



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Optimalisasi *Load Break Switch Motorized* pada Jaringan Distribusi 20 kV untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Aplikasi *Feeder* pada Gardu Induk Lubuk Alung

Optimization of Motorized Load Break Switch in 20 kV Distribution Networks to Improve the Reliability of Feeder System Applications at Lubuk Alung Substation

M Zaky Ramadhan¹, Yani Ridal², Budiman³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti Padang, Jl. Bandar Purus No 55 – Sumatera Barat – Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: m.zakyramadhan1012@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 25 Mar, 2026

Revised: 15 Apr, 2026

Accepted: 17 May, 2026

Kata Kunci:

Load Break Switch, Keandalan, Sistem Distribusi, *Energy Not Supplied*

Keywords:

Load Break Switch, Reliability, Distribution System, *Energy Not Supplied*

DOI: [10.56338/jks.v9i5.10949](https://doi.org/10.56338/jks.v9i5.10949)

ABSTRAK

Load break switch motorized (LBS) merupakan saklar pemutus arus tiga fasa yang dipasang pada jaringan luar (outdoor) di tiang distribusi, yang dapat dikendalikan dari jarak jauh serta dioptimalkan melalui skema otomatisasi. Dengan mempertimbangkan setiap komponen dalam jaringan distribusi, dapat dihitung indeks keandalan sistem. Selain itu, dilakukan studi untuk meningkatkan nilai indeks keandalan melalui penambahan komponen *load break switch motorized*. Penelitian skripsi ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Pada penyulang Tapakis, diperoleh nilai SAIDI sebelum optimalisasi *load break switch motorized* sebesar 1,9949 jam/tahun dan nilai SAIFI sebesar 0,6677 kali pemadaman/tahun. Setelah dilakukan peningkatan keandalan melalui penambahan *load break switch motorized*, diperoleh perbaikan nilai indeks keandalan, yaitu SAIDI menjadi 0,28870 jam/tahun dan SAIFI menjadi 0,236697 kali pemadaman/tahun. Dengan demikian, jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) Lubuk Alung termasuk dalam kategori tingkat keandalan yang baik.

ABSTRACT

A motorized load break switch (LBS) is a three-phase current interrupting switch installed in outdoor distribution networks on utility poles, which can be controlled remotely and optimized through automation schemes. By considering each component in the distribution network, reliability indices can be determined. Furthermore, a study is conducted to improve the reliability index by adding a motorized load break switch. This undergraduate thesis research was conducted at PT. PLN (Persero) Lubuk Alung, Padang Pariaman Regency, West Sumatra. On the Tapakis feeder, the SAIDI value before optimization of the motorized load break switch was 1.9949 hours/year, and the SAIFI value was 0.6677 interruptions/year. After improving reliability by adding a motorized

load break switch, the reliability indices improved, with SAIDI reduced to 0.28870 hours/year and SAIFI to 0.236697 interruptions/year. Therefore, the distribution network at PT. PLN (Persero) Lubuk Alung can be classified as having a reliable performance level.

PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik karena berperan sebagai penghubung akhir antara sistem transmisi dan konsumen. Fungsi utama sistem ini adalah menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke pelanggan dengan tingkat keandalan yang tinggi serta rugi-rugi daya yang seminimal mungkin. Proses penyaluran dimulai dari PMT (Pemutus Tenaga) outgoing pada tegangan menengah 20 kV yang menjadi titik awal distribusi primer. Energi listrik kemudian dialirkan melalui JTM (Jaringan Tegangan Menengah) menuju gardu distribusi, di mana tegangan diturunkan menggunakan transformator menjadi tegangan rendah 400/230 Volt. Selanjutnya, energi listrik disalurkan melalui JTR (Jaringan Tegangan Rendah) hingga sampai ke APP (Alat Pengukur dan Pembatas) pelanggan. Dalam proses ini, konfigurasi jaringan seperti radial, ring, mesh, spindle, serta sistem pengamanan sangat berpengaruh terhadap kontinuitas pelayanan dan tingkat keandalan sistem distribusi (Arismunandar, 1975).

Keandalan sistem distribusi merupakan salah satu indikator utama dalam menilai kualitas pelayanan tenaga listrik kepada pelanggan. Sistem yang andal adalah sistem yang mampu menyalurkan energi listrik secara kontinu tanpa gangguan yang signifikan. Namun pada kenyataannya, sistem distribusi sering mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan pemadaman listrik, baik dalam waktu singkat maupun lama. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti pohon yang menyentuh jaringan, sambaran petir, kondisi cuaca ekstrem, serta faktor internal seperti kegagalan isolasi peralatan atau kerusakan komponen jaringan. Gangguan ini dapat bersifat sementara maupun permanen yang masing-masing memiliki karakteristik dan penanganan yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi yang mampu melokalisir gangguan agar tidak meluas ke seluruh jaringan distribusi (Wasahua et al., 2023).

Dalam rangka meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik, salah satu teknologi yang banyak diterapkan adalah penggunaan Load Break Switch (LBS) motorized. Peralatan ini merupakan saklar pemutus beban yang dilengkapi dengan motor penggerak sehingga dapat dioperasikan secara otomatis maupun jarak jauh melalui sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Dengan adanya integrasi ini, proses pengoperasian jaringan distribusi dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan efisien tanpa harus mengirimkan petugas ke lokasi secara langsung. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan operator untuk melakukan pengawasan kondisi jaringan secara *real time* sehingga respons terhadap gangguan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat (Aryanto & Balkis, 2021).

Keunggulan LBS motorized tidak hanya terbatas pada aspek otomatisasi pengoperasian, tetapi juga mencakup peningkatan keselamatan kerja serta fleksibilitas dalam pengaturan sistem jaringan distribusi. Dengan adanya sistem kendali jarak jauh, risiko kecelakaan kerja akibat kontak langsung dengan peralatan bertegangan tinggi dapat diminimalkan secara signifikan. Selain itu, LBS motorized juga memungkinkan dilakukan manuver jaringan secara cepat ketika terjadi gangguan, sehingga area yang terdampak pemadaman dapat diperkecil dan sistem dapat segera dipulihkan. Hal ini menjadikan LBS motorized sebagai salah satu komponen penting dalam pengembangan sistem distribusi modern yang lebih andal dan efisien (Novianti, 2019).

