

ANALISIS NILAI SAIDI SAIFI SEBAGAI INDEKS KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK PADA PT PLN ULP SINABANG

Abdilla Naufal¹, Hamdani², Pristisal Wibowo³

abdillanaufal@gmail.com¹, hamdani.stmt@dosen.pancabudi.ac.id²,

pristisawibowo@dosen.pancabudi.ac.id³

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat menuntut keandalan sistem distribusi listrik yang optimal. Gangguan pada jaringan distribusi sering menjadi penyebab utama pemadaman listrik, yang berdampak pada kualitas pelayanan kepada pelanggan. PT. PLN (Persero) ULP Sinabang berupaya meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem distribusi guna meminimalkan pemadaman serta meningkatkan mutu layanan. Evaluasi keandalan jaringan dilakukan dengan menganalisis indeks System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) sebagai parameter utama dalam mengukur performa distribusi listrik. Semakin tinggi nilai kedua indeks ini, semakin buruk kinerja sistem distribusi dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik. Melalui analisis nilai SAIDI dan SAIFI pada tahun 2023, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi untuk mengurangi tingkat pemadaman dan meningkatkan keandalan jaringan listrik di wilayah PT. PLN (Persero) ULP Sinabang.

Kata Kunci: Keandalan Jaringan Distribusi, Pemadaman Listrik.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik selalu meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan terus meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Permintaan energi listrik tersebut perlu diimbangi dengan peningkatan pembangkit energi dan kemampuan infrastruktur yang ada, sehingga penyaluran energi listrik ke konsumen berjalan lancar dengan kualitas penyaluran energi listrik yang memenuhi standar.

Dalam sistem tenaga listrik sebab terjadinya pemadaman listrik pada umumnya adanya gangguan saluran sistem distribusi. PT. PLN (Persero) ULP Sinabang sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik dimana salah satu tujuannya adalah untuk memperoleh keuntungan, maka diperlukan efektifitas dan efisiensi untuk mengurangi kerugian-kerugian yang timbul akibat pemanfaatan peralatan atau bahan pada sistem ketenagalistrikan. Dengan melakukan evaluasi pemadaman dimaksudkan agar dapat mengurangi tingkat pemadaman yang tinggi sehingga dapat meningkatkan mutu listrik dan pelayanan konsumen. Salah satu parameter kinerja manajemen dibidang kelistrikan khususnya distribusi adalah nilai SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) sistem jaringan distribusi. Nilai ini menunjukkan besarnya kegagalan atau pemadaman yang mengakibatkan pelanggan tidak mendapatkan layanan listrik. Nilai SAIDI dan SAIFI sistem yang semakin besar menunjukkan buruknya kinerja manajemen. Nilai SAIDI dan SAIFI dipengaruhi oleh laju kegagalan sistem jaringan distribusi, yang berasal dari probabilitas kegagalan peralatan-jaringan distribusi atau probabilitas kegagalan pada titik bebannya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sinabang mengenai evaluasi pemadaman agar dapat mengurangi tingkat pemadaman yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan mutu pelayanan konsumen dengan membandingkan hasil perhitungan nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI PT. PLN (Persero) ULP Sinabang pada tahun 2023.

METODE PENELITIAN

Adapun jenis penelitian dalam tugas akhir ini yaitu kuantitatif. Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam dan hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis. Sumber data diambil dari nilai SAIDI dan SAIFI PT PLN (Persero) ULP Sinabang pada tahun 2023 melalui Aplikasi Pengaduan dan Keluhan Terpadu (APKT). Dalam penelitian ini penulis melakukan analisis perhitungan keandalan jaringan distribusi PT PLN (Persero) ULP Sinabang dengan menggunakan dua indikator, yaitu SAIDI dan SAIFI serta menghitung kerugian daya yang tidak tersalurkan serta kerugian finansial akibat gangguan pemadaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam proses analisis perhitungan indeks keandalan sistem distribusi tenaga listrik di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Sinabang adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data laporan monitoring gangguan sistem distribusi PT PLN (Persero) ULP Sinabang tahun 2023 (Sumber: PT PLN (Persero) ULP Sinabang)

