Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (Persero) ULP Bajawa

Nobertus Koba[1], Titiek Suheta[2], Wahyu Dwi Cahyono[3], Ilham Pratama Putra[4]
Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: ilhamzky12@gmail.com, hita@itats.ac.id

ABSTRACT
System reliability is the most important part of electrical energy distribution and is a challenge that PLN must face every year. Disturbances both by internal and external factors that cause blackouts that are so long in duration and frequency that often occur can affect the level of system reliability, even frequent power outages can cause cost losses due to energy that is not distributed properly. As happened on August 4, 2019 where there was a blackout or black out that occurred in Java Bali and then in the same year, 2019 there was a blackout that occurred in the Jakarta area, West Java. Therefore, it is necessary to calculate the reliability index based on SAIFI (System Avarage Interruption Frequency Index), CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) and SAIDI (System Avarage Interruption Duration Index) at ULP Bajawa which has 5 repositories from 1 Substation and compare the calculation results with PLN, IEEE standards. Based on the results of the calculations and analysis that have been carried out, it can be seen that almost all of the repositories have SAIFI, SAIDI and CAIDI values exceeding the standard except for the Faobata repeater with a SAIFI value of 0.8490 and SAIDI of 2.5470 times / customer. The reliability of a repeater can be said to be reliable if it does not exceed the standards that have been carried out and those that exceed the standards can be said to be unreliable.
Keywords: *Keandalan, SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI*

ABSTRAK
Keandalan sistem menjadi bagian terpenting dalam pendistribusian energi listrik dan merupakan tantangan yang harus dihadapi oleh PLN setiap tahunnya. Gangguan-gangguan baik oleh faktor internal dan juga eksternal yang menyebabkan pemadaman yang durasinya begitu lama dan frekuensinya yang sering terjadi dapat mempengaruhi tingkat keandalan sistem, bahkan pemadaman listrik yang sering terjadi dapat menimbulkan kerugian biaya dikarenakan energi yang tidak tersalurkan dengan baik. Seperti yang terjadi pada tanggal 4 agustus 2019 dimana terjadi pemadaman atau black out yang terjadi di Jawa Bali lalu pada tahun yang sama yaitu tahun 2019 terdapat pemadaman yang terjadi pada wilayah Jakarta, Jawa Barat Oleh karena itu perlu dilakukan upaya perhitungan indeks keandalan berdasarkan SAIFI (System Avarage Interruption Frequency Index), CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) dan SAIDI (System Avarage Interruption Duration Index) pada ULP Bajawa yang terdapat 5 penyulang dari 1 Gardu Induk dan membandingkan hasil perhitungan dengan standar PLN, IEEE. Berdasarkan hasil perhitungan serta analisa yang telah dilakukan terlihat bahwa hampir semua penyulang didapati nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI melebihi standar kecuali penyulang Faobata dengan nilai SAIFI 0,8490 dan SAIDI sebesar 2,5470 kali/pelanggan. Keandalan penyulang dapat dikatakan andal jika tidak melebihi standar yang telah dilakukan dan yang melebihi standar dapat dikatakan tidak andal.
Kata kunci: Keandalan, SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI

PENDAHULUAN

Tujuan dari kebijakan Energi Nasional adalah untuk menyediakan energi listrik dan menjaga keberlanjutan penyalurannya setiap waktu[1] agar dapat memenuhi kriteria andal agar bisa menyalurkan energi listrik dengan optimal atau baik[2]. Tolak ukur dari suatu sistem distribusi dapat dikatakan bagus apabila sistem distribusi tersebut berkategori andal. Kiblat atau acuan

sebagai standarisasi keandalan sistem tenaga terdapat pada standar PLN (SPLN) atau dari standar IEEE. Jika tidak mengikuti standar yang telah ditetapkan maka akibatnya akan mendatangkan peirstiwa buruk seperti pemadaman yang terjadi baru-baru ini yaitu pada tahun 2019 yang terjadi pada wilayah Jakarta dan juga Jawa Bali di tahun yang sama.

Nilai keandalan dari suatu sistem tenaga dapat terlihat dari seberapa sering frekuensi dari suatu sistem terjadi gangguan dalam satu periode waktu dan seberapa banyak gangguan yang terjadi[3] indeks-indeks atau variabel keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Frequency Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*), ASAI (*Average Service Availability Index*) dan ASUI (*Average Service Availability Index*)[4][5][2][6].

