

**EVALUASI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DAN RUGI-RUGI ENERGI
YANG TIDAK TERSALURKAN
PADA FEEDER RAYA 10/ADISUCIPTO**

Ya M Randa¹⁾, Hardiansyah²⁾, Purwoharjono³⁾
^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Email: ¹⁾maherranda587@gmail.com, ²⁾hardiansyah@ee.untan.ac.id, ³⁾purwoharjono@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV dan rugi-rugi energi yang tidak tersalurkan pada Feeder Raya 10 dilakukan berdasarkan tinjauan gangguan yang dialami seperti JTM putus fasa trip, beban bus 4, BC 4-3 berdesir, LBS trip saat penambahan SSO, gangguan temporer. Demi menjaga kualitas sistem dibutuhkan pemeliharaan, penanganan cepat agar dapat mengurangi gangguan tersebut. Metode perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan indek keandalan SAIFI, SAIDI, ENS, AENS. Berdasarkan hasil perhitungan SAIFI diperoleh dengan nilai 0,7960 kali/tahun. SAIDI diperoleh 0,7777 jam/tahun. Jika ditinjau dari indek keandalan SAIFI dan SAIDI terbilang handal untuk SPLN 68-2 : 1986. Berdasarkan hasil perhitungan ENS sebesar 7,5130 kWh. Sedangkan AENS sebesar 8,3944 kWh. Rugi-rugi energi dari perhitungan total ENS/AENS jika harga listrik PLN per kWh tahun 2018 adalah 1.467.28/kWh, maka kerugian PLN akibat gangguan pada Feeder di PT. PLN Raya 10 tahun 2018 adalah sebesar Rp. 1,241,672/kWh.

KATA KUNCI : Keandalan Sistem Distribusi SPLN, SAIFI, SAIDI, ENS, AENS.

ABSTRAK

Research on the evaluation of the reliability of the 20 kV distribution network system and energy losses that are not channeled on the Feeder 10 are conducted based on a review of the disturbances experienced such as JTM interruption of trip phase breakdown, bus load 4 BC 4-3 rippled, LBS trip when adding SSO, interference temporary. In order to maintain the quality of the system needed maintenance, fast handling in order to reduce the interference. Calculation methods performed using the reliability index SAIFI, SAIDI, ENS, AENS. Based on the result of SAIFI calculations obtained with a value of 0,7960 times/year. SAIDI is obtained with a value of 0,7777 hours/year. When viewed from the reliability index SAIFI and SAIDI to be reliable for SPLN 68-2:1986. Based on the results of the ENS calculation of 7,5130 kWh.while AENS is 8,3944 kWh. Energy losses from the calculation of total ENS/AENS if the electricity price of PLN per kWh in 2018 is 1,467,28/kWh, then PLN losses due to disturbance to feeder in PT. PLN Raya 10 in 2018 is Rp. 1,241,672/kWh.

Keywords : Distribution System Reliability SPLN, SAIFI, SAIDI, ENS, AENS

1. PENDAHULUAN

Waktu terus bergulir begitu juga halnya dengan keandalan sistem tenaga listrik jaringan distribusi 20 kV. Semakin bertambahnya jumlah pelanggan maka semakin meningkatnya akan kebutuhan tenaga listrik terhadap pelanggan, energi listrik disalurkan ke pelanggan melalui sistem jaringan yang dimana sistem jaringannya terdiri dari sumber pembangkit yang disalurkan melalui sistem jaringan transmisi menuju gardu induk dan dari gardu induk disalurkan kepada pelanggan melalui saluran distribusi baik secara manual maupun secara otomatis.

Penelusurannya melalui pengaturan, pembagian, pemindahan, dan penyaluran tenaga listrik dari sumber pembangkit kepada pelanggan secara efisien dan menjamin kelangsungan penyaluran dan pelayanannya. Secara khusus, baik buruknya sistem penyaluran distribusi tenaga listrik yang penting adalah ditinjau dari keandalan penyaluran tenaga listrik, keamanan dan keselamatan bagi pelanggan. Keandalan daya listrik yang baik yakni kapasitas daya yang memenuhi standar SPLN 68-2 1986.

Keandalan merupakan suatu indikator dalam suatu besaran probabilitas tingkat pelayanannya tergantung dari berapa lama terjadi pemadaman dan berapa lama frekuensi terjadinya pemadaman selama setahun.

Oleh karena itu diperlukan pertimbangan dalam pengoperasian jaringan distribusi yang optimal dan handal. Berdasarkan adanya gangguan yang terjadi maka perlu dilakukan evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi dengan cara mengetahui berapa besar indek keandalan dengan menggunakan perhitungan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) banyaknya gangguan, SAIDI (System Average Interruption Duration Index) lamanya gangguan, ENS (Energy Not Supplied)

jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem kepada pelanggan selama periode satu tahun, AENS (Average Energy Not Supplied) indeks rata-rata energi yang tidak disalurkan akibat terjadinya pemadaman. AENS dinyatakan perbandingan jumlah energi yang hilang pada saat terjadi gangguan pemadaman dengan jumlah pelanggan yang dilayani.