Bulan	Data Monitoring				
	Jumlah Pelanggan	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Plgn Padam	Jumlah Gangguan	Lama Padam (Jam)
Januari	26.009	15.260	32.059,98	22	16,89
Februari	26.052	5.042	4.230,46	30	16,71
Maret	26.102	4.137	2.501,52	21	12,92
April	26.125	3.096	1.952,69	26	16,41
Mei	26.126	11.573	5.720,40	38	19,36
Juni	26.153	4.369	5.003,55	21	20,8
Juli	26.198	8.151	9.343,67	38	27,11
Agustus	26.247	1.826	3.227,67	38	20,89
September	26.276	18.840	25.259,74	24	22,9
Oktober	26.326	7.590	5.178,81	32	17,71
November	26.404	16.356	24.711,76	46	37,49
Desember	26.457	9.401	4.460,03	37	17,05

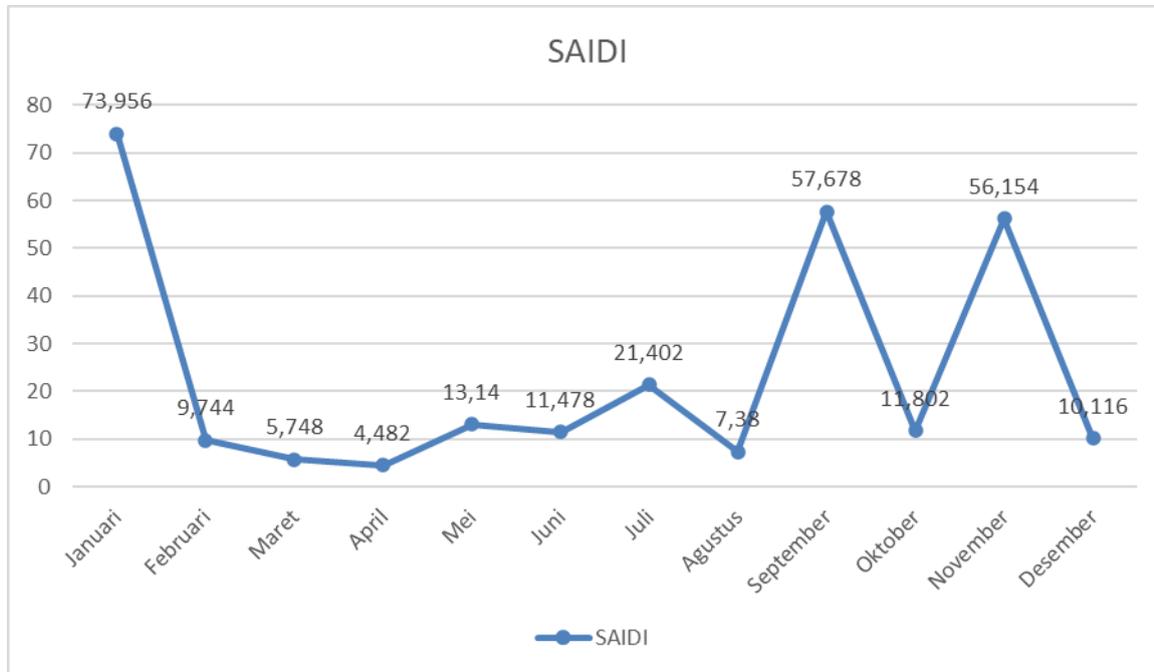
Analisis Nilai Indeks SAIDI Dan SAIFI

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan, dapat dirangkum nilai indeks keandalan sistem (SAIDI dan SAIFI) PT. PLN (Persero) ULP Sinabang dari bulan Januari hingga Desember tahun 2023 pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan indeks keandalan sistem (SAIDI dan SAIFI) tahun 2023 pada sistem distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) ULP Sinabang

