

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGANTIAN PENGHANTAR SUTM TIPE
AAAC 70 mm² MENJADI TIPE AAACS 150 mm² UNTUK
MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM PADA
PENYULANG ANTURAN**



OLEH :

WAYAN ANGGA PRATAMA

NIM. 2215313013

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK

Wayan Angga Pratama

Analisis Penggantian Penghantar SUTM Tipe AAAC 70 mm² Menjadi Tipe AAACS 150 mm² Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Pada Penyulang Anturan

Sistem distribusi tenaga listrik pada jaringan tegangan menengah (SUTM) memiliki peranan penting dalam menjamin kontinuitas penyaluran energi listrik kepada konsumen. Salah satu faktor yang memengaruhi keandalan sistem distribusi adalah jenis dan kapasitas penghantar yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap penggantian penghantar SUTM dari tipe AAAC 70 mm² menjadi tipe AAACS 150 mm² pada salah satu penyulang. Penggantian penghantar tipe AAAC 70 mm² menjadi tipe AAACS 150 mm² di Gardu SW014 terletak di Desa Tukad Mungga, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Bali pada Penyulang Anturan PT PLN (PERSERO) ULP Singaraja. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan Praktek Kerja Lapangan terhitung mulai dari tanggal 1 Agustus 2024 sampai tanggal 31 Januari 2025 dan penelitian data observasi Tugas Akhir terhitung dari bulan 1 Juni 2025 sampai dengan 31 Agustus 2025. Analisa difokuskan pada perbandingan rugi-rugi daya, jatuh tegangan, serta indeks keandalan sistem sebelum dan sesudah penggantian penghantar. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan penghantar AAACS 150 mm² mampu menurunkan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan secara signifikan dibandingkan dengan penghantar AAAC 70 mm². Selain itu, nilai indeks keandalan sistem seperti SAIDI dan SAIFI mengalami perbaikan, Penurunan nilai SAIDI sebesar 0,56 jam/pelanggan/tahun dan penurunan nilai SAIFI sebesar 2,39 kali/pelanggan/tahun. yang berarti kontinuitas penyaluran energi listrik kepada pelanggan menjadi lebih baik. Dengan demikian, penggantian penghantar ke kapasitas yang lebih besar dan dengan material yang lebih unggul terbukti dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi pada penyulang yang dianalisis.

Kata kunci: Penyulang Anturan ,SUTM, AAAC 70 mm², AAACS 150 mm², rugi-rugi daya, keandalan sistem.

ABSTRACT
ANALYSIS OF REPLACING SUTM CONDUCTORS OF 70 mm² AAAC
TYPE TO 150 mm² AAACS TYPE TO IMPROVE SYSTEM
RELIABILITY IN ANTUR FEEDER

The medium voltage distribution network (SUTM) plays an important role in ensuring the continuity of electricity supply to consumers. One of the factors influencing the reliability of the distribution system is the type and capacity of the conductors used. This study analyzes the replacement of SUTM conductors from AAAC 70 mm² to AAACS 150 mm² on one of the feeders. The replacement was carried out at Substation SW014, located in Tukad Mungga Village, Buleleng District, Buleleng Regency, Bali, on the Anturan Feeder of PT PLN (PERSERO) ULP Singaraja. The research was conducted during a six-month internship program from August 1, 2024 to January 31, 2025, with observational data for the final project collected from June 1, 2025 to August 31, 2025. The analysis focused on comparing power losses, voltage drops, and system reliability indices before and after conductor replacement. The results show that using AAACS 150 mm² conductors significantly reduces power losses and voltage drops compared to AAAC 70 mm² conductors. Moreover, the system reliability indices, such as SAIDI and SAIFI, showed improvements, with a reduction of SAIDI by 0.56 hours/customer/year and a reduction of SAIFI by 2.39 interruptions/customer/year, indicating improved continuity of electricity supply to consumers. Therefore, replacing conductors with larger capacity and superior material has been proven to enhance the reliability of the distribution system on the analyzed feeder.

