

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING*
ARRESTER GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN**



Oleh:
Putu Martin Puja Yoga
NIM. 1915313015

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING*
ARRESTER GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN**



Oleh:

Putu Martin Puja Yoga

NIM. 1915313015

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING*
ARRESTER GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN**

Oleh :

Putu Martin Puja Yoga

NIM. 1915313015

Tugas Akhir ini Diajukan untuk

Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

di

Program Studi DIII Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I:

NI MADE KARMIATHI S.T., M.T.
NIP. 197111221998022001

Pembimbing II:

I Gusti Ketut Abasana, S.S.T., M.T.
NIP. 196802101995121001

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Putu Martin Puja Yoga

NIM : 1915313015

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING ARRESTER* GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan, mengelola, mendistribusikan, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 26 September 2022

Yang membuat pernyataan


METERAI
TEMPEL
789AKX049582876

(Putu Martin Puja Yoga)

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Putu Martin Puja Yoga


NIM : 1915313015

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul “ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING ARRESTER* GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN” adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 26 September 2022
Membuat pernyataan



Putu Martin Puja Yoga
NIM. 1915313015

KATA PENGHANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas akhir ini. Tugas akhir dengan judul “**ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN LIGHTNING ARRESTER GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN**” ini disusun untuk diajukan sebagai guna memenuhi salah satu persyaratan kelulusan bagi Mahasiswa dari Prodi DIII Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bimbingan, dukungan, dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E, M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wirawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.
4. Ibu Ni Made Karmiathi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan Kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak I Gusti Ketut Abasana, S.S.T., M.T._selaku dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing dan mengarahkan Kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Staf yang bertugas di PT. Pratama Sinar Utama yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
7. Orang Tua dan teman – teman yang telah banyak memberi dukungan, doa, motivasi, dan kepada pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jimbaran, 26 September 2022

Penulis

ABSTRAK

Putu Martin Puja Yoga

ANALISIS PERBAIKAN TAHANAN PENTANAHAN *LIGHTNING ARRESTER* GARDU KA 2317 DI JL. MERTASARI JIMBARAN

Sistem pentanahan adalah faktor penting dalam pengamanan sistem tenaga listrik. Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan dengan resistansi yang kecil sesuai standar PUIL 2000 dimana resistansi pembumian sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Faktor yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan adalah jenis tanah, kadar garam pada tanah, temperatur tanah dan kelembaban tanah. Untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan yang lebih kecil dilakukan dengan penambahan elektroda dan penambahan zat aditif. Dalam penelitian ini elektroda yang digunakan adalah jenis elektroda batang dan zat aditif yang digunakan adalah arang kayu. dengan lokasi pengujian di area gardu KA 2317 dengan jenis tanah adalah tanah berbatu kapur. Hasil pengukuran pada kondisi awal sebelum di paralel didapatkan hasil sebesar 8,1 Ω dan terjadi penurunan tahanan pentanahan setelah di paralel didapatkan sebesar 1,9 Ω .

Kata kunci : Tahanan pentanahan, Arang, elektroda batang

ABSTRACT

Putu Martin Puja Yoga

ANALYSIS REPAIR OF THE GROUNDING RESISTANCE *LIGHTNING* ARRESTER SUBSTATION KA 2317 AT MERTASARI ROAD JIMBARAN

The grounding system is an important factor in the safety of the electric power system. A good grounding system is a small resistance grounding system according to PUIL 2000 standard where the grounding resistance of the system should not be more than 5 Ω . Factors that affect the value of the soil prisoner are the type of soil, the level of salt on the soil, soil temperature and soil moisture. To lower the value of smaller ground prisoners is done by the addition of electrodes and the addition of additives. In this study the electrode used is a type of rod electrode and additive substance used is wood charcoal. with testing site in the substation area KA 2317 with soil type is lime rocky soil. The results of the measurement at the initial condition before the parallel were obtained by 8.1 Ω and there was a decrease in the grounding prisoner after the parallel was obtained by 1.9 Ω .