Bulan	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIDI (jam/plg)	SAIDI (mnt/plg)	SAIFI (kali/plg)
Januari	1,2326	73,956	0,5867
Februari	0,1624	9,744	0,1935
Maret	0,0958	5,748	0,1585
April	0,0747	4,482	0,1185
Mei	0,219	13,14	0,443
Juni	0,1913	11,478	0,1671
Juli	0,3567	21,402	0,3111
Agustus	0,123	7,38	0,0696

September	0,9613	57,678	0,717
Oktober	0,1967	11,802	0,2883
November	0,9359	56,154	0,6195
Desember	0,1686	10,116	0,3553



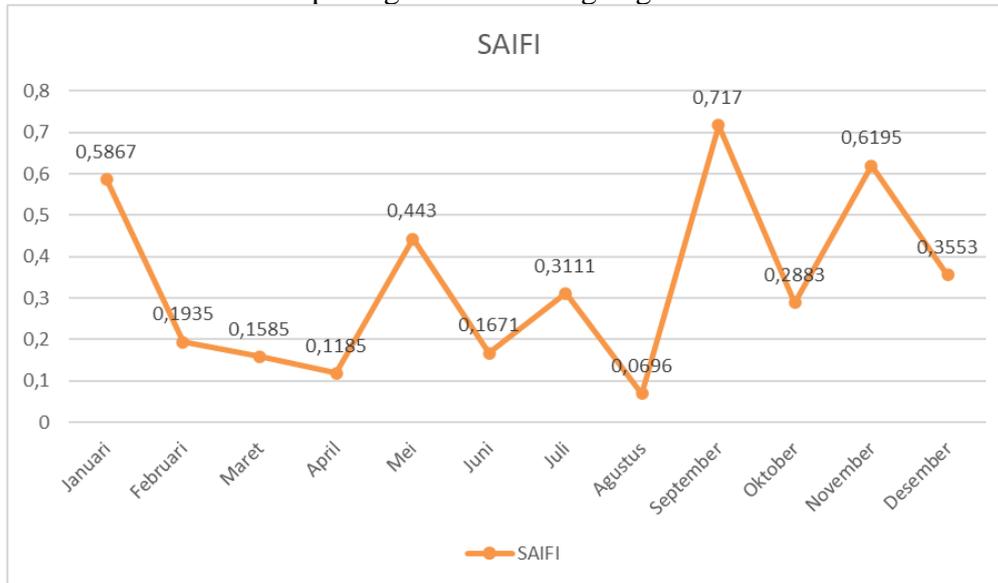
Gambar 1. Grafik Indeks SAIDI tahun 2023

Dari grafik pada gambar 4.1 dapat dilihat indeks SAIDI dari bulan Januari hingga Desember mengalami naik dan turun setiap bulannya. Dari grafik tersebut dapat diketahui puncak indeks tertinggi terdapat pada bulan Januari dengan angka 73,956 yang artinya jika semakin besar nilai indeks maka semakin buruk pula tingkat keandalan suatu sistem tersebut. Besarnya angka indeks SAIDI pada bulan ini dikarenakan bahwa angka durasi dikalikan dengan jumlah pelanggan padam yang dapat dilihat pada tabel 4.2 tercatat sebagai angka paling besar dimana pada bulan ini rata – rata lama padam paling besar selama periode tahun 2023 sehingga mengakibatkan nilai SAIDI nya pun menjadi besar karena indeks SAIDI sendiri diperoleh dari rata – rata durasi padam dikalikan dengan jumlah pelanggan padam yang dibagi dengan jumlah pelanggan yang terdata pada bulan tersebut. Penyebab terjadinya lonjakan nilai SAIDI pada bulan Januari tersebut dikarenakan adanya kebakaran pada salah satu pembangkit di wilayah ULP Sinabang yaitu PLTD Kampung Aie. Kebakaran pada pembangkit tersebut berdampak pada kurangnya daya mampu pada ULP Sinabang yang semula 7 MW menjadi 3,5 MW, alhasil mengakibatkan lamanya durasi pemadaman listrik serta frekuensi padam listrik di kepulauan Simeulue yang mana sistem kelistrikan Simeulue merupakan Sistem Isolated.

