

# Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV dan *Energy Not Supplied* (ENS) Pada GH Balai Selasa

Fadjri Khairul<sup>1</sup>, Risfendra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

fadjrikh@gmail.com, risfendra@ft.unp.ac.id

Abstrak	INFO.
<p>Keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV (Kilo Volt) merupakan unjuk kerja suatu system tenaga listrik 20 kV sejauh mana suatu system tersebut mampu beroperasi secara berkelanjutan baik saat terjadi gangguan maupun saat pola operasi normal dengan mutu pelayanan yang baik. Semakin tingginya kebutuhan energi listrik membuat penyedia layanan listrik harus meningkatkan sistem keandalan system tenaga listrik, pelayanan, kontinuitas penyaluran tenaga listrik yang maksimal. Metode yang digunakan saat penelitian dengan metode deskriptif analitik dengan membandingkan nilai indeks keandalan SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) dengan SPLN 68-2:1986. Untuk mengetahui tingkat keandalan system jaringan distribusi 20 kV dengan menghitung SAIDI dan SAIFI serta mengkonversikan ENS (Energy Not Supplied) energi yang tak tersalurkan ke rupiah untuk mengetahui besar kerugian yang ditimbulkan akibat gangguan dan pemeliharaan. Tahun 2019 GH (Gardu Hubung) Balai Selasa memiliki nilai indeks keandalan SAIDI 819,382 menit per pelanggan dan SAIFI 8,083 kali per pelanggan, besar standar tingkat keandalan menurut SPLN 68-2:1986 pada GH Balai Selasa 17,6 kali per tahun dan 92,8 jam per tahun. GH Balai Selasa pada tahun 2019 dapat dikatakan andal karena nilai keandalan pada GH Balai Selasa dibawah nilai standar yang ditetapkan. ENS yang terjadi tahun 2019 sebesar 263.723 kWh (Kilo Watt Hour). Harga listrik PLN per kWh adalah 1.467,28,-kWh, dari sini dapat dihitung jumlah kerugian yang ditimbulkan akibat pemadaman gangguan dan pemeliharaan pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 adalah Rp.386.955.483,-kWh.</p>	<p><b>Info. Artikel:</b> No. 225 Received. February 8, 2022 Revised. February 14, 2022 Accepted. February 16, 2022 Page. 158-167</p>
<p><b>Abstract</b></p> <p><i>The reliability of a 20 kV distribution network system is a demonstration of the work of a 20 kV electric power system to the extent to which a system is able to operate sustainably both during disruptions and during normal operating patterns with good service quality. The higher the need for electrical energy makes electricity service providers must improve the reliability system of electric power systems, services, continuity of maximum electric power distribution. The method used during the study with descriptive methods of analytics by comparing the reliability index values of SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) with SPLN 68-2:1986. To find out the reliability level of the 20 kV distribution network system by calculating SAIDI and SAIFI and converting ENS (Energy Not Supplied) energy that is not channeled to rupiah to find out the magnitude of losses incurred due to disruption and maintenance. In 2019 GH Balai Tuesday had a reliability index value of 819,382 minutes per customer and SAIFI 8,083 times per customer, a large standard reliability level according to SPLN 68-2:1986 on GH Balai Tuesday 17.6 times per year and 92.8 hours per year. GH Balai Tuesday in 2019 can be said to be reliable because the reliability value on GH Balai Tuesday is below the standard value set. ENS that occurred in 2019 amounted to 263,723 kWh. Pln's electricity price per kWh is 1,467.28,-kWh, from here it can be calculated the amount of losses incurred due to disruption and maintenance outages on GH Balai Tuesday during 2019 is Rp.386,955,483,-kWh.</i></p>	<p><b>Kata kunci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ SAIDI</li><li>✓ SAIFI</li><li>✓ ENS</li></ul>

## PENDAHULUAN

GH Balai Selasa pada kondisi existing mempunyai 1 *incoming* yaitu Feeder Lakitan dan 2 outgoing Feeder yaitu Feeder Pelangai Gadang dan Feeder Sungai Tunu. Feeder Lakitan bersumber dari GI Kambang yang mana Feeder Lakitan bukan penyulang Express murni dan pada konstruksi jaringan tegangan menengah (JTM) Feeder lakitan double sirkuit dengan penyulang Express Feeder Indrapura. Hal ini menyebabkan supply GH Balai Selasa Padam dan tidak ada supply backup jika pada Feeder Lakitan dan Feeder Air Haji terjadi gangguan dan butuh perbaikan atau dilakukannya pemeliharaan di jaringan. Hal tersebut berdampak kepada keandalan jaringan distribusi 20 kV mempengaruhi pencapaian SAIDI SAIFI dan ENS di GH Balai Selasa.