Frekuensi pemadaman dari suatu sistem dan lamanya padam sistem tersebut adalah mutu pelayanan yang sangat dapat dirasakan khususnya oleh para pelanggan seperti contohnya para pelanggan dari wilayah Jakarta pada tahun 2019 yang mengalami pemadaman, dampak yang dapat ditimbulkan akibat dari seringnya terjadi pemadaman mempengaruhi keandalan sistem tenaga listrik di wilayah PT PLN (Persero) ULP Bajawa yang bisa merugikan banyak pihak terkait seperti pelanggan dan sejumlah kegiatan usaha atau aktivitas produksi yang terhambat. Dalam penelitian yang akan dilakukan kali ini akan dibahas ukuran keandalan berdasarkan parameter atau index seperti SAIFI, SAIDI, CAIDI dan ASAI yang tidak memenuhi standar SPLN maka diperlukan penindakan lebih lanjut permasalahan kualitas jaringan, ketersediaan daya, kemampuan peralatan dan lain sebagainya.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Distribusi

Didesain dan digunakan untuk menyuplai kebutuhan daya listrik bagi sekelompok beban dari pengguna dan merupakan sistem yang cukup rumit dan kompleks[2], termasuk pada bagian sistem tenaga listrik yang digunakan untuk mengirimkan daya listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen dan dapat digunakan secara langsung oleh konsumen[7]. Pada sistem distribusi ini merupakan bagian yang paling banyak mengalami gangguan.

Keandalan Sistem Distribusi

Merupakan tingkat atau presentase keberhasilan kinerja dari suatu sistem tenaga, dan digunakan untuk menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem tenaga tersebut dengan diadakan pengecekan melalui perhitungan ataupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja dari suatu sistem pada periode tertentu dan kemudian membandingkannya dengan standar yang sudah pernah ditetapkan[7] yang berkonsep pada ketersediaan (availablility) dan ketidak-tersediaan (unavailability)[8][1][9].

Indeks Keandalan

Merupakan perbandingan yang diperoleh dari jam konsumsi konsumen total per tahun dikurangi dengan jam konsumen terinterupsi total per tahun[9] atau suatu metode upaya pengevaluasian parameter index keandalan suatu peralatan distribusi tenaga listrik terhadap keandalan mutu pelayanan kepada para user atau pelanggan[7].

Beberapa indeks keandalah adalah:

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) merupakan jumlah dari rata-rata kegagalan yang terjadi setiap pelanggan yang dilayani di tiap tahunnya[9][10] dengan satuan kali/pelanggan/tahun.

Secara matematis dapat dirumuskan:

$$\mathbf{SAIFI} = \frac{\sum \boldsymbol{\lambda_i n_i}}{\sum \mathbf{N}} \quad (1)$$

Dimana:

λi = indeks kegagalan rata-rata per tahun

Ni = jumlah konsumen padam
N = jumlah total pelanggan

SAIDI (S*ystem Average Interruption Duration Index*) adalah nilai dari rata-rata lamanya suatu kegagalan untuk setiap pelanggan selama periode satu tahun[7] dengan satuan jam/pelanggan/tahun [9].

Secara matematis dapat dirumuskan:

$$\textbf{SAIDI} = \frac{\mathbf{U_i n_i}}{\mathbf{\sum N}} \quad (2)$$

Dimana:

Ui = Durasi kegagalan rata-rata per tahun
Ni = Jumlah konsumen padam
N = Jumlah total pelanggan

CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index***)** yaitu durasi dari gangguan yang dialami oleh konsumen rata-rata tiap tahunnya, menginformasikan bahwa waktu rata-rata yang diperlukan untuk penormalan kembali gangguan tiap- tiap pelanggan dalam satu tahunnya dan ditetapkan dalam bentuk persamaan[11][10][2]:

$$\textbf{CAIDI} = \frac{\textbf{SAIDI}}{\textbf{SAIFI}} \text{ jam/gangguan} \quad (3)$$

ASAI (*Average Service Availability Index)* adalah kemampuan dari suatu sistem untuk mensuplai suatu sistem yang lain dalam jangka waktu satu tahunnya, dinyatakan dalam presentase % dan dirumuskan[2][12]:

$$\textbf{ASAI} = \frac{\sum \mathbf{N_i \times 8760} - \sum \mathbf{U_i N_i}}{\sum \mathbf{N_i \times 8760}} \text{ persen} \quad (4)$$

