

Analisis Kelayakan Pemasangan *Load Break Switch Motorized* Pada Penyulang Anoa DI PT. PLN (Persero) ULP Rumbai

Ganda Prawira¹, Usaha Situmeang², Monice³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Corresponded Author : monice@unilak.ac.id

ABSTRAK

Gangguan pada sistem distribusi menyebabkan kerugian energi dan penurunan kualitas layanan kelistrikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pemasangan *Load Break Switch* (LBS) Motorized untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi pada Penyulang Anoa PT PLN (Persero) ULP Rumbai. Metode yang digunakan adalah simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP untuk membandingkan indeks keandalan SAIDI, SAIFI, dan ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS Motorized. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah pemasangan LBS, terjadi penurunan SAIDI sebesar 73%, SAIFI sebesar 89%, dan ENS sebesar 70%, yang berdampak pada pengurangan kerugian biaya dari Rp88.438.619 menjadi Rp25.920.330 per tahun. Kesimpulannya, pemasangan LBS Motorized layak diterapkan untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi dan mengurangi kerugian akibat gangguan listrik.

Kata Kunci: Load Break Switch Motorized, Keandalan Sistem

ABSTRACT

Disturbances in the distribution system cause energy losses and reduce the quality of electricity services. This study aims to analyze the feasibility of installing a Motorized Load Break Switch (LBS) to improve the reliability of the distribution system on the Anoa Feeder at PT PLN (Persero) ULP Rumbai. The method used in this study is simulation using ETAP software to compare the reliability indices of SAIDI, SAIFI, and ENS before and after the installation of the Motorized LBS. The results show that after the installation of the LBS, there was a decrease in SAIDI by 73%, SAIFI by 89%, and ENS by 70%, resulting in a reduction of financial losses from IDR 88,438,619 to IDR 25,920,330 per year. In conclusion, the installation of the Motorized LBS is feasible to implement to improve the reliability of the distribution system and reduce losses due to power outages.

Keywords: Motorized Load Break Switch, System Reliability

1. PENDAHULUAN

Pada sistem keandalan tenaga listrik, penyuluran listrik yang baik tidak hanya bergantung pada sistem pembangkit dan distribusi, tetapi juga pada sistem jaringan yang harus diperhatikan. Keandalan sistem merupakan hal utama yang diperhitungkan oleh PT PLN (Persero) sebagai penyedia tenaga listrik di Indonesia. Oleh karena itu, PLN terus mengembangkan berbagai upaya untuk menjamin keandalan penyuluran tenaga listrik, salah satunya melalui kegiatan yang dilakukan oleh PT PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP)

Rumbai. Berdasarkan data Aplikasi Pengaduan dan Keluhan Terpadu (APKT) dan Executive Information System (EIS), saat ini PT PLN (Persero) ULP Rumbai melayani sebanyak 60.250 pelanggan.

Salah satu penyulang yang dikelola oleh PT PLN ULP Rumbai adalah Penyulang Anoa, yang melayani sebanyak 9.548 pelanggan dengan 45 transformator. Pada tahun 2022, terjadi lima kali gangguan pada Penyulang Anoa dengan rata-rata waktu pemulihan (recovery time) sekitar 14,1 jam, yang telah melebihi standar waktu pemulihan PT PLN ULP Rumbai. Selain itu, penyulang ini awalnya

memiliki konfigurasi jaringan tipe radial sehingga kontinuitas penyuluran daya kurang terjamin, karena antara titik sumber dan titik beban hanya terdapat satu alternatif saluran. Oleh karena itu, perlu dilakukan rekonfigurasi jaringan menjadi tipe loop ring dengan pemasangan LBS Motorized yang diintegrasikan dengan sistem SCADA. Dengan demikian, jika terjadi pemadaman pada salah satu penyulang, beban penyulang tersebut dapat segera disuplai oleh penyulang lainnya melalui manuver yang cepat, sehingga pelanggan yang padam dapat segera kembali normal.

Pemasangan *Load Break Switch* (LBS) sebagai pemutus tenaga (PMT) maupun circuit breaker (CB) sangat mempengaruhi mutu pelayanan pada penyulang, terutama terkait dengan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI. Hal ini karena pemasangan LBS dapat mengurangi jumlah pelanggan yang padam saat terjadi gangguan, sehingga dapat menekan potensi kehilangan energi listrik (Energy Not Supplied/ENS) dalam satuan kilowatt hour (kWh), serta mengurangi biaya yang hilang akibat gangguan tersebut.

Indeks Keandalan Sistem Distribusi

Indeks keandalan merupakan indikator untuk mengukur tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik, yang dinyatakan dalam bentuk probabilitas. Keandalan sistem distribusi dapat dievaluasi melalui indeks titik beban dan indeks sistem, yang digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap capaian keandalan sistem secara keseluruhan. Indeks keandalan tersebut antara lain adalah SAIDI dan SAIFI.

SAIDI (Sistem Average Interruption Duration Index)

Index ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya kegagalan pada setiap konsumen selama satu tahun. Index ini ditentukan dengan pembagian jumlah dari lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama tahun tersebut. Cara menghitungnya adalah total durasi pemadaman dari konsumen dalam setahun dibagi dengan jumlah total konsumen yang dilayani.

