Bor Biopori	22
3.3.2 Digital Earth Tester	23
3.3.3 Soil Moisture Tester	24
3.3.4 Batang Elektroda	24
3.3.5 Meteran	25
3.3.6 Abu Terbang	25
3.3.7 Peralatan Lain	26
3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian	26
3.4.1 Studi Literatur	26
3.4.2 Pengumpulan Alat dan Bahan	26

3.4.3 Perancangan Penelitian	27
3.5 <i>Flowchart</i> Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Pendahuluan	34
4.2 Data Hasil Pengukuran	34
4.3 Pengukuran Nilai Resistansi Tahanan Sistem Pentanahan	34
4.3.1 Data Pengukuran Resistansi Sistem Pentanahan	35
4.4 Nilai Kelembaban	36
4.5 Perbandingan Elektroda Sebelum dan Sesudah Ditanam	37
4.6 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Penelitian Sebelumnya	38
4.7 Perbandingan Nilai Ekonomis Antara Abu Terbang dan Arang	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pembangkitan, transmisi, dan distribusi merupakan tiga komponen utama dari sistem tenaga listrik. Bagian distribusi berperan sebagai jalur penyaluran energi listrik yang terhubung secara langsung dengan konsumen. Fungsinya adalah untuk mendistribusikan energi listrik dari gardu induk menuju pelanggan akhir. Namun demikian, dalam proses distribusinya, tidak jarang terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya aliran listrik, sehingga energi listrik tidak dapat diterima oleh konsumen [1].

Kualitas suatu sistem pentanahan sangat ditentukan oleh besarnya nilai resistansi pentanahan. Semakin kecil nilai resistansi, maka akan efektif sistem tersebut dalam mengalirkan arus listrik berlebih yang disebabkan dari gangguan maupun sambaran surja petir ke dalam tanah. Variasi nilai pentanahan secara signifikan ditentukan oleh beberapa parameter, seperti karakteristik resistivitas tanah, tingkat kelembapan atau kandungan air dalam tanah, serta kondisi temperatur lingkungan [2].

Kelembapan tanah memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tahanan pentanahan, di mana peningkatan kelembapan tanah akan menurunkan nilai tahanan tersebut. Semakin tinggi kadar kelembapan dalam tanah, maka konsentrasi uap air yang terkandung di dalamnya akan meningkat, sehingga mengurangi resistansi sistem pentanahan. Untuk mempertahankan tingkat kelembapan tanah, dapat digunakan zat aditif yang mampu menyerap gas dan cairan guna menjaga kestabilan performa sistem pentanahan [3].

1.2 Perumusan Masalah

Mengacu pada standar yang ditetapkan dalam PUIL 2000, sistem pentanahan dianggap layak dan sesuai regulasi apabila nilai resistansinya berada pada atau di bawah ambang batas 5 ohm ($\leq 5 \Omega$) [4]. Namun demikian, toleransi terhadap nilai yang lebih tinggi dapat diberikan pada kondisi geografis tertentu, khususnya di daerah yang sulit mencapai nilai tahanan rendah secara teknis maupun ekonomis.

Dari penelitian sebelumnya oleh Yusup Alkap dengan bahan briket arang yang ditambahkan zat perekat masih menghasilkan resistansi dengan nilai di atas 200 Ω [5]. Dalam penelitian ini, digunakan jenis bahan yang berbeda dibandingkan dengan penelitian terdahulu, yaitu abu terbang yang berasal dari residu pembakaran batu bara pada sistem pembangkit tenaga listrik. Penelitian ini dilakukan karena memiliki permasalahan yaitu bagaimana perubahan nilai resistansi tanah setelah ditanamkan elektroda ke dalam tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian yakni :

1. Untuk menciptakan suatu prototipe elektroda pentanahan portabel yang dilapisi dengan abu terbang, menggunakan material yang terjangkau dan mudah diakses secara lokal guna menekan biaya produksi.
2. Untuk mendapatkan nilai resistansi tanah dari elektroda batang yang ditanam dengan bahan baja galvanis yang dibungkus abu terbang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Cakupan kerja dalam penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Riset ini dilaksanakan pada tanah lapang yang berada di depan Gedung I Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, bertempat di Kampus Palembang.
2. Elektroda yang dipakai di riset adalah elektroda pipa yang menggunakan bahan dari besi galvanis.
3. Riset dilaksanakan dengan meningkatkan sistem pentanahan portabel memakai rancangan elektroda yang dilapisi abu terbang dengan kombinasi zat perekat.
4. Riset dilakukan dengan memakai 2 golongan elektroda, yang setiap golongan tersusun atas 2 elektroda.
5. Pengukuran tahanan pentanahan dilaksanakan tiap satu hari dalam satu pekan selama 1 bulan.

1.5 Hipotesis Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh Tino Setiawan [6] mengenai efektivitas pemanfaatan limbah batu bara (fly ash) dalam menurunkan resistansi sistem pentanahan menunjukkan bahwa fly ash cukup efektif dalam mereduksi nilai resistansi tersebut. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Pradana, Y.T. [7] mengenai elektroda dengan bahan baja galvanis dengan briket arang sebagai pembungkus menunjukkan hasil yang positif, di mana briket arang mampu mempertahankan kelembapan di sekitar elektroda. Hal ini berkontribusi terhadap penurunan nilai tahanan pentanahan secara signifikan dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya.