Penerapan LBS motorized pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan keandalan sistem tenaga listrik. Evaluasi keandalan sistem biasanya dilakukan menggunakan parameter SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), yang masing-masing menggambarkan durasi dan frekuensi gangguan yang dialami pelanggan. Penurunan nilai SAIDI

menunjukkan bahwa durasi pemadaman semakin kecil, sedangkan penurunan SAIFI menunjukkan bahwa frekuensi gangguan semakin jarang terjadi. Dengan demikian, implementasi LBS motorized secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pelayanan listrik kepada pelanggan serta stabilitas sistem distribusi secara keseluruhan (Sibirian et al., 2020).

Selain meningkatkan keandalan sistem, penggunaan LBS motorized juga memiliki peran penting dalam menurunkan nilai *Energy Not Supplied* (ENS), yaitu energi listrik yang tidak dapat tersalurkan akibat gangguan atau pemadaman. Nilai ENS yang tinggi menunjukkan besarnya kerugian energi akibat ketidakterediaan suplai listrik. Dengan adanya LBS motorized, proses isolasi gangguan dapat dilakukan dengan lebih cepat sehingga hanya sebagian kecil jaringan yang terdampak. Hal ini tidak hanya mengurangi kerugian energi, tetapi juga mempercepat proses pemulihan sistem distribusi setelah terjadi gangguan. Selain itu, efisiensi operasional sistem juga meningkat karena waktu pemadaman dapat diminimalkan secara signifikan (Duyo, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis statistik deskriptif, observasi, dan dokumentasi. Penelitian dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULP Lubuk Alung yang berlokasi di Sintuak Toboh Gadang, Kecamatan Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan serta wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh gambaran kondisi sistem distribusi tenaga listrik. Data yang digunakan terdiri dari data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara, serta data sekunder yang berasal dari studi pustaka dan dokumen perusahaan, meliputi data saluran per seksi penyulang (*feeder*) 20 kV dan SUTM berdasarkan *single line diagram*, data jumlah pelanggan pada setiap *load point*, data gangguan jaringan selama satu tahun, identifikasi penyebab dan dampak gangguan, potensi kehilangan energi sebelum dan sesudah optimalisasi LBS *motorized*, serta data pengendalian kerusakan jaringan distribusi.

Teknik analisis data yang digunakan meliputi analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan data seperti energi tidak tersalurkan (*ENS*) dan perubahan SAIDI, uji hipotesis untuk mengevaluasi kinerja *Load Break Switch* setelah optimalisasi, regresi linear untuk menganalisis hubungan antara SAIDI, SAIFI, *ENS*, dan penempatan *Load Break Switch*, serta analisis sensitivitas dan simulasi untuk memprediksi kinerja sistem distribusi setelah penerapan LBS *motorized*. Perhitungan indeks keandalan dilakukan terhadap SAIDI, SAIFI, dan CAIDI sebelum dan sesudah pemasangan *Load Break Switch motorized* dengan menggunakan data sesuai SPLN No. 59:1985, jumlah pelanggan pada setiap *load point*, dan data *Energy Not Sold* selama satu tahun. Hasil perhitungan kemudian dianalisis dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah optimalisasi serta disesuaikan dengan standar yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) ULP Lubuk Alung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Feeder Tapakis sebelum penambahan LBS (*Load Break Swicth*)

Perhitungan SAIFI

Perhitungan indeks keandalan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan perbandingan antara jumlah gangguan pelanggan ($\sum Ni$) terhadap total pelanggan ($\sum Nt$), sehingga diperoleh nilai sebesar 0,05280884 kali pemadaman per tahun dari hasil perhitungan $392/7423$. Dengan menggunakan metode yang sama, perhitungan SAIFI dilakukan untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan variasi nilai SAIFI tiap bulan, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 0,08942033 kali pemadaman per tahun, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Desember sebesar 0,00940638 kali pemadaman per tahun. Secara keseluruhan, nilai SAIFI bulanan tersebut mencerminkan frekuensi gangguan yang masih berfluktuasi pada sistem distribusi sebelum dilakukan

optimalisasi menggunakan LBS *motorized*, sehingga diperlukan upaya peningkatan keandalan untuk menekan frekuensi pemadaman yang terjadi.

Perhitungan SAIDI

Perhitungan indeks keandalan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan perbandingan antara total durasi gangguan pelanggan ($\sum r_i \times \sum N_i$) terhadap jumlah total pelanggan ($\sum N_t$), sehingga diperoleh nilai sebesar 6,812340024 menit per pelanggan dari hasil perhitungan $(129 \times 392) / 7423$. Dengan metode yang sama, perhitungan SAIDI dilakukan untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai SAIDI mengalami fluktuasi tiap bulan, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 18,81074674 menit per pelanggan, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Desember sebesar 0,893606203 menit per pelanggan. Variasi nilai ini menunjukkan bahwa durasi pemadaman pada sistem distribusi masih belum stabil sebelum dilakukan optimalisasi menggunakan LBS *motorized*, sehingga diperlukan upaya peningkatan keandalan untuk mengurangi lama waktu gangguan yang dialami pelanggan.

Perhitungan CAIDI

Perhitungan indeks keandalan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dilakukan dengan membandingkan nilai SAIDI terhadap SAIFI, sehingga diperoleh nilai sebesar 129 menit per pelanggan pemutusan dari hasil perhitungan $6,812340024 / 0,0528088$. Dengan metode yang sama, perhitungan CAIDI dilakukan untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai CAIDI berfluktuasi setiap bulan, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan November sebesar 489 menit per pelanggan pemutusan, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 80 menit per pelanggan pemutusan. Variasi nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata durasi pemadaman per gangguan masih belum stabil sebelum dilakukan optimalisasi menggunakan LBS *motorized*, sehingga diperlukan peningkatan keandalan sistem untuk mempercepat waktu pemulihan gangguan pada jaringan distribusi.

Perhitungan ASAI

Perhitungan indeks keandalan ASAI (*Average Service Availability Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan perbandingan antara waktu pelayanan sistem selama satu tahun (8760 jam) dikurangi nilai SAIDI terhadap total waktu pelayanan, sehingga diperoleh nilai sebesar 0,999993 dari hasil perhitungan $(8760 - 0,000267) / 8760$. Dengan metode yang sama, perhitungan ASAI dilakukan untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ASAI relatif mendekati 1 pada setiap bulan, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar 0,99989799 dan nilai terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 0,997852654. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketersediaan pelayanan sistem distribusi tergolong tinggi, namun masih terdapat variasi yang mencerminkan adanya gangguan pada beberapa periode, sehingga optimalisasi menggunakan LBS *motorized* tetap diperlukan untuk meningkatkan kontinuitas pelayanan listrik kepada pelanggan.