Penelitian evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV dan rugi-rugi energi yang tidak tersalurkan pada Feeder Raya 10 dilakukan berdasarkan tinjauan gangguan yang di alami seperti gangguan JTM putus fasa Trip, Beban Bus 4, BC 4-3 Berdesir, LBS Trip saat Penambahan SSO, Gangguan Temporer. demi menjaga kualitas sistem dibutuhkan pemeliharaan, penanganan cepat agar dapat mengurangi gangguan tersebut.

Berdasarkan data jumlah gangguan dan lama gangguan serta beban energi yang tidak tersalurkan pada pelanggan terhadap Feeder Raya 10/Adisucipto pada tahun 2018 terdapat 124 kali/pelanggan/tahun, kegagalan dengan durasi gangguan sebanyak 68,24 jam. besarnya indek keandalan SAIFI dan SAIDI area Raya 10 mulai januari sampai dengan desember selama 1 tahun 2018 adalah SAIFI 0,7960 kali/pelanggan/tahun. sedangkan SAIDI 0,7777 jam/pelanggan/tahun. Serta ENS rugi-rugi energi yang tidak tersalurkan sebesar 7,5130 kWh dan nilai AENS sebesar 8,3944 kWh/pelanggan. jika harga listrik PLN per kWh pada tahun 2018 adalah 1.467,28,-kWh, maka kerugian PLN akibat gangguan pada Feeder di PT. PLN Raya 10 selama tahun 2018 adalah sebesar Rp.1,241,672,-kWh. inilah kerugian energi yang tidak tersalurkan akibat terjadinya pemadaman. maka perlu dilakukan evaluasi keandalan untuk mengetahui sejauh mana keandalan sistem jaringan distribusi tersebut baik atau tidaknya terhadap hasil perhitungan dengan standar SPLN 68-2 : 1986.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Terdahulu

Indeks keandalan merupakan parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan serta tingkat keandalan dari sejauh mana listrik dapat tersalurkan ke pelanggan. Indeks-indeks keandalan yang sering digunakan dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). Beberapa penelitian tentang indek keandalan SAIFI dan SAIDI sudah dilakukan diantaranya sebagai berikut :

1. Aditya Gunadi Sukma, 2018. melakukan penelitian tentang Evaluasi Keandalan Jaringan Sistem Distribusi 20 Kv Berdasarkan Frekuensi Gangguan Di PT.PLN (Persero) Rayon Sedayu. Pada penelitian ini menentukan besar indek keandalan SAIFI, SAIDI, ENS, dan AENS serta membandingkan hasil evaluasi dengan standar SPLN.

2. Jamilah Husna Yusniati, Skripsi, Fakultas Teknik UISU, 2018. Menentukan Indek SAIDI Dan SAIFI Pada Saluran Udara Tegangan Menengah Di PT.PLN Wilayah Nad Cabang Langsa.
3. Folonius Dido, 2018. melakukan penelitian mengenai Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Pada PT.PLN (Persero) Rayon Ngabang. Pada penelitian menentukan besar indek keandalan MTTF, MTTR, MTBF, SAIFI, SAIDI, CAIFI, dan CAIDI serta membandingkan hasil perhitungan berdasarkan SPLN.

Sedangkan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar indek keandalan dengan metode SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) banyaknya gangguan, SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) lamanya gangguan, dan Rugi-rugi energi yang tidak tersalurkan ENS (*Energy Not Supplied*) jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem

kepada pelanggan, AENS (Average Energy Not Supplied) indeks rata-rata energi yang tidak disalurkan akibat terjadinya pemadaman. AENS dinyatakan perbandingan jumlah energi yang hilang pada saat terjadi gangguan pemadaman dengan jumlah pelanggan yang dilayani, serta daya gangguan seberapa besar daya yang mengalir pada saat terjadi saat gangguan.

Perbedaan penelitian beda lokasi atau tempat dimana penelitian menggunakan satu Feeder yakni Feeder Raya 10/Adisucipto, jenis penampang yang digunakan AAACS (*All Aluminium Alloy Conductor*) dengan diameter 150 mm² serta Gardu Induk 21 Sungai Raya, setiap keandalan jaringan distribusi yang ada memiliki kemampuan dalam mensuplai kelistrikan berupa gangguan yang berbeda-beda baik itu dari pembangkit, transmisi, gardu induk, gardu distribusi, gangguan temporer maupun permanen dan lain sebagainya.

