

OPTIMALISASI PENAMBAHAN LBS (*LOAD BREAK SWITCH*) *MOTORIZED* UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI DI PT PLN (PERSERO) UP3 KETAPANG

Yulia¹, Erhaneli², Rafika Andari³

yuliyulia1501@gmail.com¹, erhanelimarzuki@gmail.com², rafika.andari09@gmail.com³

Institut Teknologi Padang

ABSTRAK

Keandalan dan kontinuitas jaringan distribusi tenaga listrik merupakan salah satu faktor utama dalam meningkatkan kualitas pelayanan pelanggan dan penjualan pada PT PLN (Persero) UP3 Ketapang. Beberapa indeks keandalan suatu jaringan distribusi diantaranya SAIDI (System Average Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), dan ENS (Energy Not Served). Namun, kondisi jaringan distribusi tenaga listrik UP3 Ketapang belum bisa dikatakan andal. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan pemasangan LBS Motorized yang memiliki fungsi SSO (Sectionalizer) yang berfungsi untuk memperkecil wilayah padam dan mempercepat penormalan sistem distribusi saat terjadi gangguan. Terjadi penurunan nilai SAIDI sebesar 91%, nilai SAIFI sebesar 91%, dan nilai ENS sebesar 86% untuk penyulang OG Kelik Section AR BGA. Terjadi penurunan nilai SAIDI sebesar 65%, nilai SAIFI sebesar 65%, dan nilai ENS sebesar 70% untuk penyulang Negeri Baru Section Indotani. Terjadi penurunan nilai SAIDI sebesar 84%, nilai SAIFI sebesar 84%, dan nilai ENS sebesar 92% untuk penyulang Tayap 04.

Kata Kunci: LBS Motorized, SAIDI, SAIFI, ENS.

PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia tenaga listrik nasional memiliki tanggung jawab dalam menjaga keandalan dan kontinuitas penyaluran energi listrik kepada pelanggan. Salah satu unit operasionalnya adalah PT PLN (Persero) UP3 Ketapang yang berada di bawah PT PLN (Persero) UID Kalimantan Barat dan membawahi empat Unit Layanan Pelanggan (ULP), yaitu ULP Ketapang Kota, ULP Sukadana, ULP Sandai, dan ULP Tumbang Titi. UP3 Ketapang mengelola beberapa sistem *Isolated* seperti Sistem *Isolated* Sukaharja (SISUKA), Sistem *Isolated* Tayap (SIYAP), dan Sistem *Isolated* Air Upas, yang secara karakteristik memiliki tingkat kerentanan gangguan lebih tinggi karena tidak terinterkoneksi dengan sistem besar.

Keandalan jaringan distribusi diukur menggunakan parameter SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), dan ENS (*Energy Not Served*). Berdasarkan data tahun realisasi kinerja PT PLN (Persero) UP3 Ketapang tahun 2023, terjadi 1.572 pemadaman akibat gangguan dengan nilai SAIDI sebesar 9,798 jam/pelanggan/tahun, SAIFI sebesar 8,34 kali/pelanggan/tahun, dan ENS sebesar 301.617 kWh. Meskipun nilai SAIDI masih berada di bawah batas yang sudah ditetapkan pada standar SPLN 59:1985 ($\leq 12,842$ jam/pelanggan/tahun), nilai SAIFI masih jauh di atas standar yang ditetapkan ($\leq 2,415$ kali/pelanggan/tahun) serta belum sepenuhnya memenuhi target kinerja tahun 2024, khususnya dalam aspek frekuensi gangguan dan energi tak tersalurkan. Tingginya frekuensi gangguan menunjukkan bahwa sistem proteksi dan *sectionalizing* jaringan distribusi belum optimal, sehingga ketika terjadi gangguan, area padam masih relatif luas dan waktu penormalan belum maksimal. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya nilai ENS serta berpotensi menurunkan kualitas pelayanan dan *revenue* perusahaan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan *distribution automation* melalui perangkat *Sectionalizer* dan *switching* otomatis dapat secara signifikan menurunkan indeks keandalan. Perubahan posisi alat proteksi (*Sectionalizer*) dapat mengoptimasi indeks

SAIDI dan SAIFI dari posisi sebelumnya[1]. Selain itu, penempatan *Sectionalizer* telah berhasil meningkatkan keandalan sistem dengan mengurangi durasi pemadaman (SAIDI), jumlah pemadaman (SAIFI) dan meningkatkan waktu pemulihan (CAIDI) secara signifikan[2].