Untuk rumus SAIDI (rata-rata jangka waktu gangguan setiap pelanggan) dalam per bulan pada persamaan (1).

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Ui} \times \text{Ni}}{\text{Nt}} \quad (1)$$

Keterangan :

Ui = Durasi gangguan

Ni = Jumlah pelanggan yang terganggu pada beban

Nt = Jumlah pelanggan yang dilayani

Untuk menghitung SAIDI dalam setahun menggunakan rumus seperti pada persamaan (2).

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Jam x Pelanggan Padam}} \quad (2)$$

System Average Interruption Frequency (SAIFI)

Index ini menginformasikan tentang frekuensi pemadaman rata - rata untuk tiap konsumen dalam kurun waktu setahun pada suatu area yang dievaluasi . cara menghitungnya adalah total pemadaman dari konsumen dalam sebulan dibagi dengan jumlah total konsumen yang dilayani, berikut untuk rumus SAIFI pada persamaan (3) rumus persamaan untuk menghitung Indeks SAIFI perbulan, dan untuk menghitung Indeks SAIFI pertahun menggunakan rumus seperti pada persamaan (4).

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Padam}}{\text{Total Konsumen}} \quad (3)$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Pelanggan Padam}} \quad (4)$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\Sigma(\lambda_i \times N_i)}{\Sigma n} \quad (5)$$

Keterangan :

λ_i = indeks kegagalan rata-rata pertahun (*failure/years*)

N_i = Jumlah konsumen padam

n = Jumlah total konsumen

Energi Not Serve (ENS)

ENS merupakan besaran energy listrik yang tidak termanfaatkan yang diakibatkan oleh gangguan maupun adanya pemeliharaan dalam kurun waktu tertentu. Berikut rumus ENS pada persamaan 5.

$$ENS = \sum [L(i) \times \text{durasi}]$$

$$ENS = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos\varphi \times t \quad (6)$$

Keterangan :

V_L = Tegangan Sistem (kV).

I_L = Arus Beban (Ampere)

= 1,73

$\cos\varphi$ = Faktor Daya Sistem.

t = durasi gangguan (jam)

Setelah didapat hasil dan satuananya masih dalam *Watt hour* (Wh), seharusnya satuan untuk nilai indeks *Energy Not Serve* (ENS) harus di rubah ke *kilo Watt hour* (kWh), untuk

mendapat hasil satuan tersebut adalah hasil dari persamaan tersebut dibagi 1000

Standar Indeks SAIDI Dan SAIFI

Berikut Indeks SAIDI dan SAIFI berdasarkan standar SPLN. Standar yang digunakan untuk menentukan SAIDI dan SAIFI telah dituliskan pada SPLN 68 – 2 : 1986:

SUTM radial dengan PBO :

SAIFI = 2,4 kali/tahun

SAIDI = 12,8 jam/tahun

Tabel 1 Data Pelanggan Padam Penyulang Anoa Tahun 2022

Titik Gangguan	Jumlah Pelanggan	Pelanggan Padam	Penyebab / Jenis	Tanggal	Recovery Time	Ampere
JL. Pesisir	60250	9548	Gangguan (Temporer)	07/02/2022	0,39 jam	108,6
JL. Pesisir	60250	9548	Pemeliharaan (Temporer)	15/02/2022	0,41 jam	137,1
Jl. Yos Sudarso (SPBU)	60250	9548	Gangguan (Permanen)	11/03/2022	5,03 jam	137,1
Jl. Sekolah	60250	9548	Gangguan (Permanen)	29/04/2022	1,25 jam	137,1
Jl. Yos Sudarso	60250	9548	Gangguan (Permanen)	21/05/2022	7,02 jam	137,1

2. METODE PENELITIAN

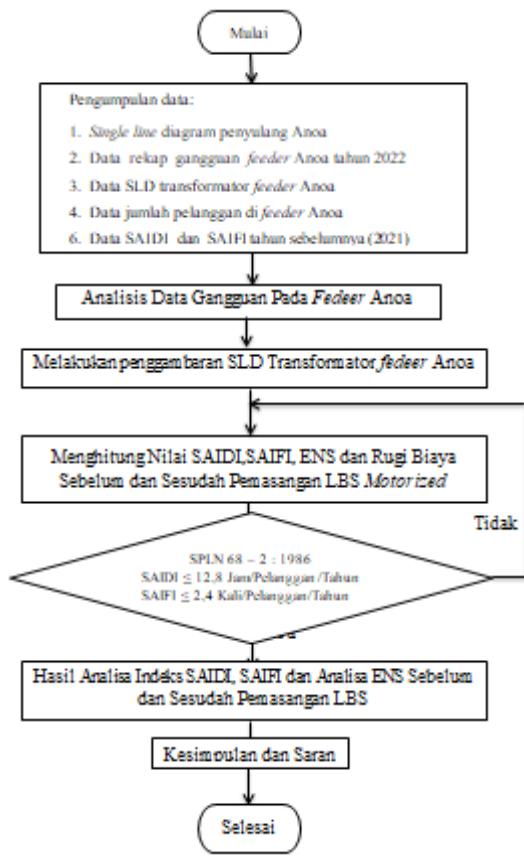
Objek penelitian pada Feeder Anoa Gardu Induk New Garuda Sakti di PT. PLN (Persero) ULP Rumbai. Metoda penelitian menggunakan simulasi untuk memperkecil jumlah pelanggan padam dan juga untuk meningkatkan keandalan sistem kelistrikan distribusi Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rumbai dengan cara melakukan penambahan atau pemasangan *Load Break Switch Motorized* di Feeder Anoa.

Tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data pelanggan padam pada penyulang Anoa berdasarkan hasil pencatatan rekap laporan PT. PLN (PERSEERO) ULP Rumbai dan wawancara dengan *Supervisor Teknik*
2. Menghitung jumlah transformator dan banyak pelanggan pada setiap transformator
3. Perhitungan Indeks
 - a. SAIDI
 - b. SAIFI
 - c. ENS

4. Simulasi dan analisa

- a. Melakukan simulasi dan perhitungan Indeks SAIDI, SAIFI dan ENS saat terjadi gangguan, kondisi sebelum dan sesudah pemasangan LBS.
- b. Menganalisa perbandingan Indeks SAIDI, SAIFI dan ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS berdasarkan standart SPLN 68 – 2 : 1986:
- c. Menghitung benefit berdasarkan hasil perhitungan Indeks ENS sebelum dan sesudah pemasangan

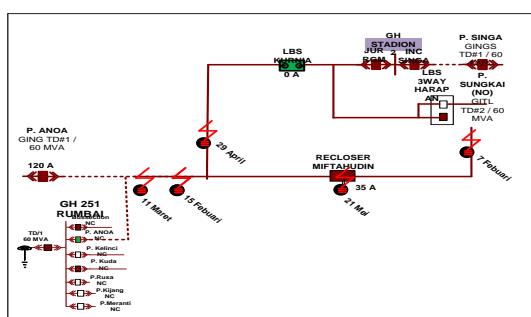


Gambar 1 *Flowchart*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

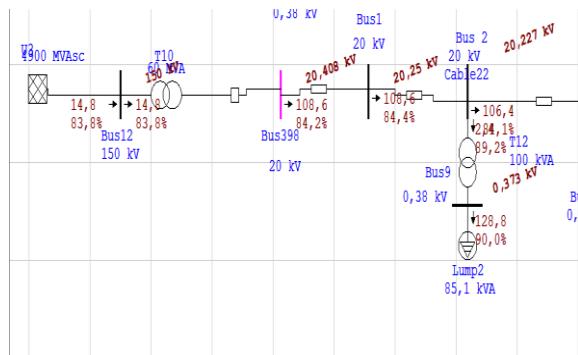
Singeline Titik Gangguan Sebelum Di Pasang LBS Tahun 2022 Pada Penyulang Anoa

Penempatan LBS berada di simpang JL. Sekolah, karena gangguan sering kali terjadi di sepanjang JL. Yos Sudarso dan Jl. Pesisir, gangguan tersebut mengakibatkan semua pelanggan pada penyulang Anoa menjadi padam, sedangkan pada jalur persimpangan JL. Sekolah ke atas tidak terjadi gangguan tetapi terkena dampak pemadaman

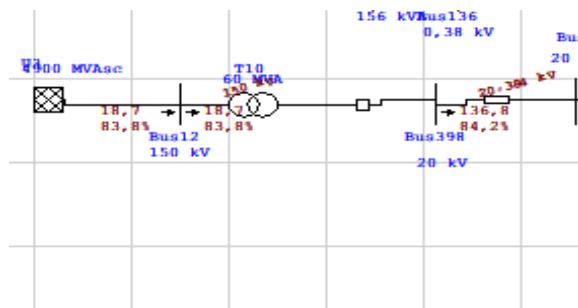


Gambar 2 Lokasi Gangguan Sebelum Dipasang LBS

Simulasi sebelum Di Pasang LBS



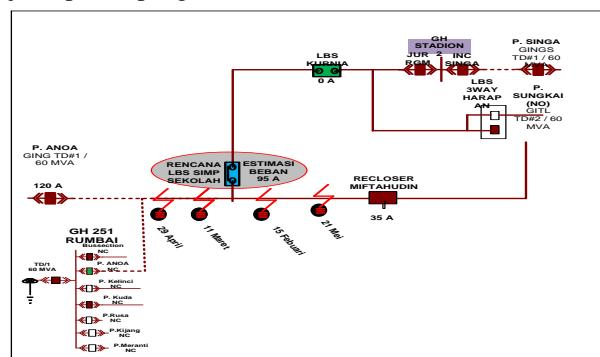
Gambar 3 Tampilan Simulasi Ampere Saat Gangguan 7 Februari 2022 Sebelum Pemasangan LBS



Gambar 4 Tampilan Simulasi Ampere Pada PMT Saat Gangguan 15 Februari, 11 Maret, 29 April Dan 21 Mei 2022 Sebelum Pemasangan LBS