2.2 Dasar Teori

Sistem tenaga listrik yang terdiri dari empat unsur yaitu Pembangkit tenaga listrik, saluran transmisi, saluran distribusi dan pemakaian tenaga listrik. Prinsip kerja dalam sistem tenaga listrik dimulai dari pembangkit disalurkan melalui sistem jaringan transmisi menuju gardu induk dan dari gardu induk disalurkan kepada konsumen melalui saluran distribusi.

2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem perlengkapan elektrik antara sumber daya besar (*Bulk Power Source*) dan peralatan hubung pelanggan (*Customers Service Switches*). Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dibedakan menjadi 2 sistem yaitu distribusi primer (Jaringan Distribusi Tegangan Menengah) dan sistem distribusi sekunder (Jaringan Distribusi Tegangan Rendah). Kedua sistem tersebut dibedakan berdasarkan tegangan kerjanya. Umumnya tegangan sistem distribusi primer adalah 6 kV atau 20 kV. Sedangkan tegangan kerja pada sistem distribusi sekunder 380 Volt atau 220 Volt.

2.4 Konfigurasi Jaringan

Konfigurasi sistem jaringan distribusi dapat dikelompokkan menjadi 5 macam yaitu : jaringan radial, jaringan hantaran penghubung (*Tie Line*), jaringan lingkaran (*Loop*), jaringan spindel dan jaringan sistem gugus atau kluster.

2.5 Metode Evaluasi

Dalam menentukan indek keandalan secara keseluruhan maka faktor yang sangat menentukan adalah jumlah pelanggan, frekuensi padam dan durasi/lama pemadaman, adapun indek-indek tersebut diantaranya :

1. Laju kegagalan dan lama gangguan rata-rata
 - a) Menghitung frekuensi pemadaman (f)
Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f = \frac{\lambda_i}{N_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : f = frekuensi padam (kali/Tahun)

λ_i = laju kegagalan komponen

N_i = jumlah pelanggan dilayani

Sehingga rumus diatas :

$$f = \frac{\text{Jumlah pelanggan yang padam}}{\text{jumlah pelanggan dilayani}} \dots \dots \dots (2.2)$$

- b) Menghitung durasi pemadaman rata-rata (d)
Secara sistematis dapat dituliskan berikut :

$$d = \frac{t_i}{N_i} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana: t_i = Lama gangguan

d = Lama padam (jam/Tahun)

N = jumlah pelanggan dilayani

Sehingga rumus diatas menjadi:

$$d = \frac{\text{jam pelanggan yang padam}}{\text{jumlah pelanggan dilayani}} \dots \dots \dots (2.4)$$

2. Indeks Berorientasi Pada Beban Serta Energi
Selain dua parameter keandalan yang umum dipakai diatas, ada pula beberapa indeks tambahan yang digunakan sebagai mengevaluasi keandalan suatu sistem distribusi, yaitu indek yang berorientasi kepada beban dan energi. Berikut parameter untuk mengevaluasi keandalan berdasarkan beban serta energi :

- a) ENS (*Energy Not Supplied*)

ENS (*Energy Not Supplied*) adalah indeks keandalan yang menyatakan jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem kepada pelanggan selama periode satu tahun. Ini didefinisikan sebagai penjumlahan energi yang hilang akibat adanya gangguan terhadap pasokan daya selama periode satu tahun. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$ENS = \Sigma [\text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (h)} \dots (2.5)$$

- b) AENS (*Average Energy Not Supplied*)

AENS adalah indeks rata-rata energi yang tidak disalurkan akibat terjadinya pemadaman. AENS dinyatakan perbandingan jumlah energi yang hilang pada saat terjadi gangguan pemadaman dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$AENS = \frac{\text{jumlah energi tidak tersalurkan}}{\text{jumlah pelanggan dilayani}}$$

$$AENS = \frac{ENS}{\Sigma N} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana, N = jumlah pelanggan yang dilayani

c) Daya Gangguan

Daya Gangguan yaitu cara untuk menghitung seberapa besar daya yang mengalir pada saat terjadi gangguan, secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Daya Gangguan} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana, V = tegangan (kV)

I = Arus (Ampere)

$$\text{Cos}\phi = 0,95$$

3. Standar SPLN 68-2 : 1986.

Yang dimaksud oleh standar nilai indeks keandalan yaitu ketetapan nilai minimum yang hendaknya dapat dipenuhi oleh suatu sistem distribusi agar keandalan penyaluran energi listrik kepada pelanggan dapat terjamin kualitasnya. Selain itu, standar keandalan juga bertindak sebagai tolak ukur terhadap kemajuan serta peningkatan mutu pelayanan yang akan dicapai oleh PLN.