Untuk nilai indeks SAIDI terbaik sendiri ditunjukkan pada bulan April dimana angkanya yaitu sebesar 4,482. Kecilnya indeks SAIDI pada bulan ini dikarenakan bahwa terdapat nilai durasi padam yang dikalikan dengan jumlah pelanggan padam paling kecil atau paling rendah diantara bulan – bulan yang lain selama periode tahun 2023 (dapat dilihat pada tabel 4.1) sehingga mempengaruhi nilai indeks SAIDI pada bulan ini. Sebagaimana yang telah jelaskan bahwa indeks SAIDI sendiri diperoleh dari rata – rata durasi padam dikalikan dengan jumlah pelanggan padam yang dibagi dengan jumlah pelanggan yang terdata pada bulan tersebut meskipun pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa jumlah gangguan yang terdapat pada bulan April bukanlah jumlah gangguan dengan angka paling terkecil

sepanjang tahun 2023 tetapi pada bulan ini jumlah pelanggan padamnya adalah jumlah pelanggan padam dengan angka paling kecil.

Sementara untuk melihat perbandingan indeks SAIFI selama 1 (satu) tahun periode Januari s/d Desember 2023 dapat digambarkan dengan grafik berikut :



Gambar 2. Grafik Indeks SAIFI tahun 2023

Untuk Indeks SAIFI sendiri, dapat dilihat pada grafik gambar 4.2 bahwa juga terjadi nilai indeks yang naik – turun setiap bulannya. Dari grafik tersebut dapat diketahui puncak indek tertinggi terdapat pada bulan September dengan angka 0,717 dengan angka paling besar yang artinya bulan September ini dapat dikatakan bulan yang memiliki nilai indeks SAIFI terburuk selama tahun 2023. Jika semakin besar nilai indeks maka semakin buruk pula tingkat keandalan suatu sistem tersebut. Besarnya angka indeks SAIFI pada bulan ini dikarenakan bahwa frekuensi padam bulan ini lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya.

Analisa Keandalan Sistem Distribusi PT PLN ULP Sinabang

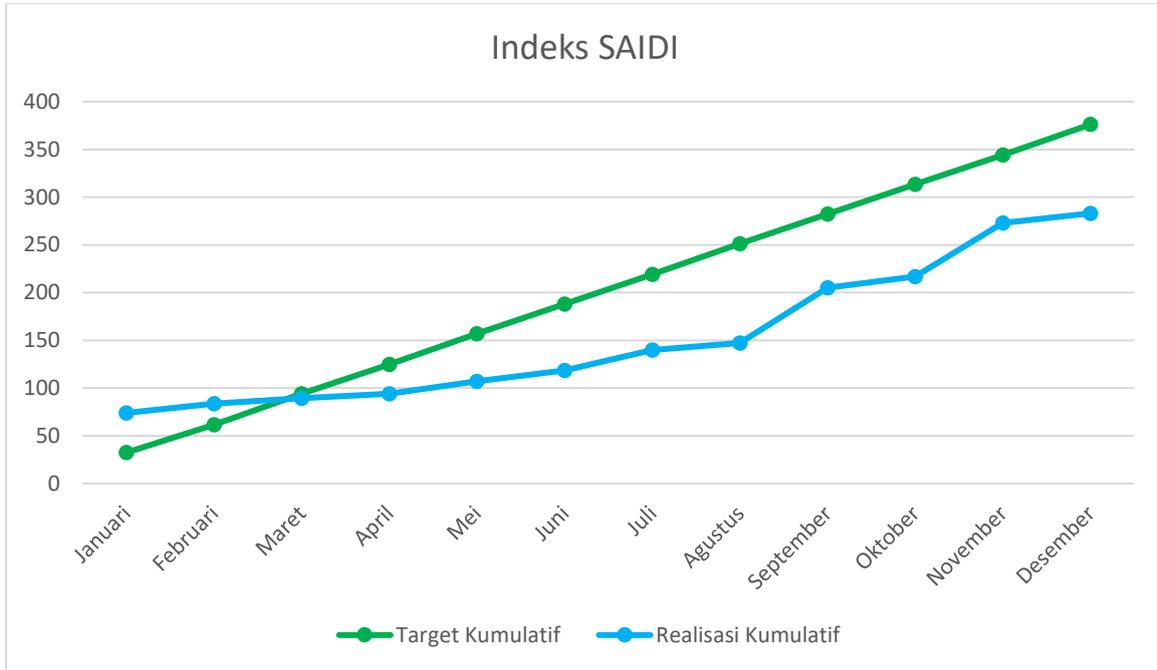
Untuk melihat keandalan sistem distribusi pada PT PLN ULP Sinabang, maka kita dapat membandingkan data target kumulatif dengan data realisasi kumulatif. Dimana target kumulatif tersebut telah ditentukan oleh Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Meulaboh yang secara langsung membawahi Unit Layanan Pelanggan (ULP) Sinabang. Perbandingan data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 3. perbandingan data target kumulatif dengan data realisasi kumulatif SAIDI dan SAIFI tahun 2023