Pada penelitian ini untuk mengetahui berapa besar indeks keandalan dengan metode SAIDI (System Average Interruption Duration Index) lamanya gangguan, SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) banyaknya gangguan, dan ENS jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem. [4,6] Perbedaan pada penelitian beda lokasi atau tempat dimana penelitian yang sebelumnya hanya meneliti dari satu Feeder [1,10], Satu Rayon [2,6] dan satu Area [5]. Pada penelitian ini meneliti dari satu Gardu Hubung, setiap keandalan jaringan distribusi berbeda-beda baik itu dari pembangkit, transmisi, gardu induk, gardu distribusi, gangguan temporer maupun permanen dan lain sebagainya.

Banyak hal yang dapat menyebabkan terganggunya penyaluran tenaga listrik pada jaringan distribusi baik gangguan dari sisi internal maupun gangguan eksternal. Dari sisi internal dapat disebabkan oleh Komponen (I1), Peralatan (I2), Tiang (I3), Trafo (I4) sedangkan eksternal diantaranya gangguan oleh pohon (E1), Bencana Alam (E2), Pihak ketiga/Binatang (E3), Umbul/layang-layang (E4). Dalam usaha untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi baik gangguan yang disebabkan oleh internal maupun eksternal. [3]

Untuk menjadikan acuan tingkat keandalan PT. PLN (Persero) menetapkan suatu standar keandalan yang tertuang dalam SPLN 68-2:1986 tentang "Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik". Untuk wilayah Sumatera faktor pengalinya 1,2 sehingga besar standar jaminan layanan wilayah sumatera 13,2 kali per tahun dan 69,6 jam per tahun. Sedangkan pada daerah pedesaan memiliki faktor kali 1,6 sehingga besar standar jaminan pada GH Balai Selasa 17,6 kali per tahun dan 92,8 jam per tahun. [1,8]

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini untuk mendapatkan nilai indeks keandalan jaringan distribusi 20 kV dengan metode SAIDI, SAIFI, dan ENS.

Manfaat penelitian ini bagi PT. PLN (Persero) UP3 Padang sebagai data dasar evaluasi untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan dan meningkatkan indeks keandalan SAIDI lamanya gangguan, SAIFI banyaknya gangguan, serta menurunkan ENS energi yang tidak dapat disalurkan untuk meningkatkan penjualan tenaga listrik.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan studi kasus, melakukan pengkajian terhadap data-data teknis yang terjadi pada GH Balai Selasa. Data-data yang diperoleh selanjutnya akan di evaluasi dengan melakukan perhitungan matematis untuk memperoleh nilai-nilai indeks keandalan dan membandingkannya dengan SPLN 68-2:1986.

### Peninjauan Lokasi

lokasi penelitian ini akan dilaksanakan pada GH Balai Selasa di PT. PLN (Persero) UP3 Padang ULP Balai Selasa.