Adapun standar keandalan yang ditetapkan oleh SPLN bertujuan untuk menetapkan serta menjelaskan tingkat keandalan sistem distribusi energi listrik. Selain itu juga bertujuan untuk memberi tolak ukur terhadap kemajuan dan menentukan target yang akan dicapai oleh perusahaan tersebut. Berikut adalah Tabel Indeks Keandalan SPLN 68-2 : 1986.

Tabel 1 Standar Keandalan SPLN 68-2 : 1986

Indek Keandalan	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	3,2	Kali/Pelanggan
SAIDI	21,09	Jam/Pelanggan

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian Skripsi ini dilaksanakan di PT.PLN (Persero) Rayon Pontianak yang beralamat Jalan Ismail Marzuki No.49, Benua Melayu Darat, Kec. Pontianak Sel, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78243.

Waktu Penelitian mulai dari tanggal 09 Agustus 2019 – 18 November 2019 selesai jam 14:00 wib.

Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 1 Lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian tugas akhir ini alat dan bahan yang digunakan terdiri dari dua langkah, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) :

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu berupa laptop, Printer, kertas peralatan tulis, kalkulator, *handphone* dan alat telekomunikasi lainnya.

2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu *Microsoft Office Word* dan *Microsoft Office Excel*.

3.3 Data Penelitian

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data secara langsung pada lokasi penelitian di PT. PLN (Persero) Rayon Pontianak antara lain sebagai berikut:

- a) Data Jumlah Total Pelanggan Feeder Raya 10
- b) Data Jumlah Pelanggan LP Feeder Raya 10
- c) Data Single Line Raya 10
- d) Data Gangguan Feeder Raya 10
- e) Data Durasi Gangguan Feeder Raya 10

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi Literatur peranan yang teramat penting dalam langkah menyelesaikan masalah secara teori dan ilmiah, mengetahui faktor-faktor keandalan pada sistem distribusi mempelajari nilai-nilai indeks keandalan sistem SAIFI, SAIDI dan ENS, AENS. serta pengolahan data pada PT.PLN (Persero) Rayon Pontianak.

2. Metode Deskriptif Analitik

Metode Deskriptif Analitik mengolah suatu penjelasan data dari hasil perhitungan yang akan dibandingkan dengan hasil yang diteliti dengan batas standar yang ada pada SPLN 68-2 : 1986 yang mana nilai dari standar SAIFI 3,2 kali/tahun dan SAIDI 21,09 jam/tahun. Dengan nilai indeks keandalan sistem Feeder Raya 10/Adisucipto dengan menggunakan keandalan sistem SAIFI, SAIDI, ENS, AENS.

3.5 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini yang diolah yaitu menghitung indeks keandalan sistem feeder raya 10/Adisucipto. Proses indeks keandalan sistem sebagai berikut :

1. Variabel yang dihitung terdahulu yaitu indeks keandalan kali/tahun dengan menggunakan data gangguan pada feeder mulai dari waktu padam hingga nyala kembali selama tahun 2018. Kemudian hitung nilai laju rata-rata gangguan. Setelah dapat hasil nilai keandalan kali/tahun hitung load point dengan menggunakan metode SAIFI dan SAIDI.

2. Mengidentifikasi single line diagram tahap untuk mendapatkan nilai keandalan (LP) dengan metode SAIFI dan SAIDI. Setelah itu hitung keandalan feeder dengan mengetahui komponen yang ada pada feeder tersebut.

3. Adapun tahapan terakhir dalam penelitian ini yaitu menentukan indeks keandalan sistem SAIFI (jumlah kegagalan perpelanggan) SAIDI (nilai rata-rata lamanya kegagalan). Kemudian data yang diperlukan dalam perhitungan ini yaitu (f) frekuensi pemadaman kali/tahun, (λ_i) laju kegagalan komponen, (N_i) jumlah pelanggan yang dilayani, (t_i) lama gangguan, (d) lama kegagalan pemadaman jam/tahun, (N) total pelanggan yang dilayani. Setelah itu maka dapatlah hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI lalu kemudian bandingkan dengan SPLN 68-2 : 1986.

