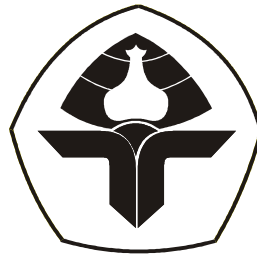


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS PEMASANGAN SISTEM PEMBUMIAN
METODE *COUNTERPOISE* PADA *LIGHTNING*
ARRESTER DI GARDU SK 035 PENYULANG PANJI
PT PLN (PERSERO) ULP SINGARAJA**



Oleh:

Ketut Diki Adhyatma

NIM. 1915313072

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

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

ANALISIS PEMASANGAN SISTEM PEMBUMIHAN METODE *COUNTERPOISE* PADA *LIGHTNING* *ARRESTER* DI GARDU SK 035 PENYULANG PANJI PT PLN (PERSERO) ULP SINGARAJA



Oleh:

Ketut Diki Adhyatma

NIM. 1915313072

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PEMASANGAN SISTEM PEMBUMIHAN METODE *COUNTERPOISE* PADA *LIGHTNING ARRESTER* DI GARDU SK 035 PENYULANG PANJI PT PLN (PERSERO) ULP SINGARAJA

Oleh:

Ketut Diki Adhyatma

1915313072

Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di

Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

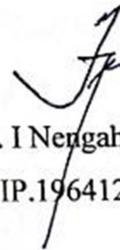
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. Kadek Amerta Yasa ST.MT
NIP.196809121995121001

Pembimbing II



Ir. I Nengah Sunaya, MT
NIP.196412091991031001

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 : Ketut Diki Adhyatma

NIM : 1915313072

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 PEMASANGAN SISTEM PEMBUMIHAN METODE *COUNTERPOISE* PADA *LIGHTNING ARRESTER* DI GARDU SK 035 PENYULANG PANJI PT PLN (PERSERO) ULP SINGARAJA. 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, 15 September 2022

Yang membuat pernyataan



Ketut Diki Adhyatma

NIM.1915313072

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ketut Diki Adhyatma

NIM : 1915313072

Program Studi : DIII Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul ANALISIS PEMASANGAN SISTEM PEMBUMIHAN METODE *COUNTERPOISE* PADA *LIGHTNING ARRESTER* DI GARDU SK 035 PENYULANG PANJI PT PLN (PERSERO) ULP SINGARAJA merupakan memang benar dari karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda sitasi 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, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Ketut Diki Adhyatma

NIM.1915313072

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul Analisis Pemasangan Sistem Pembumian Metode *Counterpoise* Pada *Lightning Arrester* Di Gardu Sk 035 Penyulang Panji PT PLN (Persero) ULP Singaraja” tepat pada waktunya. Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

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

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT, selaku ketua jurusan teknik elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST.MT, selaku ketua program studi teknik listrik jurusan teknik elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa,ST.,MT selaku dosen pembimbing 1 pada penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Ir. I Nengah Sunaya, MT selaku dosen pembimbing 2 pada penyusunan tugas akhir.
6. Segenap keluarga dan orang tercinta yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih perlu disempurnakan. Oleh karena itu, penulis sangat berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya, dan pembaca pada umumnya.

Jimbaran, 15 September 2022

Penulis

ABSTRAK

Ketut Diky Adhyatama

**Analisis Analisis Pemasangan Sistem Pembumian Metode *Counterpoise* pada
Lightning Arrester di Gardu SK 035 Penyulang Panji PT PLN (Persero) ULP
Singaraja**

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat diperlukan untuk menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik ke pelanggan. Namun, sistem distribusi sering mengalami gangguan akibat surja petir yang menyambar gardu distribusi. Ini terjadi karena lightning arrester gagal menyalurkan tegangan impuls ke tanah karena resistansi pembumian yang cukup tinggi. Transformator merupakan komponen terpenting dari gardu distribusi. Oleh sebab itu, transformator harus dilindungi oleh lightning arrester dengan nilai resistansi pembumian yang kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengukuran nilai resistansi pembumian counterpoise di Gardu SK 035 pada Penyulang Panji serta untuk mengetahui pengaruh metode *counterpoise* pada nilai resistansi pembumian di gardu SK 035 penyulang Panji. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengukuran nilai resistansi pembumian *counterpoise* di gardu SK 035 pada penyulang panji memiliki nilai resistansi sebesar 2.66 Ω . Serta dengan penggunaan metode *counterpoise* pada pembumian di gardu SK 035 penyulang panji cukup memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai resistansi.