Oleh karena itu, salah satu upaya peningkatan keandalan jaringan distribusi di UP3 Ketapang adalah melalui penambahan *Load Break Switch (LBS) Motorized* yang difungsikan sebagai *Sectionalizer* Otomatis (SSO) untuk mempercepat isolasi gangguan dan memperkecil daerah padam. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan penelitian untuk menganalisis pengaruh penambahan *LBS Motorized* terhadap penurunan nilai SAIDI, SAIFI, dan ENS sebagai langkah strategis dalam meningkatkan keandalan jaringan distribusi di wilayah kerja UP3 Ketapang.

TINJAUAN PUSTAKA

1. *LBSM (Load Break Switch Motorized)*

Load Break Switch Motorized yaitu saklar otomatis yang mempunyai kontrol elektronik/mekanik dan digunakan untuk alat pengaman dalam jaringan tengangan menengah[3]. Terdapat *LBS Motorized (LBSM)* yang tidak hanya berfungsi sebagai monitoring pengukuran dan kontrol buka tutup tetapi terdapat juga fungsi sebagai *Sectionalizer* yang bisa dikoordinasikan dengan peralatan proteksi agar terbuka sendiri[4]. SSO (*Sectionalizer*) memiliki fungsi sebagai alat pemutus rangkaian untuk memisahkan saluran utama dalam beberapa seksi, sehingga saat terjadi gangguan permanen, luas daerah (jaringan) yang mengalami pemadaman akibat gangguan permanen dapat diperkecil[3].

LBS Motorized (LBSM) dengan fungsi *Sectionalizer* memiliki ciri – ciri sebagai berikut : berguna untuk memisahkan atau memutus tenaga dengan dalam kondisi berbeban, dapat dioperasikan dari jarak jauh dan otomatis, teintegrasi dengan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), bekerja dengan membagi jaringan distribusi menjadi *Section-Section*, yang mana saat terjadi pemadaman dapat memperkecil luas daerah padam.

2. *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)*

SAIDI yaitu indeks keandalan yang merupakan hasil jumlah perkalian antara lama padam dengan pelanggan padam dibagi dengan jumlah total pelanggan padam yang dilayani[5]. Secara matematis SAIDI dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\text{jumlah perkalian jam padam dan pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan total yang dilayani}} \dots \dots \dots (1)$$

3. *System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)*

SAIFI adalah frekuensi padam rata-rata per tahun yang dirumuskan dengan hasil penjumlahan perkalian kali padam dan pelanggan padam yang dibagi dengan jumlah total pelanggan yang dilayani[5].

$$SAIFI = \frac{\text{kali padam x pelanggan padam}}{\text{total jumlah pelanggan}} \dots \dots \dots (2)$$

4. *Energy Not Served (ENS)*

ENS adalah besaran energi listrik yang tidak terpakai atau tidak disalurkan yang disebabkan oleh pemadaman akibat gangguan maupun pemeliharaan[6].