Keyword : Grounding resistance, charcoal, rod electrode

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGHANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan	I-2
1.5 Manfaat Tugas Akhir	I-2
1.6 Sistematika Penulisan	I-2
BAB II.....	II-1
LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Petir	II-1
2.1.1 Jenis – jenis Sambaran Petir.....	II-2
2.2 Gardu Distribusi.....	II-2
2.3 Lightning Arrester	II-3
2.3.1 Prinsip Kerja Lightning Arrester	II-4
2.3.2 Persyaratan Lightning Arrester	II-6
2.3.3 Jenis – jenis Lightning Arrester	II-6
2.4 Penumbumian (<i>Grounding</i>)	II-7
2.4.1 Fungsi dan Tujuan Penumbumian	II-8
2.4.2 Sistem Penumbumian Lightning Arrester	II-9

2.4.3	Metode Pembumian	II-9
2.4.4	Jenis – jenis Pentanahan	II-10
2.4.5	Tahanan Pentanahan.....	II-11
2.4.6	Jenis – jenis Elektroda.....	II-12
2.4.7	Faktor – faktor pentanahan.....	II-14
2.5	Arang.....	II-15
2.6	Metode Pengukuran Nilai Pentanahan Menggunakan Earth Tester....	II-16
BAB III.....		III-1
METODELOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Waktu dan Lokasi Pelenitian	III-1
3.2	Jenis Data.....	III-1
3.2.1	Metode Pengambilan Data	III-1
3.2.2	Pengolahan Data	III-2
3.3	Diagram Alir	III-4
3.4	Anlisis Data	III-5
3.5	Hasil yang diharapkan.....	III-5
BAB IV.....		IV-1
ANALISA DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Gambaran Umum	IV-1
4.2	Data Pentanahan Lightning Arrester di Gardu KA 2317.....	IV-1
4.3	Elektroda Tambahan Yang Digunakan	IV-2
4.3.1	Perhitungan Elektroda Tambahan Yang Digunakan Sebelum Ditambahkan Arang.....	IV-3
4.3.2	Pengukuran Elektroda Batang Tambahan Digunakan Sebelum Ditambahkan Arang.....	IV-3
4.3.3	Penambahan Arang	IV-4
4.3.4	Proses Penambahan arang.....	IV-5
4.4	Paralel Elektroda Yang Sudah Ada Dengan Elektroda Yang Ditambahkan Arang..	IV-7
4.4.1	Hasil Perhitungan Elektroda Setelah Diparalel.....	IV-7
4.4.2	Hasil Pengukuran Elektroda Setelah Diparalel.....	IV-8
4.5	Analisa Data.....	IV-9
BAB V		V-1
PENUTUP.....		V-1

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 petir.....	II-1
Gambar 2. 2 Gardu Distribusi	II-3
Gambar 2. 3 Lightning Arrester	II-4
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Lightning Arrester	II-5
Gambar 2. 5 Arrester Ekspulsi	II-7
Gambar 2. 6 Arrester Katup	II-7
Gambar 2. 7 Elektroda Batang	II-12
Gambar 2. 8 Elektroda Plat	II-13
Gambar 2. 9 Elektroda Pita	II-14
Gambar 2. 10 Arang Kayu	II-15
Gambar 2. 11 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan Metode 1	II-16
Gambar 2. 12 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan Metode 2	II-16
Gambar 2. 13 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan Metode 3	II-17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelian.....	III-4
Gambar 4. 1 single lane penyulang Citra Land.....	IV-1
Gambar 4. 2 Elektroda Batang Tambahan	IV-2
Gambar 4. 3 Kedalaman Elektroda ditanam dan Penambahan Arang	IV-4
Gambar 4. 4 Grafik penurunan nilai tahanan pentanahan penambahan arang.....	IV-6
Gambar 4. 5 Paralel Elektroda Batang Yang Sudah Ada Dengan Elektroda Batang Yang Di Tambahkan Arang.....	IV-7

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada Kondisi Awal	IV-1
Tabel 4. 2 Pengukuran Elektroda Batang Yang Baru Sebelum Ditambahkan Arang.	IV-3
Tabel 4. 3 Penambahan Arang Secara Bertahap	IV-5
Tabel 4. 4 Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Setelah Diparalel	IV-8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Pengukuran Pada Elektroda Awal.....	L - 1
Lampiran II Pemancangan Elektroda dan Penambahan Arang.....	L - 2
Lampiran III Pengukuran Saat Penambahan Arang	L - 3
Lampiran IV Pengukuran Elektroda Sudah Diparalel.....	L - 5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pentanahan merupakan salah satu bagian penting yang harus diperhatikan untuk menjamin keamanan dan keandalan operasi sistem tenaga listrik. Sistem pentanahan mempunyai pengaruh dalam kelancaran dan keamanan dari sistem tenaga listrik, terutama pada saat terjadi gangguan yang berhubungan dengan tanah. Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki resistansi pentanahan yang kecil [1]. Sesuai dengan standar PUIL 2000 dimana resistansi pembumian sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan adalah jenis tanah, kadar garam pada tanah, temperatur tanah dan kelembaban tanah.

