

Analisa Perbaikan/Menurunkan Nilai SAIDI SAIFI Terkait Pemasangan *Fusesaver* Pada Penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru

Nolan Habel Mellambi¹, Suratno², Verra Aullia³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda

verraaulia@polnes.ac.id

Abstrak- Sistem distribusi merupakan penyalur energi listrik yang berhubungan langsung dengan pelanggan yang harus dijaga kestabilannya. Penelitian ini bertujuan menganalisa perbaikan/menurunkan nilai *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) terkait pemasangan *fusesaver* pada Penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru. Dalam penelitian ini dinilai berdasarkan dua indeks utama, yaitu *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI). Data yang digunakan yaitu sebelum dan setelah pemasangan *fusesaver*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan *fusesaver* mampu memperbaiki/menurunkan SAIDI dari 2.122 jam/tahun menjadi 1.713 jam/tahun. Sementara nilai SAIFI menurun dari 3.315 kali/tahun menjadi 2.697 kali/tahun, menunjukkan kedua nilai tersebut telah memenuhi standar yang dianjurkan menurut SPLN 68-2:1986, dengan SAIDI di bawah batas maksimal 21 jam/tahun dan SAIFI di bawah 3.2 kali/tahun. Dengan pemasangan *fusesaver* berpengaruh dalam memperbaiki/menurunkan nilai SAIDI SAIFI pada sistem distribusi khususnya pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru .

Kata kunci: *Fusesaver, SAIDI, SAIFI, Sistem distribusi*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam mewujudkan tujuan pembangunan nasional. Setiap pembangunan yang dilakukan memerlukan energi listrik. Kebutuhan energi listrik pada tahun 2016 hingga 2050 diproyeksikan meningkat lebih dari 7 kali lipat. Semula pada nilai 230,14 TWh menjadi 1.611 TWh Peningkatan ini dikarenakan pembangunan yang terus dilakukan. Oleh sebab itu kebutuhan atas energi listrik menjadi meningkat seiring dengan pembangunan nasional [1].

Dengan peningkatan energi listrik tersebut, dalam penyaluran energi listrik tidak menutup kemungkinan terjadinya gangguan-gangguan yang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal dari sistem distribusi. Gangguan tersebut akan mempengaruhi keandalan suatu sistem distribusi dalam menyalurkan energi listrik ke pelanggan. Dalam sistem distribusi tenaga listrik dituntut untuk meningkatkan suatu penyaluran energi listrik secara kontinyu, yaitu dengan mengurangi frekuensi dan lamanya pemandaman aliran daya listrik ke pelanggan [2].

Salah satu bidang yang sangat penting dalam jaringan distribusi yaitu turun nya SAIDI SAIFI sistem pada jaringan yang dimana sistem distribusi tenaga listrik merupakan

aspek fundamental dalam menjamin kualitas pelayanan listrik kepada konsumen. Dua indikator utama yang digunakan untuk menilai perbaikan/menurunkan sistem distribusi adalah SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*). Semakin rendah nilai SAIDI SAIFI, semakin baik kinerja sistem distribusi karena dampak pemadaman dan frekuensi gangguan terhadap pelanggan dapat diminimalkan. Maka dari itu diperlukan pertimbangan dalam pengoperasian jaringan distribusi terhadap masalah pada saluran distribusi [3].

Dalam menunjang baik nya jaringan distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) saat ini telah melakukan inovasi dengan memasang peralatan pengaman *fusesaver* yang dimana penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru yang melewati jalur poros KM Samarinda- Balikpapan sebagian besar masih menggunakan konduktor terbuka atau kabel A3C (*All Alloy Alumunium Conductor*). Hal ini menyebabkan penyulang masih sering mengalami gangguan akibat hewan dan sentuhan pohon.

Dalam kasus ini dipasang peralatan *fusesaver* di penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru sebagai pengganti *fuse cut out* yang dianggap kurang maksimal dalam meningkatkan sistem jaringan distribusi saat terjadi gangguan. Penggunaan *fusesaver* diharapkan dapat mengurangi jumlah frekuensi pelanggan padam dan durasi pelanggan padam saat terjadi gangguan [3].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

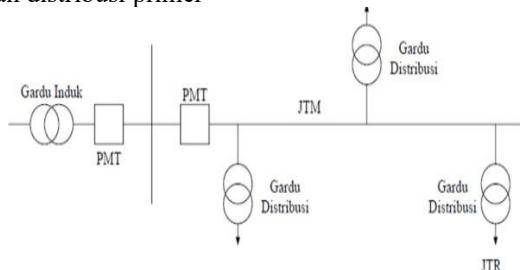
Sistem distribusi tenaga listrik adalah bagian penting dari penyaluran tenaga listrik karena berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik dari sumber utama atau pembangkit ke konsumen akhir. Secara umum, sistem distribusi tenaga listrik melakukan dua tugas: 1) menyalurkan tenaga listrik ke berbagai lokasi konsumen, dan 2) menjadi bagian dari sistem tenaga listrik yang langsung terhubung dengan pelanggan. Distribusi tenaga listrik ke berbagai tempat ini merupakan subsistem yang berinteraksi langsung dengan konsumen, sehingga daya pada pusat-pusat beban dilayani melalui jaringan distribusi [4].

Gardu distribusi mengambil tegangan 20 kV pada saluran distribusi primer untuk diturunkan menggunakan transformator distribusi menjadi tegangan rendah 220/380 V. Kemudian,

listrik bertegangan rendah ini disalurkan kepada pengguna melalui saluran distribusi sekunder [4].

B. Konfigurasi Sistem Jaringan Distribusi Primer 20 kV

Salah satu bagian dari sistem distribusi listrik adalah jaringan distribusi primer 20 kV, yang menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke gardu distribusi. Jaringan ini menggunakan tegangan menengah 20 kV, yang menjadi standar di Indonesia untuk mendukung efisiensi penyaluran listrik pada jarak menengah. Tergantung pada tingkat yang diperlukan, kondisi dan kondisi lingkungan setempat, sistem distribusi ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, atau kabel tanah[5]. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer. Gambar 1 menunjukkan contoh sistem jaringan distribusi primer



Gambar 1. Contoh sistem jaringan primer [6].

C. Gangguan Pada Jaringan Sistem Distribusi

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 kVA dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sentuhan daun/pohon, sambutan petir, manusia, binatang, cuaca dan lain-lain. Sedangkan gangguan dalam sistem dapat berupa kegagalan dari fungsi peralatan atau kerusakan dari peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendekripsi [6]. Jenis gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi dapat dibagi menjadi 2, yaitu [6] :

1) Gangguan Temporer

Gangguan yang sifatnya sementara biasanya hanya berlangsung singkat dan dapat segera dinormalisasi. Contoh gangguan temporer termasuk gangguan yang disebabkan oleh pohon yang tumbuh di sekitar jaringan dan gangguan yang disebabkan oleh hewan seperti kelelawar, ular, atau layangan.