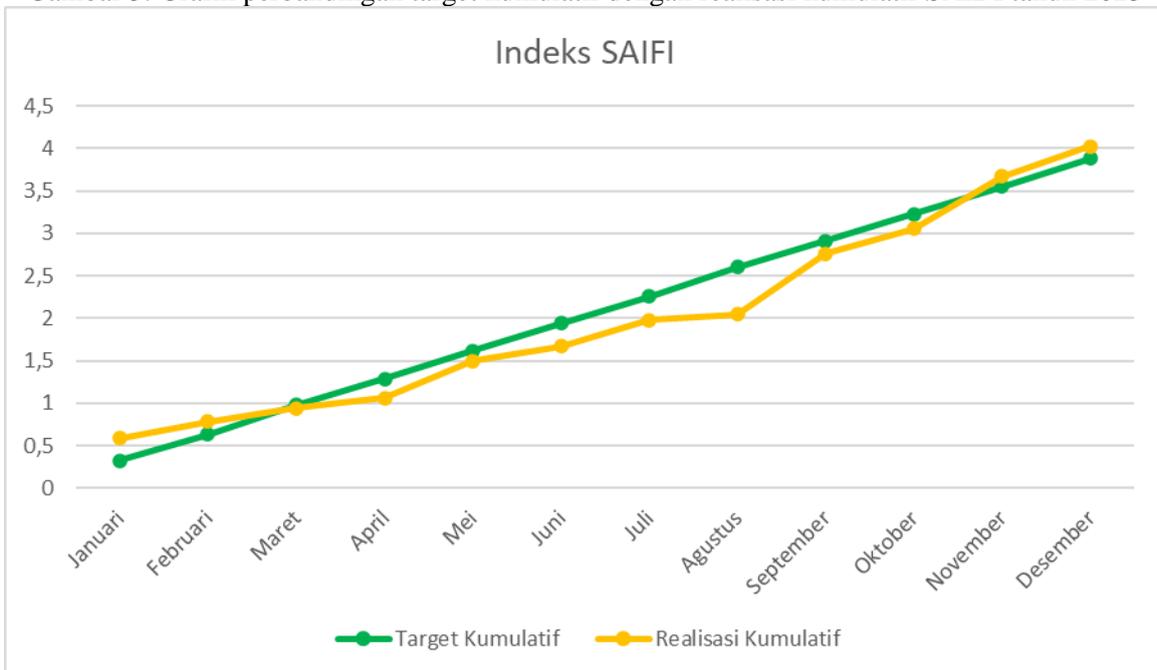
Bulan	SAIDI		SAIFI	
	Target Kumulatif	Realisasi Kumulatif	Target Kumulatif	Realisasi Kumulatif
Januari	32,41	73,956	0,32	0,5867
Februari	61,66	83,7	0,63	0,7802
Maret	94,07	89,448	0,98	0,9387
April	124,72	93,93	1,29	1,0572
Mei	156,95	107,07	1,62	1,5002
Juni	188,14	118,548	1,94	1,6673
Juli	219,15	139,95	2,26	1,9784
Agustus	251,19	147,33	2,6	2,048
September	282,22	205,008	2,91	2,765
Oktober	313,39	216,81	3,23	3,0533