Simulasi Setelah Di Pasang LBS

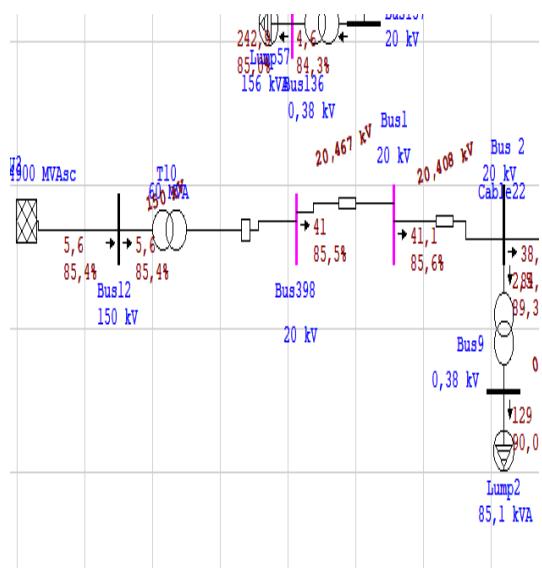
Analisa Penempatan LBS dan Titik Gangguan penempatan LBS berada, karena gangguan sering kali terjadi, gangguan tersebut mengakibatkan semua pelanggan pada penyulang Anoa menjadi padam, sedangkan pada jalur persimpangan



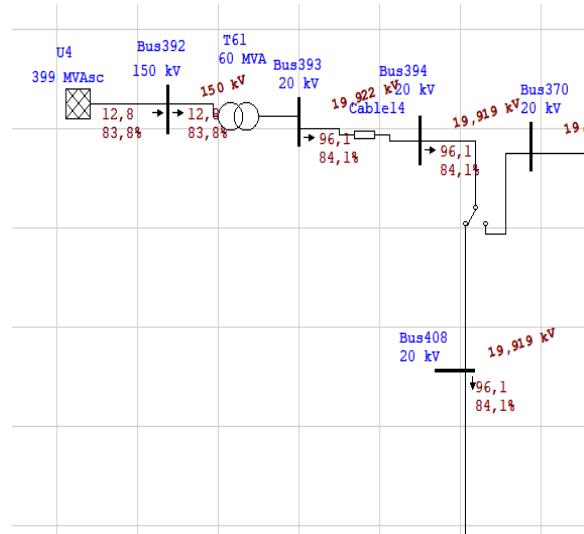
Gambar 5 Lokasi Penempatan LBS (*Load Break Switch*)

Pada Gambar 4 penempatan LBS berada di simpang JL. Sekolah, karena gangguan sering kali terjadi di sepanjang JL. Yos Sudarso dan Jl. Pesisir, gangguan tersebut mengakibatkan semua pelanggan pada penyulang Anoa menjadi padam, sedangkan pada jalur persimpangan JL. Sekolah ke atas tidak terjadi gangguan tetapi terkena dampak pemadaman.

Untuk meminimalisir pelanggan padam saat terjadi gangguan maka LBS dipasang di simpang Jl. Sekolah supaya jika terjadi gangguan di JL Yos Sudarso, maka pelanggan yang padam hanya disepanjang JL. Yos Sudarso sampai JL. Pesisir, dan pelanggan yang ada di JL. Sekolah ke atas tidak padam karena LBS di putus dan arus listrik yang masuk ke pelanggan yang terselamatkan yaitu dari penyulang Sungkai Gardu Induk Teluk Lembu yang di manuverkan oleh LBS stopan yang berada di simpang Jl. Kurnia. Berikut arus PMT pada penyulang kondisi saat gangguan dan LBS kondisi terbuka di simulasi dengan etap, pada gambar 6.



Gambar 6 Arus PMT Penyulang Anoa Saat LBS Kondisi LBS Terbuka



Gambar 7 Kondisi Manuver Setelah Pemasangan LBS

Setelah dilakukan simulasi pelanggan padam saat sebelum dan sesudah di pasang LBS dengan menggunakan *softwert ETAP* 12.6. Berikut perhitungan Indeks SAIDI, SAIFI.

A. Perhitungan SAIDI, SAIFI per Bulan

$$1. \text{ SAIDI} = \frac{\text{Durasi gangguan} \times \text{Jumlah pelanggan padam}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{Ui \times Ni}{Nt} \\ &= \frac{0,39 \text{ jam} \times 1648 \text{ Pelanggan Padam}}{60250 \text{ Total Pelanggan}} \\ &= \frac{642,72}{60250} = 0,010 \text{ Jam/Pelanggan} \end{aligned}$$

$$2. \text{ SAIFI} = \frac{\text{Jumlah pelanggan padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1648 \text{ Pelanggan Padam}}{60250 \text{ Total Pelanggan}} \\ &= 0,027 \text{ Kali/Pelanggan} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan per Bulan selama setahun 2022 sebelum di pasang LBS, maka hasil terlihat seperti Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI

Bulan / Tanggal	SAIDI	SAIFI
07 Februari 2022	0,010	0,027
15 Februari 2022	0,015	0,158
11 Maret 2022	0,797	0,158
29-Apr-22	0,198	0,158
21 Mei 2022	1,112	0,158
Total	2,132	0,659

Analisa SAIDI, SAIFI per Tahun

Standar yang digunakan untuk menentukan SAIDI dan SAIFI, sesuai yang telah dituliskan pada SPLN 68 – 2 : 1986:

$$\text{SUTM Radial : } \begin{aligned} \text{SAIFI} &= 3,2 \text{ kali/tahun} \\ \text{SAIDI} &= 21 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Kemudian standart SPLN dikalikan dengan penyesuaian factor daya untuk Rumbai – Pekanbaru 0,9 ; (standar x 0,9)

SUTM Radial :

$$\begin{aligned} \text{SAIFI} &= 2,4 \times 0,9 = 2,16 \text{ kali/tahun} \\ \text{SAIDI} &= 12,8 \times 0,9 = 11,52 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

Untuk menghitung SAIDI dan SAIFI per tahun sebelum dipasangkan LBS dapat menggunakan hasil perhitungan seperti pada Tabel 3 dan Tabel 3.

