

Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam Menggunakan Metode SAIDI Pada PT PLN (Persero) ULP Bengkalis

Tinesia Sitompul¹, Zulkifli²^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia
email: tinesiasitompul@gmail.com¹, zulkifli@polbeng.ac.id²

Intisari - Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan sistem distribusi listrik 20 kV pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam di PT PLN (Persero) ULP Bengkalis dengan menggunakan metode SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*). Analisis dilakukan berdasarkan data gangguan yang terjadi selama periode Januari hingga Mei 2025, yang mencakup jenis gangguan, durasi pemadaman, jumlah pelanggan terdampak, serta penyebab gangguan. Metode SAIDI digunakan untuk menghitung rata-rata durasi gangguan yang dialami oleh setiap pelanggan selama periode pengamatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai SAIDI bulanan berada pada kisaran 0,127 hingga 0,369 jam/pelanggan/bulan, dengan akumulasi selama lima bulan sebesar 0,2 jam/pelanggan atau setara dengan 2,4 jam/pelanggan/tahun. Nilai ini masih berada jauh di bawah batas standar yang ditetapkan oleh SPLN 68-2:1986, yaitu 21 jam/pelanggan/tahun. Penyebab utama gangguan pada jaringan distribusi diidentifikasi berasal dari faktor eksternal seperti pohon dan binatang, serta faktor internal seperti sambungan lepas. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi listrik pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam tergolong andal selama periode pengamatan.

Kata kunci: Keandalan sistem distribusi, SAIDI, Gangguan jaringan, Penyulang Bandung.

Abstract - This study aims to analyze the reliability of the 20 kV electricity distribution system in the Bandung Substation of Sei Alam Department at PT PLN (Persero) ULP Bengkalis using the SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) method. The analysis was carried out based on disturbance data that occurred during the period January to May 2025, which included the type of disturbance, the duration of the outage, the number of affected customers, and the cause of the disturbance. The SAIDI method is used to calculate the average duration of interference experienced by each customer during the observation period. The analysis shows that the monthly SAIDI value is in the range of 0.127 to 0.369 hours/customer/month, with an accumulation for five months of 0.2 hours/customer or equivalent to 2.4 hours/customer/year. This value is still far below the standard limit set by SPLN 68-2:1986, which is 21 hours/customer/year. The main causes of interference in the distribution network were identified as external factors such as trees and animals, and internal factors such as loose connections. Based on these results, it can be concluded that the electricity distribution system in the Bandung Substation of Sei Alam Department is considered reliable during the observation period.

Keywords: Distribution system reliability, SAIDI, Network interference, Bandung Repeater.

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan termasuk bagian dalam sistem tenaga listrik yang menyalurkan tenaga listrik dari sumber tenaga listrik sampai ke pelanggan[1]. Dalam sistem

ketenagalistrikan, memerlukan jaringan tenaga listrik yang andal dan efisien. Jaringan ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu jaringan transmisi yang meliputi sistem tegangan ekstra tinggi dan tinggi, serta jaringan distribusi yang mencakup sistem tegangan menengah dan rendah. Salah satu permasalahan utama dalam sistem distribusi adalah kestabilan tegangan, karena peralatan konsumen hanya dapat beroperasi pada rentang tegangan tertentu. Apabila tegangan berada di luar batas toleransi, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, maka dapat menyebabkan gangguan bahkan kerusakan pada peralatan konsumen.