2) Gangguan Permanen

Gangguan permanen adalah gangguan yang menyebabkan kerusakan permanen pada sistem, seperti isolator, penghantar, atau peralatan, seperti kapasitor dan transformator Sampai penyebab gangguan diatasi, gangguan permanen tidak akan hilang. Sebagian besar, masalah ini disebabkan oleh kerusakan peralatan dan hanya dapat diperbaiki setelah perbaikan telah dilakukan.

D. Sistem Proteksi

Pada dasarnya fungsi dari sistem proteksi adalah mendekripsi gangguan dan mengatasinya sesegera mungkin. Memproteksi dari gangguan juga sangat penting bahwa proses tersebut dapat meminimalisir jumlah peralatan yang tidak terkoneksi dengan catu daya, dengan cara memisahkan bagian

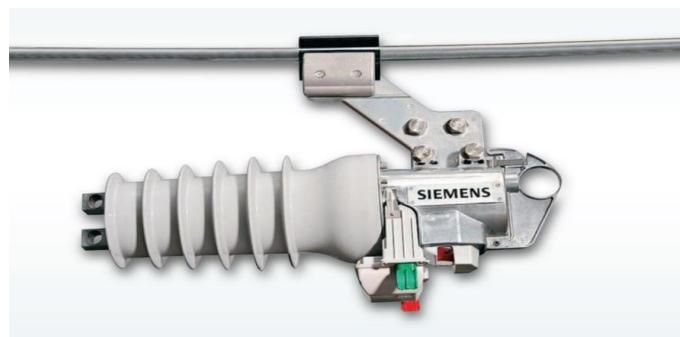
sistem tenaga listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen).

Adapun tujuan utama dari sistem proteksi yaitu [7] :

1. Meminimalisasikan durasi saat gangguan.
2. Meminimalisasikan jumlah pelanggan yang terkena efek dari gangguan.
3. Mengeliminasi bahaya akibat dari gangguan yang terjadi secepat mungkin.
4. Membatasi wilayah atau daerah pemadaman.
5. Melindungi peralatan elektronik konsumen.
6. Memproteksi dari gangguan dan pemutusan tegangan yang tidak dibutuhkan.
7. Dapat mengeliminasi jaringan terganggu, trafo maupun peralatan yang lain.

E. Fusesaver

Fusesaver adalah perangkat pemutus gangguan fase tunggal yang dikontrol secara elektronik dan bertenaga sendiri yang bekerja sama dengan sekring untuk melindungi saluran lateral atau cabang dari gangguan sementara dan permanen [8]. Bentuk *fusesaver* dapat dilihat pada Gambar 2.

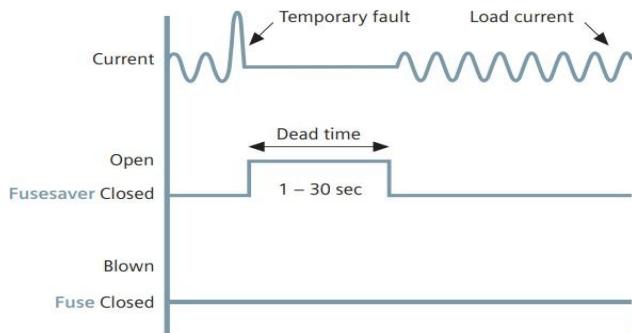


Gambar 2. Fusesaver [8].

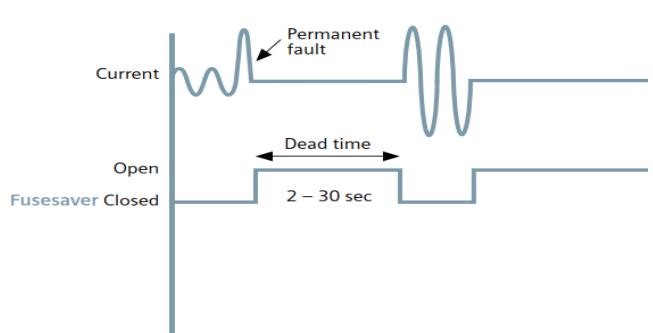
Ada beberapa prinsip kerja dari *fusesaver* dalam pengoperasian nya yaitu sebagai berikut [9] :

1) Prinsip kerja Open – Close (O-C)

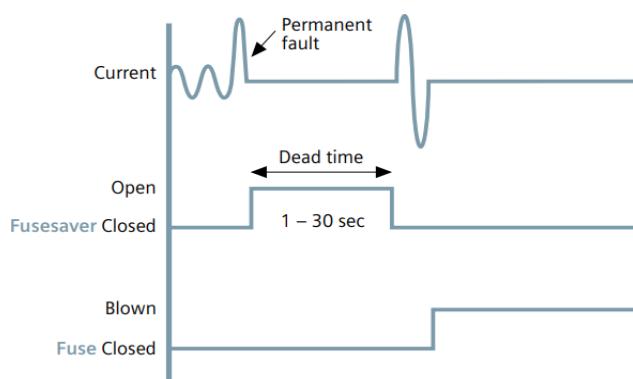
Open-Close (O-C), O-C pemasangan *fusesaver* ini diterapkan pada jaringan yang sudah dilengkapi dengan *fuse cut out*. *fusesaver* beroperasi bersama *fuse cut out* untuk meningkatkan perbaikan jaringan dengan mencegah *fuse cut out* melebur akibat gangguan transien. Dalam situasi tersebut, *fuse cut out* berfungsi sebagai alat proteksi utama untuk mengatasi gangguan permanen, sementara *fusesaver* berperan sebagai proteksi sekunder yang melindungi *fuse cut out* dan jaringan dari gangguan sementara. *Dead time* mengacu pada jeda waktu yang dibutuhkan *fusesaver* untuk membuka (menghentikan arus gangguan) sebelum kembali menutup (*close*). Urutan kerja *fusesaver* pada prinsip kerja *Open-Close* (O-C) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4



Gambar 3. Urutan prinsip kerja O-C fusesaver gangguan sementara [8].



Gambar 6. Urutan prinsip kerja (O-C-O) fusesaver gangguan permanen [8].

