

LAPORAN TUGAS AKHIR D III

**ANALISIS KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK
PENYULANG TIMPAG AKIBAT GANGGUAN EKSTERNAL**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I PUTU DIAS RANA WIDNYANA

NIM. 2215313029

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK
NEGERI BALI**

2025

LAPORAN TUGAS AKHIR D III

Diajukan Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK
PENYULANG TIMPAG AKIBAT GANGGUAN EKSTERNAL**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I PUTU DIAS RANA WIDNYANA

NIM. 2215313029

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK
NEGERI BALI**

2025

KATA PENGHANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG TIMPAG AKIBAT GANGGUAN EKSTERNAL “. Adapun Tugas Akhir ini digunakan sebagai salah satu syarat akademik pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Elektro Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan , dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama pelaksanaan Penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T. ,M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Drs. I Gede Nyoman Sangka, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Ir. I Wayan Sudiartha, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
6. Bapak Lutfi Abdilah selaku manager di industri yang telah memberikan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
7. Orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan terhadap penulis.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan yang selalu membagi ilmu, pengalaman, dan semangat yang didapat saat penulisan tugas akhir.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan saran, ide serta dukungan hingga selesainya penulisan Tugas Akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-Nya terhadap semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan waktunya sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis sehingga membutuhkan saran dan kritik yang

membangun agar dapat menyempurnakan Tugas Akhir ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk semua pihak, semoga bermanfaat bagi pembaca dan dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Badung, 14 Juli 2025

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'I Putu Dias Rana Widnyana', written in a cursive style.

I Putu Dias Rana Widnyana

2215313029

ABSTRAK

Keandalan jaringan distribusi tenaga listrik merupakan faktor penting dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik kepada pelanggan. Gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi dapat disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan Penyulang Timpag akibat gangguan eksternal serta mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas penyaluran tenaga listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis data gangguan tahunan pada Penyulang Timpag, yang kemudian dihitung menggunakan indeks keandalan sistem distribusi yaitu SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Data gangguan yang dianalisis meliputi frekuensi gangguan, durasi gangguan, jumlah pelanggan terdampak, serta penyebab gangguan eksternal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama satu tahun terjadi 5 kali gangguan dengan total durasi pemadaman sebesar 1,92 jam. Perhitungan indeks keandalan menghasilkan nilai $SAIFI=0,0030$ kali/pelanggan/tahun, $SAIDI = 0,0017$ jam/pelanggan/tahun, Nilai tersebut mengindikasikan bahwa keandalan penyulang masih di bawah standar PLN, sehingga kualitas pelayanan listrik kepada pelanggan belum optimal. Faktor dominan penyebab gangguan adalah pohon tumbang, aktivitas manusia, serta gangguan akibat petir dan hewan. Berdasarkan hasil analisis, upaya peningkatan keandalan dapat dilakukan dengan pemangkasan vegetasi secara rutin, penambahan peralatan proteksi pada titik rawan, penggantian penghantar AAAC dengan AAACS, serta peningkatan kesadaran masyarakat terkait aktivitas di sekitar jaringan listrik.

Kata Kunci: *Keandalan, Distribusi Listrik, Penyulang Timpag, SAIDI, SAIFI, Gangguan Eksternal.*

ABSTRACT

The reliability of the electrical distribution network is a crucial factor in maintaining the continuity of power supply to customers. Disturbances in the distribution network can be caused by both internal and external factors. This study aims to analyze the reliability level of the Timpag Feeder due to external disturbances and to determine its impact on the quality of electricity distribution. The research method used is the analysis of annual disturbance data on the Timpag Feeder, which is then calculated using distribution system reliability indices, namely SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SAIDI (System Average Interruption Duration Index). The disturbance data analyzed include disturbance frequency, duration, number of affected customers, and the causes of external disturbances. The results show that within one year there were 5 disturbance events with a total outage duration of 1,92 hours. The reliability index calculations resulted in SAIFI = 0,0030 interruptions/customer/year, SAIDI = 0,0017 hours/customer/year, These values indicate that the feeder reliability is still below PLN's standard, meaning the electricity service quality to customers is not yet optimal. The dominant causes of disturbances are tree falls, human activities, lightning strikes, and animal interference. Based on the analysis, efforts to improve reliability can be carried out through regular vegetation trimming, the addition of protective equipment at critical points, replacing AAAC conductors with AAACS, and increasing public awareness regarding activities around power distribution networks.