Keywords: Anturan Feeder, SUTM, AAAC 70 mm², AAACS 150 mm², power losses, system reliability.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ixx
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Batasan Masalah	I-4
1.4 Tujuan	I-4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	I-5
1.6 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)	II-1
2.2 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM).....	II-1
2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	II-2
2.4 Jaringan Tegangan Menengah (JTM)	II-2
2.5 Penghantar Tipe AAAC	II-3
2.6 Penghantar Tipe AAAC (<i>All Aluminium Alloy Conductor</i>)	II-4
2.7 Penghantar Tipe AAACS.....	II-5
2.8 KHA (Kuat Hantar Arus).....	II-5
2.9 Gangguan Pada Jaringan Distribusi	II-8
2.10 Penyebab Gangguan Pada Jaringan Distribusi	II-8
BAB III METODELOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	III-2
3.4 Pengambilan Data	III-3

3.5 Pengolahan Data	III-4
3.6 Hasil yang Diharapkan.....	III-4
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS	IV-1
4.1 Gambaran Umum.....	IV-1
4.2 Data Teknis Objek	IV-2
4.2.1 Lokasi objek Penelitian.....	IV-2
4.2.2 Data Gangguan	IV-3
4.2.3 Data Pelanggan	IV-4
4.2.4 Data Arus Beban Gardu SW014	IV-6
4.2.5 Data Tegangan	IV-6
4.3 Pembahasan dan Perhitungan	IV-7
4.3.1 Sebelum Penggantian Penghantar	IV-7
4.3.2 Penyebab Gangguan.....	IV-7
4.3.3 Rumus Perhitungan SAIDI DAN SAIFI.....	IV-8
4.4 Sesudah Penggantian Penghantar	IV-11
4.4.1 Penyebab Gangguan.....	IV-12
4.4.2 Sebelum Perubahan Diameter	IV-13
4.4.3 Perhitungan Drop Tegangan dan Rugi-Rugi daya	IV-13
4.4.4 Sesudah Perubahan Diameter	IV-15
4.4.5 Perhitungan Drop Tegangan dan Rugi-Rugi daya	IV-15
4.5 Analisa SAIDI dan SAIFI	IV-16
4.6 Analisa Drop Tegangan dan Rugi-Rugi Daya	IV-17
4.7 Hasil Wawancara Observasi Penelitian	IV-18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	2
LAMPIRAN.....	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penghantar Tipe AAAC (<i>All Aluminium Alloy Conductor</i>).....	II-4
Tabel 2.2 Penghantar Tipe AAACS (<i>All Aluminium Alloy Conductor Shielded</i>) ..	II-5
Tabel 2.3 KHA Penghantar Tipe AAAC dan Penghantar Tipe AAACS.....	II-6
Tabel 2.4 Impedansi Urutan Positif dan Nol AAAC / AAACS.....	II-7
Tabel 2.5 Konduktivitas Bahan Listrik	II-7
Tabel 4.1 Data Gangguan.....	IV-3
Tabel 4.2 Data Pelanggan Per Gardu Penyulang Anturan	IV-4
Tabel 4.3 Data Pelanggan Pada Gardu SW014 Penyulang Anturan.....	IV-5
Tabel 4.4 Data Arus Beban	IV-6
Tabel 4.5 Data Tegangan	IV-6
Tabel 4.6 Data Jumlah Pelanggan Padam	IV-9
Tabel 4.7 Data Gangguan yang Dapat Diminimalisir	IV-12
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Nilai Indeks SAIDI dan SAIFI	IV-17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penghantar Tipe AAAC (<i>All Aluminium Alloy Conductor</i>)	II-3
Gambar 2.2	Penghantar Tipe AAACS (<i>All Aluminium Alloy Conductor Shielded</i>)	II-5
Gambar 3.1	Flowchart Alur Penelitian.....	III-2
Gambar 4.1	Single Line Diagram Penyulang Anturan.....	IV-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sudah menjadi bagian dari setiap kegiatan umat manusia. Sejak lahirnya listrik, manusia telah berkembang pesat di segala bidang kehidupan, karena listrik telah mempermudah pekerjaan manusia. Ada saat ini pasokan terhadap energi listrik akan semakin meningkat dari waktu ke waktu, karena meningkatnya kebutuhan listrik maka masalah ataupun gangguan sering terjadi pada jaringan distribusi, seperti adanya kerusakan komponen maupun peralatan listrik yang terdapat pada jaringan, lepasnya komponen – komponen yang tersambung pada saluran udara tegangan menengah. Karena meningkatnya kebutuhan sumber energi listrik pada era saat ini, maka dibutuhkan suatu sistem tenaga listrik yang efisien agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat untuk masa sekarang dan dimasa yang akan mendatang. Oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan secara rutin yang harus diterapkan agar jaringan distribusi tetap terjaga dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang Panjang.