Kata kunci: *Lightning Arrester*, Pembumian, *Counterpoise*

ABSTRACT

Kadek Deny Sukrisna

**The Analysis of Lightning Arrester Installation Construction and Counterpoise
Earthing in Distribution Substation Number: SK 035 at Panji Feeder PT PLN
(Persero) ULP Singaraja**

The reliability of the electric power distribution system is needed to maintain the continuity of the distribution of electrical energy to customers. However, distribution systems often experience disturbances due to lightning surges striking distribution substations. This happens because the lightning arrester fails to transmit the impulse voltage to the ground because the ground resistance is quite high. The transformer is the most important component of the distribution substation. Therefore, the transformer must be protected by a lightning arrester with a small earth resistance value. This study aims to determine the results of measuring the value of the earth counterpoise resistance at the SK 035 substation at the Panji feeder and to determine the effect of the counterpoise method on the earthing resistance value at the SK 035 Panji feeder substation. Based on the results of the study, it can be concluded that the measurement of the counterpoise earth resistance value at the SK 035 substation on the banner feeder has a resistance value of 2.66 . And with the use of the counterpoise method on grounding at the SK 035 substation, the banner feeder has a significant effect on resistance values.

Keywords: Lightning Arrester, Earthing, Counterpoise.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	I-3
1.3. Batasan Masalah Penelitian	I-3
1.4. Tujuan Penelitian.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1. Sistem Pembumian	II-1
2.2. Bagian-Bagian yang Dibumikan	II-1
2.3. Jenis Elektrode Pembumian.....	II-2
2.4. Metode Penanaman Elektrode.....	II-4
2.5. Resistansi Jenis Tanah	II-7
2.6. Alat Ukur <i>Earth Tester</i>	II-7
2.7. Standar Konstruksi Pembumian <i>Counterpoise</i>	II-8
2.8. Penghantar AAAC.....	II-11
2.9. Jenis-Jenis Gardu Distribusi.....	II-12
2.10. <i>Lightning Arrester</i>	II-14
2.11. Transformator Distribusi.....	II-16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Lokasi Penelitian	III-1
3.2. Diagram Alur Penelitian	III-1
3.3. Jenis Data	III-2
3.4. Teknik dan Analisis Data.....	III-2
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1. Data Gardu	IV-1
4.2. Hasil Pengukuran Nilai Resistensi Pembumian <i>Counterpoise</i> di Gardu SK 035 Penyulang Panji.....	IV-2
4.3. Pengaruh Metode <i>Counterpoise</i> pada Nilai Resistensi Pembumian di Gardu SK 035 Penyulang Panji.....	IV-5
BAB V PENUTUP.....	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Resistansi Jenis Tanah.....	II-7
Tabel 4.1. Data Gardu Distribusi SK 035.....	IV-1
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Sistem Pembumian Metode Counterpoise pada Gardu SK 035	IV-4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data Gangguan Petir Tahun 2020 s.d Februari 2022	I-2
Gambar 2.1. Elektrode Pita.....	II-2
Gambar 2.2. Elektrode Batang.....	II-3
Gambar 2.3. Elektrode Pelat	II-4
Gambar 2.4. Sistem Pembumian <i>Driven Rod</i>	II-5
Gambar 2.5. Sistem Pembumian <i>Counterpoise</i>	II-6
Gambar 2.6. Sistem Pembumian <i>Grid</i>	II-6
Gambar 2.7. Alat Ukur <i>Earth Tester</i>	II-8
Gambar 2.8. Pembumian <i>Counterpoise</i> 1 Elektrode 40 Meter dengan Metode 1 Tingkat.....	II-9
Gambar 2.9. Pembumian <i>Counterpoise</i> 4 Elektrode 10 Meter dengan Metode 2 Tingkat.....	II-10
Gambar 2.10. Pembumian <i>Counterpoise</i> 1 Elektrode 10 Meter dengan Metode 2 Tingkat Dirangkai Paralel.....	II-11
Gambar 2.11. Pengantar AAAC	II-11
Gambar 2.12. Gardu Portal.....	II-12
Gambar 2.13. Gardu Catrol.....	II-13
Gambar 2.14. Gardu Beton.....	II-14
Gambar 2.15. Gardu Kios.....	II-14
Gambar 2.16. <i>Lightning Arrester</i>	II-15
Gambar 2.17. Transformator Distribusi	II-16
Gambar 3.1. Rancangan Penelitian	III-1
Gambar 4.2. Tampilan Gardu SK 035 Tampak Depan	IV-2
Gambar 4.3. Tampilan Gardu SK 035 Tampak Samping	IV-2
Gambar 4.4. Alat Ukur <i>Earth Tester</i>	IV-3