Tabel.3 Perhitungan SAIDI Per Tahun

Bulan	Jam X Plg Padam (a)	Pelanggan (n)	SAIDI (a/n)
7 Februari	642,72	60250	0,01
15 Februari	3914,68	60250	0,64
11 Maret	48026,44	60250	0,797
29 April	11935	60250	0,198
21 Mei	67026,96	60250	1,112

Jumlah pelanggan rata - rata dalam satu tahun (c) = $301250 / 12 = 25104,16$

Jumlah jam x pelanggan padam (a) = 131545,8

Jadi Indeks pemadaman rata – rata SAIDI dalam setahun, dapat dihitung menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Jam x Pelanggan Padam}}$$

$$= \frac{131545,8}{25104,16}$$

= 5,2 jam/pelanggan/tahun

Tabel 4. Perhitungan SAIFI Per Tahun

Bulan	Pelanggan Padam (a)	Pelanggan (n)	SAIFI (a/n)
7 Februari	1684	60250	0,027
15 Februari	9548	60250	0,058
11 Maret	9548	60250	0,058
29-Apr	9548	60250	0,058
21 Mei	9548	60250	0,058

Jumlah pelanggan rata - rata dalam satu tahun

$$(c) = 131545,8 / 12 = 25104,16$$

Jumlah pelanggan padam (a) = 99876

Jadi Indeks pemadaman rata - rata SAIFI dalam setahun, dapat dihitung menggunakan rumus seperti persamaan 4.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Pelanggan Padam}}$$

$$= \frac{99876}{25104,16} = 3,9 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Perhitungan Energy Not Serve (ENS) Sebelum Dipasang LBS

Berikut perhitungan Indeks ENS, dengan menggunakan persamaan 5.

$$\text{ENS} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \text{COS}\varphi \times t$$

$$= 1,73 \times 20500 \text{ V} \times 108,6 \text{ A} \times 0,9 \times 0,39 \text{ jam}$$

$$= 13518776,149 \text{ Wh}$$

$$= \frac{13518776,149 \text{ Wh}}{1000}$$

$$= 1351,876 \text{ kWh}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan ENS

Bulan / Tanggal	ENS	Rugi Biaya
07 Februari 2022	1351,876	Rp 1.953.055
15 Februari 2022	1790,244	Rp 2.586.366
11 Maret 2022	21963,243	Rp 31.730.297
29-Apr-22	5458,063	Rp 7.885.264
21 Mei 2022	30652,48	Rp 44.283.638
Total	61215,906	Rp 88.438.619

Pada tabel 5 terlihat bahwa total ENS dalam setahun adalah sebanyak 61215,906 kWh, dengan harga per kWh sekarang adalah Rp1444,7. Maka didapat total rugi biaya yang dihitung selama setahun nya dengan cara total ENS dikali harga per kWh, dan di dapat total rugi biaya sebesar Rp88.438.619.

Perhitungan SAIDI, SAIFI Setelah Dipasang LBS

A. Perhitungan SAIDI, SAIFI per Bulan

$$1. \text{ SAIDI} = \frac{\text{Durasi gangguan} \times \text{Jumlah pelanggan padam}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots \dots (1)$$

$$\begin{aligned} \text{SAIDI} &= \frac{U_i \times N_i}{N_t} \\ &= \frac{1,25 \text{ jam} \times 2651 \text{ Pelanggan Padam}}{60250 \text{ Total Pelanggan}} \\ &= \frac{3313,75}{60250} \\ &= 0,055 \text{ Jam/Pelanggan} \end{aligned}$$

$$2. \text{ SAIFI} = \frac{\text{Jumlah pelanggan padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$= \frac{2651 \text{ Pelanggan Padam}}{60250 \text{ Total Pelanggan}}$$

$$= 0,044 \text{ Kali/Pelanggan}$$

Setelah dilakukan perhitungan per Bulan selama setahun 2022 setelah di pasang LBS, maka hasil terlihat seperti Tabel 6 berikut :

Tabel 6 Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI

Bulan / Tanggal	SAIDI	SAIFI
15 Februari 2022	0,055	0,044
11 Maret 2022	0,018	0,044
29-Apr-22	0,221	0,044
21 Mei 2022	0,308	0,044
Total	0,602	0,014

Analisa SAIDI, SAIFI per Tahun

Untuk menghitung SAIDI dan SAIFI per tahun sebelum dipasangkan LBS dapat menggunakan hasil perhitungan seperti pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 Perhitungan SAIDI Per Tahun

Bulan	Jam X Plg Padam	Pelanggan	SAIDI
15 Februari	3313,75	60250	0,055
11 Maret	1086,91	60250	0,018
29-Apr	13334,53	60250	0,221
21 Mei	18610,02	60250	0,308