$$ENS = \frac{\sqrt{3}.VL .IL .Cos \theta x t}{1000} \dots \dots \dots (3)$$

METODOLOGI

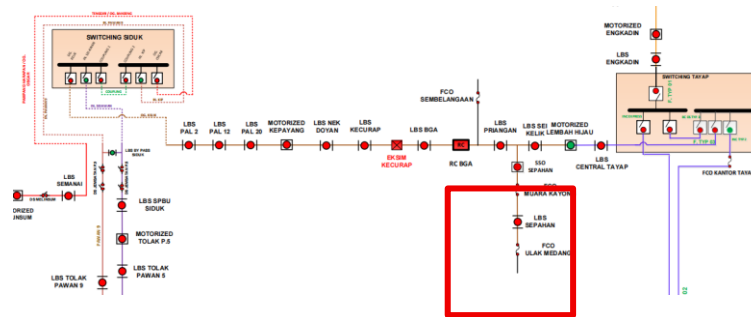
Sumber Data

Jenis data yang digunakan yaitu nilai dan rekap data dari lapangan gangguan penyulang SUTM tahun 2024 di PT PLN (Persro) UP3 Ketapang serta data dari aplikasi APKT (Aplikasi Pengaduan dan Keluhan Terpadu) yang memuat data jumlah pelanggan padam, durasi padam yang dirasakan pelanggan.

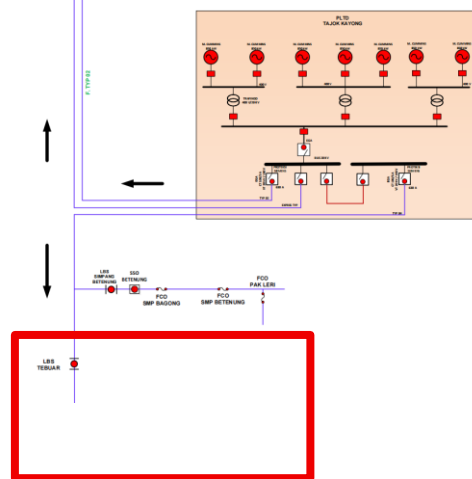
Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di tiga lokasi penambahan SSO yaitu SSO Sepahan pada *section* AR BGA, SSO SP2 pada *section* AR Indotani dan SSO Betenung pada peyulang Tayap 04.

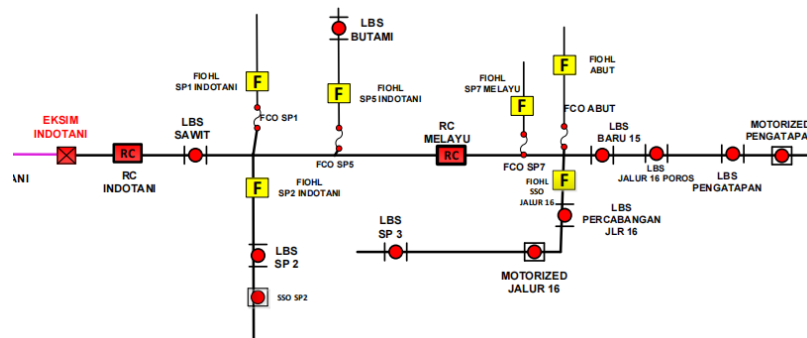
Single Line Diagram SSO Sepahan



Single Line Diagram SSO Betenung



Single Line Diagram SSO SP2



HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Keandalan Jaringan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO Sepahan pada Section AR BGA

Tabel 1 Data Persentase Penurunan Nilai Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO Sepahan

NO	BULAN	SEBELUM					SESUDAH					PERSENTASE PENURUNAN		
		DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	SAIDI	SAIFI	ENS
1	JANUARI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
2	FEBRUARI	1,35	4748,00	2,11	0,026	1736	1,35	417,00	0,19	0,002	248	91%	91%	86%
3	MARET	0,30	4748,00	0,47	0,026	386	0,30	417,00	0,04	0,002	55	91%	91%	86%
4	APRIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
5	MEI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
6	JUNI	0,25	4748,00	0,39	0,026	322	0,25	417,00	0,03	0,002	46	91%	91%	86%
7	JULI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
8	AGUSTUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
9	SEPTEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
10	OKTOBER	0,75	4748,00	1,17	0,026	965	0,75	417,00	0,10	0,002	138	91%	91%	86%
11	NOVEMBER	0,67	4748,00	1,05	0,026	862	0,67	417,00	0,09	0,002	123	91%	91%	86%
12	DESEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%