Lokasi dilakukan penelitian pada gardu KA 2317 jenis gardu portal yang bertempat di jl. Mertasari, Jimbaran dengan kondisi tanah yang berbatu kapur, didapatkan nilai pentanahan pada lightning arrester yaitu sebesar 8.1 Ω . Dimana hasil tersebut bisa dikatakan tidak baik, karena tidak sesuai dengan standar PUIL 2000. Maka perlu dilakukan perbaikan sistem pentanahan agar sistem pentanahan menjadi lebih optimal.

Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sistem pentanahan lightning arrester pada gardu KA 2317 dengan cara melakukan penambahan elektroda batang yang di paralel dengan elektroda yang sudah ada dan di tambahkan dengan zat aditif berupa media arang. Sebelum melakukan paralel elektroda tambahan, dilakukan penelitian komposisi zat aditif berupa media arang terlebih dahulu dengan variasi komposisi arang.

Setelah dilakukannya percobaan perbaikan tahanan pentanahan lightning arrester dengan cara diatas didapatkan hasil pengukuran tahanan terendah dengan komposisi arang sebanyak 8 kg pada elektroda tambahan, kemudian di aplikasikan pada gardu KA 2317 dan di dapatkan hasil sebesar 1,9 Ω . Dimana hasil ini sudah memenuhi standar PUIL 2000 yaitu dibawah 5 Ω .

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas untuk menghindari dari luasnya pembahasan di luar permasalahan, maka ruang lingkup atau batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apa pengaruh penambahan arang terhadap tahanan pentanahan *lightning arrester* pada gardu KA 2317?
2. Berapa nilai tahanan pentanahan *lightning arrester* setelah diparalel dan penambahan arang?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan diatas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

1. Untuk mengetahui pengaruh arang terhadap nilai pentanahan *Lightning Arrester*.
2. Untuk mengetahui nilai tahanan pentanahan di gardu distribusi KA 2317.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini nantinya akan dibatasi sebagai berikut :

1. Hanya membahas tentang pentanahan *lightning arrester* pada gardu KA 2317.
2. Proses penelitian menggunakan media arang untuk perbaikan tahanan pentanahan.
3. Jenis tanah yang digunakan untuk penelitian adalah jenis tanah berbatu kapur.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah :

- Membuat tahanan pentanahan *lightning arrester* pada gardu KA 2317 ini menjadi lebih baik sehingga dapat meminimalisir terjadinya gangguan sistem pentanahan saat terjadi surja hubung maupun surja petir.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika penulisan diklarifikasikan ke dalam 5 (lima) Bab yaitu:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada BAB ini menguraikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan Tugas Akhir.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada BAB ini menguraikan tentang teori – teori dasar yang menunjang dalam pembahasan dan analisa.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Pada BAB ini menguraikan tentang metode yang digunakan untuk pengambilan data, pengolahan data, analisa data, dan hasil yang diharapkan dalam Tugas Akhir ini.

BAB IV: PEMBAHASAN DAN ANALISA

Pada BAB ini menguraikan tentang pembahasan dalam menyelesaikan tugas akhir dan menganalisa yang diperoleh dari pembahasan tugas akhir ini.

BAB V: PENUTUP

Pada BAB ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan pembahasan sebelumnya, serta saran – saran dari permasalahan yang dikembangkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Arang mempengaruhi penurunan nilai pentanahan *lightning arrester* pada gardu KA 2317 disebabkan karena kandungan karbon aktif yang besar di arang kayu ini berperan sebagai bahan aditif yang dapat meningkatkan daya serap air karena bersifat higroskopis sehingga dapat meningkatkan konduktivitas listrik atau daya hantar listrik dari suatu tanah.
2. Setelah dilakukan paralel tahanan pentanahan *lightning arrester* mendapatkan hasil pengukuran bisa dikatakan sudah baik, dimana mendapatkan rata – rata nilai pengukuran sebesar $1,9 \Omega$, dan hasil ini susah memenuhi standar PUIL 2000 yaitu $<5 \Omega$.