### Data Penelitian

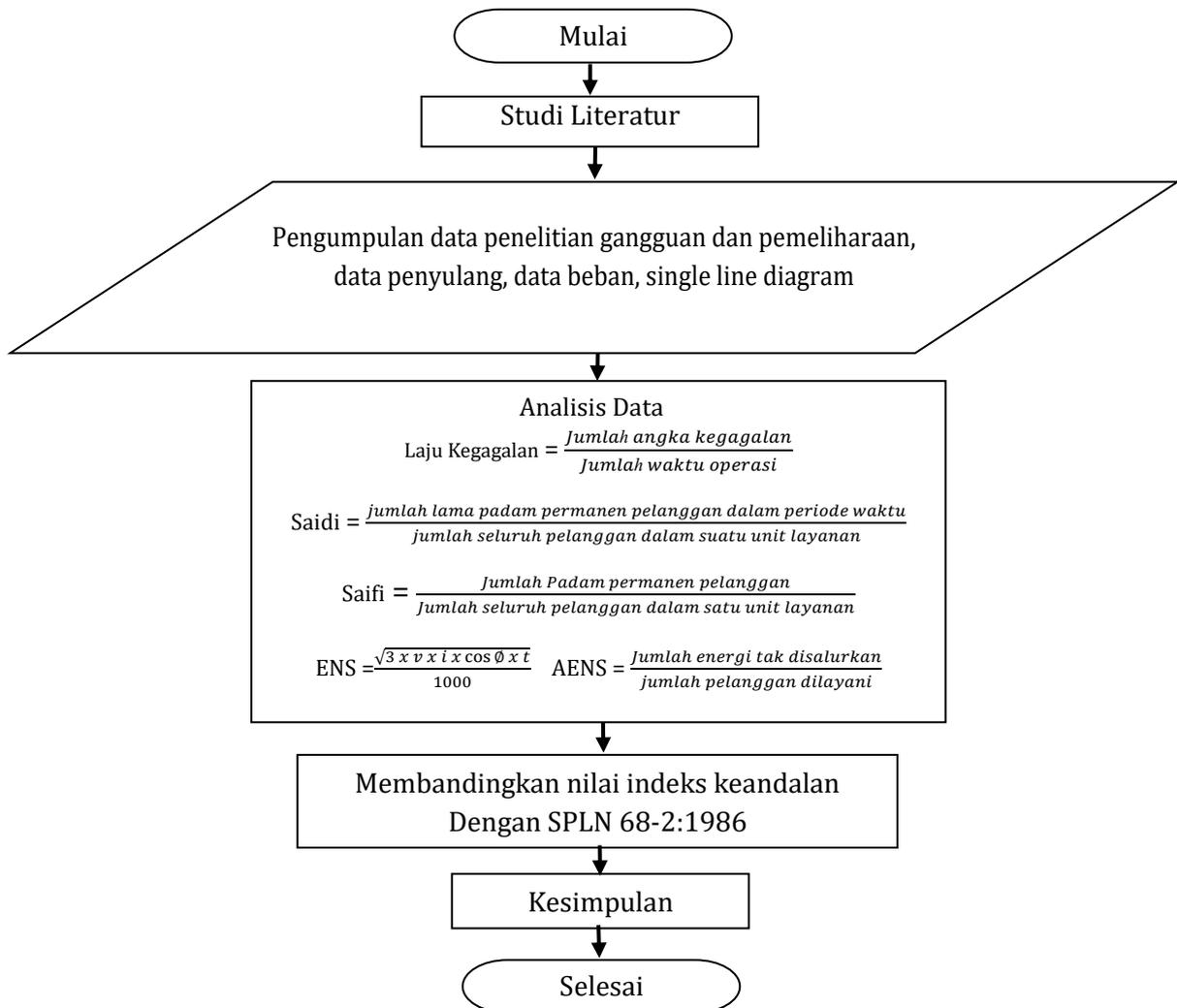
Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data secara langsung pada lokasi penelitian di PT. PLN (Persero) UP3 Padang ULP Balai Selasa antara lain sebagai berikut:

1. Data teknis yang mengacu pada pemadaman baik pemeliharaan maupun gangguan serta data inventaris Unit Balai Selasa.
2. Data penyulang di GH Balai Selasa

3. Data Single Line Diagram GH Balai Selasa
4. Data beban pada GH Balai Selasa

**Diagram Alir Penelitian**

Tahapan dari proses penelitian ini seperti pada flowchart Sebagai berikut:



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Laju Kegagalan**

Faktor yang mempengaruhi laju kegagalan adalah jumlah kali gangguan yang terjadi pada jaringan sistem distribusi 20 kV dan lama padam akibat gangguan pada periode waktu. Gangguan yang terjadi pada jaringan sistem distribusi 20 kV disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal menyebabkan kegagalan operasi sistem yang mengakibatkan keandalan baik gangguan temporer < 5 menit maupun gangguan permanen >5 menit. Berikut data gangguan jaringan sistem distribusi 20 kV GH Balai Selasa Pada tahun 2019 :