Dimana:

Ui = durasi kegagalan rata-rata per tahun
Ni = Jumlah konsumen padam
8760 adalah jumlah jam dalam satu tahun

Standar Nilai Keandalan

SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara) 68 – 2 : 1986

PT. PLN (Persero) telah menetapkan petunjuk dan pedoman standar teknis yang merupakan norma keandalan sistem tenaga listrik, untuk mempertahankan standar kualitas yang tinggi, persyaratan ini berusaha untuk memperkuat nilai ketergantungan sistem tenaga listrik.

Tabel 1. Standar *Index* Keandalan dari SPLN

Indikator Kerja	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	3,2	kali/pelanggan/tahun
SAIDI	21,09	jam/pelanggan/tahun

IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) std 1366 – 2003

Tabel 2. Standar Nilai Keandalan oleh IEEE

Indeks Keandalan	Standar Nilai	Satuan
Saifi	1,45	Kali/Pelanggan/Tahun
Saidi	2,30	Jam/Pelanggan/Tahun
Caidi	1,47	Jam/Gangguan
Asai	99,92	Persen

Berdasarkan SPLN 59 tahun 1985 tentang nilai indeks keandalan saluran udara dan indeks kegagalan peralatan, ditunjukkan dalam tabel berikut ini[13]:

Tabel 3. Data Indeks Keandalan Saluran Udara

Saluran Udara	
Sustained failure rate (λ/km/yr)	0,2
R (Repair time) (Jam)	3
Rs (Switch time) (Jam)	0,15

Tabel 4. Indeks Kegagalan Peralatan

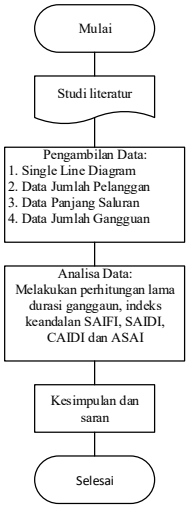
Komponen	λ (failure rate)	R (repaire rate) (jam)	Rs (switching time) (jam)
Trafo Distribusi	0,005/unit/tahun	10	0,15
Circuit Breaker	0,004/unit/tahun	10	0,15
Section Alizer	0,003/unit/tahun	10	0,15

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) ULP Bajawa pada tahun 2021.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Kali Ini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Panjang saluran pada GI Bajawa ditunjukkan pada tabel 5:

Tabel 5. Panjang saluran masing-masing penyulang

No	Nama Penyulang	Panjang Saluran (KMS)
1	Faobata	1,698
2	Mataloko	15,04
3	Lebijaga	14,889
4	Golewa	118,961
5	Boawae	235,763
Total		235,763

Tabel 6. Data Total Pelanggan masing-masing penyulang

No	Nama Penyulang	Jumlah Pelanggan
1	Faobata	3139
2	Lebijaga	5326
3	Mataloko	3985
4	Golewa	10794
5	Boawae	10473

Hasil perhitungan laju kegagalan Poin Beban dan lamanya gangguan
Berdasarkan tabel 3, 4 dan 5 didapatkan nilai:

Tabel 7. Data laju kegagalan *load poin* dan lama gangguan masing-masing penyulang

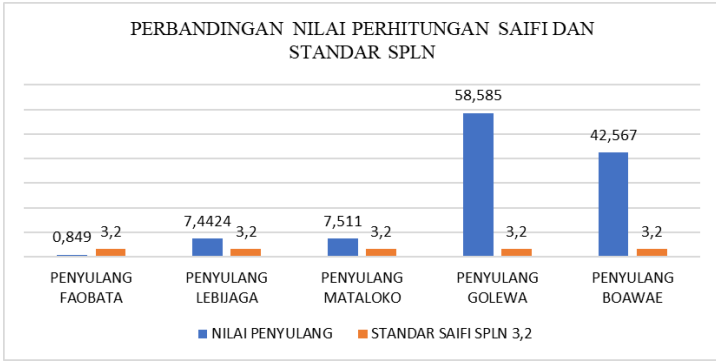
No	Nama Penyulang	Laju Kegagalan Load Poin	Lama Gangguan
1	Faobata	0,849	2,547
2	Lebijaga	7,444	21,945
3	Mataloko	7,511	22,551
4	Golewa	52,585	174,442
5	Boawae	42,567	127,742