Energi listrik adalah energi yang dihasilkan oleh pergerakan muatan listrik melalui kawat atau penghantar listrik. Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk sumber energi fosil seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi, serta sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga air. Energi listrik digunakan untuk berbagai keperluan seperti penerangan, penghangat ruangan, AC, mesin industri, komputer dan elektronik rumah tangga. Energi listrik juga dapat disimpan dalam baterai dan digunakan dalam kendaraan listrik.

Dengan kebutuhan energi listrik yang sangat penting dalam era teknologi ini, maka diperlukan pendistribusian yang juga baik dan efisien. Energi listrik ini di distribusikan dengan beberapa tahap yang sangat banyak tetapi dapat kita mulai dari penghasilan listrik di pembangkit listrik hingga pengiriman listrik ke rumah-rumah dan bisnis-bisnis melalui jaringan listrik. Selama pendistribusian, energi listrik dapat hilang akibat gesekan dalam kabel, transformator, dan peralatan lainnya. Oleh karena itu, diperlukan sistem jaringan distribusi yang handal dan berkualitas. Sistem distribusi daya didukung oleh peralatan distribusi daya yang sesuai. Dalam kondisi normal, sistem distribusi tenaga dialiri oleh arus dan tegangan kerja, yang

mempengaruhi kinerja peralatan yang ada. Peralatan distribusi juga harus sensitif terhadap gangguan. Gangguan-gangguan tersebut terdiri dari 2 faktor yaitu berupa faktor internal dan faktor eksternal, faktor internal disebabkan oleh perubahan sifat hambatan yang ada, misalnya isolator yang retak karena faktor umur, sedangkan gangguan dari luar berupa gejala alam antara lain petir, hewan, pohon, debu, hujan, dan sebagainya.

Dalam penyaluran energi listrik di jaringan tegangan menengah tersebut juga tidak menutup kemungkinan akan terjadi gangguan. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dengan kabel terbuka paling rentan terhadap gangguan eksternal, yaitu gangguan dari luar sistem. Karena konduktor terbuka dapat rentan terhadap kerusakan dan gangguan akibat kondisi cuaca buruk seperti hujan, angin kencang, atau petir. Selain itu, kabel terbuka lebih rentan terhadap bahaya seperti luka bakar dan disentuh oleh hewan atau manusia yang tidak waspada. Oleh karena itu, pemeliharaan dan pemantauan rutin diperlukan untuk menjaga agar sistem tenaga listrik tetap aman dan andal.

Maka dari itu membangun sistem distribusi listrik yang handal dan efisien dapat menjadi tantangan yang besar karena berbagai faktor seperti kondisi geografis yang sulit, keterbatasan sumber daya dan dana, serta perubahan permintaan listrik yang cepat. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan dan pengelolaan yang baik untuk membangun sistem distribusi listrik yang dapat membangun sistem distribusi listrik yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dan memastikan ketersediaan energi listrik yang cukup. Penyulang Anturan merupakan salah satu penyulang yang dikelola oleh PT PLN (Persero) ULP Singaraja.