Tabel 1 Data Gangguan per bulan tahun 2019 di GH Balai Selasa

No.	FEEDER	BULAN												Total
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGUS	SEPT	OKT	NOV	DES	
1	F Lakitan	3	3	8	5	6	4	4	6	2	0	2	3	46
2	F Sungai Tunu	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	2	6
3	F. Pelangai Gadang	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Total	3	3	9	5	6	4	5	9	2	0	2	5	53

Dari data gangguan yang terjadi selama tahun 2019 pada tabel 3.1 dilakukan perhitungan laju kegagalan setiap bulannya sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah angka kegagalan}}{\text{Jumlah waktu operasi}} = \frac{N}{\sum T} \quad [2]$$

$$= \frac{3}{31} = 0,096 \text{ kali per bulan}$$

Dengan cara perhitungan tersebut diperoleh data laju kegagalan setiap bulannya pada tahun 2019 di GH Balai Selasa sebagai Berikut:

Tabel 2 Data Laju kegagalan tahun 2019 GH Balai Selasa

No	Bulan	Jml Ggn	Jml operasi dlm 1 bulan (Hari)	Laju Kegagalan Rata - Rata ( $\lambda$ )
1	Januari	3	31	0,097
2	Februari	3	28	0,107
3	Maret	9	31	0,290
4	April	5	30	0,167
5	Mei	6	31	0,194
6	Juni	4	30	0,133
7	Juli	5	31	0,161
8	Agustus	9	31	0,290
9	September	2	30	0,067
10	Oktober	0	31	0
11	Nopember	2	30	0,067
12	Desember	5	31	0,161

Pada tabel 2 diperoleh data laju kegagalan yang berbeda setiap bulan selama tahun 2019. Laju kegagalan tertinggi pada bulan Maret dengan angka 0,290 kali per bulan dan Agustus dengan angka 0,290 kali per bulan. Sedangkan angka laju kegagalan terendah terjadi pada bulan Oktober dengan angka 0 ini dikarenakan pada bulan Oktober tidak ada terjadi gangguan.

**Data Keandalan Akibat Gangguan Tahun 2019 di GH Balai Selasa**

Data keandalan akibat gangguan yang berorientasi pada data pelanggan padam yang diakibatkan oleh gangguan. Tertuang pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Data Keandalan akibat gangguan tahun 2019 di GH Balai Selasa

No	Bulan	Jumlah Pelanggan unit	Jumlah pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam
1	Januari	54.042	45.948	34.659	2	02:00:00
2	Februari	54.349	42.142	37.064	3	02:32:00
3	Maret	54.690	114.269	152.857	9	12:27:00
4	April	55.044	26.108	15.552	5	02:26:00
5	Mei	55.335	0	0	6	00:11:00
6	Juni	55.577	8.367	4.435	4	00:41:00
7	Juli	55.817	26.817	32.304	5	05:02:00
8	Agustus	56.072	43.608	27.953	9	08:50:00
9	September	56.461	0	0	2	00:07:00
10	Oktober	56.928	0	0	0	00:00:00

11	Nopember	57.190	3.598	1.259	2	00:23:00
12	Desember	57.639	3.377	3.535	5	04:56:00

Jumlah pelanggan padam akibat gangguan di GH Balai Selasa tertinggi pada bulan Maret sebesar 114.269 pelanggan. Dimana terjadi sebanyak 9 kali gangguan, dengan total durasi padam selama 12 jam 27 menit. Jumlah pelanggan padam terendah pada bulan Desember sebesar 3.377 pelanggan, dimana terjadi 5 kali gangguan dengan total durasi padam selama 4 Jam 56 menit. Sementara untuk kali gangguan tertinggi pada bulan Maret dan Agustus dengan masing-masing 9 kali gangguan, dengan jumlah pelanggan padam sebesar 114.269 bulan Maret dan 43.608 pelanggan pada agustus, dengan durasi padam 12 jam 27 menit pada bulan Maret dan selama 8 jam 50 menit pada bulan Agustus.

#### **Keandalan Akibat Pemeliharaan Tahun 2019 di GH Balai Selasa**

Pada data keandalan akibat Pemeliharaan berorientasi pada data pelanggan padam yang diakibatkan oleh pemeliharaan baik pemeliharaan secara korektif maupun preventif tertuang pada tabel 4 berikut.