Perhitungan ASUI

Perhitungan indeks keandalan ASUI (*Average Service Unavailability Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan $ASUI = 100\% - ASAI$, sehingga diperoleh nilai sebesar 99,00072923 dari hasil perhitungan $100\% - 0,999270768$. Dengan metode yang sama, perhitungan ASUI dilakukan untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ASUI setiap bulan relatif kecil dan stabil, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 99,00214735 dan nilai terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 99,00011224. Nilai ini menunjukkan tingkat ketidakterediaan pelayanan sistem distribusi yang masih dipengaruhi oleh

gangguan, sehingga optimalisasi menggunakan LBS *motorized* diperlukan untuk menekan tingkat ketidaktersediaan dan meningkatkan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

Perhitungan ENS

Perhitungan ENS (*Energy Not Supplied*) dilakukan untuk mengetahui jumlah energi listrik yang tidak dapat disalurkan akibat terjadinya gangguan pada sistem distribusi. Perhitungan menggunakan persamaan $ENS = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times \text{durasi padam (h)}$, sehingga diperoleh nilai ENS sebesar 6.656,60 kWh dari perhitungan $1,73 \times 20,5 \text{ kV} \times 97 \text{ A} \times 0,9 \times 2,15 \text{ jam (129 menit / 60)}$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ENS untuk setiap bulan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ENS mengalami fluktuasi setiap bulan, dimana nilai tertinggi terjadi pada bulan September sebesar 12.384,38 kWh dan nilai terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 4.128,13 kWh. Secara keseluruhan, total ENS selama satu tahun sebelum optimalisasi LBS *motorized* adalah sebesar 97.681,78 kWh, yang menunjukkan besarnya energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan pada sistem distribusi.

Perhitungan Feeder Pasar Usang sebelum penambahan LBS (*Load Break Swicth*)

Perhitungan Perhitungan SAIFI

Perhitungan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dilakukan menggunakan perbandingan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan ($\sum Ni$) terhadap total pelanggan ($\sum Nt$), sehingga diperoleh nilai sebesar 0,03723 kali pemadaman per tahun dari hasil $254/6823$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIFI bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan bahwa nilai SAIFI Januari sebesar 0,03723, Februari 0,03927, Maret 0,02132, April 0,05346, Mei 0,01580, Juni 0,06160, Juli 0,05660, Agustus 0,05080, September 0,04947, Oktober 0,03743, November 0,01899, dan Desember 0,03709. Secara keseluruhan, nilai ini menunjukkan bahwa frekuensi gangguan tertinggi terjadi pada bulan Juni dan terendah pada bulan Mei, sehingga mengindikasikan adanya fluktuasi tingkat keandalan jaringan distribusi sebelum optimalisasi.

Perhitungan SAIDI

Perhitungan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dilakukan berdasarkan perkalian durasi gangguan dengan jumlah pelanggan yang terdampak dibandingkan total pelanggan, sehingga diperoleh nilai sebesar 10,46079 menit per tahun dari hasil $(281 \times 254) / 6823$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIDI bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil perhitungan menunjukkan SAIDI Januari sebesar 10,46079 menit, Februari 6,67539 menit, Maret 2,49405 menit, April 17,10735 menit, Mei 1,08989 menit, Juni 17,67858 menit, Juli 16,01735 menit, Agustus 15,39156 menit, September 5,44159 menit, Oktober 11,15442 menit, November 1,80372 menit, dan Desember 13,31610 menit. Nilai ini menunjukkan bahwa durasi pemadaman terbesar terjadi pada bulan Juni, sedangkan terendah pada bulan Mei.

Perhitungan CAIDI

Perhitungan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dilakukan dengan membandingkan SAIDI terhadap SAIFI, sehingga diperoleh nilai sebesar 281 menit per pelanggan pemutusan dari hasil $10,46079/0,03723$. Dengan metode yang sama, perhitungan CAIDI bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang menunjukkan nilai Januari 281 menit, Februari 170 menit, Maret 117 menit, April 320 menit, Mei 69 menit, Juni 287 menit, Juli 283 menit, Agustus 303 menit, September 110 menit, Oktober 298 menit, November 95 menit, dan Desember 359 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata durasi pemadaman per gangguan paling tinggi terjadi pada bulan Desember, sedangkan paling rendah pada bulan Mei.

Perhitungan ASAI

Perhitungan ASAI (*Average Service Availability Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan $ASAI = (8760 - SAIDI) / 8760$, sehingga diperoleh nilai sebesar 0,998904288. Dengan metode yang sama, hasil perhitungan ASAI bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang adalah Januari 0,9988, Februari 0,9992, Maret 0,9997, April 0,9980, Mei 0,9999, Juni 0,9980, Juli 0,9982, Agustus 0,9982, September 0,9994, Oktober 0,9987, November 0,9998, dan Desember 0,9985. Nilai ini menunjukkan tingkat ketersediaan sistem yang relatif tinggi dengan variasi kecil akibat gangguan.

Perhitungan ASUI

Perhitungan ASUI (*Average Service Unavailability Index*) dilakukan dengan persamaan $ASUI = 100\% - ASAI$, sehingga diperoleh nilai sebesar 99,00119 dari hasil $100\% - 0,9988$. Dengan metode yang sama, hasil perhitungan ASUI bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang adalah Januari 99,00119, Februari 99,00076, Maret 99,00028, April 99,00195, Mei 99,00012, Juni 99,00202, Juli 99,00183, Agustus 99,00176, September 99,00062, Oktober 99,00127, November 99,00021, dan Desember 99,00152. Nilai ini menunjukkan tingkat ketidaktersediaan layanan yang relatif kecil namun tetap dipengaruhi oleh gangguan jaringan.

Perhitungan ENS

Perhitungan ENS (*Energy Not Supplied*) dilakukan untuk mengetahui energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan menggunakan persamaan $ENS = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times \text{durasi padam (h)}$, sehingga diperoleh nilai sebesar 7.773,22 kWh dari perhitungan $\sqrt{3} \times 20,5 \text{ kV} \times 52 \text{ A} \times 0,9 \times 281 \text{ menit}/60$. Dengan metode yang sama, perhitungan ENS bulanan sebelum penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang menunjukkan nilai Januari 7.773,22 kWh, Februari 4.702,66 kWh, Maret 3.236,54 kWh, April 8.852,06 kWh, Mei 1.908,73 kWh, Juni 7.939,19 kWh, Juli 7.828,54 kWh, Agustus 8.381,80 kWh, September 3.042,90 kWh, Oktober 8.243,48 kWh, November 2.627,96 kWh, dan Desember 9.930,91 kWh, dengan total ENS sebesar 74.467,99 kWh per tahun yang menunjukkan besarnya energi yang tidak dapat disalurkan akibat gangguan sistem distribusi.