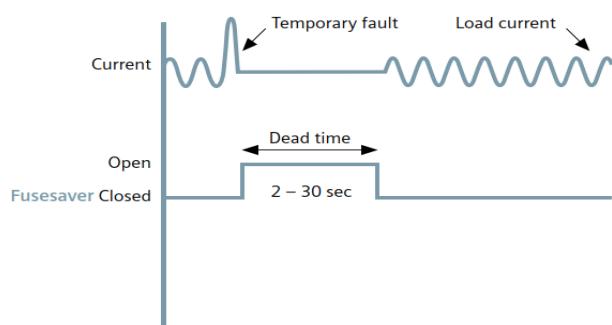


Gambar 4. Urutan prinsip kerja O-C fusesaver gangguan permanen [8].

2) Prinsip Kerja Open – Close – Open (O-C-O)

Prinsip kerja fusesaver yang kedua adalah *Open-Close-Open*. Konfigurasi ini digunakan ketika fusesaver dipasang pada jaringan yang belum dilengkapi *fuse cut out* sebelumnya.

Dalam konfigurasi ini, fusesaver berfungsi sebagai alat proteksi utama pada jaringan. Meskipun tidak ada arus pada saluran, fusesaver tetap dapat beroperasi karena dayanya diperoleh dari baterai yang terhubung melalui modul komunikasi. *Dead time* merujuk pada durasi yang diperlukan oleh fusesaver untuk membuka (menghilangkan arus gangguan) sebelum kembali menutup (*close*). Secara umum, semakin lama dead time, semakin besar peluang gangguan sementara dapat sepenuhnya diatasi. Urutan kerja fusesaver pada prinsip kerja *Open-Close-Open* (O-C-O) dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5. Urutan prinsip kerja (O-C-O) fusesaver gangguan sementara [8]

Submitted: 18/09/2025; Revised: 16/10/2025;

Accepted: 29/12/2025; Online first: 29/12/2025

<https://doi.org/10.46964/poligrid.v6i2.162>

Adapun beberapa komponen fusesaver yaitu [8] :

- a. Line clamp assembly
- b. Bird guard
- c. Electronic module
- d. Vacuum interrupter
- e. Power current transformer
- f. Magnetic actuator
- g. External lever
- h. Fault detector current transformer

F. Spesifikasi Fusesaver

Fusesaver pada dasarnya memiliki pengenal nilai dalam pengoperasiannya yang dapat dilihat pada Tabel 1

TABEL 1
SPESIFIKASI FUSESAYER [10]

Ratings	Low Range	Standar Range	High Range
Operasi minimal jaringan	0.15 A	0.50 A	1.00 A
Rating current	40 A	100 A	200 A
Rated Line Charging Current	20 A	20 A	20 A
Rated Short Circuit Breaking Current	1.50 kA	4 kA	6.30 kA
Rated Short Circuit Making Current	3.75 kA	10.40 kA	16.40 kA
Rated Short Time Current	1.50 kA	4 kA	6.30 kA

G. Indeks Beorientasi Pada Pelanggan

Dalam penentuan indeks SAIDI SAIFI, untuk sistem secara keseluruhan maka faktor - faktor jumlah pelanggan, frekuensi dan durasi/lama pemadaman dapat dievaluasi dan bisa didapatkan lengkap mengenai kinerja sistem [11]. Indeks yang dipakai pada sistem distribusi dijelaskan dalam uraian berikut.

1) *Sistem Averange Interruption Duration Index (SAIDI)*

SAIDI adalah indeks yang merupakan jumlah dari perkalian lama padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani [11]. Secara matematis dapat dilihat pada persamaan (1) :

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \times N_i}{\sum N_t} \quad (1)$$

Dimana:

Ui: Durasi pamadaman/gangguan

Ni: Jumlah pelanggan padam

Nt: Jumlah total pelanggan

2) *System Avarage Interruption Frequency Index (SAIFI)*

SAIFI adalah indeks yang merupakan jumlah dari perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani [11]. Secara matematis dapat dilihat pada persamaan (2) :

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \times N_i}{\sum N_t} \quad (2)$$

Dimana :

λi: Lama padam/gangguan (kali)

Ni: Jumlah pelanggan yang padam

Nt: Jumlah total pelanggan

H. Standarisasi Indeks SAIDI SAIFI

Standar dimaksudkan untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat perbaikan sistem distribusi tenaga listrik. Tujuan nya ialah untuk memberikan pegangan yang terarah dalam menilai penampilan dan menentukan tingkat perbaikan dari sistem distribusi [12]. Adapun standar nilai SAIDI SAIFI yang digunakan yakni standar SPLN 68 – 2 : 1986 dapat dilihat pada [Tabel 2](#)

TABEL 2
STANDARISASI INDEKS SAIDI SAIFI [12].

Indikator Kerja	Standar Nilai	Satuan
SAIDI	21	Jam/pelanggan/tahun
SAIFI	3.2	Kali/pelanggan/tahun

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat yang digunakan penulis dalam penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Samarinda Seberang sebagai pengambilan data sesungguhnya, yaitu pada JL. Bung Tomo, Baqa, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda. Untuk waktu penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan pada bulan Maret hingga Agustus 2025.

B. Sumber Data yang Diperlukan

Adapun data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

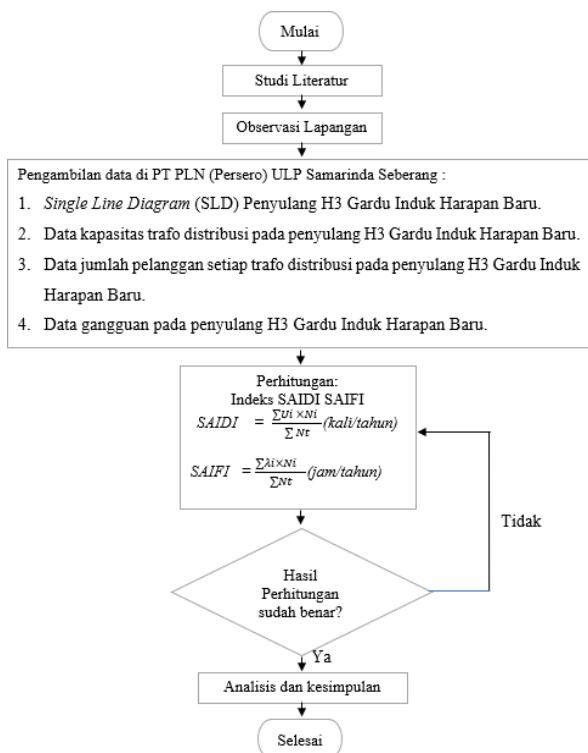
1. *Single Line Diagram (SLD) Penyulang H3 Gardu Induk*

Harapan Baru.