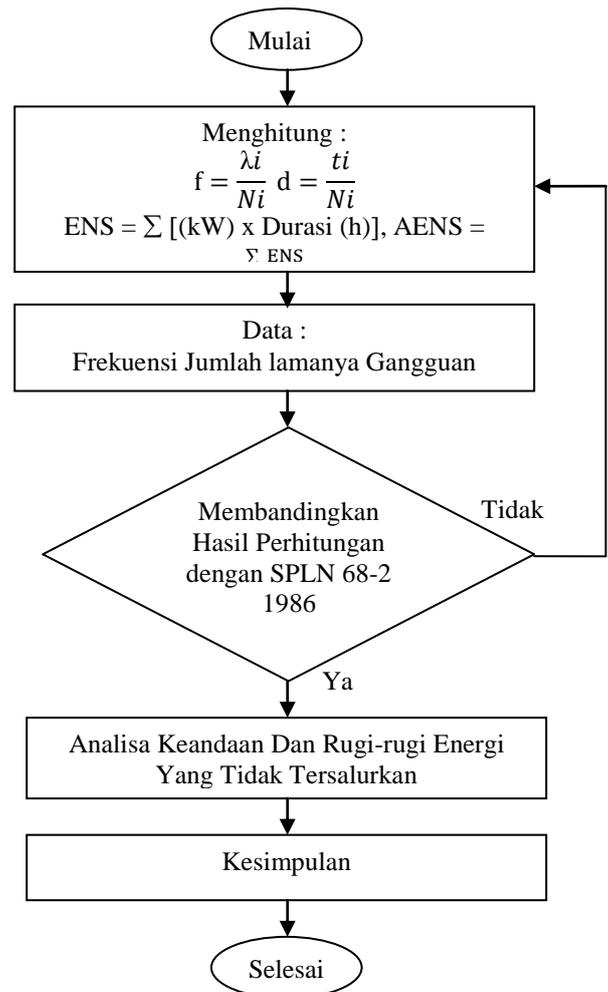
4. Ada pula beberapa indeks tambahan yang digunakan sebagai mengevaluasi keandalan suatu sistem distribusi, yaitu indeks yang berorientasi kepada beban dan energi. (ENS) Gangguan (kW) dikali Durasi (h), (AENS) jumlah energi yang tidak tersalurkan oleh sistem dibagi jumlah pelanggan yang dilayani. Daya Gangguan (V) tegangan (kV), (I) Arus (Ampere) $\cos\phi = 0,95$.

3.6 Analisa Hasil

Berdasarkan hasil penelitian maka akan dilakukan langkah menganalisa dengan cara menghitung SAIFI, SAIDI, ENS, AENS untuk membandingkan target ketetapan PT. PLN sesuai standar SPLN 68-2 : 1986.

3.7 Diagram Alir Perhitungan

Untuk menentukan indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan ENS, AENS, serta perbandingan terhadap SPLN 68-2 : 1986. Tahap perhitungan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 2 Diagram Alir Perhitungan

4. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

4.1 Kondisi Eksisting

1. Data Jumlah Pelanggan

Data yang diperoleh pada PT. PLN (Persero) Pontianak Rayon Raya 10/Adisucipto diketahui jumlah pelanggan pada feeder terlihat pada Tabel.

Tabel 2 Data Jumlah Pelanggan

Feeder	Jumlah Total Pelanggan
Raya 10	8950

2. Data Jumlah Gangguan

Data yang diperoleh pada PT. PLN (Persero) Pontianak Rayon Raya 10/Adisucipto diketahui jumlah gangguan pada feeder terlihat pada tabel.

Tabel 3 Data Jumlah Gangguan

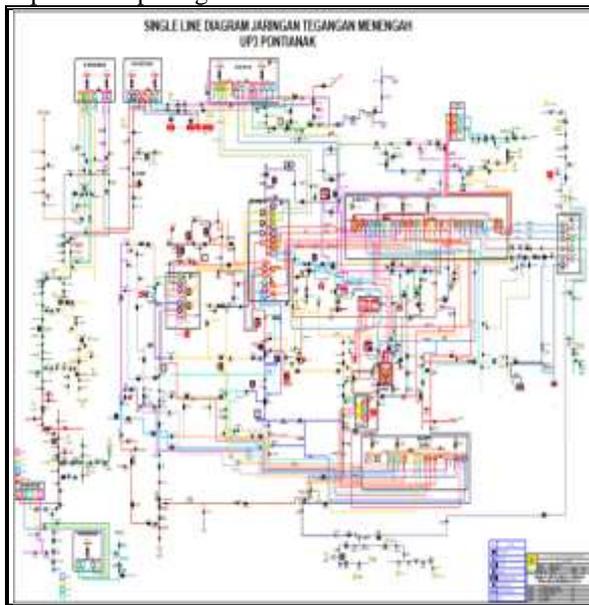
Feeder	Jumlah Laju Kegagalan (kali/tahun)
Raya 10	124

3. Data Jumlah Durasi Padam
Data yang diperoleh pada PT. PLN (Persero) Pontianak Rayon Raya 10/Adisucipto dapat diketahui jumlah durasi terlihat pada Tabel.