Perhitungan Feeder Tapakis sesudah penambahan LBS (*Load Break Swiath Motorized*)

Perhitungan SAIFI

Perhitungan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dilakukan menggunakan perbandingan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan ($\sum Ni$) terhadap total pelanggan ($\sum Nt$), sehingga diperoleh nilai sebesar 0,02425 kali pemadaman per tahun dari hasil $192/7916$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIFI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil perhitungan menunjukkan nilai SAIFI Februari 0,02425, Maret 0,02003, April 0,01732, Mei 0,03569, Juni 0,02159, Juli 0,01714, Agustus 0,02236, September 0,01784, Oktober 0,01536, November 0,01630, Desember 0,01573, dan Januari 0,01419. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa frekuensi gangguan tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 0,03569 dan terendah pada bulan Januari sebesar 0,01419, sehingga mengindikasikan adanya peningkatan keandalan sistem distribusi setelah pemasangan LBS *motorized*.

Perhitungan SAIDI

Perhitungan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dilakukan berdasarkan perkalian durasi gangguan dengan jumlah pelanggan terdampak dibanding total pelanggan, sehingga diperoleh nilai sebesar 0,000267 menit per pelanggan dari hasil $(40 \times 192) / 7916$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIDI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil menunjukkan SAIDI Februari 0,97019 menit, Maret 1,40193 menit, April 1,31606 menit, Mei 2,89073 menit, Juni 1,51134 menit, Juli 1,54217 menit, Agustus 2,12398 menit, September

1,39186 menit, Oktober 1,21382 menit, November 1,17332 menit, Desember 0,99109 menit, dan Januari 0,85121 menit. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 2,89073 menit, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Januari sebesar 0,85121 menit, yang menunjukkan penurunan durasi pemadaman dibanding kondisi sebelum optimalisasi.

Perhitungan CAIDI

Perhitungan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dilakukan dengan membandingkan SAIDI terhadap SAIFI, sehingga diperoleh nilai sebesar 40 menit per pelanggan pemutusan dari hasil 0,97019/0,02425. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan CAIDI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil menunjukkan CAIDI Februari 40 menit, Maret 70 menit, April 76 menit, Mei 81 menit, Juni 70 menit, Juli 90 menit, Agustus 95 menit, September 78 menit, Oktober 79 menit, November 72 menit, Desember 63 menit, dan Januari 60 menit. Data ini menunjukkan bahwa rata-rata durasi pemadaman tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 95 menit, sedangkan terendah pada bulan Februari sebesar 40 menit, yang menandakan perbaikan waktu pemulihan gangguan.

Perhitungan ASAI

Perhitungan ASAI (*Average Service Availability Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan $ASAI = (8760 - SAIDI) / 8760$, sehingga diperoleh nilai mendekati 0,999993. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ASAI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil menunjukkan ASAI Februari 0,99989, Maret 0,99984, April 0,99985, Mei 0,99967, Juni 0,99983, Juli 0,99982, Agustus 0,99976, September 0,99984, Oktober 0,99986, November 0,99987, Desember 0,99989, dan Januari 0,99990. Nilai terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 0,99967, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 0,99990, yang menunjukkan peningkatan ketersediaan sistem.

Perhitungan ASUI

Perhitungan ASUI (*Average Service Unavailability Index*) dilakukan dengan persamaan $ASUI = 100\% - ASAI$, sehingga diperoleh nilai sebesar 99,00109571. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ASUI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil menunjukkan ASUI Februari 99,00011, Maret 99,00016, April 99,00015, Mei 99,00033, Juni 99,00017, Juli 99,00018, Agustus 99,00024, September 99,00016, Oktober 99,00014, November 99,00013, Desember 99,00011, dan Januari 99,00010. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 99,00033, sedangkan terendah pada bulan Januari sebesar 99,00010, yang menunjukkan penurunan tingkat ketidaktersediaan layanan setelah optimalisasi.

Perhitungan ENS

Perhitungan ENS (*Energy Not Supplied*) dilakukan menggunakan persamaan $ENS = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times \text{durasi padam (jam)}$, sehingga diperoleh nilai sebesar 2.064,06 kWh dari perhitungan $\sqrt{3} \times 20,5 \text{ kV} \times 97 \text{ A} \times 0,9 \times 40 \text{ menit}/60$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ENS bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Tapakis. Hasil menunjukkan ENS Februari 2.064,06 kWh, Maret 3.612,11 kWh, April 3.921,72 kWh, Mei 4.179,73 kWh, Juni 3.612,11 kWh, Juli 4.644,14 kWh, Agustus 4.902,15 kWh, September 4.024,92 kWh, Oktober 4.076,52 kWh, November 3.715,31 kWh, Desember 3.250,90 kWh, dan Januari 3.096,09 kWh, dengan total ENS sebesar 45.099,78 kWh. Data ini menunjukkan bahwa energi tidak tersalurkan mengalami penurunan signifikan dibanding kondisi sebelum pemasangan LBS *motorized*, yang mengindikasikan peningkatan keandalan sistem distribusi.

Perhitungan Feeder Pasar Usang setelah penambahan LBS (*Load Break Swicth Motorized*)

Perhitungan SAIFI

Perhitungan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dilakukan menggunakan perbandingan jumlah pelanggan yang mengalami gangguan (ΣNi) terhadap total pelanggan (ΣNt), sehingga diperoleh nilai sebesar 0,01762 kali pemadaman per tahun dari hasil 131/7436. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIFI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil perhitungan menunjukkan SAIFI Januari 0,01762, Februari 0,01868, Maret 0,01804, April 0,01604, Mei 0,01826, Juni 0,02053, Juli 0,01774, Agustus 0,03674, September 0,02203, Oktober 0,01754, November 0,02292, dan Desember 0,01815. Secara keseluruhan, nilai ini menunjukkan bahwa frekuensi gangguan paling tinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,03674, sedangkan paling rendah terjadi pada bulan April sebesar 0,01604, yang mengindikasikan bahwa sistem distribusi sudah lebih stabil setelah penambahan LBS *motorized*.