2. Data kapasitas trafo distribusi pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru.
3. Data jumlah pelanggan setiap trafo distribusi pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru.
4. Data gangguan pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru
 - 4.1 Jumlah durasi padam yang terjadi pada penyulang H3 selama satu tahun dari bulan April 2023-Maret 2024 sebelum pemasangan *fusesaver* dan April 2024-Maret 2025 setelah pemasangan *fusesaver*.
 - 4.2 Jumlah pelanggan yang padam pada penyulang H3 selama satu tahun dari bulan April 2023-Maret 2024 sebelum pemasangan *fusesaver* dan April 2024-Maret 2025 setelah pemasangan *fusesaver*.

C. Prosedur Penelitian

Di bawah ini adalah *flowchart* prosedur penelitian dari awal mulai hingga selesai yang membahas penurunan SAIDI SAIFI setelah pemasangan *fusesaver* yang dapat dilihat pada [Gambar 7](#).

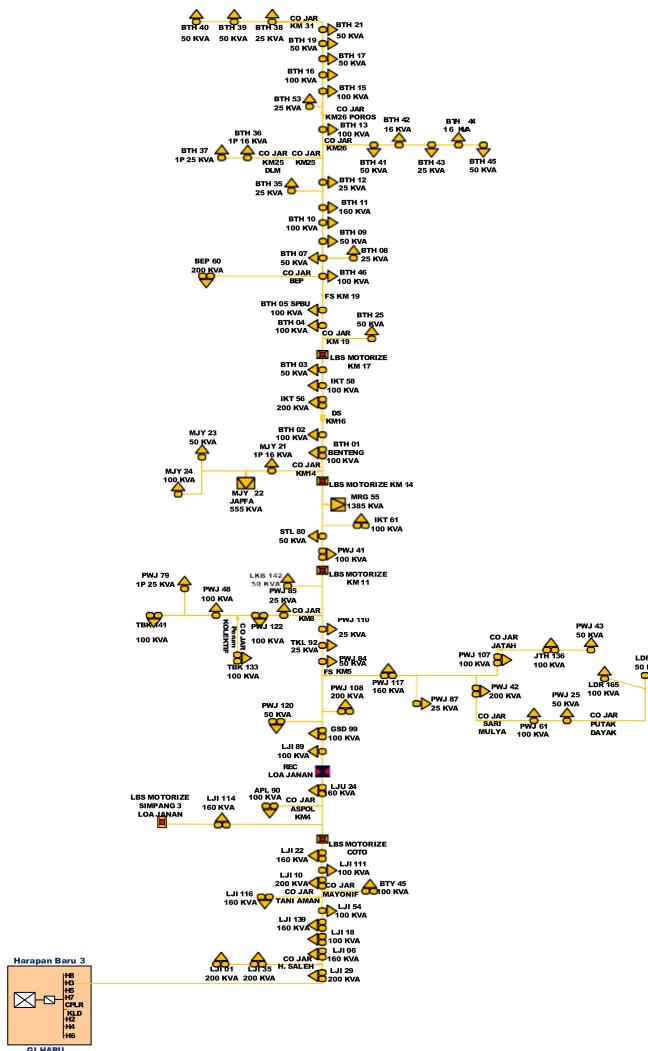


Gambar 7. *Flowchart* penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Lapangan Penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru

Data Penyulang H3 diperoleh dari PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Samarinda Seberang dari data yang diperoleh, dirangkum seperti pada tabel dan gambar berikut. Pada [Gambar 8](#) menunjukkan *Single Line Diagram* penyulang H3 terbagi menjadi 87 *line* dengan panjang total 35,9 kms. Berikut *Single Line Diagram* penyulang H3 dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. *Single Line Diagram* penyulang H3

B. Data Pelanggan Penyulang H3

Data pelanggan penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru dengan total 11800 pelanggan dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

TABEL 3
DATA PELANGGAN PENYULANG H3

No.	Penyulang	Nama Gardu	Kapasitas (KVA)	Jumlah Pelanggan		73	H3	BTH 53	25	50
1	H3	LJI 29	200	360	75	H3	BTH 15	100	179	
2	H3	LJI 35	200	360	76	H3	BTH 16	100	179	
3	H3	LJI 01	200	360	77	H3	BTH 17	50	89	
4	H3	LJI 06	160	296	78	H3	BTH 19	50	89	
5	H3	LJI 18	100	179	79	H3	BTH 21	50	89	
6	H3	LJI 139	160	296	80	H3	BTH 38	25	50	
7	H3	LJI 54	100	179	81	H3	BTH 39	50	89	
8	H3	LJI 116	160	296			BTH 40	50	89	
9	H3	BTY 45	100	1			Total	8.993	11800	
10	H3	LJI 10	200	360						
11	H3	LJI 111	100	179						
12	H3	LJI 22	160	296						
13	H3	LJI 114	160	296						
14	H3	APL 90	100	179						
15	H3	LJU 24	160	296						

C. Data Rekap Gangguan Penyulang H3 Sebelum dan Setelah Pemasangan Fusesaver

Adapun data gangguan penyulang H3 sebelum dan setelah dipasang perangkat *fusesaver* dapat dilihat pada [Tabel 4](#) dan [Tabel 5](#).

**TABEL 4
DATA REKAP GANGGUAN SEBELUM PEMASANGAN FUSESAYER**

Bulan	Jumlah Gangguan (kali)	Durasi Gangguan (jam)	Jumlah Pelanggan Padam	Total Pelanggan
April 2023	0	0	0	11800
Mei	8	2.021	7956	11800
Juni	7	7.213	7956	11800
Juli	1	0.133	7956	11800
Agustus	4	0.105	7956	11800
September	7	1.174	7956	11800
Oktober	6	19.16	7956	11800
November	6	0.087	7956	11800
Desember	7	6.532	7956	11800
Januari 2024	2	0.907	7956	11800
Februari 2024	2	0.035	7956	11800
Maret 2024	6	1.525	7956	11800

**TABEL 5
DATA REKAP GANGGUAN SETELAH PEMASANGAN FUSESAYER**

Bulan	Jumlah Gangguan (kali)	Durasi Gangguan (jam)	Jumlah Pelanggan Padam	Total Pelanggan
April 2024	3	0.012	7956	11800
Mei	8	0.841	7956	11800
Juni	2	0.087	7956	11800
Juli	2	0.020	7956	11800
Agustus	3	0.034	7956	11800
September	5	0.040	7956	11800
Oktober	7	0.261	7956	11800
November	1	0.004	7956	11800
Desember	5	0.983	7956	11800
Januari 2025	1	0.217	7956	11800
Februari 2025	4	0.021	7956	11800
Maret 2025	7	0.021	7956	11800

D. Penghitungan Nilai SAIDI Sebelum Pemasangan Fusesaver

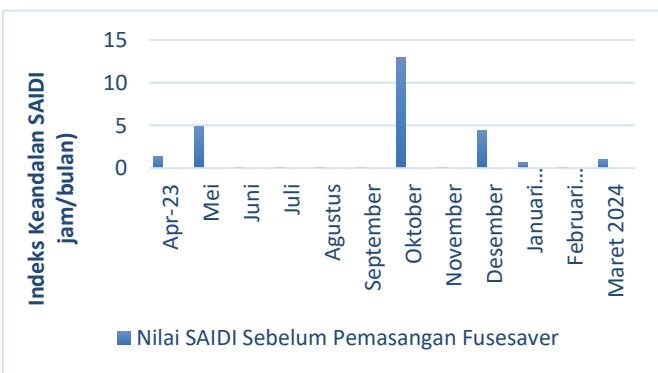
Hasil Penghitungan nilai SAIDI sebelum pemasangan fusesaver dapat dilihat pada [Tabel 6](#).