Data tabel 1 diatas menunjukkan data simulasi sebelum dan sesudah penambahan SSO Sepahan dengan durasi padam yang sama. Terdapat penurunan jumlah pelanggan sesudah dilakukan pemasangan SSO Sepahan dikarenakan adanya proses lepasnya SSO Sepahan secara otomatis saat terjadinya gangguan sehingga dapat memperkecil daerah padam tanpa harus menunggu petugas sampai di lokasi titik gangguan untuk *manuver* jaringan. Hal ini berdampak terhadap penurunan nilai SAIDI, SAIFI, dan ENS dimana penurunan nilai SAIDI sebesar 91%, SAIFI sebesar 91% dan ENS sebesar 86%.

Indeks Keandalan Jaringan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO Betenung pada Penyulang Tayap 04

Tabel 2 Data Persentase Penurunan Nilai Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO Betenung

NO	BULAN	SEBELUM					SESUDAH					PERSENTASE PENURUNAN		
		DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	SAIDI	SAIFI	ENS
1	JANUARI	3,82	6572,00	8,26	0,036	7019	3,82	1033,00	1,30	0,006	585	84%	84%	92%
2	FEBRUARI	4,40	6572,00	9,51	0,036	8084	4,40	1033,00	1,49	0,006	674	84%	84%	92%
3	MARET	3,93	6572,00	8,49	0,036	7221	3,93	1033,00	1,34	0,006	602	84%	84%	92%
4	APRIL	3,60	6572,00	7,78	0,036	6614	3,60	1033,00	1,22	0,006	551	84%	84%	92%
5	MEI	0,32	6572,00	0,69	0,036	588	0,32	1033,00	0,11	0,006	49	84%	84%	92%
6	JUNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
7	JULI	0,57	6572,00	1,23	0,036	1047	0,57	1033,00	0,19	0,006	87	84%	84%	92%
8	AGUSTUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
9	SEPTEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
10	OKTOBER	0,67	6572,00	1,45	0,036	1231	0,67	1033,00	0,23	0,006	103	84%	84%	92%
11	NOVEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
12	DESEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%

Data tabel 2 diatas menunjukkan data simulasi sebelum dan sesudah penambahan SSO Betenung dengan durasi padam yang sama. Terdapat penurunan jumlah pelanggan sesudah dilakukan pemasangan SSO Betenung dikarenakan adanya proses lepasnya SSO Betenung secara otomatis saat terjadinya gangguan sehingga dapat memperkecil daerah padam tanpa harus menunggu petugas sampai di lokasi titik gangguan untuk *manuver* jaringan. Hal ini berdampak terhadap penurunan nilai SAIDI sebesar 84%, nilai SAIFI sebesar 84%, dan nilai ENS sebesar 92%.

Indeks Keandalan Jaringan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO SP2 pada Section AR Indotani

Tabel 3 Data Persentase Penurunan Nilai Indeks Keandalan Sebelum dan Sesudah Penambahan SSO SP2

NO	BULAN	SEBELUM					SESUDAH					PERSENTASE PENURUNAN		
		DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	DURASI PADAM	JLH PELANGGAN PADAM	SAIDI	SAIFI	ENS	SAIDI	SAIFI	ENS
1	JANUARI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
2	FEBRUARI	3,15	3374,00	3,50	0,018	3183	3,15	1186,00	1,23	0,007	965	65%	65%	70%
3	MARET	1,17	3374,00	1,30	0,018	1182	1,17	1186,00	0,46	0,007	358	65%	65%	70%
4	APRIL	2,15	3374,00	2,39	0,018	2173	2,15	1186,00	0,84	0,007	658	65%	65%	70%
5	MEI	1,53	3374,00	1,70	0,018	1546	1,53	1186,00	0,60	0,007	469	65%	65%	70%
6	JUNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
7	JULI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
8	AGUSTUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
9	SEPTEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
10	OKTOBER	5,22	3374,00	5,79	0,018	5275	5,22	1186,00	2,04	0,007	1598	65%	65%	70%
11	NOVEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%
12	DESEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%