Perhitungan SAIDI

Perhitungan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dilakukan berdasarkan perkalian jumlah durasi gangguan dengan jumlah pelanggan terdampak dibanding total pelanggan, sehingga diperoleh nilai sebesar 2,37829 menit per pelanggan dari hasil $(135 \times 131) / 7436$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan SAIDI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan SAIDI Januari 2,37829 menit, Februari 1,68157 menit, Maret 1,08252 menit, April 2,24599 menit, Mei 0,91309 menit, Juni 3,49076 menit, Juli 3,26391 menit, Agustus 5,51136 menit, September 1,71802 menit, Oktober 2,89366 menit, November 1,14583 menit, dan Desember 1,99661 menit. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 5,51136 menit, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 0,91309 menit, yang menunjukkan variasi durasi pemadaman setelah optimalisasi sistem.

Perhitungan CAIDI

Perhitungan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dilakukan dengan membandingkan SAIDI terhadap SAIFI, sehingga diperoleh nilai sebesar 135 menit per pelanggan per pemutusan dari hasil $2,37829/0,01762$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan CAIDI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan CAIDI Januari 135 menit, Februari 90 menit, Maret 60 menit, April 140 menit, Mei 50 menit, Juni 170 menit, Juli 184 menit, Agustus 150 menit, September 78 menit, Oktober 165 menit, November 50 menit, dan Desember 110 menit. Secara keseluruhan, nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata durasi pemadaman per gangguan paling tinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 184 menit, sedangkan terendah pada bulan Maret dan November sebesar 50 menit, yang menunjukkan peningkatan kecepatan pemulihan gangguan.

Perhitungan ASAI

Perhitungan ASAI (*Average Service Availability Index*) dilakukan dengan menggunakan persamaan $ASAI = (8760 - SAIDI) / 8760$, sehingga diperoleh nilai mendekati 0,999993. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ASAI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan ASAI Januari 0,9997, Februari 0,9998, Maret 0,9999, April 0,9997, Mei 0,9999, Juni 0,9996, Juli 0,9996, Agustus 0,9994, September 0,9998, Oktober 0,9997, November 0,9999, dan Desember 0,9998. Nilai terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,9994, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Maret, Mei, dan November sebesar 0,9999, yang menunjukkan tingkat ketersediaan sistem yang sangat tinggi.

Perhitungan ASUI

Perhitungan ASUI (*Average Service Unavailability Index*) dilakukan dengan persamaan $ASUI = 100\% - ASAI$, sehingga diperoleh nilai sebesar 99,00109571. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ASUI bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan ASUI Januari 99,00027, Februari 99,00019, Maret 99,00012, April 99,00026, Mei 99,00010, Juni 99,00040, Juli 99,00037, Agustus 99,00063, September 99,00020, Oktober 99,00033, November 99,00013, dan Desember 99,00023. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 99,00063, sedangkan terendah pada bulan Mei sebesar 99,00010, yang menunjukkan ketidakterediaan sistem sangat kecil dan relatif stabil.

Perhitungan ENS

Perhitungan ENS (*Energy Not Supplied*) dilakukan menggunakan persamaan $ENS = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times \text{durasi padam (jam)}$, sehingga diperoleh nilai sebesar 2.064,06 kWh dari perhitungan $\sqrt{3} \times 20,5 \text{ kV} \times 52 \text{ A} \times 0,9 \times 135 \text{ menit}/60$. Dengan metode yang sama, dilakukan perhitungan ENS bulanan setelah penambahan LBS *motorized* pada penyulang Pasar Usang. Hasil menunjukkan ENS Januari 3.734,46 kWh, Februari 2.489,64 kWh, Maret 1.659,76 kWh, April 3.872,78 kWh, Mei 1.383,14 kWh, Juni 4.702,66 kWh, Juli 5.089,94 kWh, Agustus 4.149,41 kWh, September 2.157,69 kWh, Oktober 4.564,35 kWh, November 1.383,14 kWh, dan Desember 3.042,90 kWh, dengan total ENS sebesar 38.229,85 kWh. Nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 5.089,94 kWh, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Mei dan November sebesar 1.383,14 kWh, yang menunjukkan adanya penurunan energi tidak tersalurkan setelah optimalisasi sistem distribusi.

Feeder Tapakis

Feeder Tapakis menunjukkan bahwa sebelum penambahan LBS *Motorized (Load Break Switch)* masih sering terjadi gangguan pada periode Januari–Desember tahun 2022 yang menyebabkan fluktuasi nilai indeks keandalan sistem. Target awal pada bulan Januari yaitu SAIFI sebesar 3,84 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI sebesar 25,02 jam/pelanggan/tahun, namun hasil perhitungan menunjukkan kondisi aktual yang bervariasi, dengan SAIDI tertinggi pada bulan Mei sebesar 18,81074 menit/pelanggan dan terendah pada bulan Januari tahun 2023 sebesar 0,85121 menit/pelanggan, sedangkan SAIFI tertinggi terjadi pada bulan Juli tahun 2022 sebesar 0,0894203 dan terendah pada bulan Juli tahun 2023 sebesar 0,01714, serta CAIDI tertinggi pada bulan September tahun 2022 sebesar 240 menit dan terendah pada bulan Februari sebesar 40 menit, dengan ASAI tertinggi pada bulan Juni sebesar 0,999887755 dan terendah pada bulan Mei sebesar 0,99967, serta total ENS sebelum optimalisasi LBS *Motorized* sebesar 97.681,78 kWh; gangguan yang terjadi umumnya disebabkan oleh benda asing, kawat rantas, pohon tumbang, kegiatan *cleansing*, dan gangguan monyet pada JTM sehingga diperlukan tindakan penebangan pohon dan penambahan LBS *Motorized* untuk mempercepat pemulihan sistem, Nilai rata-rata SAIFI dan SAIDI dalam 1 tahun sebelum penambahan *Lbs motorized* adalah sebagai berikut:

Terlihat bahwa nilai SAIFI pada PT. PLN (Persero) ULP Lubuk Alung sudah memenuhi standar dan tergolong *reliable*, sedangkan nilai SAIDI masih berada dalam kategori *reliable* serta memenuhi standar SPLN 68:1986, dimana semakin kecil nilai SAIFI dan SAIDI maka tingkat keandalan sistem semakin baik. Untuk menjaga dan meningkatkan keandalan tersebut pada *Feeder Tapakis* yang mengalami kenaikan nilai SAIDI dan SAIFI, dilakukan penambahan LBS *Motorized (Load Break Switch)* yang berfungsi membantu mempercepat penanganan gangguan serta proses manuver jaringan saat terjadi gangguan, sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi secara keseluruhan, Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 1. Perbandingan Indeks Keandalan SAIDI Dan SAIFI Sebelum Dan Sesudah Penambahan LBS *Feeder Tapakis*