Jumlah pelanggan rata - rata dalam satu tahun (c) = $301250 / 12 = 25104,16$

Jumlah jam x pelanggan padam (a) = 36345,2
 Jadi Indeks pemadaman rata-rata SAIDI dalam setahun, dapat dihitung menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Jam x Pelanggan Padam}} \dots \dots (2)$$

$$= \frac{36345,2}{25104,16}$$

$$= 1,4 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

Tabel 8 Perhitungan SAIFI Per Tahun

Bulan	Pelanggan Padam	Pelanggan	SAIFI
15 Februari	2651	60250	0,044
11 Maret	2651	60250	0,044
29-Apr	2651	60250	0,044
21 Mei	2651	60250	0,044

Jumlah pelanggan rata - rata dalam satu tahun (c) = $131545,8 / 12 = 25104,16$

Jumlah pelanggan padam (a) = 10604

Jadi Indeks pemadaman rata - rata SAIFI dalam setahun, dapat dihitung menggunakan rumus seperti persamaan 4.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{jumlah Pelanggan Rata-Rata Dalam Setahun}}{\text{Jumlah Pelanggan Padam}}$$

$$= \frac{10604}{25104,16}$$

$$= 0,42 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Perhitungan Energy Not Serve (ENS) Setelah Dipasang LBS

Berikut perhitungan Indeks ENS, dengan menggunakan persamaan 5.

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos\varphi \times t \\ &= 1,73 \times 20500 \text{ V} \times 41 \text{ A} \times 0,9 \times 1,25 \text{ jam} \\ &= 1635823,125 \text{ Wh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{1635823,125 Wh} \\
 = & \frac{1000}{1000} \\
 = & 1635,82 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Berikut hasil total perhitungan ENS setelah pemasangan LBS, seperti pada Tabel 9.

Tabel. 9 Total Perhitungan ENS

Bulan / Tanggal	ENS (kWh)	Rugi Biaya (Rupiah)
15 Februari 2022	1635,8	Rp 2.363.240
11 Maret 2022	536,54	Rp 775.139
29-Apr-22	6582,55	Rp 9.509.810
21 Mei 2022	9186,78	Rp 13.272.141
Total	17941,67	Rp 25.920.330

Pada Tabel 9 terlihat bahwa total ENS dalam setahun adalah sebanyak 17941,67 kWh, dengan harga per kWh sekarang adalah Rp1444,7. maka didapat total Rugi Biaya yang dihitung selama setahun dengan cara total ENS dikali dengan harga per kWh, dan di dapat total rugi biaya sebesar Rp 25.920.330.

Analisa Selisih SAIDI, SAIFI, dan ENS Sebelum dan Sesudah Pemasangan LBS

Berikut selisih indeks SAIDI, SAIFI sebelum dan sesudah pemasangan LBS, seperti pada tabel 10.

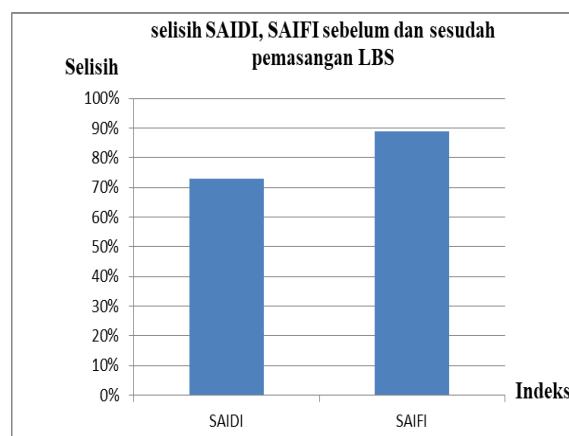
Tabel 10. Selisih Indeks SAIDI dan SAIFI Dalam Setahun 2022 Sebelum dan Sesudah Pemasangan LBS

Indeks	Kondisi		Selisih Persen %
	Sebelum	Sesudah	
SAIDI	5,2	1,4	73 %
	Jam/Plg/Tahun	Jam/Plg/Tahun	
SAIFI	3,9	0,42	89 %
	Kali/Plg/Tahun	Kali/Plg/Tahun	

Pada Tabel 10, dapat dilihat bahwa sebelum pemasangan LBS Indeks rata-rata SAIDI dalam setahun adalah 5,2 jam/pelanggan/tahun, setelah pemasangan terjadi penurunan sebesar 3,8, sehingga total indeks SAIDI yang di dapat setelah pemasangan *Load Break Switch* sebesar 1,4 jam/pelanggan/tahun, dan selisih SAIDI sebelum dan sesudah pemasangan LBS adalah sebesar 73 %. Indeks rata - rata SAIFI dalam setahun sebelum pemasangan LBS adalah 3,2 kali/pelanggan/tahun, setelah pemasangan LBS

terjadi penurunan sebesar 2,78, sehingga total indeks SAIFI yang di dapat setelah pemasangan LBS sebesar 0,42 kali/pelanggan/tahun, dan didapat selisih indeks SAIFI sebelum dan sesudah pemasangan LBS adalah 89%.

Berikut grafik presentase SAID, SAIFI pada tahun 2022 sebelum dan sesudah pemasangan *Load Break Switch Motorized*, seperti pada Gambar 8.