Tabel 4 Data Keandalan akibat pemeliharaan tahun 2019 di GH Balai Selasa

No	Bulan	Jumlah Pelanggan unit	Jumlah pelanggan Padam	Jam x Pelangan Padam	Kali Har	Lama Padam
1	Januari	54.042	71.452	203.907	4	09:53:00
2	Februari	54.349	0	0	0	00:00:00
3	Maret	54.690	3.899	3.314	1	00:51:00
4	April	55.044	0	0	0	00:00:00
5	Mei	55.335	0	0	0	00:00:00
6	Juni	55.577	0	0	0	00:00:00
7	Juli	55.817	42.885	170.456	5	21:17:00
8	Agustus	56.072	0	0	0	00:00:00
9	September	56.461	1.600	9.360	1	05:51:00
10	Oktober	56.928	1.199	2.724	2	06:21:00
11	Nopember	57.190	8.721	52.270	3	13:50:00
12	Desember	57.639	0	0	0	00:00:00

Jumlah pelanggan padam akibat pemeliharaan di GH Balai Selasa tertinggi pada bulan Januari sebesar 71.452 pelanggan. Dimana terjadi sebanyak 4 kali pemeliharaan, dengan total durasi padam selama 9 jam 53 menit. Jumlah pelanggan padam terendah pada bulan Oktober sebesar 1.199 pelanggan. Dimana terjadi 4 kali pemeliharaan dengan total durasi padam selama 6 jam 21 menit. Sementara untuk kali pemeliharaan tertinggi pada bulan Juli sebanyak 5 kali pemeliharaan, dengan jumlah pelanggan padam sebesar 42.885 pelanggan, total durasi padam selama 21 jam 17 menit.

#### **Analisis Data SAIDI (System Average Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)**

Dari data yang diperoleh dapat dilakukan perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI pada bulan Januari dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{SAIDI} &= \frac{\text{jumlah lama padam permanen pelanggan dalam periode tertentu}}{\text{jumlah seluruh pelanggan dalam suatu unit layanan}} \\
 &= \frac{34.659}{54.042} \\
 &= 0,6413 \text{ Jam per Pelanggan} \\
 &= 0,6413 \times 60 \text{ (menit)} \\
 &= 38,48 \text{ Menit per Pelanggan}
 \end{aligned}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah padam permanen pelanggan}}{\text{jumlah seluruh pelanggan dalam satu unit layanan}}$$

$$= \frac{45.948}{54.042}$$

$$= 0,85 \text{ Kali/Pelanggan}$$

Dengan cara perhitungan yang sama diperoleh data SAIDI dan SAIFI setiap bulan pada tahun 2019 di GH Balai Selasa pada tabel 5.

Tabel 5 Nilai keandalan SAIDI dan SAIFI akibat gangguan

No	Bulan	SAIDI (Menit per Pelanggan)	SAIFI (Kali per Pelanggan)
1	Januari	38,48	0,850
2	Februari	40,92	0,775
3	Maret	167,70	2,089
4	April	16,95	0,474
5	Mei	0	0
6	Juni	4,79	0,151
7	Juli	34,72	0,480
8	Agustus	29,91	0,778
9	September	0	0
10	Oktober	0	0
11	Nopember	1,32	0,063
12	Desember	3,68	0,059

Nilai SAIDI tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 167,70 menit per pelanggan dan nilai SAIFI sebesar 2,089 kali per pelanggan. Pada bulan Maret tersebut terjadi 9 kali gangguan. *Feeder* Lakitan sebanyak 8 kali gangguan dan *Feeder* Sungai Tunu 1 kali gangguan dengan total durasi padam sebesar 12 jam 20 menit. Tingginya nilai SAIDI dan SAIFI akibat Gangguan ini dikarenakan besarnya gangguan yang terjadi pada *Feeder* Lakitan yang mesupplay GH Balai Selasa sehingga mengakibatkan padam pada GH Balai Selasa dan tidak ada *supply backup* yang menyebabkan besarnya jumlah pelanggan padam. Nilai keandalan akibat SAIDI dan SAIFI terendah akibat gangguan pada bulan Mei, September, dan Oktober. Pada bulan tersebut di GH Balai Selasa tidak ada terjadi gangguan.