Pada gambar dapat dilihat setelah penambahan LBS nilai SAIDI dan SAIFI semakin kecil, sehingga dikatakan andal karena angkanya lebih kecil dari pada ketentuan SPLN 68:1986 dan dengan adanya penambahan LBS dapat mengurangi banyaknya gangguan pada *Feeder* Tapakis. Nilai rata-rata SAIFI dan SAIDI dalam 1 tahun setelah penambahan LBS adalah sebagai berikut:

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan setelah penambahan LBS nilai SAIDI tertinggi pada bulan Agustus yaitu senilai 0,003055556 sedangkan nilai SAIDI terendah pada bulan Januari yaitu 0,0000166667. Nilai SAIFI tertinggi dan terendah secara berturut-turut terjadi pada bulan Juni dengan nilai 0,020444 dan pada bulan Januari senilai 0,000278. Nilai CAIDI tertinggi yaitu pada bulan februari senilai 0,62963 sedangkan nilai CAIDI terendah yaitu pada bulan Juni senilai 0,0625. Nilai ASAI tertinggi berapa pada bulan Mei senilai 0,9999999 sedangkan yang terendah pada bulan April senilai 110,6816 dan nilai ENS *Feeder* Tapakis sesudah di optimalisasi *Lbs motorized* senilai 45.099,78 kwh.

Feeder Pasar Usang

Berdasarkan data yang diperoleh, pada *Feeder* Pasar Usang terjadi beberapa gangguan pada tahun 2022 yang tersebar pada bulan Januari, Februari, April, Mei, Juni, dan Juli, sehingga mempengaruhi nilai indeks keandalan sistem distribusi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa SAIDI tertinggi terjadi pada bulan Juni sebesar 17,10735 menit, sedangkan terendah pada bulan November sebesar 1,80372 menit. Untuk SAIFI, nilai tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar 0,06160, dan terendah pada bulan Mei sebesar 0,01580. Pada CAIDI, nilai tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar 359 menit, sedangkan terendah pada bulan Mei sebesar 69 menit. Nilai ASAI tertinggi berada pada bulan Mei sebesar 0,9999, dan terendah pada bulan Juni sebesar 0,9980, sementara total ENS sebelum optimalisasi LBS *motorized* sebesar 74.467,99 kWh. Gangguan yang terjadi disebabkan oleh benda asing, kawat rantas, pohon tumbang, kegiatan *cleansing*, dan gangguan monyet pada JTM, sehingga diperlukan penanganan berupa penebangan pohon yang mengganggu jaringan serta penambahan LBS *motorized* untuk mempercepat proses pemulihan gangguan, Penilaian untuk mendapatkan Nilai rata-rata SAIFI dan SAIDI dalam 1 tahun sebelum penambahan *Lbs motorized* adalah sebagai berikut:

Terlihat bahwa nilai SAIFI pada PT. PLN (Persero) ULP Lubuk Alung sudah memenuhi standar dan tergolong *reliable*, sedangkan nilai SAIDI juga masih berada dalam kategori *reliable* serta memenuhi standar SPLN 68:1986, dimana semakin kecil nilai SAIFI dan SAIDI maka tingkat keandalan sistem semakin baik karena menunjukkan frekuensi dan durasi gangguan yang lebih rendah dari ketentuan batas yang ditetapkan. Untuk menjaga serta meningkatkan keandalan sistem pada *Feeder* Pasar Usang yang mengalami peningkatan nilai SAIDI dan SAIFI, dilakukan penambahan LBS *Motorized (Load Break Switch)* yang berfungsi untuk mempercepat proses isolasi gangguan dan manuver jaringan saat terjadi gangguan, sehingga dapat membantu meminimalkan dampak pemadaman serta meningkatkan keandalan sistem distribusi secara keseluruhan.

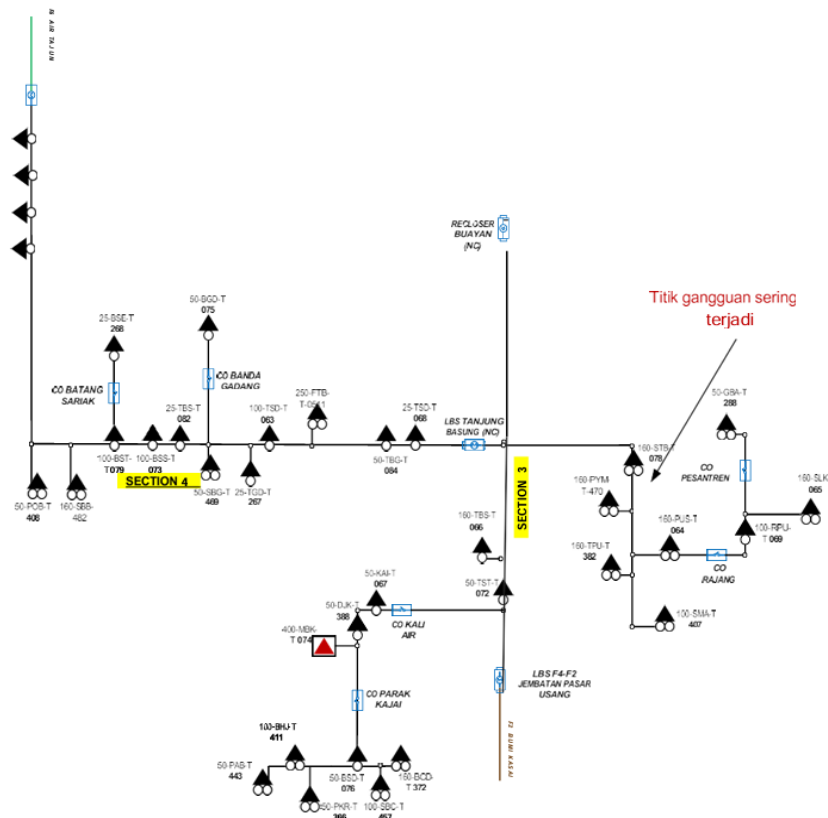
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan setelah penambahan LBS nilai SAIDI tertinggi pada bulan Agustus yaitu senilai 5,51136 sedangkan nilai SAIDI terendah pada bulan Mei yaitu 0,91309. Nilai SAIFI tertinggi dan terendah secara berturut-turut terjadi pada bulan November dengan nilai 0,022932 dan pada bulan April senilai 0,01604. Nilai CAIDI tertinggi yaitu pada bulan Juli selama 184 menit sedangkan nilai CAIDI terendah yaitu pada bulan November selama 50 menit. Nilai ASAI tertinggi berada pada bulan November senilai 0,9999 sedangkan yang terendah pada bulan Agustus yaitu senilai 0,9994. Nilai ENS tertinggi yaitu pada bulan Juli senilai 5.089,94 kwh, dan nilai ENS Total sesudah di optimalisasi *Lbs motorized* senilai 38.229,85 kwh.