Data tabel 3 diatas menunjukkan data simulasi sebelum dan sesudah penambahan SSO SP2 dengan durasi padam yang sama. Terdapat penurunan jumlah pelanggan sesudah dilakukan pemasangan SSO SP2 dikarenakan adanya proses lepasnya SSO SP2 secara otomatis saat terjadinya gangguan sehingga dapat memperkecil daerah padam tanpa harus menunggu petugas sampai di lokasi titik gangguan untuk *manuver* jaringan. Hal ini berdampak terhadap penurunan nilai SAIDI sebesar 65%, nilai SAIFI sebesar 65%, dan nilai ENS sebesar 70%.

Analisa Kerugian Biaya Saat Terjadi Pemadaman yang Diakibatkan oleh Gangguan

Tabel 4 Data Kerugian dan *Saving* yang didapatkan setelah penambahan SSO

NO	SSO	SEBELUM			SEBELUM			SAVING (Rp)	PERSENTASE (%)
		ENS 2024 (kwh)	TDL (Rp/kwh)	RUGI (Rp)	ENS 2024 (kwh)	TDL (Rp/kwh)	RUGI (Rp)		
1	SSO SEPAHAN	4.270	1.444,7	6.168.722	610	1.444,7	881.246	5.287.476	86%
2	SSO BETENUNG	31.804	1.444,7	45.946.892	2.650	1.444,7	3.828.908	42.117.984	92%
3	SSO SP2	13.359	1.444,7	19.299.818	4.048	1.444,7	5.848.430	13.451.388	70%

Setelah penambahan SSO Sepahan diperoleh *saving* sebesar Rp.5.287.476,00 atau terjadi penurunan sebesar 86% dimana ini menunjukkan adanya peningkatan potensi penambahan pendapatan perusahaan. Namun, secara nominal masih terbilang kecil jika dibandingkan dengan investasi yang sudah dikeluarkan oleh PLN untuk pemasangan LBS *Motorized* yaitu dengan nilai Rp.97.250.000,00 dan untuk waktu pengembalian investasi membutuhkan waktu yang lama.

Setelah penambahan SSO Betenung diperoleh *saving* sebesar Rp.42.117.984,00 atau terjadi penurunan sebesar 92% dimana ini menunjukkan adanya peningkatan potensi penambahan pendapatan perusahaan. Secara nominal terbilang cukup besar jika dibandingkan dengan investasi yang sudah dikeluarkan oleh PLN untuk pemasangan LBS *Motorized* yaitu dengan kisaran Rp.97.250.000,00 dan membutuhkan waktu pengembalian investasi yang singkat.

Setelah penambahan SSO SP2 diperoleh *saving* sebesar Rp.13.451.388,00 atau terjadi penurunan sebesar 70% dimana ini menunjukkan adanya peningkatan potensi penambahan pendapatan perusahaan. Namun, secara nominal masih terbilang kecil jika dibandingkan dengan investasi yang sudah dikeluarkan oleh PLN untuk pemasangan LBS *Motorized* yaitu dengan kisaran Rp.97.250.000,00 dan untuk waktu pengembalian investasi membutuhkan waktu yang lama.

Dari ketiga data diatas, faktor yang mempengaruhi pemasangan sebuah LBS *Motorized* tidak hanya pada nilai investasi tapi juga pada kepuasan pelanggan dengan memberikan listrik yang andal dan aman, pencapaian target KPI, pengurangan risiko gangguan sistem besar dan peningkatan keandalan jaringan jangka panjang.