5.2 Saran

1. Penelitian bisa menggunakan jenis elektroda dengan ukuran yang berbeda dan media yang berbeda.
2. Pengukuran dan analisis data masih bisa dilanjutkan untuk mengetahui perubahan nilai tahanan yang terjadi, untuk mendapatkan data – data yang lebih lengkap lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Avianti, Fahriza.. 'Pengujian dan Analisa Tahanan Elektroda Pentanahan Dengan Metode 3 kurtub Pada GTT Bengkel Listrik Politeknik Negeri Malang'. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sistem Kelistrikan Politeknik Malang : Politeknik Negeri Malang, 2012.
- [2] Barasa, M. C. M., Patras, L. S., & Tumaliang, H. 'Analisis Kinerja Lightning Arester Pada Jaringan Transmisi 150 Kv Sistem Minahasa Khususnya Pada Penyulang Kawangkoan - Lopana. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer', 6(1), 7–14. 2017.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/15567/15105>
- [3] Faizatin, T. U., Rohmawati, L., & Madlazim. Pemetaan Daerah Rawan Petir Cloud to Ground Positif Wilayah Pasuruan Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted. 3(3), 6–10. 2014 <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisikaindonesia/article/download/9913/9707>
- [4] Gamari, R. Pengujian dan analisa tahanan elektroda pada gedung PT. PLN (PERSERO) pembangkitan jalan demang lebar daun Palembang 2014.
<http://eprints.polsri.ac.id/383/>
- [5] Hutahuruk, T. Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja. Erlangga. 1991
- [6] Hutaauruk, T S.. Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan. Jakarta: Erlangga. 1987
- [7] Hutaauruk, T.S. Pengetahuan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan. Jakarta: Erlangga 1999.
- [8] Ir. Yanu prapto sudarmojo, M. Studi Sistem Pengaman Saluran Distribusi Program Studi Teknik Elektro. 2017
https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/86f14714e70bf4712806244dfd1c1e71.pdf
- [9] Jumari, Ginting, Y., & Tamba, P. Sistem Pentanahan Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Helvetia. VIII(2), 81–86. 2019.
<file:///C:/Users/ASUS/Downloads/304-181-717-1-10-20191021.pdf>

- [10] Sumardjati, Prih dkk. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan 2008.
- [11] Lightning arrester [online] 2017 [wikimedia.org/wikipedia/commons/Lightning_in_Arlington.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lightning_in_Arlington.jpg)
- [12] Lightning arrester [online] 2019 [equipmenttimes.com/HY5WS-Series-20KV-Lightning-Arrester_17257.html](https://www.equipmenttimes.com/HY5WS-Series-20KV-Lightning-Arrester_17257.html)
- [13] lightning arrester [online] 2019 media.neliti.com/media/publications/269597-kajian-pemasangan-lightningArrester-pad-21c7c580.PDF 3 10
- [14] jenis – jenis elektroda [online] 2019 belajarbekerjamembangun.blogspot.com/2015/10/jenis-elektrodapentanahan.html
- [15] Arang [online] 2020 <http://karbon-aktif.com/aktif-karbon-untuk-proses-filtrasi/>
- [16] Junardana, IGN, Perbedaan penambahan garam dengan penambaha bentonit terhadap nilai tahanan pentanahan pada sistem pentanahan. volume 4, No.1. Jurnal. 2005.
- [17] Hutaaruk, T S. Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan. Jakarta: Erlangga. 1987.
- [18] Setiawan, D., Syakur, A., & Nugroho, A. Analisis Pengaruh Penambangan Garam dan Arang Sebagai Soil Treatment Dalam Menurunkan Resestansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda. 2018.
- [19] Laporan praktikum Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali 2021
- [20] Syafdnidawaty. Perbedaan Data Primer dan Data Sekunder. (raharja.ac.id), [online] 2020, <https://raharja.co.id/2020/11/09perbedaan-data-primer-dan-datasekunder/> (Accessed: 28 Agustus 2021).