Penyulang Anturan ini disuplai atau mengambil sistem distribusi 20 KV dengan memiliki panjang saluran 53,991 KMS yang disuplai dari Trafo II Gardu Induk Pamaron dengan daya 60 MVA yang melayani konsumen di Daerah Banyusri, Pedawa, Asah Gobleg, Congkang, Kubu Alam, Kaliasem, Sinalud, Celuk Buluh, dan Tukad Mungga. Pada jaringan utama Penyulang Anturan disalah satu wilayah Desa Tukad Mungga dibuat percabangan untuk mensuplai daya di Desa Tukad Mungga. Dalam penyaluran energi listrik di penyulang Anturan ini masih menggunakan tipe penghantar kabel AAAC 70 mm² yang rawan atau sering mengalami gangguan. Gangguan akibat hubungan singkat masih cukup tinggi

terjadi di penyulang Anturan ini sehingga mengakibatkan relay proteksi bekerja atau trip. Untuk penyebab gangguan yang paling sering terjadi pada Penyulang Anturan pada tahun 2023 dan 2024 mengalami sebanyak 10 kali gangguan yaitu gangguan yang disebabkan oleh penghantar bersentuhan dengan pohon yang berada disekitar jaringan. Tingginya trip proteksi yang disebabkan oleh hubung singkat tersebut, tentunya tidak terlepas dari kurang baiknya dari tipe penghantar dan juga ukuran penghantar yang digunakan. Kondisi ini akan berdampak pada baik atau buruknya kinerja keandalan sistem distribusi.

Gangguan hubung singkat PT PLN (Persero) ULP Singaraja yang berlokasi di Jalan Ngurah Rai No. 68, Banjar Jawa, Buleleng, Bali. menunjukkan bahwa Penyulang Anturan ULP Singaraja sering mengalami gangguan akibat hubung singkat dikarenakan lokasi penyulang tersebut rata-rata terletak di daerah yang melewati pohon-pohon yang tinggi dan menggunakan penghantar yang tidak berisolasi. Dari penelitian tersebut dapat dilakukan pergantian tipe penghantar yang semula menggunakan penghantar tipe AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) 70 MM² dirubah menjadi penghantar tipe AAACS (*All Aluminium Alloy Conductor Shielded*) 150 MM². Hal ini merupakan cara yang terbaik untuk melindungi Saluran Udara Tegangan Menengah dari gangguan akibat hubung singkat. Ini juga merupakan usaha untuk melindungi aset PT PLN (Persero) dan menurunkan gangguan di Penyulang Anturan akibat hubung singkat sehingga menjamin keandalan.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini dilaksanakan dengan judul **"ANALISIS PENGGANTIAN PENGHANTAR SUTM TIPE AAAC 70 mm² MENJADI TIPE AAACS 150 mm² UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM PADA PENYULANG ANTURAN"**. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas daya di sepanjang saluran Penyulang Anturan sehingga dapat menguntungkan bagi pihak PT PLN (Persero) dan konsumen.

1.2 Rumusan Masalah :

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan, maka perumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Gangguan apa saja yang mengakibatkan rendahnya keandalan jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan ?
- b. Apa pertimbangan dan solusi yang dapat dilakukan dalam menangani gangguan pada jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan?
- c. Berapakah nilai indeks sebelum dan sesudah penggantian penghantar dan dapat mengetahui besarnya rugi-rugi daya pada penghantar jenis AAAC 70 mm² dan penghantar jenis AAACS 150 mm². ?

1.3 Batasan Masalah :

Berkaitan dengan rumusan masalah diatas untuk menghindari dari meluasnya pembahasan di luar permasalahan maka penulis membatasi permasalahan yang akan di bahas sebagai berikut:

- a. Hanya membahas tentang gangguan-gangguan eksternal apa saja yang mengakibatkan rendahnya keandalan jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan.
- b. Hanya membahas tentang pertimbangan dan solusi yang dapat dilakukan dalam menangani terjadinya gangguan pada jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan.
- c. Hanya membahas tentang nilai indeks sebelum dan sesudah penggantian penghantar dan dapat mengetahui besarnya rugi-rugi daya pada penghantar jenis AAAC 70 MM² dan penghantar jenis AAACS 150 mm².