**TABEL 6
NILAI SAIDI SEBELUM PEMASANGAN FUSESAYER**

BULAN	Nilai SAIDI Sebelum Pemasangan Fusesaver (jam/bulan)
April 2023	0
Mei	1.362633559 (jam/bulan)
Juni	4.863273559 (jam/bulan)
Juli	0.008967355 (jam/bulan)
Agustus	0.070794915 (jam/bulan)
September	0.117317288 (jam/bulan)
Oktober	12.918386440 (jam/bulan)
November	0.058658644 (jam/bulan)

Desember	4.404117966 (jam/bulan)
Januari 2024	0.611533220 (jam/bulan)
Februari 2024	0.023598305 (jam/bulan)
Maret 2024	1.028211864 (jam/bulan)
Total 1 Tahun	2.122291093 (jam/bulan)

Berdasarkan [Tabel 6](#) nilai *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) pada penyulang H3 sebelum pemasangan fusesaver menunjukkan durasi gangguan yang bervariasi setiap bulannya. Nilai tertinggi tercatat pada bulan Oktober 2023 sebesar 12.918 jam/bulan. Ini menunjukkan bahwa pada bulan tersebut, pelanggan rata-rata mengalami pemadaman listrik selama 13 jam/bulan yang mengindikasikan adanya gangguan besar atau durasi pemulihan yang sangat lama. Selain Oktober, nilai SAIDI yang tergolong tinggi juga tercatat pada bulan Juni 2023 sebesar 4.863 jam/bulan dan Desember 2023 sebesar 4.404 jam/bulan. Sebaliknya, pada bulan April 2023 tidak terdapat gangguan dengan durasi 0, yang ditunjukkan dengan nilai SAIDI sebesar 0. Beberapa bulan lainnya juga menunjukkan durasi gangguan yang sangat rendah, seperti Juli 2023 (0.009 jam/bulan), Februari 2024 (0.024 jam/bulan), dan Agustus 2023 (0.071 jam/bulan), yang menandakan bahwa kondisi jaringan yang relatif stabil dan gangguan yang cepat dipulihkan. Secara keseluruhan, rata-rata SAIDI selama satu tahun ditotalkan sebesar 2.122 jam/bulan, yang berarti pelanggan rata-rata mengalami pemadaman lebih dari 2 jam setiap bulan. Grafik nilai SAIDI sebelum pemasangan fusesaver dapat dilihat pada [Gambar 9](#).



Gambar 9. Grafik nilai SAIDI sebelum pemasangan fusesaver

F. Penghitungan Nilai SAIFI Sebelum Pemasangan Fusesaver

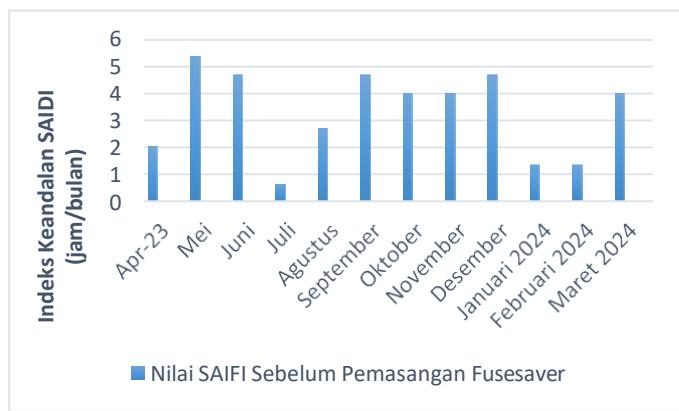
Hasil Penghitungan nilai SAIFI sebelum pemasangan fusesaver dapat dilihat dalam bentuk pada [Tabel 7](#).

**TABEL 7
NILAI SAIFI SEBELUM PEMASANGAN FUSESAYER**

Bulan	Nilai SAIFI Sebelum Pemasangan Fusesaver (kali/bulan)
April 2023	0
Mei	5.393898305 (kali/bulan)
Juni	4.719661016 (kali/bulan)
Juli	0.674237288 (kali/bulan)
Agustus	2.696949152 (kali/bulan)

September	4.719661016 (kali/bulan)
Oktober	4.045423728 (kali/bulan)
November	4.045423728 (kali/bulan)
Desember	4.719661016 (kali/bulan)
Januari 2024	1.348474576 (kali/bulan)
Februari 2024	1.348474576 (kali/bulan)
Maret 2024	4.045423728 (kali/bulan)
Total 1 Tahun	3.1464406779 (kali/bulan)

Berdasarkan [Tabel 7](#) nilai *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) pada penyulang H3 sebelum pemasangan *fusesaver* menunjukkan hasil yang cukup signifikan dari bulan ke bulan selama periode April 2023 hingga Maret 2024. Nilai SAIFI tertinggi tercatat pada bulan Mei 2023 sebesar 5.3939 kali/bulan, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Juli 2023 sebesar 0.6742 kali/bulan. Secara umum, terdapat beberapa bulan dengan tingkat gangguan yang tergolong tinggi, seperti Mei, Juni, September, Oktober, November, dan Desember 2023, dengan nilai SAIFI di atas 4 kali/bulan. Sebaliknya, bulan Juli 2023, Januari dan Februari 2024 menunjukkan nilai yang relatif rendah, yakni di bawah 2 kali/bulan. Dari data tersebut, dapat dihitung rata-rata nilai SAIFI selama satu tahun yaitu sebesar 3.146 kali/bulan. Nilai ini mengindikasikan bahwa rata-rata pelanggan pada penyulang H3 mengalami lebih dari tiga kali gangguan dalam setiap bulan sebelum dilakukan pemasangan *fusesaver*. Grafik nilai SAIFI sebelum pemasangan *fusesaver* dapat dilihat pada [Gambar 10](#).