Hasil perhitungan SAIFI
Berdasarkan tabel 6 dan 7, maka nilai SAIFI:

Tabel 8. Nilai SAIFI masing-masing penyulang

No	Nama Penyulang	SAIFI Kali/pelanggan/tahun
1	Faobata	0,8490
2	Lebijaga	7,4424
3	Mataloko	7,5110
4	Golewa	58,585
5	Boawae	42,567

Dari tabel 8 nilai SAIFI penyulang Faobata masih dibawah standar dan sistem dikategorikan masih stabil dan handal.



Gambar 2. Perbandingan nilai SAIFI dengan standar SPLN

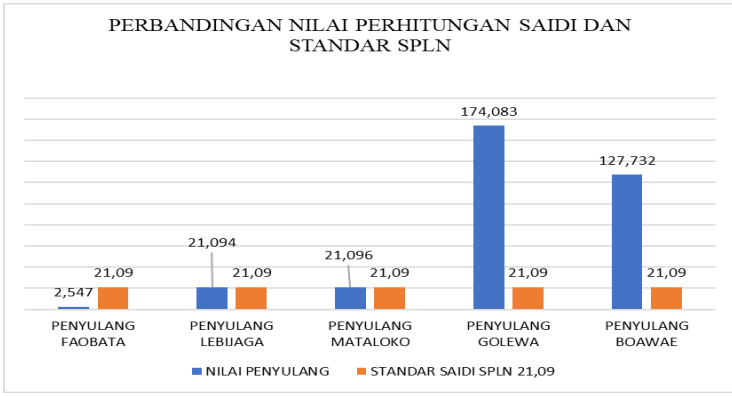
Dari gambar 2 menunjukan bahwa nilai SAIFI yang tidak sesuai standar SPLN terdapat pada penyulang Lebijaga 7,442, Mataloko 7,511, Golewa 58,585 dan Boawae 42,567 dalam satuan kali/pelanggan/tahun.

Hasil perhitungan SAIDI

Berdasarkan tabel 6 dan 7, maka nilai SAIDI:

Tabel 9. Nilai SAIDI masing-masing penyulang

No	Nama Penyulang	SAIDI
1	Faobata	2,547
2	Lebijaga	21,0945
3	Mataloko	21,0960
4	Golewa	174,083
5	Boawae	127,732



Gambar 3. Perbandingan nilai SAIDI dengan standar SPLN

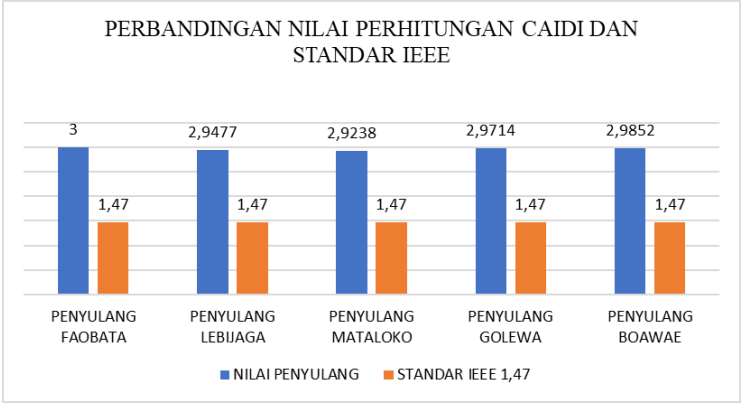
Dari gambar 3 menunjukan bahwa nilai SAIDI yang tidak sesuai standar SPLN terdapat pada penyulang Golewa 174,08 dan Boawae 127,732 dalam satuan jam/pelanggan/tahun.

Hasil perhitungan CAIDI

Berdasarkan tabel 8 dan 9, maka nilai CAIDI:

Tabel 10. Nilai CAIDI masing-masing penyulang

No	Nama Penyulang	CAIDI
1	Faobata	3
2	Lebijaga	2,9477
3	Mataloko	2,9238
4	Golewa	2,9714
5	Boawae	2,9852



Gambar 4. Perbandingan nilai CAIDI dengan standar IEEE

Berdasarkan gambar 4 menunjukan nilai CAIDI yang melebihi standar IEEE terdapat pada semua penyulang hal ini disebabkan karena durasi lamanya gangguan pada pelanggan selama satu tahun.