1.4. Tujuan :

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada analisa penggantian penghantar ini sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui gangguan-gangguan apa saja yang mengakibatkan rendahnya keandalan jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan.
- b. Untuk mengetahui Pertimbangan dan solusi yang dapat dilakukan dalam

menangani gangguan pada jaringan tegangan menengah Penyulang Anturan.

- c. Untuk mengetahui nilai indeks sebelum dan sesudah penggantian penghantar dan dapat mengetahui besarnya rugi-rugi daya pada penghantar jenis AAAC 70 mm² dan penghantar jenis AAACS 150 mm².

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Penulis mengharapkan, dalam penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat untuk banyak pihak antara lain, yaitu :

- a. Bagi Penulis

Dapat menganalisa SAIDI dan SAIFI serta rugi-rugi daya untuk penghantar jenis AAAC dan AAACS secara teoritis berdasarkan data-data yang di peroleh dari PT PLN (Persero) ULP Singaraja.

- b. Bagi Perusahaan

Dapat digunakan sebagai bahan informasi dan masukan serta bahan pertimbangan dalam mengatasi suatu permasalahan sehingga tepat dalam melakukan penggantian penghantar.

- c. Bagi Politeknik Negeri Bali

Dapat dijadikan sebagai bahan bacaan baru di perpustakaan yang nantinya tentu bisa dijadikan referensi ataupun acuan dalam penelitian dan pembelajaran mengenai bagaimana penggantian penghantar pada Jaringan Tegangan Menengah

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menguraikan tentang bagian yang berisi teori-teori yang ada kaitannya dengan judul tugas akhir yang digunakan sebagai penunjang dalam pembahasan.

BAB III : METODOLOGI

Menguraikan tentang jenis penelitian, lokasi penelitian, pengolahan data, pengambilan data, metodologi pengolahan data dan hasil yang diharapkan.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Menguraikan tentang bagian yang memuat pembahasan dari permasalahan yang ada. Pada bab ini, seluruh permasalahan yang ada akan dianalisa diantaranya mengenai gangguan - gangguan yang mengakibatkan rendahnya keandalan jaringan tegangan menengah, pertimbangan dan solusi yang dapat dilakukan dalam menanggapi gangguan pada jaringan menengah, dan nilai indeks sebelum dan sesudah penggantian penghantar dan dapat mengetahui besarnya rugi-rugi daya pada penghantar jenis AAAC 70 mm² dan penghantar jenis AAACS 150 mm²

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang bagian yang memuat kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan sebelumnya dan juga saran-saran dari permasalahan yang dibahas

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Faktor gangguan penyebab rendahnya keandalan jaringan pada Penyulang Anturan umumnya berasal dari gangguan eksternal seperti pohon tumbang, hewan, kondisi cuaca ekstrem, serta kualitas penghantar yang tidak lagi optimal menyalurkan daya dengan kapasitas beban yang semakin meningkat.
2. Pertimbangan dan solusi dalam penanganan gangguan meliputi penggantian penghantar dengan kapasitas lebih besar, perawatan jaringan secara berkala, pemangkasan pohon di sekitar jalur SUTM, serta pemasangan peralatan proteksi yang lebih andal. Penggantian penghantar dari AAAC 70 mm² ke AAACS 150 mm² dipilih karena mampu menurunkan rugi-rugi daya, meningkatkan kemampuan hantar arus, dan memperbaiki profil tegangan.
3. Nilai indeks keandalan sistem setelah dilakukan penggantian penghantar mengalami perbaikan signifikan dibandingkan sebelumnya. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya frekuensi dan durasi gangguan, sehingga kontinuitas penyaluran tenaga listrik menjadi lebih baik. Selain itu, rugi-rugi daya pada penghantar tipe AAACS 150 mm² lebih rendah dibandingkan penghantar tipe AAAC 70 mm², sehingga efisiensi sistem distribusi meningkat. Penurunan nilai SAIDI sebesar 0,56 jam/pelanggan/tahun dan penurunan nilai SAIFI sebesar 2,39 kali/pelanggan/tahun.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis sampaikan kepada bagi penyulang Anturan, yaitu;