Keywords: Reliability, Power Distribution, Timpag Feeder, SAIDI, SAIFI, External Disturbances.

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR D III.....	i
KATA PENGHANTAR.....	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1 Latar Belakang.....	10
1.2 Perumusan Masalah	11
1.3 Batasan Masalah	11
1.4 Tujuan	11
1.5 Manfaat	12
1.6 Sistem Penulisan	12
BAB V PENUTUPAN	14
5.1 Kesimpulan.....	14
5.2 Saran	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hantaran Aluminium Campuran (AAAC) ^[15]	20
Tabel 2.2. Hantaran Aluminium Campuran (AAAC-S) ^[17]	21
Tabel 2.3. Standar Indeks Keandalan SPLN 68-2 : 1986 ^[9]	39
Tabel 2.4. Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003 ^[8]	39
Tabel 2.5. Standar Keandalan WCS ^[3]	39
Tabel 2.7. Indeks Potensi Gangguan	40
Tabel 4.1. Data Gangguan Penyulang Timpag 2024	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik ^[2]	17
Gambar 2.2. Saluran Udara Tegangan Menengah ^[13]	19
Gambar 2.3. Kabel Udara Tegangan Menengah ^[13]	19
Gambar 2.4. Penghantar Tipe AAAC ^[15]	20
Gambar 2.5. Penghantar Tipe AAACS ^[17]	21
Gambar 2.6. Isolator Tumpu ^[14]	23
Gambar 2.7. Isolator Tarik ^[14]	24
Gambar 2.8. Fuse Cut Out ^[19]	25
Gambar 2.9. Transfomator Distribusi ^[22]	25
Gambar 2.10. Tekep Isolator YS-CO-AP ^[24]	28
Gambar 2.11. Tekep Isolator Tumpu ^[24]	29
Gambar 2.12. Tekep Isolator Extention ^[24]	30
Gambar 2.13. Tekep Isolator Connector dan Strain Clamp ^[24]	30
Gambar 2.14. Tekep Isolator YS-BUS-ARR ^[2]	31
Gambar 4.2. Cuplikan singel line diagram Penyulang Timpag	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN (Persero) adalah perusahaan milik negara yang bertanggung jawab atas penyediaan dan pengelolaan seluruh aspek kelistrikan di Indonesia. Dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi yang pesat, kebutuhan akan listrik semakin meningkat, baik dari sisi kuantitas maupun kualitas. Oleh karena itu, keandalan sistem distribusi tenaga listrik menjadi aspek penting yang harus terus ditingkatkan demi memberikan pelayanan yang optimal kepada konsumen. PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Tabanan memiliki kewenangan untuk menjaga serta meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik di wilayah Kabupaten Tabanan. Dalam menjalankan tugasnya, PLN Tabanan bertanggung jawab memastikan distribusi energi listrik dapat berlangsung secara efisien dan andal, demi menjamin ketersediaan listrik bagi masyarakat dan dunia usaha.

Distribusi energi listrik melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pembangkitan listrik hingga penyalurannya ke rumah-rumah dan fasilitas bisnis melalui jaringan distribusi. Namun, dalam proses distribusi ini, sering terjadi kehilangan energi akibat hambatan pada kabel, transformator, atau perangkat lainnya. Maka dari itu, sistem jaringan distribusi harus didukung oleh peralatan berkualitas dan sensitif terhadap gangguan, baik yang berasal dari faktor internal seperti kerusakan isolator akibat usia, maupun faktor eksternal seperti petir, hewan, pohon, debu, dan cuaca buruk.