Tabel 6 Nilai keandalan SAIDI dan SAIFI akibat pemeliharaan

No	Bulan	SAIDI (Menit per Pelanggan)	SAIFI (Kali per Pelanggan)
1	Januari	226,39	1,322
2	Februari	0	0
3	Maret	3,64	0,071
4	April	0	0
5	Mei	0	0
6	Juni	0	0
7	Juli	183,23	0,768
8	Agustus	0	0
9	September	9,95	0,028
10	Oktober	2,87	0,021
11	Nopember	54,84	0,152
12	Desember	0	0

Nilai keandalan SAIDI dan SAIFI akibat pemeliharaan tertinggi pada bulan Januari SAIDI 226,39 Menit per pelanggan dan SAIFI 1,322 kali per pelanggan. Sementara nilai keandalan SAIDI

SAIFI terendah pada bulan Februari, April, Mei, Juni, Agustus, dan Desember pada bulan tersebut tidak ada terjadi pemeliharaan korektif maupun preventif.

Secara keseluruhan didapat data keandalan SAIDI dan SAIFI selama tahun 2019 yang terjadi di GH Balai Selasa pada table 7

Tabel 7 Keandalan SAIDI SAIFI tahun 2019 pada GH Balai Selasa

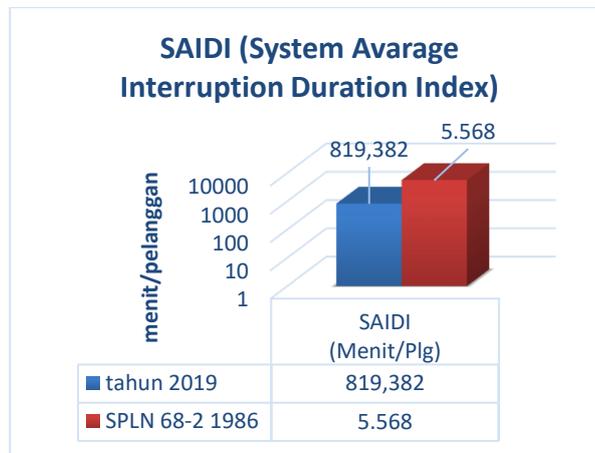
No	Bulan	SAIDI (Menit atau Plg)	SAIFI (Kali atau Plg)
1	Januari	264,868	2,17
2	Februari	40,917	0,78
3	Maret	171,334	2,16
4	April	16,952	0,47
5	Mei	0,000	0,00
6	Juni	4,787	0,15
7	Juli	217,955	1,25
8	Agustus	29,911	0,78
9	September	9,947	0,03
10	Oktober	2,871	0,02
11	Nopember	56,159	0,22
12	Desember	3,680	0,06
	Total	819,382	8,083

Nilai SAIDI tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 167,70 menit per pelanggan dan nilai SAIFI sebesar 2,089 kali per pelanggan. Pada bulan Maret tersebut terjadi 9 kali gangguan. *Feeder* Lakitan sebanyak 8 kali gangguan dan *Feeder* Sungai Tunu 1 kali gangguan dengan total durasi padam sebesar 12 jam 20 menit. Tingginya nilai SAIDI dan SAIFI akibat Gangguan ini dikarenakan besarnya gangguan yang terjadi pada *Feeder* Lakitan yang mesupplay GH Balai Selasa sehingga mengakibatkan padam pada GH Balai Selasa dan tidak ada supply backup yang menyebabkan besarnya jumlah pelanggan padam.