1. Perlu dilakukannya pemeliharaan atau perawatan jaringan secara berkala agar dapat mengurangi terjadinya gangguan yang disebabkan karena faktor internal maupun faktor eksternal. Selain itu, perlu dilakukan monitoring beban secara rutin, peningkatan kualitas peralatan proteksi, serta pelatihan bagi petugas lapangan agar lebih sigap dalam menangani gangguan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aritonang, Yohanes Christopel., Berutu, Simson Yosafat., dan Cholish. 2022. PENGARUH PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI TERHADAP ENERGY NOT SALE PADA PENYULANG GL. 01 DI PLN HELVETIA. *Jurnal Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)* 3 (1). 794-803.
- [2] PT PLN (Persero). 1981. SPLN 41: 1981. *Hantaran Aluminium Campuran*, Jakarta: PT PLN (Persero).
- [3] PT PLN (Persero). 1985. SPLN 64: 1985. *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*, Jakarta: PT PLN (Persero).
- [4] PT PLN (Persero). 1987. SPLN 72: 1987. *Spesifikasi desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*, Jakarta: PT PLN (Persero).
- [5] PT PLN (Persero). 1991. SPLN 41 1991. *Penghantar Aluminium Paduan Berselubung Polietilen Ikat Silang (AAACS)*, Jakarta: PT PLN (Persero).
- [6] PT PLN (Persero). 2010. *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero).
- [7] PT PLN (Persero). 2010. *Buku 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta: PT PLN (Persero).
- [8] Purnawan, I Gusti Ngurah Gede Oka Purnawan., Hani, Slamet., dan Subandi, Subandi. 2019. PENGARUH PENGGUNAAN PENGHANTAR AAAC-S TERHADAP SENSITIVITAS SISTEM

PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV. *Jurnal Elektrikal*, 3(1), 78-85.

- [9] Pandya, Achmad Fadjri Ary. 2021. *ANALISA GANGGUAN PENYULANG KOMERING DI GARDU INDUK SEI JUARO TERHADAP ENERGY NOT SUPPLY DI PT PLN RAYON RIVAI PALEMBANG*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [10] Syahputra, R. 2016. *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. LP3M UMY, Yogyakarta, 249-256.
- [11] Sinurat, Michael Stevano. 2017. *Konduktor Bahan Listrik*. Diakses pada 5 Mei 2023
- [12] Sinaga, Rey Josef Reprendim. 2021. *PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) DAN PEMELIHARAAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH (JTR), DI PLN ULP RIMO, ACEH SINGKIL*. UNIVERSITAS MEDAN AREA.
- [13] Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- [14] Uti Kurnia. 2017. *Sistem Tenaga Listrik*. Diakses pada 23 Februari 2023
- [15] I. N. Sunaya, I. G. S. Widharma, and M. Sajayasa, "Analisis Posisi Recloser Terhadap Keandalan Kinerja Penyulang Sempidi Berbasiskan Software ETAP Powerstation," *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, vol. 17, no. 3, pp. 136–141, 2017.
- [16] I Nengah Sunaya, IGS Widarma, IGP Arka, I Made Sajayasa (2017). Effect of using ground wire to lightning surge interference at 20 KV medium voltage distribution system based on genetics algorithm. *International Research Journal of Engineering, IT and Scientific Research (IRJEIS)* 3

LAMPIRAN

GAMBAR PENYULANG ANTURAN