Hasil perhitungan ASAI

$$\text{ASAI} = \frac{8760 - \text{SAIDI}}{8760} = \frac{8760-2{,}547}{8760} = 87\%$$

Untuk empat penyulang lainnya nilai ASAI sesuai standar IEEE dan dapat dikategorikan bahwa sistem dalam merespon terhadap tingkat perbaikan kembali oleh sistem lebih cepat.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ada empat penyulang dengan nilai SAIFI melebihi standar SPLN 3,2 dan dinyatakan penyulang tersebut belum handal, diantaranya adalah penyulang Lebijaga 7,4424, Mataloko 7,5110, Golewa 58,585 dan Boawae 42,567 kali/pelanggan/tahun.
2. Penyulang Golewa dan Boawae nilai SAIDI masing-masing sebesar 174,083 dan 127,732 jam/pelanggan/tahun dimana nilai tersebut belum memenuhi standar SPLN 21,09 .
3. Untuk nilai CAIDI disemua penyulang melebihi standar IEEE 1,47 hal ini dikarenakan lamanya durasi gangguan pada pelanggan selama satu tahun.

4. Nilai Asai pada semua penyulang rata-rata 87% masih sesuai standar IEEE 99,92% dan dinyatakan bahwa sistem mampu dalam menyediakan serta mengirimkan suatu sistem dalam jangka waktu atau periode 1 tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Fatoni, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT.PLN Rayon Lumajang dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, hal. 462–467, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16150.

[2] T. D. D. Bobo, W. F. Galla, dan E. R. Mauboy, "Analisis Keandalan Pada Jaringan Distribusi Penyulang Oesao, Camplong Dan Buraen," *J. Media Elektro*, vol. VIII, no. 1, hal. 63–71, 2019, doi: 10.35508/jme.v8i1.964.

[3] M. Jufrizel dan R. Hidayatullah, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV Menggunakan Metode Section Technique dan Ria – Section Technique pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.*, vol. 9, hal. 417–423, 2017.

[4] A. F. Setiawan dan T. Suheta, "Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UPJ Mojokerto Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS)," *Cyclotron*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4304.

[5] Mohammad Rexy Hanif dan Titiek Suheta, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20kv di PT. PLN (Persero) Rayon Kudus Kota Menggunakan Metode Section Technique," *J. Intake J. Penelit. Ilmu Tek. dan Terap.*, vol. 11, no. 2, hal. 56–63, 2020, doi: 10.48056/jintake.v11i2.134.

[6] A. J. Mumu, G. Ch, S. T. Mangindaan, dan I. H. Tumaliang, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi Di Kotamobagu Menggunakan Indeks Saifi Dan Saidi," vol. 5, hal. 1–8, 2021, [Daring]. Tersedia pada: http://repo.unsrat.ac.id/3303/.

[7] I. S. H. Gheschik Safiur Rahmat, Ontoseno Penangsang, "Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Surabaya Menggunakan Loop Restoration Scheme," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 2, hal. 1–6, 2013.

[8] A. P. Gumilang, "Penilaian Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jawa Bagian Timur dan Bali Menggunakan Formula Analitis Deduksi Dan Sensitivitas Analitis Dari Expected Energy Not Served," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.29094.

[9] S. S. Jendry Richardo Rumbay, Lily S. Patras, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Sangihe," 2022.

[10] P. L. N. Persero, R. Kota, M. Imran, dan A. Bintoro, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Untuk Wilayah Kota Lhokseumawe Di PT. PLN (Persero) Rayon Kota Lhokseumawe," vol. 08, hal. 42–47, 2019.

[11] A. Jeklin *et al.*, "Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV PT PLN (Persero) UP3 Jambi ULP Kotabaru," *Corresp. Análisis*, no. 15018, hal. 1–23, 2016.

[12] T. Arfianto, dan wahyu A. Purbandoko, "Studi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Dari Gangguan Faktor Alam Di Pt. Pln (Persero) Rayon Cimahi Selatan," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, 2018, doi: 10.33387/protk.v5i2.705.

[13] U. L. Negara, "SPLN 59 : 1985 Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV," hal. Aryanto, T. (2013) 'Frekuensi Gangguan Terhadap Ki.