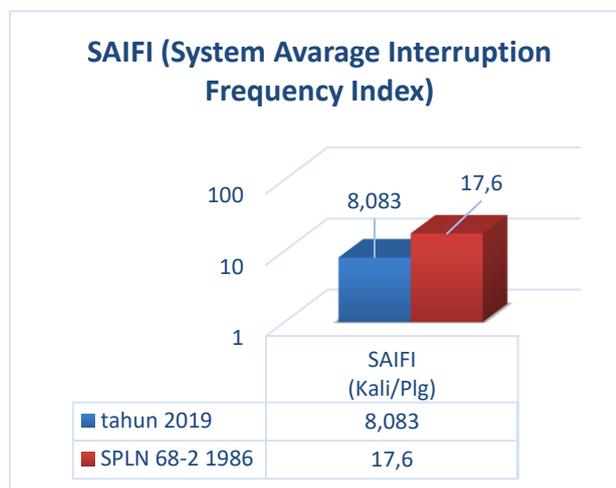
Sementara untuk nilai tingkat keandalan SAIFI pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 juga mengalami kenaikan dan penurunan. Pada triwulan I tahun 2019 merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan triwulan II III dan triwulan IV. Nilai keandalan SAIFI tertinggi pada triwulan I terjadi pada bulan Januari sebesar 2,17 kali per pelanggan. Hal ini dikarenakan besarnya jumlah pelanggan yang padam saat terjadi gangguan dan pemeliharaan yang menyebabkan pemadaman pada pelanggan. Sementara untuk nilai keandalan SAIFI terendah terjadi pada bulan Mei. Hal ini dikarenakan selama bulan Mei tahun 2019 tidak ada terjadi pemadaman pada pelanggan baik yang diakibatkan karna gangguan maupun pemeliharaan.

### Tingkat Keandalan GH Balai Selasa dengan Indeks SAIDI (*System Avarage Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Avarage Interruption Frequency Index*)

Untuk menjadikan acuan tingkat keandalan PT.PLN (Persero) menetapkan suatu standar keandalan yang tertuang dalam SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara) 68-2:1986 tentang "Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik" Dengan catatan untuk kelistrikan desa dapat dikalikan dengan faktor yang lebih tinggi dari faktor masing-masing wilayah tetapi tidak melebihi 1,6. Untuk wilayah Sumatera faktor pengalinya 1,2 sehingga besar standar jaminan layanan wilayah sumatera 13,2 kali per tahun dan 69,6 jam per tahun. Sedangkan pada daerah pedesaan memiliki faktor kali 1,6 [7]. Sehingga besar standar jaminan pada GH Balai Selasa 7,6 kali per tahun dan 92,8 jam per tahun atau 5.568 menit per tahun.



Gambar 1. Perbandingan nilai Indeks SAIDI tahun 2019 dengan SPLN 68-2 1986



Gambar 2. Perbandingan nilai Indeks SAIFI tahun 2019 dengan SPLN 68-2 1986

Dari perbandingan data indeks keandalan SAIDI gambar 1 dan data indeks keandalan SAIFI grafik 2 dengan SPLN 68-2 1986, tampak nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan. Yang mana nilai indeks keandalan SAIDI 819,382 menit per pelanggan sedangkan pada SPLN 68-2 1986 nilai indeks keandalan SAIDI sebesar 5.568 menit per pelanggan. Nilai indeks keandalan SAIFI pada tahun 2019 sebesar 8,083 kali per pelanggan. Pada SPLN 68-2 1986 untuk nilai indeks keandalan SAIFI sebesar 17,6 kali per pelanggan. Dengan demikian untuk tingkat keandalan system distribusi 20 kV berdasarkan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI di GH Balai Selasa dapat dikatakan andal dan sesuai standar karna nilai keandalan SAIDI dan SAIFI pada tahun 2019 dibawah SPLN no 68-2 1986 tentang “Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik” yang ditetapkan

**Energy Not Supplied (ENS)**

*Energi not Supplied* atau ENS merupakan energi yang tidak tersalur diakibatkan pemadaman akibat gangguan maupun pemeliharaan. ENS merupakan perkalian daya aktif dengan durasi padam.