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pemasangan Pembumian <i>Counterpoise</i> di Gardu Distribusi SK 035.....	L-1
---	-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keandalan sistem distribusi adalah suatu ukuran ketersediaan atau tingkat pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pemakai [1]. Keandalan pada jaringan distribusi sangat besar perannya untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik kepada setiap pelanggan, oleh karena perannya yang sangat penting maka penyaluran listrik tidak boleh mengalami gangguan ataupun terputus. Namun, pada kenyataannya sistem distribusi masih sering mengalami gangguan, salah satunya gangguan yang diakibatkan oleh surja petir yang menyambar gardu distribusi, dimana *lightning arrester* atau disingkat LA gagal menyalurkan tegangan impuls ke tanah karena resistansi pembumian yang cukup tinggi. Sambaran petir dapat merusak peralatan listrik yang diakibatkan oleh adanya gelombang amplitudo transien yang berjalan sepanjang jaringan dan tegangan yang tinggi dari sambaran petir. Sambaran petir dapat berupa sambaran langsung maupun tidak langsung yang bisa menyambar dari berbagai titik.

Gangguan akibat surja petir dapat mengakibatkan relay proteksi bekerja atau trip. Tingginya trip proteksi yang disebabkan oleh surja petir tersebut, tentunya tidak terlepas dari kurang baiknya sistem pembumian yang ada saat ini. Sistem pembumian yang memiliki nilai resistansi tinggi tidak akan mampu menyalurkan tegangan impuls dari surja petir ke tanah dengan sempurna, Sehingga kondisi ini akan berdampak buruk bagi kinerja keandalan sistem distribusi.

Gangguan akibat surja petir masih cukup tinggi terjadi di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Singaraja, hal ini bisa dilihat dari data pada gambar berikut:



Gambar 1.1 Data Gangguan Petir Tahun 2020 s.d Februari 2022 [2]

Berdasarkan data diatas, dapat dilihat bahwa pada PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Singaraja masih sering terjadi gangguan distribusi yang disebabkan oleh surja petir, khususnya pada daerah penyulang Panji, yang pada tahun 2020 sampai dengan Februari 2022 masih mengalami gangguan yang cukup tinggi, dibandingkan dengan penyulang-penyulang pada daerah lain di Singaraja. Penyulang Panji mengalami gangguan akibat surja petir sebanyak 7 kali. Ini menunjukkan bahwa sistem pembumian belum optimal menyalurkan tegangan impuls ke tanah yang diakibatkan oleh surja petir. Hal ini tentunya disebabkan karena nilai resistansi pembumian yang kurang baik dan belum memenuhi standar.

Dari beberapa data hasil pengukuran nilai resistansi pembumian *lightning arrester* pada Penyulang Panji PLN ULP Singaraja, masih terdapat nilai resistansi pembumian yang cukup tinggi yaitu 15,34 Ω . Nilai resistansi pembumian tersebut tentunya memerlukan upaya perbaikan, sehingga diperoleh nilai resistansi pembumian *lightning arrester* yang sesuai standar instruksi kerja pembangunan gardu distribusi unit induk distribusi Bali yaitu sebesar $\leq 3 \Omega$. *Lightning arrester* sangat berguna untuk melindungi transformator yang merupakan komponen terpenting dari gardu distribusi, karena transformator terhubung dengan saluran udara 20 kV dan penempatannya berada pada tempat yang terbuka sehingga pada transformator dapat terjadi gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir secara langsung atau sambaran petir tidak langsung (induksi). Sambaran petir akan menghasilkan tegangan lebih yang tinggi melebihi kemampuan isolasi transformator sehingga dapat menyebabkan kerusakan isolasi yang fatal. Oleh sebab itu, transformator harus dilindungi oleh *lightning arrester* dengan nilai resistansi pembumian yang kecil. Sistem pembumian pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi. Sistem pembumian diharapkan memiliki nilai resistansi pembumian sekecil mungkin, agar tegangan lebih dapat disalurkan langsung ke tanah. [3]

Permasalahan yang terjadi pada penyulang Panji bisa dikatakan memiliki keandalan yang termasuk buruk dibandingkan dengan penyulang lain pada PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Singaraja, sehingga diperlukan perbaikan guna meningkatkan keandalan atau kontinuitas penyaluran tenaga listrik,

menurunkan gangguan penyulang Panji akibat sambaran petir, serta bertujuan untuk melindungi aset PT PLN (Persero).