Tabel 4 Data Jumlah Durasi

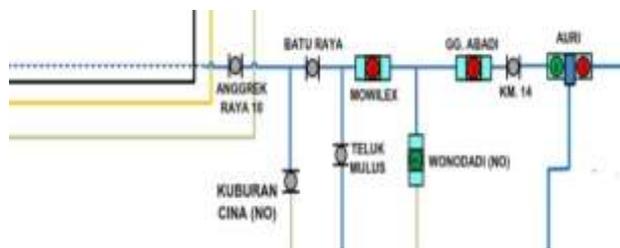
Feeder	Durasi Lama Gangguan (Jam/tahun)
Raya 10	68245

4. Single Line Data Umum
Single line diagram PT.PLN (Persero) Pontianak dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 3 Diagram Single Line PT.PLN (Persero) Pontianak

5. Single Line Data Raya 10
Diagram single Line Raya 10/Adisucipto PT.PLN (Persero) Pontianak dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4 Diagram Single Line Raya 10/Adisucipto

Tabel 5 Data Gangguan Selama Setahun 2018

Bulan	Jumlah Pelanggan dilayani (Ni)	Jumlah Pelanggan Padam (λi)	Jam Pelanggan Padam (ti)
Januari	28287	20220	219493
Februari	5336	4660	38665
Maret	28015	25720	248325
April	22983	17300	14666
Mei	34410	27080	627626
Juni	29038	18780	25329
Juli	41529	32240	19383
Agustus	56442	42680	40849997
September	11123	8460	11933332
Oktober	11749	10240	18
November	18930	17000	1715
Desember	31393	25640	14266666

Berdasarkan yang dianalisa adalah keandalan pelanggan maka untuk mendapatkan nilai SAIFI (f) SAIDI (d) adalah sebagai berikut :

Januari

$$f1 = \frac{\lambda_i}{N_i} = \frac{20220}{28287} = 0,7148 \text{ kali/Pelanggan}$$

$$d1 = \frac{t_i}{N_i} = \frac{219493}{28287} = 0,7759 \text{ Jam/Pelanggan}$$

Untuk perhitungan f1 sampai dengan f12 serta perhitungan d1 sampai d12 cara yang sama dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 6 Perhitungan Indeks SAIFI dan SAIDI

Bulan	SAIFI (f)	SAIDI (d)
Januari	0,7148	0,7759
Februari	0,8733	0,7246
Maret	0,9180	0,8864
April	0,7527	0,6381
Mei	0,7869	1,8239
Juni	0,6467	0,8722
Juli	0,7763	0,4667
Agustus	0,7561	0,7237
September	0,7415	1,0460
Oktober	0,8715	0,0153
November	0,8980	0,9059
Desember	0,8167	0,4544

4.2 Perhitungan Frekuensi Pemadaman Dan Durasi Rata-rata

1. Indeks Frekuensi Pemadaman

Indek frekuensi pemadaman rata-rata jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dalam 1 tahun dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani. Untuk memperoleh nilai dari frekuensi pemadaman sistem yang terjadi secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f = \frac{\text{Jumlah pelanggan yang mengalami padam}}{\text{jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

$$f = \frac{\lambda_i}{N_i}$$

Dimana : f = frekuensi pemadaman (kali/tahun)
 λ_i = laju kegagalan komponen
 N_i = jumlah pelanggan yang dilayani

Perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata SAIFI adalah sebagai berikut :

$$F_{\text{rata-rata}} = \frac{f_1+f_2+f_3+f_4+f_5+f_6+\dots+f_{12}}{12}$$

$$= \frac{0,7148 + 0,8733 + 0,9180 + \dots + 0,8167}{12}$$

$$= 0,7960 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

2. Indeks durasi Pemadaman
Rata-rata jumlah lamanya kegagalan yang dialami oleh pelanggan dalam 1 tahun dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani.
Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$d = \frac{\text{jam pelanggan yang mengalami pemadaman}}{\text{jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

$$d = \frac{t_i}{N_i}$$

Dimana : t_i = lama gangguan
d = lama padam (jam/tahun)
 N_i = jumlah pelanggan dilayani

Perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata SAIDI adalah sebagai berikut :

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+\dots+d_{12}}{12}$$

$$= \frac{0,7759+0,7246+0,8864+\dots+0,4544}{12}$$

$$= 0,7777 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa besarnya indeks keandalan SAIFI dan SAIDI area raya 10/Adisucipto PT. PLN (Persero) rayon pontianak mulai januari sampai dengan desember selama 1 tahun 2018 adalah SAIFI = 0,7960 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan SAIDI = 0,7777 jam/pelanggan/tahun.