Penempatan *Load Break Switch motorized*

Penempatan *Load Break Switch (LBS) motorized* bertujuan untuk meminimalkan kerugian energi serta mempersempit daerah yang terdampak saat terjadi gangguan, sehingga diperlukan strategi manuver jaringan yang tepat pada *Feeder* Pasar Usang. Penentuan lokasi pemasangan LBS *motorized*

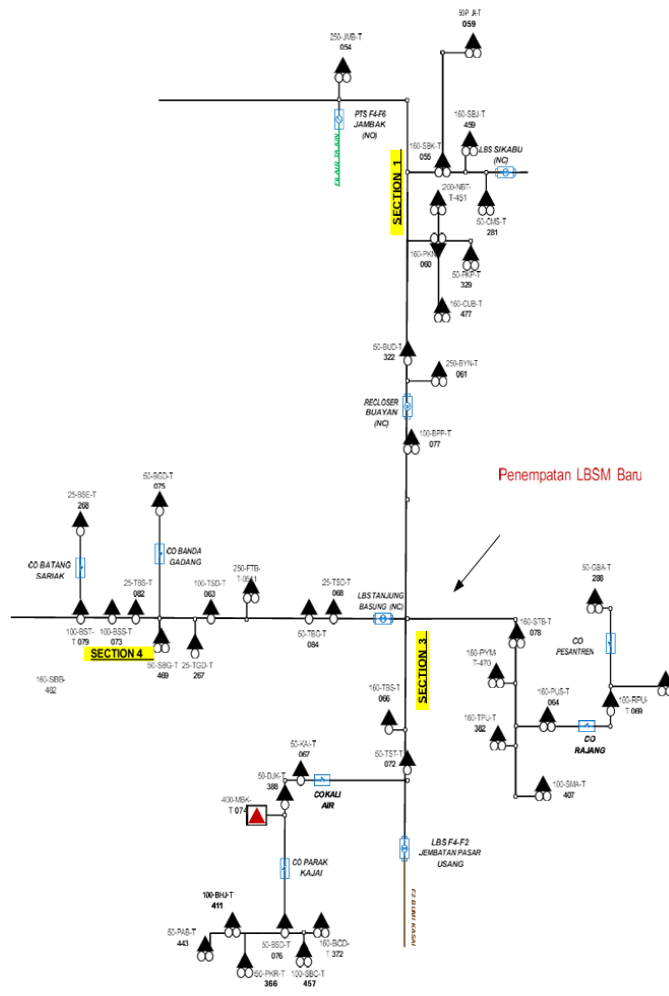
dilakukan dengan mempertimbangkan titik-titik yang paling sering mengalami gangguan serta pembagian beban pada setiap *section* jaringan yang ada. Berdasarkan data gangguan yang diperoleh, gangguan paling dominan dan memiliki durasi terlama terjadi pada SUTM di *Feeder* Pasar Usang dengan durasi pemadaman mencapai 4 jam 21 menit, sehingga titik tersebut dijadikan dasar dalam skenario penempatan LBS *motorized* untuk meningkatkan keandalan sistem dan mempercepat proses pemulihan saat terjadi gangguan.

Pengoptimalisasi LBSM *Feeder* Pasar Usang



Gambar 1. Titik Gangguan Seksi 3 LBSM Sebelum Dioptimalisasi

Dalam simulasi ini akan di asumsikan titik gangguan berada pada seksi-3 *Feeder* Pasar Usang (Gangguan Pohon ke jaringan, Gangguan hewan). Apabila terjadi gangguan pada seksi 3 *Feeder* Pasar Usang, maka *Recloser* Buayan akan mencoba *reclosed* (Jika Indikasi gangguan EF dan OC, kalau Indikasi gangguan Momen *Recloser* akan *lock out* Apabila gangguannya bersifat sementara maka jaringan akan normal kembali. Tetapi karena gangguan bersifat *permanent* maka *recloser* Buayan akan *Lock Out*,



Gambar 2. Penempatan LBSM Baru Setelah Optimalisasi di Seksi 3

Tabel 1. Data Pelanggan Per Section Feeder Tapakis dan Feeder Pasar Usang

NO	SEKSI	PENYULANG			
		TAPAKIS		PASAR USANG	
		KVA	PELANGGAN	KVA	PELANGGAN
1	SEKSI 1	1479	3225	1717	2483
2	SEKSI 2	1294	834	1627	1604
3	SEKSI 3	1034	671	1667	2794
4	SEKSI 4	934	1256	1487	1388
5	SEKSI 5	934	2271	1467	~~~~
6	SEKSI 6	1493	383	~~~~	~~~~
7	SEKSI 7	234	~	~~~~	~~~~
TOTAL		7402	8640	7965	8269

Evaluasi Keandalan Feeder Pasar Usang

Berdasarkan data jumlah pelanggan per seksi di Penyulang Pasar Usang dan perhitungan durasi lama padam di masing masing seksi sebelum dan sesudah LBS *Motorized* dioptimalisasi maka dapat dihitung besarnya SAIDI dan SAIFI sebagai berikut : Realisasi SAIDI secara total di Penyulang Pasar Usang adalah 1,2742 jam/pelanggan, meliputi Seksi-1 0,34032 jam/pelanggan, Seksi-2 0,14548 jam/pelanggan dan seksi Seksi-3 0,78841 jam/pelanggan. Dan SAIFI secara total di Penyulang Pasar Usang adalah 0,494256 kali/pelanggan, meliputi Seksi-1 0,300278 kali/pelanggan, Seksi-2 0,193978 kali/pelanggan dan seksi Seksi-3 0,33788 kali/pelanggan seperti tabel berikut :

Tabel 2. Realisasi SAIDI SAIFI Sebelum Dioptimalisasi Feeder Pasar Usang

NO	SEKSI	PELANGGAN		LAMA PADAM		SAIDI	SAIFI
		TOTAL	SEKSI	MENIT	JAM		
1	SEKSI 1	8269	2483	68	1.13333	0.34032	0.300278
2	SEKSI 2	8269	1604	45	0.75	0.14548	0.193978
3	SEKSI 3	8269	2794	140	2.33333	0.78841	0.337888
TOTAL				253	4.21667	1.2742	0.494256