Salah satu jaringan distribusi di bawah PLN ULP Tabanan adalah Penyulang Pangkung Timpag, yang disuplai dari Travo II Gardu Induk Tanah Lot berkapasitas 60 MVA. Penyulang ini memiliki panjang jaringan 17,595 kms dan melayani 5.571 pelanggan, termasuk beberapa penyulang lain seperti Timpag, Subamia, Exspress BRI, Nyitdah, Nyanyi, Pandak, dan Ir. Sukarno. Di salah satu desa dalam cakupan Penyulang Pangkung Karung,

Oleh karena itu, untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi, perlu dilakukan berbagai langkah strategis seperti penggantian penghantar ke tipe AAACS, pemeliharaan rutin, pemasangan pelindung binatang tambahan, atau pemanfaatan inovasi seperti *tekep isolator*. Tekep isolator adalah perangkat yang dipasang di gardu portal untuk mengantisipasi gangguan temporer akibat binatang. Perangkat ini dikembangkan oleh dosen Politeknik Negeri Bali, telah memperoleh hak kekayaan intelektual dari

Kementerian Hukum dan HAM, dan diproduksi oleh PT Adi Putra. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis merumuskan topik tugas akhir berjudul “Analisis Keandalan Jaringan Distribusi Listrik Penyulang Timpag Akibat Gangguan Eksternal.”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka rumusan masalah yang dapat diajukan adalah:

- 1 Bagaimana kondisi keandalan jaringan distribusi listrik pada Penyulang Timpag saat ini berdasarkan data gangguan eksternal yang terjadi?
- 2 Apa saja jenis gangguan eksternal yang paling sering memengaruhi keandalan Penyulang Timpag?
- 3 Bagaimana pengaruh gangguan eksternal tersebut terhadap nilai indeks keandalan seperti SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SAIDI (System Average Interruption Duration Index), pada jaringan distribusi Penyulang Timpag?
- 4 Upaya apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik akibat gangguan eksternal pada Penyulang Timpag?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, maka penelitian ini dibatasi pada:

- 1 Objek penelitian difokuskan pada jaringan distribusi Penyulang Timpag.
- 2 Data gangguan yang dianalisis hanya gangguan eksternal, seperti cuaca ekstrem, pohon tumbang, binatang, dan faktor lingkungan lainnya.
- 3 Analisis keandalan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan indeks keandalan standar PLN, yaitu SAIDI, SAIFI,
- 4 Data yang digunakan adalah data gangguan dalam kurun waktu satu tahun terakhir atau sesuai data yang tersedia dari PLN.
- 5 Penelitian tidak membahas aspek teknis lain di luar keandalan akibat gangguan eksternal, seperti analisis biaya, efisiensi energi, maupun kualitas daya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Mengetahui kondisi keandalan jaringan distribusi Penyulang Timpag akibat gangguan eksternal.
- 2 Mengidentifikasi faktor-faktor eksternal yang paling berpengaruh terhadap penurunan keandalan jaringan.

- 3 Menganalisis nilai indeks keandalan (SAIDI, SAIFI,) pada Penyulang Timpag.
- 4 Memberikan rekomendasi atau upaya perbaikan yang dapat meningkatkan keandalan jaringan distribusi pada Penyulang Timpag.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1 Bagi PLN: memberikan gambaran mengenai tingkat keandalan jaringan distribusi pada Penyulang Timpag serta membantu dalam perencanaan strategi pemeliharaan dan perbaikan.
- 2 Bagi Akademisi: menjadi referensi tambahan dalam pengembangan penelitian di bidang keandalan sistem distribusi tenaga listrik.
- 3 Bagi Peneliti: sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama perkuliahan serta menambah wawasan mengenai analisis keandalan jaringan distribusi.
- 4 Bagi Masyarakat: secara tidak langsung memperoleh peningkatan kualitas pelayanan listrik dengan adanya perbaikan dan peningkatan keandalan jaringan distribusi.

1.6 Sistem Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam tugas akhir ini terdiri dari 5 BAB yang masing-masing isinya berbeda namun terkait satu dengan yang lainnya. Perinciannya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematik penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori sistem distribusi, saluran udara tegangan menengah, saluran kabel udara tegangan menengah (SKUTM), komponen komponen jaringan distribusi, penghantar, tiang, isolator, fuse cut out, transformator distribusi, grounding, tekep isolator, gangguan jaringan distribusi, faktor penyebab gangguan, pemeliharaan jaringan distribusi, tujuan pemeliharaan, jenis jenis pemeliharaan, keandalan sistem distribusi, indeks nilai saidi saifi, dan standar nilai saidi saifi.