4.3 Analisa Tingkat Keandalan SAIFI SAIDI terhadap SPLN

Pada perhitungan diatas telah didapatkan hasil data nilai SAIFI dan SAIDI pada feeder distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) rayon pontianak dalam jangka waktu sepanjang tahun 2018. Maka dapat

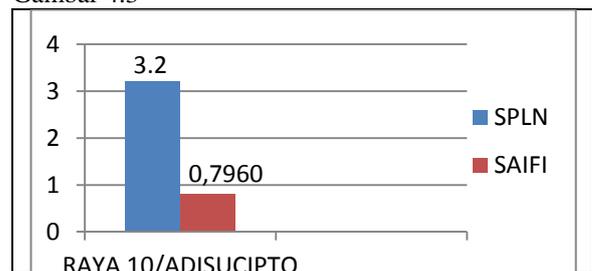
dianalisa nilai SAIFI dan SAIDI terhadap tiap indeks keandalan yang diantaranya adalah nilai indeks terhadap nilai standar SPLN 68-2 : 1986.

1. Indeks Keandalan SAIFI terhadap SPLN
Perbandingan nilai SAIFI terhadap SPLN dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 7 Perbandingan SAIFI terhadap SPLN pada PT. PLN (Persero) Raya 10

Feeder	SPLN	SAIFI	Keterangan
Raya 10	3,2	0,7960	Memenuhi Standar

Perbandingan nilai SAIFI terhadap SPLN pada Gambar 4.3



Gambar 5 Diagram hasil perbandingan SAIFI terhadap SPLN.

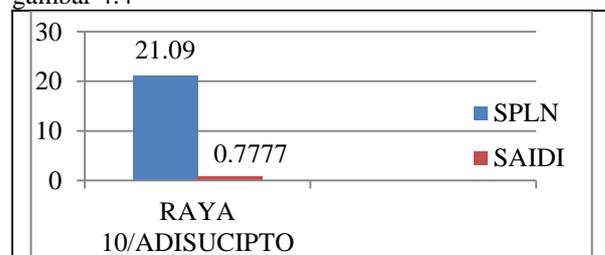
Berdasarkan pada gambar diagram diatas dapat dianalisa bahwa indeks keandalan SAIFI feeder raya 10 pada PT. PLN (Persero) rayon pontianak terbilang handal, karena angka SAIFI yang diperoleh berdasarkan perhitungan berada dibawah angka yang telah ditetapkan oleh nilai standar SPLN 3,2 kali/pelanggan/tahun.

2. Indeks Keandalan SAIDI terhadap SPLN
Perbandingan nilai SAIDI terhadap SPLN dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 8 Perbandingan SAIDI terhadap SPLN pada PT. PLN (Persero) Raya 10

Feeder	SPLN	SAIDI	Keterangan
Raya 10	21,09	0,7777	Memenuhi Standar

Perbandingan nilai SAIDI terhadap SPLN pada gambar 4.4



Gambar 6 Diagram hasil perbandingan SAIDI terhadap SPLN

Berdasarkan pada gambar diagram diatas dapat dianalisa bahwa indeks keandalan SAIDI feeder raya 10 pada PT. PLN (Persero) rayon pontianak terbilang handal, karena angka SAIDI yang diperoleh berdasarkan perhitungan pada feeder berada dibawah angka yang telah ditetapkan oleh nilai standar SPLN 21,09 jam/pelanggan/tahun.

4.4 Analisa Indeks Berorientasi Pada Beban Serta Energi Perhitungan ENS dan AENS Berdasarkan Data Gangguan Pada Tahun 2018

ENS (*Energy Not Supplied*) adalah indeks keandalan yang menyatakan jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem kepada pelanggan selama periode satu tahun. Ini didefinisikan sebagai penjumlahan energi yang hilang akibat adanya gangguan terhadap pasokan daya selama periode satu tahun. secara sistematis rumus perhitungan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$ENS = \Sigma [\text{Daya Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (h)}]$$

AENS (*Avarage Energy Not Supplied*) adalah jumlah rata-rata energi listrik yang tidak disalurkan dalam suatu sistem distribusi dalam periode satu tahun akibat terjadinya gangguan. Hal ini didefinisikan sebagai rasio dari total energi yang tidak dapat disalurkan untuk jumlah pelanggan yang dilayani. secara sistematis rumus perhitungan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$AENS = \frac{ENS}{\Sigma N}$$

Dimana, ENS = jumlah energi yang tidak tersalurkan oleh sistem

Ni = jumlah pelanggan yang dilayani

Untuk melakukan perhitungan ENS (*Energy Not Supplied*) maka harus diketahui daya gangguan terlebih dahulu, adapun secara sistematis rumus perhitungan Daya Gangguan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$L(i) = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$ENS = \Sigma [L(i) \text{ (kW)} \times \text{durasi (h)}]$$

$$AENS = \frac{\Sigma ENS}{\Sigma N}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,95$$

Berikut ini adalah perhitungan dari ENS, AENS dan Daya Gangguan dari data dengan menggunakan data yang di peroleh pada PT.PLN (Persero) Rayon Pontianak.

$$\begin{aligned} L_{(i)} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 20.8 \times 134 \times 0,95 \\ &= 4.586 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$1. \quad ENS = \Sigma [L(i) \text{ (kW)} \times \text{durasi (h)}]$$

$$\begin{aligned} ENS &= \Sigma [4.586 \text{ kW} \times 1,0166] \\ &= 4,662 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$2. \quad AENS = \frac{\Sigma ENS}{\Sigma N}$$

$$\begin{aligned} AENS &= \frac{4,662}{3,030} \\ &= 1,538 \text{ kWh/pelanggan} \end{aligned}$$

Perhitungan di atas merupakan salah satu perhitungan besarnya energi yang mengalir pada beban (i), ENS dan AENS. Perhitungan tersebut berlaku pada perhitungan dengan data yang ada pada gangguan.