Perhitungan ENS dilakukan pada event gangguan 8 januari 2021 trip pada jam 00:17 dan normal jam 00:58 beban padam 90 A dengan durasi gangguan 00:41 Menit.

$$t : 41 \text{ menit} = 0,028472 \times 24 \text{ (jam/hari)} = 0,6833$$

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos\Phi \times t}{1000} \\ &= \frac{1,73 \times 20.000 \times 90 \times 0,851 \times 0,6833}{1000} \\ &= 1,808,7 \text{ kWh} \\ \text{AENS} &= \frac{\text{jumlah Energi Tidak disalurkan}}{\text{Jumlah Pelanggan Dilayani}} \\ &= \frac{263.723}{57.639} \\ &= 4,575 \text{ kWh/Pelanggan} \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama di dapat total ENS karna pemadaman akibat gangguan sebesar 95.521 kWh dan pemeliharaan sebesar 168.202 kWh. Total ENS selama tahun 2019 sebesar 263.723 kWh. AENS perpelanggan sebesar 4,575 kWh. Dari total ENS tersebut dapat dikalkulasikan dengan harga Jual listrik PLN per kWh pada tahun 2019 Rp.1.467,28,-kWh, maka kerugian PLN akibat gangguan dan pemeliharaan pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 adalah sebesar Rp.386.955.483,-kWh. inilah rupiah kerugian yang ditimbulkan per tahun nya akibat ENS akibat terjadinya pemadaman baik karna gangguan maupun pemeliharaan.

## KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi dan analisa dapat disimpulkan Indeks tingkat keandalan SAIDI pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 sebesar 819,382 menit per pelanggan dan Indeks tingkat keandalan SAIFI pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 sebesar 8,083 kali per pelanggan. Tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV berdasarkan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI di GH Balai Selasa dapat dikatakan andal karna nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI pada tahun 2019 dibawah SPLN 68-2:1986 yang ditetapkan. ENS karna pemadaman akibat gangguan sebesar 95.521 kWh dan pemeliharaan sebesar 168.202 kWh. Total ENS selama tahun 2019 sebesar 263.723 kWh. AENS sebesar 4,575 kWh per pelanggan. Harga listrik PLN per kWh adalah 1.467,28,-kWh, maka kerugian yang ditimbulkan akibat pemadaman gangguan dan pemeliharaan pada GH Balai Selasa selama tahun 2019 adalah sebesar Rp.386.955.483,-kWh.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]Bobo, T, "Analisis Keandalan pada Jaringan Distribusi Penyulang Oesao, Camplong dan Buraen", Jurnal Media Elektro, 63-71. 2019.
- [2]Dasman, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung tahun 2015", JURNAL TEKNIK ITP, 6(2). 2017.
- [3]Duyo, R. A. "Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di Pt. Pln (Persero) Rayon Daya Makassar", VERTEX ELEKTRO, 12(2), 1-12. 2020.
- [4]Hidayat. "Analisis Perbandingan Nilai Saidi (System Average Interruption Durration Index) Dan Saifi (System Average Interruption Frequency Index) Pln Apj Purwokerto Tahun 2014, 2015 Dan 2016 Dengan Standar Spln 1985", Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 7(1), 8-12. 2018.
- [5]Husna, "Menentukan Indeks Saidi Dan Saifi Pada Saluran Udara Tegangan Menengah Di Pt. Pln Wilayah Nad Cabang Langsa", Buletin Utama Teknik, 14(1), 13-16. 2018.
- [6]Imran, M. "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Untuk Wilayah Kota Lhokseumawe Di Pt. Pln (Persero) Rayon Kota Lhokseumawe", Jurnal Energi Elektrik, 8(1), 42-47. 2019.
- [7]SPLN No.68-2:1986, *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian dua: Sistem Distribusi*, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985
- [8]Ya'M, R. "Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Dan Rugi-Rugi Energi Yang Tidak Tersalurkan Pada Feeder Raya 10/Adisucipto", Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 1(1). 2020.
- [9]SPLN No.59:1985, *Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985
- [10]Gonen, T. *Electric Power Distribution System Engineering*, McGraw-Hill Inc. New York. 1986

- 
- [11] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Disribusi Jaringan Tenaga Listrik, *Buku I Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan. PT. PLN (Persero), 2010
- [12] Prabowo, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11". *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 100401012. 2013.
- [13] Erhaneli, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan Saidi Dan Saifi Pada PT.PLN (Persero) Rayon Bagan Batu Tahun 2015", *Jurnal teknik elektro*, 5(2). 2016.
- [14] Nur, "Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 Kv Pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 Di Gi Pandean Lamper", *Gema teknologi*, 17(3). 2013.
- [15] Abraham, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi Di Kotamobagu Menggunakan Indeks Saifi Dan Saidi". 2021.