November	344,31	272,964	3,55	3,6728
Desember	376,27	283,08	3,88	4,0281

Secara grafik data pada tabel 4.3 dapat dilihat laju indeksnya terhadap periode waktu selama tahun 2023 seperti yang terlihat pada grafik gambar 4.3 dan gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik perbandingan target kumulatif dengan realisasi kumulatif SAIDI tahun 2023



Gambar 4. Grafik perbandingan target kumulatif dengan realisasi kumulatif SAIFI tahun 2023

Dari grafik yang terdapat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa target kumulatif SAIDI dan SAIFI berbanding lurus terhadap periode waktu. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat laju realisasi kumulatif juga bergerak berbanding lurus terhadap periode waktu.

Untuk melihat apakah sistem distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sinabang handal atau tidak dapat dilihat pada perbandingan nilai indeks realisasi kumulatif terhadap target

kumulatif, dimana pada grafik gambar 4.3 memperlihatkan bahwa grafik realisasi kumulatif indeks SAIDI rata-rata berada dibawah grafik target kumulatifnya sehingga dapat dikatakan bahwa sistem distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sinabang secara SAIDI tergolong handal.

Sedangkan grafik yang terdapat pada gambar 4.4 memperlihatkan pada awal – awal bulan yaitu bulan Januari dan bulan Februari titik pada grafik realisasi kumulatif indeks SAIFI melewati titik grafik target kumulatifnya, dan pada bulan Maret hingga bulan Oktober grafik realisasi kumulatif indeks SAIFI melewati grafik target kumulatifnya. Pada bulan, grafik realisasi kumulatif SAIFI melewati grafik target kumulatif hingga bulan Desember. Dari pergerakan laju grafik realisasi kumulatif terhadap target kumulatif SAIFI tersebut, dapat dikatakan bahwa sistem distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sinabang secara SAIFI masih tidak tergolong handal. Hal ini dibuktikan dari grafik gambar 4.4 yang mana target kumulatif berada pada angka 3,88 sedangkan realisasinya berada pada angka 4,02.

Berdasarkan SPLN 59:1985, bahwa untuk jaringan SUTM dengan pemisah otomatis ditengah-tengah dengan indikator jaringan tersebut dikatakan andal adalah SAIFI \leq 2,415 pemadaman/pelanggan/tahun dan SAIDI \leq 12,842 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan indeks keandalan PT PL ULP Sinabang dari segi SAIFI yaitu 4,0281 pemadaman/pelanggan/tahun dan SAIDI yaitu 4,718 jam/pelanggan/tahun, yang artinya sistem distribusi PT PLN ULP Sinabang bisa dikatakan kurang andal.

Analisis Biaya Kerugian Daya

Setelah menganalisis nilai keandalan jaringan distribusi pada PT PLN (Persero) ULP Sinabang menggunakan indeks SAIDI dan SAIFI, maka selanjutnya menganalisis nilai ekonomis berupa kerugian dari energi yang tidak tersalurkan akibat pemadaman listrik dengan menggunakan rumus. Pada tahap ini, nilai energi yang tak tersalurkan (ENS) di kalkulasikan dengan tarif dasar listrik yang telah ditetapkan Menteri ESDM dan PT PLN (Persero) pada tahun 2023, dengan mengambil harga rata-rata yaitu seharga Rp 1440,70. Untuk metode perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kerugian Ekonomis} &= \text{ENS} \times \text{Tarif Dasar Listrik (TDL)} \\ &= \text{ENS} \times \text{Rp } 1440,70 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil analisis kerugian biaya akibat energi tak tersalurkan ULP Sinabang pada tahun 2023