Gambar 10. Grafik nilai SAIFI sebelum pemasangan *fusesaver*

F. Penghitungan Nilai SAIDI Setelah Pemasangan Fusesaver

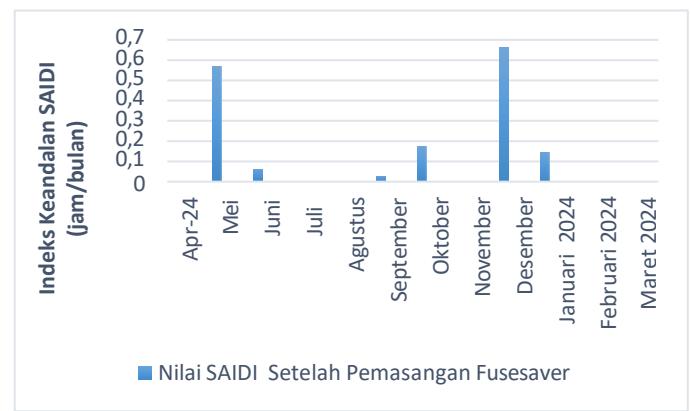
Hasil Penghitungan nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver* dapat dilihat dalam bentuk tabel pada [Tabel 8](#).

TABEL 8
NILAI SAIDI SETELAH PEMASANGAN FUSESAYER

Bulan	Nilai SAIDI Setelah Pemasangan <i>Fusesaver</i> (jam/bulan)
April 2024	0.008090847 (jam/bulan)
Mei 2024	0.567033559 (jam/bulan)
Juni 2024	0.058658644 (jam/bulan)

Juli 2024	0.013484745 (jam/bulan)
Agustus 2024	0.022924067 (jam/bulan)
September 2024	0.026969491 (jam/bulan)
Oktober 2024	0.175975932 (jam/bulan)
November 2024	0.002696949 (jam/bulan)
Desember 2024	0.662775254 (jam/bulan)
Januari 2025	0.146309491 (jam/bulan)
Februari 2025	0.014158983 (jam/bulan)
Maret 2025	0.014158983 (jam/bulan)
Total 1 Tahun	1.713236945 (jam/bulan)

Berdasarkan data pada [Tabel 8](#) terlihat bahwa setelah pemasangan *fusesaver*, nilai *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) pada penyulang H3 mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kondisi sebelum pemasangan. Selama periode satu tahun setelah pemasangan, nilai SAIDI rata-rata tercatat sebesar 1.713236945 (jam/bulan), lebih rendah dibandingkan rata-rata sebelumnya yang mencapai 2.122291093 (jam/bulan). Nilai tertinggi tercatat pada bulan Desember sebesar 0.663 jam/bulan dan bulan Mei sebesar 0.567 jam/bulan. Meskipun demikian, angka ini tetap jauh lebih rendah dibandingkan dengan nilai tertinggi sebelum pemasangan, yaitu 12.918 jam/bulan pada bulan Oktober. Sementara itu, beberapa bulan menunjukkan durasi gangguan yang sangat kecil, bahkan mendekati nol, seperti bulan November (0.0027 jam/bulan), April (0.0081 jam/bulan), dan Februari–Maret (masing-masing hanya 0.0142 jam/bulan). Grafik nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver* dapat dilihat pada [Gambar 11](#).



Gambar 11. Grafik nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver*

G. Penghitungan Nilai SAIFI Setelah Pemasangan Fusesaver

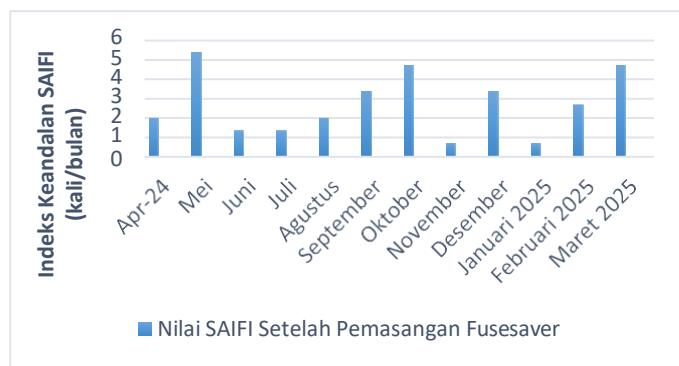
Hasil Penghitungan nilai SAIFI setelah pemasangan *fusesaver* dapat dilihat dalam bentuk pada [Tabel 9](#).

TABEL 9
NILAI SAIFI SETELAH PEMASANGAN FUSESAYER

Bulan	Nilai SAIFI Setelah Pemasangan <i>Fusesaver</i> (kali/bulan)
April 2024	2.022711864 (kali/bulan)
Mei 2024	5.393898305 (kali/bulan)
Juni 2024	1.348474576 (kali/bulan)

Juli 2024	1.348474576 (kali/bulan)
Agustus 2024	2.022711864 (kali/bulan)
September 2024	3.371186440 (kali/bulan)
Oktober 2024	4.719661016 (kali/bulan)
November 2024	0.674237288 (kali/bulan)
Desember 2024	3.371186440 (kali/bulan)
Januari 2025	0.674237288 (kali/bulan)
Februari 2025	2.696949152 (kali/bulan)
Maret 2025	4.719661016 (kali/bulan)
Total 1 Tahun	2.696949152 (kali/bulan)

Berdasarkan [Tabel 9](#) dan nilai *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) setelah pemasangan *fusesaver* pada penyulang H3 masih menunjukkan adanya fluktuasi, Nilai rata-rata SAIFI selama satu tahun setelah pemasangan tercatat sebesar 2.696949152 (kali/bulan), lebih rendah dibandingkan nilai rata-rata sebelum pemasangan yaitu 3.1464406779 (kali/bulan). Artinya, rata-rata pelanggan mengalami sekitar 2 hingga 3 kali gangguan per bulan setelah pemasangan *fusesaver*, dibandingkan lebih dari 3 kali sebelumnya. Pada bulan-bulan tertentu, nilai SAIFI masih cukup tinggi, seperti bulan Mei 5.393898305 (kali/bulan), Oktober 4.719661016 (kali/bulan) dan Maret 2025 4.719661016 (kali/bulan). Namun, pada bulan-bulan lainnya, seperti November dan Januari 2025, nilai SAIFI turun drastis hingga 0,674 kali/bulan, yang mengindikasikan peningkatan perbaikan jaringan dalam hal mengurangi jumlah gangguan yang dirasakan pelanggan. Grafik nilai SAIFI sebelum pemasangan *fusesaver* dapat dilihat pada [Gambar 12](#).