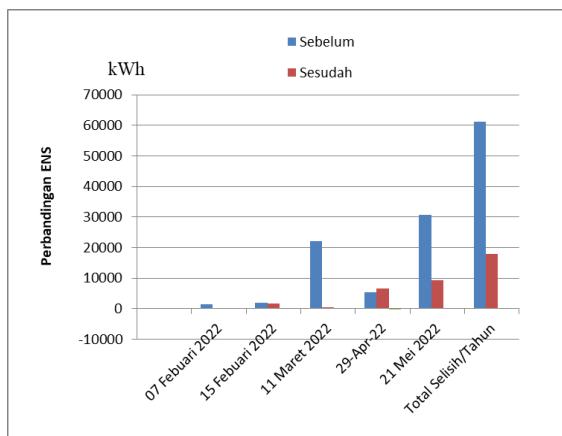


Gambar 8. Grafik SAIDI, SAIFI Tahun 2022 Sebelum Dan Sesudah Pemasangan LBS Motorized

Tabel 11. Selisih Perhitungan ENS Sebelum Dan Sesudah Pemasangan LBS

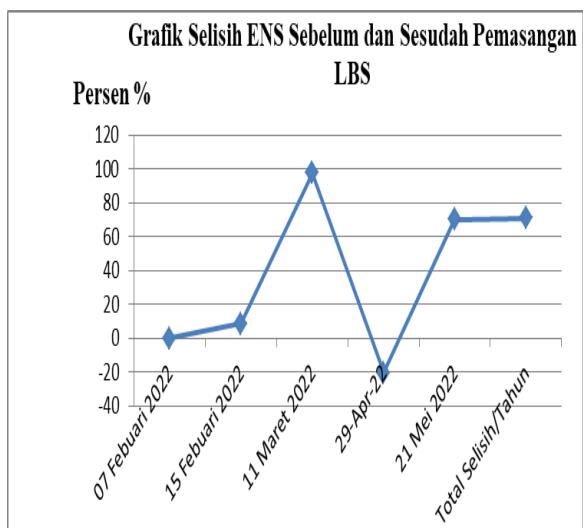
Bulan / Tanggal	ENS		Persen %
	Sebelum	Sesudah	
07 Februari 2022	1351,876	0	0,00 %
15 Februari 2022	1790,244	1635,8	8,63 %
11 Maret 2022	21963,24	536,54	97,56 %
29-Apr-22	5458,06	6582,55	20,60%
21 Mei 2022	30652,48	9186,78	70,03 %
Total Selisih/Tahun	61215,91	17941,67	70,69 %

Pada Tabel 11, dapat dilihat bahwa sebelum pemasangan LBS total ENS dalam setahun adalah 61215,91 kWh, setelah pemasangan LBS total ENS dalam setahun turun menjadi 17941,67 kWh, maka presentase selisih ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS adalah sebesar 70,69 %. Berikut grafik ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS *Motorized*, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik ENS Sebelum Dan Sesudah Pemasangan LBS Motorized

Berikut grafik presentase selisih ENS sebelum dan sesudah pemasangan LBS *Motorized*, seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Presentase ENS Sebelum Dan Sesudah Pemasangan LBS Motorized.

Analisa Perhitungan *Benefit* Setelah dilakukan Optimalisasi Penempatan *Load Break Switch* (LBS)

Berikut keuntungan atau benefit yang didapat jika dipasang LBS *Motorized* Pada penyulang Anoa, seperti pada Tabel 12.

Tabel. 12 Benefit Setelah Pemasangan LBS

Bulan / Tanggal	ENS (kWh) Sebelum (Rupiah)	ENS (kWh) Sesudah (Rupiah)	Rugi Biaya (Rupiah) Sebelum (Rupiah)	Rugi Biaya (Rupiah) Sesudah (Rupiah)	Benefit (Rupiah)
07-02	1351	0	1.953.055	-	1.953.055
15-02	1790	1635	2.586.366	2.363.240	223.126
11-03	21963	536	31.730.297	775.139	30.955.158
29-04	5458	6582	7.885.264	9.509.810	1.624.546
21-05	30652	9186	44.283.638	13.272.141	31011497
Total Benefit					Rp 66.767.382

Pada tabel 12 setelah dihitung kWh yang tidak terjual dengan biaya yang hilang saat terjadi pemadaman pada tahun 2022 sebelum dan sesudah pemasangan *Load Break Switch Motorized*, maka setelah dihitung benefit yang di dapat sebesar Rp66.767.382.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa hasil dan pembahasan kelayakan pemasangan LBS *Motorized* terhadap penurunan SAIDI, SAIFI, dan ENS di penyulang Anoa PT. PLN ULP Rumbai, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola pemasangan LBS *Motorized* yang tepat untuk mempercepat proses lokalisir pelanggan padam, titik penempatan pada jalur percabangan di simpang JL.Sekolah Rumbai.
2. Total rata-rata Indeks SAIDI dalam satu tahun 2022 sebelum pemasangan LBS adalah 5,2 jam/pelanggan/tahun, setelah pemasangan terjadi penurunan sebesar 3,8, sehingga total indeks SAIDI yang di dapat setelah pemasangan LBS sebesar 1,4 jam/pelanggan/tahun, dan selisih SAIDI sebelum dan sesudah pemasangan LBS adalah sebesar 73 %. Total rata-rata Indeks SAIFI satu tahun 2022 sebelum pemasangan adalah 3,2 kali/pelanggan /tahun, setelah pemasangan LBS terjadi penurunan sebesar 2,78, sehingga total indeks SAIFI yang di dapat setelah pemasangan LBS sebesar 0,42 kali/pelanggan/tahun, dan didapat selisih indeks SAIFI sebelum dan sesudah pemasangan LBS adalah 89%.