Bulan	Daya yang tidak tersalurkan (kWh)	Kerugian Biaya (Rp)
Januari	5359	Rp 7.720.711,30
Februari	605	Rp 871.623,50
Maret	332	Rp 478.312,40
April	224	Rp 322.716,80
Mei	726	Rp 1.045.948,20
Juni	735	Rp 1.058.914,50
Juli	1293	Rp 1.862.825,10
Agustus	673	Rp 969.591,10
September	4068	Rp 5.860.767,60
Oktober	947	Rp 1.364.342,90
November	4007	Rp 5.772.884,90
Desember	596	Rp 858.657,20
Total	19565	Rp 28.187.295,50

Dari formula dan perhitungan kerugian daya pada PT PLN (Persero) ULP Sinabang Tahun 2023 didapat total daya yang tidak tersalurkan akibat pemadaman pada tahun 2023 adalah sebesar 19565 kWh dan total kerugian biaya yang dialami oleh PT PLN (Persero) ULP Sinabang pada tahun 2023 sebesar Rp 28.187.295,50,-. Pada tabel 4.4 bisa dilihat daya yang tidak tersalurkan paling besar terdapat pada bulan Januari. Daya yang tidak tersalurkan

bergantung terhadap faktor jumlah pelanggan yang padam semakin banyak pelanggan padam semakin besar daya yang tidak tersalurkan. Sementara biaya kerugian terbesar terdapat pada bulan Juni. Biaya kerugian ini dipengaruhi oleh jumlah pelanggan yang padam dan lama terjadinya pemadaman semakin banyak pelanggan padam dan semakin lamanya pemadaman maka kerugian biayanya pun semakin besar.

Upaya Pemeliharaan Jaringan Distribusi PT PLN ULP Sinabang

Setelah menganalisis indeks keandalan distribusi PT PLN ULP Sinabang, penulis mengklasifikasikan beberapa jenis pemeliharaan. Adapun pemeliharaan yang akan dilakukan nantinya yaitu pemeliharaan pada jaringan tegangan menengah (JTM) dan pemeliharaan pada gardu distribusi.

Pemeliharaan pada jaringan tegangan menengah

- **Kabel Penghantar**

Gangguan yang sering terjadi pada kabel penghantar biasanya banyaknya ranting atau pohon yang hampir dan terkena kabel serta banyaknya hewan yang berkeliaran disekitaran jaringan SUTM. Gangguan ini dapat menyebabkan hubungan singkat dimana biasanya salah satu fasa yang menyentuh ranting pohon. Sehingga pohon tersebut menjadi perantara terjadinya aliran listrik ke bumi yang disebut earth fault. Untuk itu dilakukan pemeliharaan dengan cara pemangkasan pohon di sepanjang jaringan yang berpotensi menyentuh kabel dengan jarak 2m dari jaringan SUTM, dengan dilakukannya pemangkasan pohon otomatis potensi hewan menyentuh SUTM akan berkurang. Selain itu kabel penghantar yang ada di wilayah kerja PT PLN ULP Sinabang rata-rata masih A3C, supaya lebih andal kedepannya maka dilakukan uprating A3CS terutama di tempat rawan gangguan.

- **Isolator**

Gangguan yang sering terjadi pada isolator biasanya isolator mengalami panas yang berlebihan yang melebihi dari ambang batas yang aman sehingga menyebabkan kerusakan pada isolator sehingga isolator tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Adapun cara pemeliharaan yang dilakukan pada isolator yang mengalami kerusakan yaitu dengan langsung mengganti isolator tersebut.

- **Tiang**

Gangguan yang sering terjadi pada tiang biasanya dengan banyaknya hewan yang mencoba memanjat tiang sampai pada kabel penghantar, hal ini dapat mengakibatkan gangguan pada jaringan distribusi dan salah satu dampak dari gangguan tersebut yaitu dapat mengakibatkan padamnya jaringan listrik. Pemeliharaan yang dilakukan pada tiang salah satunya adalah pemasangan penghalang panjat, hal ini dilakukan untuk mencegah hewan-hewan yang memanjat agar tidak naik sampai ke kabel.