Tabel 3. Realisasi SAIDI SAIFI Setelah Dioptimalisasi Feeder Pasar Usang

NO	SEKSI	PELANGGAN		LAMA PADAM		SAIDI	SAIFI
		TOTAL	SEKSI	MENIT	JAM		
1	SEKSI 1	8269	2483	20	0.33333	0.10009	0.300278
2	SEKSI 2	8269	1604	13	0.21667	0.04203	0.193978
3	SEKSI 3	8269	2794	54	0.9	0.3041	0.337888
TOTAL				87	1.45	0.44622	0.494256

Ketika gangguan permanen di seksi-3 dan LBS *Motorized* sudah di optimalisasi maka SAIDI secara total di penyulang Pasar Usang adalah 0,44622 jam/pelanggan atau turun 6% , seksi-1 0,10009 jam/pelanggan (turun 90%), seksi-2 0,4203 jam/pelanggan (turun 90%) , seksi-3 0,3041 jam/pelanggan (turun 2%). Dan SAIFI secara total di penyulang Pasar Usang adalah 0,49425 jam/pelanggan atau turun 6% , seksi-1 0,300278 jam/pelanggan (turun 90%), seksi-2 0,193978 jam/pelanggan (turun 90%) , seksi-3 0,33988 jam/pelanggan (turun 2%)

Pengoptimalisasi LBSM Feeder Tapakis

Data menunjukkan bahwa pada Seksi 1 terdapat 8.269 pelanggan dengan total lama padam 2.483 menit atau sekitar 20 jam, menghasilkan nilai SAIDI sebesar 0,10009 dan SAIFI sebesar 0,300278. Pada Seksi 2, dengan jumlah pelanggan yang sama yaitu 8.269, tercatat lama padam 1.604 menit atau sekitar 13 jam, dengan nilai SAIDI 0,04203 dan SAIFI 0,193978. Sementara itu, Seksi 3 mengalami lama padam paling tinggi yaitu 2.794 menit atau sekitar 54 jam, dengan SAIDI sebesar 0,3041 dan SAIFI sebesar 0,337888. Secara keseluruhan, total lama padam mencapai 87 jam dengan rata-rata SAIDI sebesar 0,44622 dan SAIFI sebesar 0,494256.

Tabel 4. Data Pelanggan Per Section Feeder Tapakis dan Feeder Pasar Usang

NO	SEKSI	PENYULANG			
		TAPAKIS		PASAR USANG	
		KVA	PELANGGAN	KVA	PELANGGAN
1	SEKSI 1	1479	3225	1717	2483
2	SEKSI 2	1294	834	1627	1604
3	SEKSI 3	1034	671	1667	2794

4	SEKSI 4	934	1256	1487	1388
5	SEKSI 5	934	2271	1467	~~~~
6	SEKSI 6	1493	383	~~~~	~~~~
7	SEKSI 7	234	~	~~~~	~~~~
TOTAL		7402	8640	7965	8264

Evaluasi keandalan *Feeder* Tapakis

Berdasarkan data jumlah pelanggan per seksi di Penyulang Tapakis dan perhitungan durasi lama padam di masing masing seksi sebelum dan sesudah LBS *Motorized* dioptimalisasi maka dapat dihitung besarnya SAIDI dan SAIFI sebagai berikut : Realisasi SAIDI secara total di Penyulang Pasar Usang adalah 1,005204 jam/pelanggan, meliputi Seksi-1 0,51456 jam/pelanggan, Seksi-2 0,06092 jam/pelanggan dan seksi Seksi-5 0,39291 jam/pelanggan, Seksi 6 0,03681 jam/ pelanggan . Dan SAIFI secara total di Penyulang Pasar Usang adalah 0,774279 kali/pelanggan, meliputi Seksi-1 0,371972 kali/pelanggan, Seksi-2 0,096194 kali/pelanggan dan seksi Seksi-5 0,261938 kali/pelanggan. Seksi 6 0,044175.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Feeder Tapakis dan Feeder Pasar Usang, dapat disimpulkan bahwa nilai indeks keandalan sistem seperti SAIDI, SAIFI, CAIDI, ASAI, dan ENS menunjukkan adanya perbaikan kinerja setelah dilakukan penambahan *Load Break Switch (LBS) motorized*, dimana pada Feeder Tapakis nilai SAIDI tertinggi sebesar 18,81074 dan terendah 0,98326, SAIFI tertinggi 0,089420 dan terendah 0,0094064, serta ENS tertinggi 12.384,38 kWh dan terendah 7.224,22 kWh, sedangkan pada Feeder Pasar Usang SAIDI tertinggi 17,67858 dan terendah 1,80372, SAIFI tertinggi 0,06160 dan terendah 0,01899, serta ENS tertinggi 8.852,06 kWh dan terendah 3.042,90 kWh, kemudian secara rata-rata tahunan terjadi penurunan nilai SAIDI dan SAIFI baik pada Feeder Tapakis maupun Feeder Pasar Usang setelah penambahan *Load Break Switch motorized* yang menunjukkan peningkatan keandalan sistem distribusi, dan berdasarkan target PT. PLN (Persero) ULP Lubuk Alung serta hasil analisis indeks berbasis pelanggan dapat dinyatakan bahwa sistem distribusi sudah andal dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan.

DAFTAR RUJUKAN

- Arismunandar, A. (1975). *Teknik Tenaga Listrik Jilid II: Saluran Transmisi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Aryanto, E., & Balkis, S. (2021). Implementasi SCADA pada Load Break Switch (LBS) Motorized untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Jaringan Distribusi 20 kV. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 45-52.
- Duyo, R. A. (2020). Analisis Penurunan Energy Not Supplied (ENS) Melalui Optimalisasi Penggunaan LBS Motorized pada Jaringan Distribusi. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 12(1), 15-23.
- Novianti, A. (2019). Evaluasi Keamanan Kerja dan Efektivitas Manuver Jaringan Menggunakan Load Break Switch (LBS) Terintegrasi SCADA. *Proceeding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 112-118.
- Siburian, J., dkk. (2020). Analisis Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI pada Penyulang Tegangan Menengah 20 kV Setelah Pemasangan LBS Motorized. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 14(3), 201-210.
- Wasahua, S., dkk. (2023). Studi Karakteristik Gangguan dan Sistem Proteksi pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik untuk Meningkatkan Kontinuitas Pelayanan. *Jurnal Publikasi Teknik Elektro*, 2(1), 30-38.