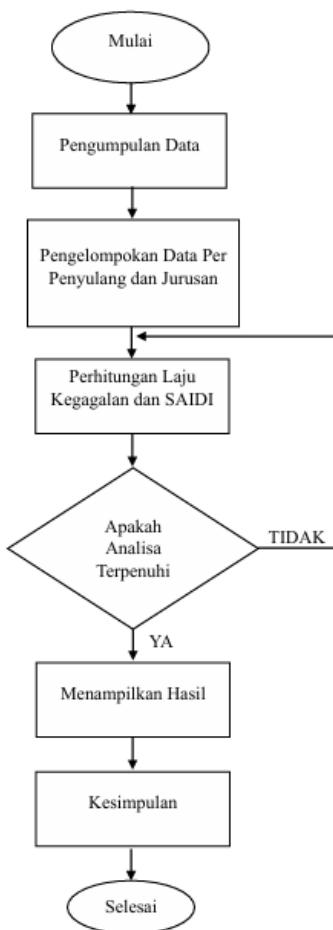
Secara umum, sistem tenaga listrik terdiri dari tiga komponen utama: pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit disalurkan melalui jaringan transmisi menuju gardu induk, kemudian didistribusikan kepada konsumen melalui jaringan distribusi. Proses distribusi ini mencakup transformasi tegangan serta fungsi pemutusan dan penghubungan beban di gardu induk (*substation*). Berdasarkan tingkat tegangannya, jaringan distribusi dibedakan menjadi dua, yaitu distribusi primer (tegangan menengah) dan distribusi sekunder (tegangan rendah). Di Indonesia, tegangan menengah umumnya menggunakan 20 kV, sedangkan tegangan rendah menggunakan 220/380 V[2].

PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Bengkalis merupakan salah satu unit pelayanan yang bertanggung jawab dalam mendistribusikan energi listrik di wilayah Bengkalis dan sekitarnya. Dalam menjalankan tugasnya, ULP Bengkalis menghadapi berbagai tantangan dalam menjaga kontinuitas dan kualitas pelayanan kelistrikan, terutama terkait dengan keandalan jaringan distribusi tegangan menengah. Permasalahan seperti gangguan jaringan, penurunan tegangan, serta pemadaman yang tidak terencana menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kinerja sistem distribusi di wilayah ini. Oleh karena itu, analisis terhadap kondisi jaringan distribusi di ULP Bengkalis, termasuk identifikasi jenis gangguan dan durasi pemadaman, menjadi hal yang penting dalam upaya meningkatkan keandalan sistem serta kualitas pelayanan kepada pelanggan.

Keandalan dapat di lihat dari sejauh mana penyuplai tenaga listrik bisa mensuplai energi terus menerus dalam satu tahun pada setiap pelanggan. Tingkat keandalan suatu jaringan dapat dilihat dari besar kecilnya nilai SAIDI di pihak PLN[3]. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan[4].

II. METODE

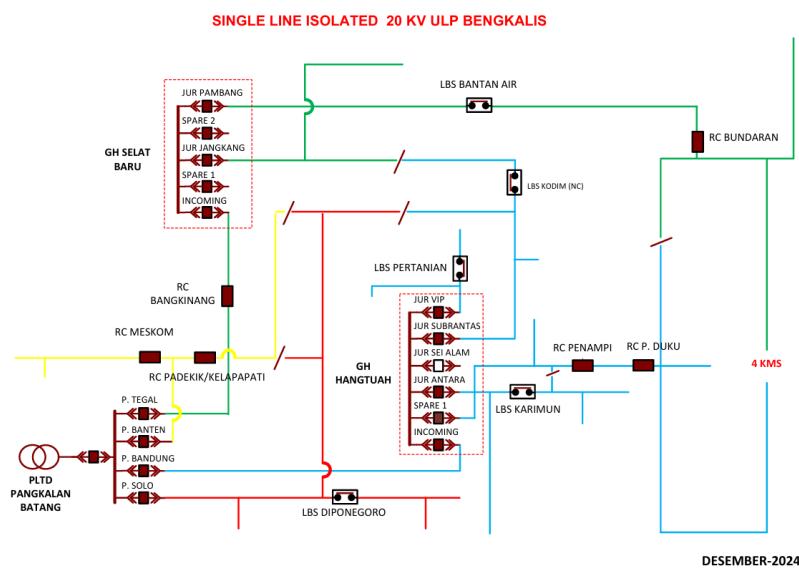
Penelitian ini bertempat di PT PLN (Persero) ULP Bengkalis Jl. Antara, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Riau 28711. Data dikumpulkan dari data gangguan pada bulan Januari- April tahun 2025 dengan melakukan observasi secara langsung di ULP Bengkalis. Untuk data yang diambil yaitu, data pelanggan pada penyulang Bandung yang disuplai ULP Bengkalis, *Single line diagram*, Frekuensi gangguan dan lamanya pemadaman, serta penyebab gangguan pada tahun 2025. Pengolahan data tersebut dilakukan menggunakan rumus – rumus yang sudah ditetapkan untuk menghitung nilai indeks keandalan SAIDI kemudian nanti hasilnya dibandingkan dengan standart SPLN 68-2 tahun 1986[5], untuk mengetahui tingkat keandalannya pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam di ULP Bengkalis tahun 2025. Langkah penelitian dapat dilihat pada flowchart yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart
(Sumber: Data Olahan, 2025)