Gambar 12. Grafik nilai SAIFI sebelum pemasangan *fusesaver*

H. Perbandingan Nilai SAIDI dan SAIFI dengan Standar SPLN 68-2: 1986

Untuk menilai tingkat perbaikan SAIDI SAIFI sebelum dan sesudah dipasang nya *fusesaver* pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru setelah didapatkan nilai SAIDI dan SAIFI langkah penting berikutnya adalah membandingkan nilai SAIDI dan SAIFI yang diperoleh dengan acuan standar nasional, yakni SPLN 68-2:1986. Perbandingan SAIDI SAIFI nilai SAIDI dan dengan SPLN 68-2 : 1986 dapat dilihat dalam [Tabel 10](#).

TABEL 10
PERBANDINGAN NILAI SAIDI DAN NILAI SAIFI DENGAN SPLN 68-2:1986

Waktu	Nilai SAIDI	Nilai SAIDI	SPLN 68-2 : 1986
	Sebelum Pemasangan <i>Fusesaver</i> (jam/bulan)	Setelah Pemasangan <i>Fusesaver</i> (jam/bulan)	
1 Tahun	2.122291093	1.713236945	21 (jam/tahun)
Waktu	Nilai SAIFI	Nilai SAIFI	SPLN 68-2 : 1986
	Sebelum Pemasangan <i>Fusesaver</i> (kali/bulan)	Setelah Pemasangan <i>Fusesaver</i> (kali/bulan)	
1 Tahun	3.1464406779	2.696949152	3.2 (kali/tahun)

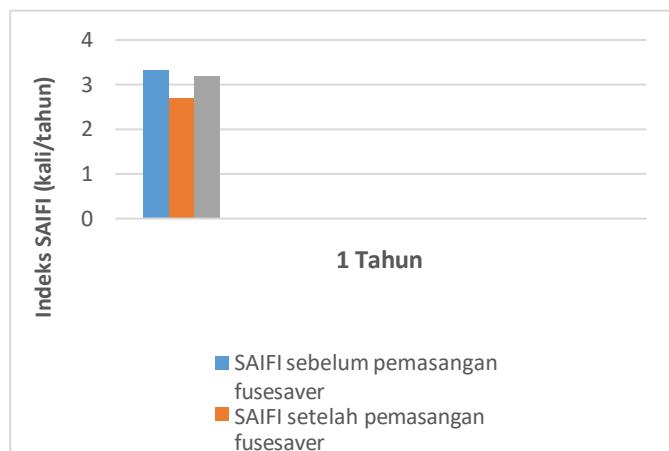
Berdasarkan data yang ditampilkan pada [Tabel 9](#) dapat dilihat bahwa pemasangan *fusesaver* memberikan pengaruh terhadap perbaikan indeks SAIDI penyulang H3 di Gardu Induk Harapan Baru. Sebelum *fusesaver* dipasang, nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) tercatat sebesar 2,122 jam/tahun. Setelah dilakukan pemasangan *fusesaver*, nilai SAIDI turun menjadi 1,713 jam/tahun. Penurunan ini menunjukkan adanya perbaikan sebesar 19,3%, yang mengindikasikan bahwa *fusesaver* berhasil mengurangi waktu padam yang dialami pelanggan. Jika dibandingkan dengan standar nasional berdasarkan SPLN 68-2:1986 yang menetapkan batas maksimum SAIDI sebesar 21 jam per tahun, maka nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver* sudah masuk dalam batas standar, bahkan sedikit lebih baik. Bila dikonversikan ke satuan tahunan, nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver* menjadi 20,556 jam/tahun, yang masih di bawah batas maksimal standar tersebut. Grafik perbandingan nilai SAIDI dengan standar SPLN 68-2 : 1986 dapat dilihat pada [Gambar 13](#).



Gambar 13. Grafik perbandingan nilai SAIDI dengan standar SPLN 68-2 : 1986

Sementara itu, untuk SAIFI, sebelum pemasangan *fusesaver*, nilai tercatat sebesar 3.146 kali/tahun, yang mengindikasikan frekuensi pemadaman yang cukup tinggi diatas standar SPLN 68-2:1986. Setelah pemasangan *fusesaver*,

nilai SAIFI menurun menjadi 2.697 kali/tahun, sehingga telah berada di bawah batas standar SPLN 68-2 : 1986, penurunan ini menunjukkan adanya perbaikan sistem distribusi pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru karena pelanggan mengalami gangguan listrik lebih jarang terjadi. Secara persentase, terjadi penurunan nilai SAIFI sebesar 18,63% hal ini membuktikan bahwa pemasangan *fusesaver* efektif dalam mengurangi frekuensi gangguan dan meningkatkan kualitas pelayanan listrik sesuai dengan standar yang berlaku. Grafik perbandingan nilai SAIFI dengan standar SPLN 68-2 : 1986 dapat dilihat pada [Gambar 14](#).



Gambar 14. Grafik perbandingan nilai SAIFI dengan standar SPLN 68-2 : 1986

I. Analis Hasil Penghitungan

Hasil penghitungan nilai SAIDI dan SAIFI sebelum dan setelah pemasangan *fusesaver* pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru. Untuk nilai SAIDI penyulang H3 sebelum pemasangan *fusesaver* pada [Tabel 6](#) didapatkan nilai SAIDI tinggi pada bulan Oktober sebesar 12.918386440 (jam/bulan), sedangkan untuk nilai SAIDI setelah pemasangan *fusesaver* didapatkan nilai yang lebih rendah pada bulan Oktober yaitu sebesar 0.175975932 (jam/bulan). Untuk nilai SAIFI pada penyulang H3 pada [Tabel 7](#) sebelum pemasangan *fusesaver* didapatkan nilai yang tertinggi pada bulan September dan Desember yang memiliki nilai SAIFI yang sama tingginya yaitu sebesar 4.719661016 (kali/bulan), sedangkan untuk nilai SAIFI setelah pemasangan *fusesaver* didapatkan nilai yang sama lebih rendah bulan September dan Desember yaitu sebesar 3.371186440 (jam/bulan).

Setelah pemasangan alat *fusesaver* terjadi penurunan nilai SAIDI dan SAIFI yang lebih rendah karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi dari nilai indeks perbaikan SAIDI dan SAIFI yaitu:

1. Penurunan frekuensi gangguan.

Setelah *fusesaver* dipasang, jumlah kejadian gangguan yang menyebabkan padamnya aliran listrik mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan *fusesaver* bekerja secara cepat dalam memutus dan menyambung kembali aliran listrik pada saat terjadi gangguan sementara. Dengan berkurangnya jumlah gangguan, maka secara otomatis nilai SAIFI yang merupakan ukuran frekuensi gangguan juga menurun.