Adapun langkah terbaik yang bisa ditempuh untuk meningkatkan keandalan pada penyulang Panji adalah dengan mencoba sistem pembumian *counterpoise*, sistem pembumian dengan *counterpoise* adalah pentanahan yang dilakukan dengan cara menanam kawat elektroda secara sejajar atau radial dengan jarak 30cm-90cm dibawah tanah [4]. Metode ini bersifat sangat efektif dan efisien serta mudah dalam pemasangannya, selain itu, pada penyulang panji terdapat lahan yang mendukung untuk pemasangan sistem pembumian *counterpoise*. Sehingga nantinya akan dapat diketahui bahwa konstruksi pembumian *counterpoise* merupakan metode yang terbaik untuk menurunkan nilai resistansi pembumian.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk menyusun Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pemasangan Sistem Pembumian Metode *Counterpoise* pada *Lightning Arrester* di Gardu SK 035 Penyulang Panji PT PLN (Persero) ULP Singaraja.”

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana hasil pengukuran nilai resistansi pembumian *counterpoise* di Gardu SK 035 pada Penyulang Panji?
- 2) Bagaimana pengaruh metode *counterpoise* pada nilai resistansi pembumian di gardu SK 035 penyulang Panji?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, untuk lebih memfokuskan masalah yang diangkat sehingga diperoleh penjelasan yang lebih detail, maka ruang lingkup yang dibahas sebagai berikut:

- 1) Peneliti hanya membahas tentang pemasangan sistem pembumian *counterpoise* untuk memperbaiki nilai resistansi pembumian *lightning arrester* yang belum memenuhi standar.
- 2) Pada Penyulang Panji terdapat beberapa gardu distribusi yang memiliki resistansi pembumian *lightning arrester* yang cukup tinggi, akan tetapi pada pembahasan ini hanya difokuskan pada gardu distribusi SK 035 pada Penyulang Panji.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui hasil pengukuran nilai resistansi pembumian *counterpoise* di Gardu SK 035 pada Penyulang Panji.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh metode *counterpoise* pada nilai resistansi pembumian di gardu SK 035 penyulang Panji

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, adapun simpulan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengukuran nilai resistansi pembumian *counterpoise* di gardu sk 035 pada penyulang panji memiliki nilai resistansi sebesar 2.66 Ω .
2. Penggunaan metode *counterpoise* pada pembumian di gardu sk 035 penyulang panji cukup memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai resistansi, yang semula nilai resistansi 15,34 Ω bisa berkurang menjadi 2.66 Ω , yang berarti dapat disimpulkan bahwa metode *counterpoise* berpengaruh pada nilai resistansi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan diatas, adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk memilih obyek penelitian yang lebih dari satu, agar bisa membandingkan hasil resistansi pada setiap gardu dan bisa membuktikan bahwa metode *counterpoise* berpengaruh terhadap nilai resistansi pembumian.
2. Bagi Perusahaan Listrik Negara (PLN), khususnya karyawan, agar lebih memperhatikan gardu-gardu pada setiap titik agar diperhatikan lebih intens, agar gangguan akibat surja petir yang masih cukup tinggi terjadi di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Singaraja bisa teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Areter T, Dkk. (2020). Studi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Wilayah Tobelo Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun 2019-2020. *Jurnal*. Universitas Sam Ratulangi.
- [2] PT. PLN (Persero). 2022. Unit Layanan Pelanggan Singaraja.
- [3] PT. PLN (Persero) No.13K/Dir/2020. (2020). Buku Pedoman Pembumian Pada Gardu Induk dan Jaringan Transmisi. Jakarta.
- [3] Yuda, Allan Prathama. (2020). Analisis Gangguan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20KV pada PLN Area Surabaya Selatan. *Thesis*. Universitas Airlangga.
- [4] Aulia, Rizky Rachman. (2021). Perbaikan tahanan Pembumian Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150KV Kembangan-Petukangan Menggunakan Metode Counterpoise. *Tugas Akhir*. Intitut Teknologi PLN.
- [5] Devy Andini, Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, 2015.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000), Jakarta, 2000.
- [7] Achmad Budiman. “Analisa Perbandingan Tahanan Pembumian Peralatan Elektroda Pasak pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan.” *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, Vol: 6, No. 3, November 2017. ISSN: 2302-2949. DOI: 10.20449/jnte.v6i3.454.
- [8] Mayling Zhao, Aluminium Conductor AAC Cable/ AAAC ACSR AAC Overhead Cable/ Semua Aluminium AAC Conductor, [online] 2021, <http://indonesian.shanpowercable.com/sale-9670642-aluminum-conductor-aac-cable-aaac-acsr-aac-overhead-cable-all-aluminum-aac-conductor.html> (Diakses: 12 April 2021).
- [9] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, “Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik.” Buku 4 PLN, Jakarta, 2010.
- [10] PNG Download, Transformator Distribusi Manufaktur Distribusi Tenaga Listrik, [online] 2020, <https://www.pngdownload.id/png-pu1htd/> (Diakses: 12 April 2021).