A. Pengumpulan Data

1. Diagram satu garis (*Single Line Diagram*) sistem distribusi tenaga listrik 20kV sistem ULP Bengkalis.



Gambar 2. Single Line Diagram ULP Bengkalis

(Sumber: Arsip Perusahaan, 2025)

2. Data Jumlah Pelanggan

TABEL 1. JUMLAH PELANGGAN PENYULANG BANDUNG BULAN JANUARI - MEI 2025

Penyulang Bandung	Jumlah Pelanggan
Jurusan Hangtuah	8.414
Jurusan Antara	6.360
Jurusan Sei Alam	3.488
<i>Recloser</i> Penampi	1.258
<i>Recloser</i> Pematang Duku	2.467
Jurusan Subrantas	2.390
Jurusan VIP	3.962
TOTAL	28.339

(Sumber: Data Olahan, 2025)

Pada Tabel 1. total jumlah pelanggan Unit Layanan Pelanggan (ULP) Bengkalis pada Penyulang Bandung bulan Januari - Mei 2025 adalah 28.339, Pada Jurusan Sei Alam adalah 7.213 dan akan terus meningkat

3. Data Gangguan ULP Bengkalis

TABEL 2. DATA GANGGUAN ULP BENGKALIS BULAN JANUARI - MEI 2025

Bulan	Jumlah Pelanggan	Jumlah Pelanggan Padam	Lama Gangguan (Jam)	Jumlah Gangguan
Januari	28.339	7.213	0,5	7
Februari	28.339	7.213	0,65	11
Maret	28.339	7.213	0,7	6
April	28.339	7.213	0,633	8
Mei	28.339	7.213	1,45	4

(Sumber: Data Olahan, 2025)

Pada Tabel 2. Data gangguan jaringan distribusi 20kV PT. PLN ULP Bengkalis bulan Januari-Mei tahun 2025 menampilkan data jumlah pelanggan, jumlah pelanggan padam, dan lama padam (dalam jam) yang terjadi pada Penyulang Jurusan Sei Alam selama periode Januari hingga April 2025. Durasi gangguan yang terjadi setiap bulannya berkisar 0,5 – 1,45 Jam. Jumlah pelanggan keseluruhan pada penyulang ini tetap konstan, yaitu sebanyak 28.339 pelanggan, dengan 3.488 pelanggan terdampak gangguan setiap bulannya.

4. Data Penyebab Gangguan

Data penyebab gangguan ini untuk melihat dan mengamati penyebab gangguan apa saja yang paling sering terjadi pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam pada bulan Januari - Mei 2025.

TABEL 3. DATA PENYEBAB GANGGUAN

No.	Penyebab Gangguan	Banyak Gangguan
1.	Binatang Kesentrum	5
2.	Komponen JTM	3
3.	Tidak Ditemukan	28
Total Gangguan		36

(Sumber: Data Olahan, 2025)

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat data penyebab gangguan bulan Januari – Mei 2025 pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam paling banyak terjadi gangguan yang tidak diketahui penyebab gangguannya, karena tidak ditemukan eviden pada lokasi gangguan. Namun indikasi asumsi gangguan tersebut umumnya mengarah pada dua kemungkinan utama, yaitu gangguan dari pohon yang menyentuh jaringan listrik atau aktivitas hewan liar yang mengganggu peralatan distribusi.