Perhitungan ENS AENS Feeder Raya 10 Selama Tahun 2018

$$\begin{aligned} L_{(i)} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 20.8 \times 32166 \times 0,95 \\ &= 1,100,891 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$1. \quad ENS = \Sigma [L(i) \text{ (kW)} \times \text{durasi (h)}]$$

$$\begin{aligned} ENS &= \Sigma [1,100,891 \text{ kW} \times 68245215 \text{ jam}] \\ &= 7,5130 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$2. \quad AENS = \frac{\Sigma ENS}{\Sigma N}$$

$$\begin{aligned} AENS &= \frac{7,5130}{8950} \\ &= 8,3944 \text{ kWh/pelanggan} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah energi yang tidak tersalurkan ke pelanggan (ENS) akibat terjadinya gangguan pada feeder selama tahun 2018 diperoleh sebesar 7,5130 kWh. Sedangkan besarnya rata-rata energi yang tidak tersalurkan per pelanggan (AENS) selama tahun 2018 diperoleh sebesar 8,3944 kWh/pelanggan. rugi-rugi energi yang tidak tersalurkan jika ditinjau hasil perhitungan dari total ENS dan AENS jika harga listrik PLN per kWh pada tahun 2018 adalah Rp. 1.467.28/kWh, maka kerugian PLN akibat gangguan pada feeder di PT. PLN (Persero) Raya 10 selama tahun 2018 adalah sebesar Rp. 1.241,672/kWh.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan SAIFI, SAIDI, ENS, AENS serta perbandingan terhadap SPLN dapat disimpulkan bahwa pada feeder PT. PLN (Persero) Raya 10 sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan nilai indek keandalan SAIFI pada Feeder Raya 10/Adisucipto terdapat sebesar 0,7960 kali/pelanggan/tahun. Maka terbilang handal, karena angka SAIFI yang di peroleh berdasarkan perhitungan berada di bawah angka yang telah ditetapkan oleh nilai standar SPLN dengan nilai indek 3,2 kali/pelanggan/tahun.
2. Hasil perhitungan nilai indek keandalan SAIDI pada Feeder Raya 10/Adisucipto terdapat sebesar 0,7777 kali/pelanggan/tahun maka terbilang handal, karena angka SAIDI yang di peroleh berdasarkan perhitungan pada Feeder berada di bawah angka yang telah ditetapkan oleh SPLN dengan nilai indek 21,9 kali/pelanggan/tahun.
3. Besarnya jumlah energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Pontianak pada tahun 2018, nilai ENS (*Energy Not Suplied*) pada Feeder Raya 10/Adisucipto yaitu sebesar 7,5130 kWh dan nilai AENS (*Avarage Energi Not Suplied*) sebesar 8,3944 kWh/pelanggan. jika harga listrik PLN per kWh pada tahun 2018 adalah 1.467,28/kWh, maka kerugian PLN akibat gangguan pada Feeder di PT.PLN Raya 10 selama tahun 2018 adalah sebesar Rp.1,241,672,-.inilah Kerugian energi yang tidak tersalurkan akibat terjadinya pemadaman.

5.2 Saran

Saran kritikan untuk PT. PLN (Persero) Rayon Pontianak yakni :

1. Evaluasi seperti pengecekan, pemeliharaan terhadap komponen agar seluruh Feeder bisa mencapai target berdasarkan target standar SPLN 68-2 1986.
2. Seharusnya dilakukan evaluasi tingkat keandalan Feeder setiap tahunnya melihat banyaknya peningkatan pelanggan, sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat keandalan jaringan terhadap pelayanan distribusi listrik yang lebih optimal kepada konsumen.

BIOGRAFI



Ya M Randa, Lahir Di Ngabang, Kalimantan Barat, Indonesia, Pada Tanggal 02 September 1991. Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak Pada Tahun 2020.

Mengetahui,
Pembimbing Utama

Dr. Eng. Ir. Hardiansyah, M.T
NIP. 196702271993031002

Pembimbing Pembantu,

Dr. Purwoharjono, ST, MT
NIP. 197201021998021001