3. Total ENS setahun sebelum pemasangan LBS adalah sebesar 61215,906 kWh, setelah pemasangan total ENS dalam satu tahun adalah 17941,67 kWh, maka didapat presentasi selisih sebelum dan sesudah pemasangan adalah 70,69 %. Jumlah rugi biaya selama setahun sebelum pemasangan LBS adalah sebesar Rp88.438.619, sedangkan setalah LBS di pasang jumlah rupiah yang hilang selama setahun sebesar Rp25.920.330, dari selisih perbedangan rugi biaya sebelum dan sesudah pemasangan penulis menghitung benefit setelah pemasangan yaitu sebesar Rp66.767.382.

Saran

Dalam upaya menanggulangi gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik, terutama pada penyulang SUTM, disarankan agar dipasang Load Break Switch (LBS) Motorized pada jalur percabangan di Penyulang Anoa. Pemasangan LBS Motorized ini tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi, tetapi juga dapat memperkecil jumlah pelanggan padam serta menurunkan nilai indeks SAIDI dan SAIFI. Sebelumnya, jumlah pelanggan yang padam saat terjadi gangguan cukup banyak sehingga menyebabkan nilai SAIDI dan SAIFI menjadi tinggi. Dengan adanya pemasangan LBS pada titik lokasi yang telah ditentukan, jumlah pelanggan yang terdampak gangguan dapat diminimalkan. Selain itu, pemasangan LBS Motorized juga mendukung penerapan sistem loop pada jaringan distribusi, sehingga energi yang tidak terjual (ENS) serta kerugian biaya akibat gangguan dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi, Muhammad Taufiq. 2014. "System Monitoring LBS Motorized / Recloser For Power Companies Of SCADA System On Air Duct Medium Voltage (20kV)." *Jurnal International*.
- [2] Ario Putra, Firdaus. 2017. "Analisa Penggunaan Recloser Untuk Pengaman Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kV Gardu Induk Garuda Sakti.", *Jom Fakultas Teknik* Vol 4 (No 1): 1–10.
- [3] Arnawan Hasibuan, Andik Bintoro, Salahuddin, Rizka Dwi Meutia. 2022. "Reliability Distribution System On Load Break Switch Addition At PT . PLN (Persero) ULP Langsa City Using Ria-Section Technique Combined Method On Etap 14.1.0," *AIJASET* Vol.02 (No.02): 4–11.
- [4] Fitrindha Nurwulan, M. Ibnu Choldun R. 2020. "Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika." *Ilmiah* Vol.12(No.1): 1–39.
- [5] Gonen, Turan. 2014. "Electric Power Distribution Engineering". CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton London New York
- [6] Haryantho, Junto Dennis, and Hanny Hosiana Tumbelaka. 2017. "Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan PT. PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI, SAIFI". *Jurnal Teknik Elektro*. Vol.10 (NO.2): Hal 71-74.
- [7] Hayusman, Lauhil Mahfudz, Taufik Hidayat, and Choirul Saleh. 2017. "Pelatihan Software ETAP (Electrical Transient Analyzer Program)". *Industri Inovatif* Vol 7(No 1): 7–11.
- [8] Hendrik Kenedy Tupan, Rini Nur Nurhasanah, Wijono. 2017. "Optimalisasi Penempatan Load Break Switch (LBS) Pada Penyulang Karpan 2 Ambon Menggunakan Metode Algoritma Genetika". *EECCIS* Vol 11 (No 1): 1–8.
- [9] Illahi, Hayatul, and L M Noveri. 2017. "Analisa Dan Evaluasi Penggunaan SCADA Pada Keandalan Sistem Distribusi PT . PLN (Persero) Area Pembagi Distribusi Riau Dan Kepulauan Riau". *Jom FTEKNIK* Vol.4 (No.1): 1–8.
- [10] K. Julianto, Deny Wiria Nugraha, A. Y. Erwin Dodu. 2014. "Evaluasi Penggunaan SCADA Pada Keandalan Sistem Distribusi." *Metrik* Vol.1 (No.1).
- [11] Rizal A. Duo. 2020. "Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar." *Vertex Elektro* Vol 12(No 02).
- [12] Siburian, Jhonson M, Thamrin Siahaan, Johannes Sinaga, and Universitas Darma Agung. 2020. "Dengan Metode Thermovisi Jaringan PT. PLN (Persero)." *Teknologi Energi Dua* Vol.9

- (No.1): 8–19.
- [13] SPLN-68-21986. 1986. “*Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik.*” : Hal 9.
 - [14] Sukadana, I Wayan, and I Nyoman Suartika. 2019. “*Optimalisasi LBS Motorized Key Point Pada Jaringan Distribusi 20 kV Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem.*” Seminar FORTEL (Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) Denpasar): 141–49.
 - [15] Syafar, A.Muhammad. 2018. “*Penentuan Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Dengan Metode FMEA(Failure Mode Effect Analysis)*”. Kota Makasar. Penerbit Rizky Artha Mulia.
 - [16] Syarifah, Rudi Kurniawan, Asmar. 2021. “*Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (LBS) Di Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali*”. *Jurnal Electron* Vol.2 (No.1): 48–56.
 - [17] Watingsih, Tri. 2012. “*Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.*” *Journal Article* Vol.13 (No.2): 75–83.