Berdasarkan teori serta hasil-hasil penelitian sebelumnya, termasuk literatur yang relevan dengan topik ini, diketahui bahwa penggunaan bahan tambahan seperti arang dan garam memiliki pengaruh terhadap nilai resistansi sistem pentanahan. Mengacu pada pendekatan tersebut, penelitian ini menggunakan elektroda berbahan baja galvanis yang dibungkus dengan abu terbang (fly ash), dengan metode pemasangan elektroda yang ditanam langsung

ke dalam tanah, sebagaimana diterapkan dalam studi yang dilakukan oleh Yusup Alkap dan Tino Setiawan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal tugas akhir ini disusun secara terstruktur dan dijabarkan dalam masing-masing bab sebagaimana uraian berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian dalam bab ini memuat penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian, serta batasan dan cakupan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menyajikan kajian teoritis yang meliputi prinsip dasar sistem pentanahan serta penjelasan mengenai fenomena korosi yang berakaitan langsung dengan focus penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini membahas tentang metode yang nantinya dipakai pada riset ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Di bagian ini akan membahas tentang hasil dan analisa dari riset ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran untuk pengembangan dan arah penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Suripto, "*SISTEM TENAGA LISTRIK*". Universitas Negeri Yogyakarta. 2015
- [2] Latif. P, "Pengaruh kelembaban terhadap resistansi sistem pentanahan," pp. 331–360.
- [3] Abdul. R , 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.
- [4] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) ,"vol. 2000, no. Puil, 2000.
- [5] Yusup Alkap, *Elektroda Batang Berbahan Baja Galvanis yang Dibungkus Briket Arang dengan Tambahan Zat Perekat*, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 2022.
- [6] Tino Setiawan, *Efektivitas Penggunaan Limbah Batu Bara (fly ash) Dalam Mereduksi Resistansi Pada Sistem Pentanahan*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 2022.
- [7] Y. T. Pradana, *Elektroda Batang Berbahan Baja Galvanis yang Dibungkus dengan Arang*. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 2021.
- [8] A.S. Pabla, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1991.
- [9] Andi Syofian, "Sistem Pentanahan Grid pada Gardu Induk PLTU Teluk Sirih," *J. Momentum*, vol. 14, no. 1, pp. 36–45, 2013.
- [10] Jamaaluddin, & Sumarno, Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 1(1), 29–33, 2017.

- [11] L. Zhizhong, W. Sen, X. Jun, N. Bo, J. Hongliang, and X. Hua, “Performance Testing and Comprehensive Evaluation on Large Grounding Connection”, pp. 983–989, 2011.
- [12] M. Sofyan, *Sistem pentanahan menggunakan elektroda batang tunggal. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, inc*, 1982.
- [13] Panitia Revisi PUIL. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 20000*. Jakarta.
- [14] T. Siahaan and S. Laia, “Studi Pembumian Peralatan dan Sistem Instalasi Listrik pada Gedung Kantor BICTPT. PELINDO 1 (PERSERO) BELAWAN,” *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. VIII, no. 2, pp. 96-101, 2019.
- [15] Deni Setiawan, *Analisis Pengaruh Penambahan Garam dan Arang Sebagai Soil Treatment dalam Menurunkan Resistansi Pengetanahan Variasi Kedalaman Elektroda*, 2018.
- [16] A. Suganda, *Studi pengaruh jenis tanah dan kedalaman pembumian driven rod terhadap tahanan pentanahan jenis tanah*, 2012.
- [17] S. I Komang, W. I Wayan Arta, and J. IGN, “ANALISIS PERANCANGAN SISTEM PEMBUMIAN PADA GARDU KA 3267 DI PERUMAHAN NUSA DUA *HIGHLAND* ,” *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1. 01 Maret 2020.
- [18] Anggoro. (2015). *Perilaku sistem pentanahan yang efektif*. 5(1), 769–778.
- [19] Deni. R, “Analisis Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembaban, Temperatur, dan Kadar Garam.” FT UI, 2008.
- [20] A. J.Sinaga, & Manurung, C. (2020). *Analisa Laju Korosi dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10 % NaCl Dengan Variasi*

Waktu Perendaman. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 1(2), 92–99. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v1i2.186>.

- [21] H. Prastiwi, K. Unand, and L. Manis, “Pengaruh penambahan tembaga (cu) terhadap sifat listrik polianilin (PANi),” vol. 5, no. 1, pp. 31–37, 2013.
- [22] Laode Arif Rahman, Muhammad Hasbi, A. A, *Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Yang Dilapisi Seng Dengan Metode Hot Dip Galvanizing*, 2017.
- [23] M. Munir, Pemanfaatan Abu Batu Bara (*fly Ash*) yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan. Semarang. Tesis Magister Lingkungan Universitas Diponegoro, 2008.
- [24] Bonardo Pangaribuan, "*Pengertian Semen*," 2013.
- [25] S. Giffari, "Pengembangan sistem pentanahan portabel menggunakan elektroda pipa berbahan baja galvanis, 2012.
- [26] Z. Anthony and E. Erhaneli, “Pembuatan briket sebagai inovasi bahan bakar ramah lingkungan,” no. January, pp. 245–249, 2017, doi: 10.21063/pimimd4.2017.245-249.
- [27] L. Pasaribu, *sistem pentanahan dengan melihat pengaruh tahanan jenis tanah, kelembaban, temperatur dan kadar garam terhadap nilai tahanan pentanahan tanah*, 2012.