B. Laju Kegagalan (λ)

Laju Kegagalan (λ) menunjukkan tingkat kerapuhan atau kerentanan suatu sistem kelistrikan mengalami kegagalan atau gangguan per satuan waktu. Semakin tinggi nilai laju kegagalannya, maka semakin sering gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan tersebut.[6] Berdasarkan perhitungan laju kegagalan yang telah dilakukan diperoleh beberapa nilai indeks dimana masing – masing indeks berbeda nilainya dari bulan ke bulan[7]. Setelah semua data terkumpul, maka laju kegagalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini[6].

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Jumlah Operasi Dalam 1 Bulan}} \quad (1)$$

C. System Average Interruption Duration Index (SAIDI).

System average interruption duration index (SAIDI) adalah total durasi waktu kegagalan padam yang terjadi pada pelanggan terhitung dalam periode waktu tertentu dibagi dengan total pelanggan yang dilayani[8]. Perhitungan untuk mencari nilai SAIDI atau lama pelanggan padam rata-rata memerlukan data gangguan dan data pelanggan ULP Bengkalis. Pada hitungan nilai SAIDI ini yaitu dalam periode Januari - Mei tahun 2025. Oleh sebab itu, data gangguan yang diperlukan yaitu meliputi durasi padam pelanggan dalam periode bulanan, dan jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman dalam periode bulanan, sedangkan data pelanggan yang diperlukan adalah jumlah total pelanggan yang dilayani selama periode penelitian sesuai dengan penjelasan di atas[9]. Untuk menghitung laju kegagalan tersebut dapat digunakan rumus persamaan sebagai berikut[10]:

$$SAIDI = \frac{\text{Jam x pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}} \text{ Jam/plg/bulan} \quad (2)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Angka Laju Kegagalan

Angka laju kegagalan dipengaruhi oleh banyaknya jumlah gangguan yang terjadi pada jaringan sistem distribusi baik yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal yang mengakibatkan padam selama periode waktu[7].

Perhitungan laju kegagalan bulan Januari:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Jumlah Operasi Dalam 1 Bulan}}$$

$$\lambda = \frac{7 \text{ Kegagalan}}{31 \text{ hari Operasi}}$$

$$\lambda = 0,226 \text{ Kegagalan/hari operasi}$$

Dengan rumus yang sama, maka hasil perhitungan indeks laju kegagalan tersebut dirangkum pada tabel 4. dibawah ini:

TABEL 4. TABEL LAJU KEGAGALAN PER BULAN

No	Bulan	Jumlah Kegagalan (Kali)	Jumlah Operasi Dalam 1 Bulan (Hari)	Laju Kegagalan Rata-rata (λ) (Kali/Hari Operasi)
1.	Januari	7	31	0,226
2.	Februari	11	28	0,393
3.	Maret	6	30	0,2
4.	April	8	30	0,267
5.	Mei	4	31	0,129
	Tertinggi	11		0,393
	Terendah	4		0,129
	Rata – Rata	7,5		0,261
	Total	36		1,215

(Sumber: Data Olahan, 2025)

Secara keseluruhan, total jumlah kegagalan pada bulan Januari – Mei tahun 2025 pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam adalah 36 kali. Rata – rata kegagalan per bulan adalah 7,5 kali dengan rata – rata laju kegagalan 0,261. Jumlah kegagalan banyak terjadi pada bulan Februari dengan total 11, Sementara bulan dengan kegagalan paling sedikit adalah bulan Mei dengan hanya total 4 kegagalan.

B. Perhitungan Nilai SAIDI

Setelah semua data terkumpul, maka SAIDI dapat dihitung dengan menggunakan rumus SAIDI berikut ini.

Perhitungan SAIDI Bulan Januari 2025:

$$SAIDI = \frac{\text{Jam x pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan yang dilayani}} \text{ Jam/plg/bulan}$$

$$SAIDI = \frac{0,5 \times 7.213}{28.339}$$

$$SAIDI = 0,127 \text{ Jam/plg/bulan}$$

Setelah dilakukan perhitungan per bulan maka diperoleh hasil nilai indeks SAIDI dari bulan Januari – Mei 2025 yang dapat dilihat pada Tabel 5. Berikut.