BAB III METODELOGI

Bab ini berisi struktur data, jenis data, metode penelitian, waktu lama penelitian dan lokasi penelitian, teknik pengambilan data, teknik observasi, teknik wawancara, teknik studi literatur, teknik eksperimen, pengolahan data, analisi data, objek penelitian, diagram alir, hasil yang diharapkan.

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi gambaran umum, data teknis objek, lokasi objek penelitian, data gangguan, data panjang penghantar, jenis penghantar yang digunakan, spesifikasi tranfomator, data pelanggan 2020-2024, pembahasan data pelanggan, pembahasan dan perhitungan, sebelum penggantian penghantar, penyebab gangguan, rumus SAIDI, SAIFI, perhitungan indeks SAIDI dan SAIFI, penentuan indeks keandalan PLN Tabanan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran.

BAB V

PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai keandalan jaringan distribusi listrik pada Penyulang Timpag akibat gangguan eksternal, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Selama periode penelitian (1 tahun) tercatat 5 kali gangguan pada Penyulang Timpag dengan total durasi pemadaman sekitar 0,0017 jam. Penyebab utama gangguan berasal dari faktor eksternal, meliputi pohon tumbang (40%), petir (20%), hewan (20%), dan aktivitas manusia (20%).
2. Hasil perhitungan indeks keandalan menunjukkan:

$$\text{SAIFI} = 0,0030 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

$$\text{SAIDI} = 0,0017 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

3. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata pelanggan mengalami gangguan lebih dari 5 kali per tahun dengan total durasi hampir 6 jam. Hal ini berarti tingkat keandalan Penyulang Timpag masih di bawah standar yang diharapkan PLN.
4. Faktor gangguan eksternal terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap keandalan jaringan distribusi. Gangguan akibat pohon tumbang dan aktivitas manusia merupakan penyumbang terbesar terjadinya pemadaman.
5. Upaya peningkatan keandalan dapat dilakukan melalui:
 - a. Pemangkasan pohon secara rutin di sepanjang jalur jaringan,
 - b. Peningkatan sistem proteksi (penambahan recloser/sectionalizer),
 - c. Penggantian penghantar AAAC menjadi AAACS yang lebih kuat terhadap beban mekanis,
 - d. Sosialisasi kepada masyarakat untuk mengurangi potensi gangguan akibat aktivitas manusia.

5.2 Saran

Pihak PLN harus selalu mempertahankan dan meningkatkan sistem kehandalan agar terjaga mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik terhadap pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widyantara, I. G. K. (2023). *Analisis Penggantian Penghantar AAAC 70 mm² menjadi AAACS 150 mm² pada Penyulang Suraberata PT PLN (Persero) ULP Tabanan* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- [2] Suhadi, *Teknik distribusi tenaga listrik untuk sekolah menengah kejuruan jilid 1*. 2008.[Online].Available:[https://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/10_SMK/ Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1.pdf](https://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/10_SMK/Teknik%20Distribusi%20Tenaga%20Listrik%20Jilid%201.pdf)
- [3] I. W. Jondra, I. K. Parti, I. K. Ta, and N. P. I. P. Sari, “Meningkatkan keandalan penyulang Buruan dengan pemasangan tekep isolator,” *J. Applied. Mechanical. Engeenering and Green Technology.*, vol. 2, no. 3, pp. 135–139, 2021.
- [4] Suhadi, *Teknik distribusi tenaga listrik untuk sekolah menengah kejuruan jilid 1*. 2008.[Online].Available:[https://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/10_SMK/ Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1.pdf](https://mirror.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/10_SMK/Teknik%20Distribusi%20Tenaga%20Listrik%20Jilid%201.pdf)
- [5] F. Ramadhan, R. S. Hartati, and I. ketut Wijaya, “Analisis Keandalan Pada Penyulang Batu Belig,” *E-Journal SPEKTRUM*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2015.
- [6] PT. PLN (Persero), *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta, 1985.
- [7] I. B. P. Girindra, W. Jondra, and I. W. Teresna, “Tekep Isolator Gardu Untuk Menanggulangi Gangguan Binatang Tupai,” *Matrix J. Manajajemen Teknologi dan Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 65–71, 2020.
- [8] Renaldi and Niswan, *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Pada PT. PLN (Persero) Cabang Parepare Ranting Barru*. 2017.
- [9] PT. PLN (Persero), *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi*. Jakarta, 1986.
- [10] B. P. Girindra, W. Jondra, and I. W. Teresna, “Tekep Isolator Gardu Untuk Menanggulangi Gangguan Binatang Tupai,” *Matrix J. Manajajemen Teknologi dan Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 65–71, 2020.