Pemeliharaan pada gardu distribusi

- **NH-FUSE**

Gangguan yang sering terjadi pada NH-Fuse biasanya NH-Fuse terputus. Hal ini terjadi karena gangguan pada sistem dan akibat beban lebih (overload), penyebab dari beban lebih ini adalah adanya beban tidak seimbang pada masing-masing jurusan yang ada pada gardu distribusi tersebut. Adapun cara pemeliharaan yang dilakukan adalah melakukan penyeimbangan beban pada gardu distribusi dan mengganti NH-fuse yang putus tersebut dengan NH-fuse yang baru sesuai dengan ratingnya.

- **Box Panel**

Gangguan yang sering terjadi pada box panel biasanya terdapat beberapa kabel di dalam box panel yang mengalami peningkatan suhu yang berlebih sehingga tegangan menjadi tidak stabil. Hal ini terjadi karena adanya baut yang longgar dan tidak adanya joint pada ujung kabel. Adapun pemeliharaan yang dilakukan pada gangguan tersebut adalah dengan mengencangkan baut yang longgar, pemasangan joint pada ujung kabel serta

pembersihan pada box panel.

- Pemasangan APG

Gangguan pada trafo sering juga terjadi akibat adanya hewan atau benda asing menyentuh body trafo sehingga mengakibatkan hubung singkat pada trafo tersebut yang mengakibatkan padamnya listrik. Untuk mencegah hal tersebut dilakukan pemasangan Alat Pelindung Gardu (APG) yang nantinya mencakup pelindung fco, arrester, serta bushing primer dan sekunder yang ada pada trafo.

KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan indeks keandalan pada PT PLN ULP Sinabang dapat diketahui SAIDI nya yaitu 4,178 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI nya yaitu 4,0281 pemadaman/pelanggan/tahun.
2. Sesuai dengan SPLN 59:1985 tentang keandalan 20 kV, dengan indikator jaringan dikatakan andal adalah $SAIDI \leq 12,842$ jam/pelanggan/tahun dan $SAIFI \leq 2,415$ pemadaman /pelanggan/tahun maka hasil analisis SAIDI SAIFI pada PT PLN ULP Sinabang adalah kurang andal dikarenakan SAIFI nya tidak sesuai dengan ketentuan SPLN.
3. Kerugian biaya akibat adanya energi tak tersalurkan dikarenakan pemadaman pada tahun 2023 di PT PLN ULP Sinabang sebesar Rp 28.187.295,50,-
4. Pemeliharaan pada komponen distribusi secara berkala dapat meningkatkan indeks keandalan, karena pada peralatan yang berfungsi dengan optimal akan didapatkan pemadaman yang minimal, hal ini dapat menekan nilai SAIFI (system average interruption frequency index).

DAFTAR PUSTAKA

- (Persero). Standar PLN (SPLN). 1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi.
- (Persero), PT PLN. 2010. Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Jakarta : PT PLN (Persero).
- Handoko, D. 2016. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Listrik Pada PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya Area Ciputat. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Prabowo, Aditya Teguh. 2014. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulangan Pekalongan 8 Dan 11. Semarang: Universitas Diponegoro
- ESDM, K. 2009. Aturan Distribusi Tenaga Listrik," Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik . Informasi Hukum ESDM, 9.
- Suswanto, D. 2009. "Sistem Distribusi Tenaga Listrik". Edisi Pertama. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Padang.
- Prabowo, Aditya Teguh. 2014. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV pada Penyulangan Pekalongan 8 dan 11. Tugas Akhir. Teknik Elektro, Universitas Diponegoro. Semarang
- ESDM, K. 2009. Aturan Distribusi Tenaga Listrik," Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik . Informasi Hukum ESDM, 9.
- PLN. (2011). Operasi dan Pemeliharaan Distribusi. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Bidang Pengembangan Diklat Prajabatan dan Penunjang. Edisi 1. PT PLN
- Gabriel M, dkk. 2007. "Pemeliharaan Distribusi Tegangan Menengah". Teknik Elektro. Politeknik Negeri Semarang.
- R. Wibowo et al., Buku 1. Kriteria Desain Enjineriing Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: PT. PLN (Persero), 2010.