TABEL 5. HASIL PERHITUNGAN NILAI SAIDI BULAN JANUARI – MEI

No.	Bulan	SAIDI (Jam/plg/bulan)
1.	Januari	0,127
2.	Februari	0,165
3.	Maret	0,178
4.	April	0,161
5.	Mei	0,369

(Sumber: Data Olahan, 2025)

Berdasarkan standar SPLN 68-2:1986, suatu jaringan distribusi tegangan menengah dapat dikatakan andal jika nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) tidak lebih dari 21 jam per pelanggan dalam satu tahun. Dari hasil analisa data gangguan pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam selama bulan Januari hingga Mei 2025, diperoleh rata-rata nilai SAIDI sebesar 0,2 jam per pelanggan per bulan. Jika nilai ini dikalikan untuk satu tahun, maka totalnya sekitar 2,4 jam per pelanggan per tahun. Nilai ini masih jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi listrik pada penyulang ini masih tergolong andal berdasarkan lama waktu padam yang dialami pelanggan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa keandalan sistem distribusi 20 kV pada Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam di PT PLN (Persero) ULP Bengkalis, diperoleh bahwa rata-rata laju kegagalan selama periode Januari hingga Mei 2025 adalah 0,261 kegagalan per hari, dengan total 36 gangguan. Nilai indeks keandalan SAIDI selama periode tersebut berkisar antara 0,127 hingga 0,369 jam/pelanggan/bulan, dengan rata-rata 0,2 jam/pelanggan/bulan. Nilai ini berada jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam standar SPLN 68-2:1986, yaitu 21 jam/pelanggan/tahun, sehingga sistem distribusi dinyatakan andal. Mayoritas gangguan diduga disebabkan oleh faktor eksternal seperti pohon atau binatang, yang menunjukkan perlunya pemeliharaan lingkungan sekitar jaringan. Dengan demikian, sistem distribusi Penyulang Bandung Jurusan Sei Alam menunjukkan tingkat keandalan yang baik dan sesuai dengan standar operasional yang berlaku.

REFERENSI

- [1] R. Agung, H. Alam, and A. D. Tarigan, "Analisis Perbandingan SAIDI-SAIFI Pada Penyulang 20 Kv Sebelum dan Setelah Pemeliharaan di PT PLN (Persero) ULP Meulaboh Kota," *J. Serambi Engineering*, vol. IX, no. 2, pp. 8812–8819, 2024.
- [2] R. T. Jurnal, "Analisa Nilai SAIDI SAIFI Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya PT PLN (Persero) Area Ciputat," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 70–77, 2019.
- [3] J. D. Haryanto and H. H. Tumbelaka, "Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan PT PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 71–74, 2017.
- [4] A. Zaki, I. T. Yunia hastuti, and I. Sunaryantiningsih, "Perhitungan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT PLN (Persero) ULP Maospati," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 2, no. 2, p. 23, 2022.
- [5] D. Rulianto, I. T. Yunia hastuti, and R. D. Laksono, "Analisa Keandalan Distribusi 20 KV Menggunakan SAIDI dan SAIFI di ULP Caruban," *Set-up J. Keilmuan Tek.*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2023.
- [6] L. T. Akhir *et al.*, "Analisis Pengaruh Nilai SAIDI Dan SAIFI Terhadap Rugi-Rugi Daya Pada Gardu Induk Comal 150/20 Kv," 2024.
- [7] D. Dasman and H. Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 170–179, 2017.
- [8] D. Rika Widianita, "Analisis Indeks Keandalan Pelayanan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 KV Berdasarkan Metode SAIDI DAN SAIFI di PT PLN (PERSERO) ULP

- Lancang Garam Kota Lhokseumawe,” *AT-TAWASSUTH J. Ekon. Islam*, vol. VIII, no. I, pp. 1–19, 2023.
- [9] I. Pratama, Y. Mohammad, and T. I. Yusuf, “Analisis Keandalan Jaringan Distribusi 20kV Pada ULP Toili Berdasarkan SAIDI dan SAIFI,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 197–203, 2023.
- [10] M. Alwi *et al.*, “Dampak Indeks Saidi Dan Saifi Terhadap Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyulang Da.05 Kota Medan,” pp. 717–725, 2023.