- [11] H. P. Wicaksono, I. G. N. S. Hernanda, and P. Ontoseno, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique,” *Anal. Keandalan Sist. Distrib. Menggunakan Progr. Anal. Kelistrikan Transien dan Metod. Sect. Tech.*, vol. 1, no. 1, pp. 153–158, 2012.
- [12] D. Suswanto, “Konsep Dasar Jaringan Distribusi,” *Sist. Distrib. Tenaga List.*, pp. 1–10, 2009.
- [13] PT. PLN (Persero), *Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. 2010.
- [14] A Setiawan, “Laporan Kerja Praktek Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah Dan Tegangan Menengah,” pp. 1–58, 2022.
- [15] PT. PLN (Persero), *Hantaran Aluminium Campuran*. Jakarta, 2016.
- [16] G. N. G. O. Purnawan, S. Hani, and Subandi, “Pengaruh Penggunaan Penghantar Aaac-S Terhadap Sensitivitas Sistem Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20 Kv,” *J. Elektr.*, vol. 3, pp. 78–85, 2016.
- [17] PT. PLN (Persero), “Penghantar Alumunium Paduan Berselubung Polietilen Ikat Silang (AAAC– S),” no. 135, 1991.
- [18] PT. PLN (Persero), *Pedoman Pemilihan Arrester Jaringan Distribusi 20kV*, no. 0769. Jakarta Selatan, 2013.
- [19] I. W. Sukadana and I. N. Suartika, “Optimalisasi LBS Motorized Key Point Pada Jaringan Distribusi 20 KV untuk Meningkatkan Keandalan Sistem,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, no. 1.1, p.141, 2019
- [20] S. Sudarni, “Studi Untuk Kerja Recloser Pada Jaringan Distribusi SUTM 20 kV Penyulang Gunung Mas GI Pangkep,” vol. 7, no. 3, p. 6, 2021.
- [21] S. Syarifah, R. Kurniawan, and A. Asmar, “Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (LBS) Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali,” *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 48–56, 2021.
- [22] K. Munir and Misriana, “Sistem Monitoring Transformator Distribusi Berbasis XBEE PRO,” *J. LITEK J. List. Telekomun. Elektron.*, vol. 15, no. 2,

pp. 29–37, 2018.

- [23] T. Siahaan and S. Laia, “Studi Pembumian Peralatan Dan Sistem Instalasi Listrik Pada Gedung Kantor BICTPT. Pelindo I (Persero) Belawan,” *J. Tek. Elektro*, vol. VIII, no. 2, pp. 96–101, 2019.
- [24] I. W. Jondra and I. G. K. Abasana, *Buku Ajar Standar Operasional Prosedur (SOP) Konstruksi Distribusi Tenaga Listrik*. Badung, 2023.
- [25] R. J. R. Sinaga, “Pemeliharaan Jarigan Distribusi 20 kV Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) di PLN ULP Rimo Aceh Singkil,” 2021.
- [26] V. R. Yandri and N. Y. Kahar, “Studi Penentuan Faktor Dominan Penyebab Gangguan Saluran Di Wilayah Kerja Pt . Pln (Persero) Rayon Kayu Aro Dengan,” *J. Tek. Elektro ITP Vol. 4 No. 1; Januari 2015*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [27] Hardani *et al.*, *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, vol. 5, no. 1. CV. Pustaka Ilmu Grup, 2021.
- [28] <https://www.scribd.com/document/520137724/spln-59-1985-keandalan-dist-20kv>
- [29] <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/148>