KESIMPULAN

1. Indeks keandalan jaringan distribusi jika dilakukan pemasangan SSO Sepahan tahun 2024 yaitu SAIDI 0,46 menit/pelanggan/tahun SAIFI 0,011 kali/pelanggan/tahun dan ENS 610 kWh. Indeks keandalan jaringan distribusi jika dilakukan pemasangan SSO SP2 tahun 2024 yaitu SAIDI 5,16 menit/pelanggan/tahun SAIFI 0,03 kali/pelanggan/tahun dan ENS 4.048 kWh. Indeks keandalan jaringan distribusi jika dilakukan pemasangan SSO Betenung tahun 2024 yaitu SAIDI 5,88 menit/pelanggan/tahun SAIFI 0,04 kali/pelanggan/tahun dan ENS 2.650 kWh. Nilai – nilai indeks keandalan tersebut diatas sudah sesuai dengan standar SPLN 59 : 1985.
2. Setelah dilakukan pemasangan SSO Sepahan di Penyulang OG Kelik Section AR BGA maka diperoleh penurunan nilai SADI sebesar 91%, nilai SAIFI sebesar 91%, dan nilai ENS sebesar 86% ; setelah dilakukan pemasangan SSO SP2 di Penyulang Negeri Baru Section AR Indotani maka diperoleh penurunan nilai SADI sebesar 65%, nilai SAIFI

sebesar 65%, dan nilai ENS sebesar 70%; setelah dilakukan pemasangan SSO Betenung di Penyulang Tayap 04 maka diperoleh penurunan nilai SADI sebesar 84%, nilai SAIFI sebesar 84%, dan nilai ENS sebesar 92%. Dari data – data penurunan diatas terdapat perbedaan persentase penurunan nilai indeks keandalan yang disebabkan oleh perbedaan jumlah pelanggan dan beban penyulang pada SSO Sepahan, SSO SP2, dan SSO Betenung.

3. Dengan pemasangan SSO Sepahan diperoleh saving pendapatan sebesar Rp5.287.476 atau terjadi penurunan rugi biaya sebesar 86%, dengan pemasangan SSO SP2 diperoleh saving pendapatan sebesar Rp13.451.388 atau terjadi penurunan rugi biaya sebesar 70%, dengan pemasangan SSO Betenung diperoleh saving pendapatan sebesar Rp 42.117.984 atau terjadi penurunan rugi biaya sebesar 92%. Dalam pemasangan LBS Motorized tidak hanya memperhatikan aspek investasi tapi juga memperhatikan aspek kepuasan pelanggan dengan memberikan listrik yang andal dan aman, pencapaian target KPI, pengurangan risiko gangguan sistem besar dan peningkatan keandalan jaringan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Pratama, Y. W. Setiyono, A. H. Rahman, D. Teknik, and U. G. Mada, “Optimisasi Penempatan Recloser dan Sectionalizer untuk Memperbaiki Keandalan Jaringan pada Penyulang WNI10 Menggunakan Simulasi Reliability Assessment,” vol. 5, no. 2, pp. 56–64, 2024.
- [2] A. Nur, S. Putri, A. Gaffar, and K. Naim, “20 K V DI P EN YULANG PT . PLN (PERSERO),” vol. 01, no. 01, pp. 2–8, 2023.
- [3] A. Tryollinna, R. Thayib, and A. Hamdadi, “Studi Penempatan Sectionalizer Pada Jaringan Distribusi 20 kV Di Penyulang Kelingi Untuk Meningkatkan Keandalan,” J. Mikrotiga, vol. 2, no. 1, pp. 5–10, 2015.
- [4] A. A. Prawira, “Optimalisasi Load Break Switch Motorized Menggunakan Fungsi Sectionalizer Berbasis Scada pada Penyulang Bacan ULP Pulung Kencana,” vol. 02, no. 1, 2021.
- [5] F. Funan and W. Utama, “Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan IndeksKeandalan SAIDI dan SAIFI pada PT PLN (PERSERO) RayonKefamenanu,” Junal Ilm. TELSINAS, vol. 3, no. 1, pp. 32–36, 2020.
- [6] A. F. Fajri, N. Kn, and S. T. Mt, “Menggunakan Metode Minim Padam Pada Nilai Saidi Dan Ens Di Pt. Pln (Persero) Area Bulungan (Kb 11B),” J. Teknol. Ind., vol. 11, no. 1, pp. 1–7, 2022.