2. Pemulihan gangguan yang lebih cepat.
Fusesaver dirancang untuk mendeteksi dan mengisolasi gangguan dalam waktu yang sangat singkat. Waktu pemutusan dan penyambungan kembali aliran listrik hanya dalam hitungan milidetik hingga beberapa detik, Hal inilah yang menyebabkan nilai SAIDI menurun, karena total waktu gangguan per pelanggan menjadi lebih kecil.
3. Kemampuan mendeteksi gangguan sementara
Fusesaver memiliki kemampuan untuk membedakan antara gangguan sementara dan permanen. Jika gangguan bersifat sementara, *fusesaver* akan menutup kembali sirkuit secara otomatis tanpa perlu *fuse* utama meleleh. Ini mencegah gangguan menjadi lebih luas dan lama, sehingga berdampak langsung pada penurunan SAIDI dan SAIFI.
4. Pengurangan area terdampak gangguan.
Dengan adanya *fusesaver*, hanya sebagian kecil dari jaringan yang akan terdampak ketika terjadi gangguan. *Fusesaver* hanya memutus bagian lateral (cabang) yang bermasalah, sementara bagian utama jaringan tetap dapat menyuplai listrik ke pelanggan lain. Ini membuat jumlah pelanggan padam (Ni) menjadi lebih sedikit, yang secara langsung menurunkan nilai SAIDI dan SAIFI.
5. Kinerja proteksi yang lebih selektif dan cepat.
Fusesaver menggunakan sistem elektronik yang lebih presisi dibandingkan *fuse* konvensional biasa. Hal ini membuat proteksi terhadap gangguan menjadi lebih selektif, cepat, dan efisien. Kecepatan reaksi sistem proteksi sangat penting untuk menjaga kestabilan distribusi listrik dan menghindari pemadaman yang tidak perlu.

Sehingga dengan pemasangan alat pengaman *fusesaver* dapat mengurangi nilai SAIDI dari sebelum pemasangan *fusesaver* sebesar 2.122291093 (jam/tahun) menjadi 1.713236945 (jam/tahun) setelah pemasangan *fusesaver* dan mengurangi nilai SAIFI dari sebelum pemasangan *fusesaver* sebesar 3.1464406779 (kali/tahun) menjadi 2.696949152 (kali/tahun). Dengan itu pemasangan *fusesaver* dapat meningkatkan presentase perbaikan nilai SAIDI sebesar 53.76% dan meningkatkan presentase perbaikan nilai SAIFI sebesar 18,63 % pada penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru. Dengan itu setelah dilakukan pemasangan *fusesaver*, dengan melakukan perbandingan nilai SAIDI dan nilai SAIFI dengan SPLN 68-2:1986, didapatkan nilai yang lebih rendah sehingga dapat dikatakan lebih baik dan dapat mengurangi dari nilai SAIDI dan nilai SAIFI dari penyulang H3 Gardu Induk Harapan Baru.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat disampaikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemasangan *fusesaver* pada Penyulang

H3 Gardu Induk Harapan Baru memberikan dampak yang positif terhadap perbaikan nilai SAIDI SAIFI. Hal ini terlihat dari adanya penurunan nilai SAIDI dari 2,122 jam/pelanggan/tahun menjadi 1,713 jam/pelanggan/tahun, penurunan nilai SAIFI dari 3,146 kali/pelanggan/tahun menjadi 2,697 kali/pelanggan/tahun setelah dilakukan pemasangan fusesaver. Penurunan kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa durasi dan frekuensi pemadaman listrik yang dialami pelanggan menjadi lebih rendah, sehingga sistem distribusi menjadi lebih baik. Selain itu, nilai SAIDI dan SAIFI setelah pemasangan fusesaver telah memenuhi standar keandalan SPLN 68-2:1986. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemasangan fusesaver merupakan salah satu solusi yang efektif dalam upaya perbaikan dan penurunan nilai SAIDI dan SAIFI, serta dapat meningkatkan kualitas pelayanan distribusi listrik kepada pelanggan, khususnya pada Penyalang H3 Gardu Induk Harapan Baru.

2. *Fusesaver* terbukti bekerja secara efektif dalam mendeteksi dan merespon gangguan, baik gangguan sementara maupun permanen. Dengan kemampuan untuk membuka dan menutup kembali arus secara otomatis dalam waktu yang sangat singkat, *fusesaver* dapat mencegah peleahan *fuse cut out* (FCO) pada gangguan sementara dan hanya akan melepaskan sambungan secara permanen saat gangguan benar-benar bersifat permanen

REFERENSI

- [1] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), *Indonesia Energy Outlook 2018: Sustainable Energy for Land Transportation*, Jakarta, Indonesia, 2018.
- [2] A. Mulianda, S. Syahrizal, dan M. Gapy, "Analisis keandalan sistem jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Banda Aceh menggunakan metode section technique," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, vol. 2, no. 4, 2021.
- [3] T. A. Kristian, "Analisa pengaruh pemasangan FuseSaver di penyulang Karang Joang 13 PT PLN (Persero) UP3 Balikpapan," *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 7, no. 1, pp. 290–295, 2022.
- [4] T. Wrahatnolo dan Suhadi, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*, 1st ed. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [5] I. Widihastuti dan D. Nugroho, "Analisa drop tegangan pada feeder K3 Gardu Induk Kota Kabupaten," *TRANSISTOR Elektro dan Informatika*, vol. 4, no. 3, pp. 208–217, 2022.
- [6] N. Aryanto dan M. Balkis, "Tinjauan gangguan jaringan distribusi 20 kV penyulang Muara Aman PT PLN (Persero) ULP Rayon Muara Aman," *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, 2021.
- [7] I. Nurmalasari *et al.*, "Analisa pemilihan relai proteksi pada panel listrik untuk studi kasus tegangan menengah 20 kV," *Jurnal Teknologi Industri*, vol. 7, 2021.
- [8] Siemens, *Fusesaver Medium Voltage Circuit Breaker Instruction Manual*, Arkansas, USA, 2020.
- [9] Siemens, *Fusesaver e Unidade de Controle Remoto 3AD8*, Siemens HG 11.43, 2017.
- [10] Arhadi Fajar Perkasa, *Fusesaver*, 2023.
- [11] D. C. Goro, S. Similang, dan H. Tumaliang, "Evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan mutu pelayanan PT. PLN (Persero) Jailolo, Kabupaten Halmahera Barat," Skripsi, Universitas Sam Ratulangi, 2022.
- [12] K. G. Manopo, H. Tumaliang, dan S. Similang, "Analisis indeks keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan SAIFI dan SAIDI pada PT PLN (Persero) Area Minahasa Utara," Skripsi, Universitas Sam Ratulangi, 2022.