

Analisa Tingkat Keandalan Jaringan Listrik Terhadap Penambahan Recloser Pada Penyulang Camplong

Nurul Hidayati¹, Wellem F. Galla^{*)2}, Frans J. Likadja³

^{1,2,3} Prodi Teknik Elektro / Fakultas Sains dan Teknik / Universitas Nusa Cendana

^{*)}Corresponding author, email: wfridzg@staf.undana.ac.id

Abstrak

INFO.

Penyulang Camplong adalah salah satu penyulang dalam area distribusi energi listrik di PT.PLN (Persero) ULP Oesao yang mensuplai energi listrik ke konsumen. Penelitian ini bertujuan menganalisa tingkat keandalan jaringan listrik terhadap penambahan Recloser pada Penyulang Camplong di PT.PLN (Persero) ULP Oesao dengan menghitung berapa besar indeks keandalan SAIDI dan SAIFI, CAIDI dan CAIFI kemudian membandingkan indeks keandalan sebelum adanya penambahan Recloser tahun 2023 dengan sesudah adanya penambahan Recloser tahun 2024. Diperoleh hasil perhitungan sebelum adanya penambahan Recloser yaitu SAIDI = 4,984774 jam/pelanggan/tahun, dan SAIFI = 4,621351 kali/pelanggan/tahun, CAIDI= 0,072000 jam/gangguan/tahun, dan CAIFI = 9,970384 kali/gangguan/tahun. Sedangkan sesudah adanya penambahan Recloser yaitu SAIDI = 2,939054 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI = 3,184314 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 0,884074 jam/gangguan/tahun dan CAIFI = 11,050742 kali/gangguan/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai indeks SAIDI dan SAIFI tahun 2024 lebih kecil dan dikatakan semakin handal. Sementara untuk nilai indeks CAIDI dan CAIFI tahun 2024 lebih besar, dikarenakan gangguan yang terjadi di tahun 2024 lebih banyak namun pelanggan padam lebih sedikit. Jadi dengan adanya penambahan Recloser, jumlah pelanggan padam menjadi lebih sedikit dan keandalan jaringan listrik menjadi lebih handal dengan kualitas pelayanan listrik ke konsumen yang semakin baik.

Info. Artikel:

No. 009

Received. Jan 12, 2025

Revised. Jan 14, 2025

Accepted. Jan 17, 2025

Page. 59 - 71

Kata kunci:

- ✓ Keandalan
- ✓ Recloser
- ✓ SAIDI
- ✓ SAIFI
- ✓ CAIDI
- ✓ CAIFI
- ✓ Penyulang Camplong

Abstract

The Camplong feeder is one of the feeders in the electrical energy distribution area at PT. PLN (Persero) ULP Oesao which supplies electrical energy to consumers. This study aims to analyze the level of reliability of the power grid to the addition of Recloser to the Camplong Feeder at PT. PLN (Persero) ULP Oesao by calculating how big the reliability index of SAIDI and SAIFI, CAIDI and CAIFI then compared the reliability index before the addition of the Recloser in 2023 with after the addition of the Recloser in 2024. The calculation results were obtained before the addition of Reclosers, namely SAIDI = 4.984774 hours/customer/year, and SAIFI = 4.621351 times/customer/year, CAIDI= 0.072000 hours/disruption/year, and CAIFI = 9.970384 times/disruption/year. Meanwhile, after the addition of Reclosers, namely SAIDI = 2.939054 hours/customer/year and SAIFI = 3.184314 times/customer/year, CAIDI = 0.884074 hours/disruption/year and CAIFI = 11.050742 times/disruption/year. Based on the results of these calculations, the value of the SAIDI and SAIFI indices in 2024 is smaller and is said to be more reliable. Meanwhile, the value of the CAIDI and CAIFI indices in 2024 is larger, because the disruptions that occur in 2024 are more but customers are less extinguished. So with the addition of Reclosers, the number of customers will be less and the reliability of the electricity network will become more reliable with better quality of electricity service to consumers.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat menuntut sistem distribusi memiliki sistem keandalan yang tinggi. Semakin sering suatu jaringan mengalami gangguan maka kualitas penyaluran energi listrik juga akan semakin buruk. Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang luas gangguannya yang paling banyak terjadi dibandingkan dengan jaringan lainnya.

Pemadaman listrik yang terlalu sering dengan waktu padam yang lama dan tegangan listrik yang tidak stabil, menyebabkan keandalan dan kualitas listrik menjadi kurang baik, tingkat keandalan dari suatu sistem pasokan tenaga listrik merupakan hal yang sangat krusial berkaitan dengan kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke pelanggan atau konsumen. Tingkat keandalan jaringan distribusi pada umumnya diukur oleh dua parameter, yaitu indeks SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan indeks SAIFI (*System Average Frequency Index*)[3]. PT.PLN (Persero) ULP Oesao merupakan salah satu Unit dari PT.PLN (Persero) Indonesia yang bertugas untuk melayani energi listrik di wilayah Kabupaten Kupang dengan jumlah 6 (enam) penyulang (*Feeder*) dengan sistem konfigurasi jaringan listrik *radial* dan memiliki 2 (dua) buah Gardu Induk (GI) yaitu GI Naibonat dan Gardu Hubung Oesao.

Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini adalah yang mengoptimalkan penempatan recloser jaringan distribusi 20kV penyulang rdt03 menggunakan algoritma optimasi *particle swarm optimization* untuk menekan saidi dan saifi. Dengan menggunakan metode optimalisasi PSO (*Particle Swarm Optimization*), didapatkan hasil bahwa *Best Fitness* untuk penempatan recloser yang paling optimal adalah pada section 29 dengan nilai SAIFI sebesar 0.32575 dan nilai SAIDI sebesar 1.0558. Perubahan penempatan recloser ini, menghasilkan penurunan SAIFI sebesar 63,52% atau sebesar 0,5675 kali/tahun/pelanggan dan penurunan nilai SAIDI sebesar 56,13% atau sebesar 1,3512 jam/tahun/pelanggan. Dengan demikian terdapat peningkatan keandalan jaringan jika recloser pada penyulang RDT03 direlokasi menuju lokasi section 29 [1].

Begitu juga pada penelitian yang menganalisis penempatan recloser untuk mendapatkan keandalan yang optimal menggunakan metode *section technique* dan metode *ant colony optimization*. Maka digunakan metode *Ant Colony Optimization* untuk menentukan penempatan *recloser* yang dimana dari hasil penempatan tersebut didapatkan nilai SAIDI sebesar 14,040 jam/tahun dan nilai SAIFI sebesar 15,928 kali/tahun. Dimana SAIDI sudah dikatakan handal karena nilai SAIDI sesuai dengan ketentuan standar yang ada, sedangkan untuk nilai SAIFI belum sesuai standar tetapi sudah dapat mengurangi jumlah pemadaman yang terjadi. Berdasarkan penerapan metode ACO didapatkan posisi terbaik penempatan penambahan *recloser* pada *feeder* utama sebelum trafo distribusi KB-0508 (100kVA)[2].

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan energi listrik, maka ULP Oesao harus bisa mengimbangi pasokan daya listrik dengan peningkatan akan keandalan sistem energi listrik sehingga yang akan diterima konsumen tetap memuaskan. Salah satu cara untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi berdasarkan indeks keandalan yaitu dengan adanya penambahan *recloser*, Semakin banyak *recloser* yang dipasang maka semakin handal pula sistem tersebut. Oleh karena itu diperlukan untuk melakukan analisis perhitungan tingkat keandalan di ULP Oesao pada Penyulang Camplong agar dapat mengetahui apakah ULP Oesao sudah memberikan pelayanan terbaik kepada konsumen secara memuaskan[1].

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan analisa tingkat keandalan jaringan listrik terhadap penambahan recloser pada penyulang Camplong guna membandingkan indeks keandalan sesudah adanya penambahan Recloser demi memenuhi kebutuhan listrik di wilayah ULP Oesao menjadi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan Metode kuantitatif deskriptif untuk memperoleh nilai indeks keandalan SAIDI, SAIFI, CAIDI, dan CAIFI sebelum penambahan recloser tahun 2023 dan sesudah adanya penambahan recloser tahun 2024 kemudian membandingkan nilai indeks keandalannya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan yaitu pengambilan data gangguan, jumlah pelanggan dan beban pada penyulang Camplong, menghitung nilai SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) dan CAIFI (*Customer Average Interruption Frequency Index*).

Menghitung Indeks Keandalan Sistem

Indeks keandalan merupakan indikator keandalan yang dinyatakan dalam besaran atau satuan yang beberapa di standarkan dalam standar internasional yaitu IEEE. Indeks keandalan terdiri dari indeks titik beban dan indeks sistem sebagai sebuah indikator keandalan dalam memperoleh penilaian yang menyeluruh dari kinerja suatu sistem. Beberapa indikator keandalan yaitu:

1. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Indeks SAIFI merupakan nilai rata-rata dari jumlah kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan atau beban yang dilayani oleh sistem tiap satu tahun[5]. Persamaan untuk SAIFI dapat dilihat pada **Persamaan 1.** berikut ini [4]:

$$SAIFI = \frac{\Sigma \text{total pelanggan yang mengalami gangguan}}{\text{total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (1)$$

2. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Indeks SAIDI merupakan nilai rata-rata dari lamanya durasi kegagalan untuk setiap konsumen selama satu tahun[5]. Persamaan untuk SAIDI (rata-rata jangka waktu gangguan setiap pelanggan) dapat dilihat pada **Persamaan 2.** Dibawah ini:[4]

$$SAIDI = \frac{\Sigma \text{total durasi gangguan}}{\text{total pelanggan yang dilayani}} \dots\dots\dots (2)$$

3. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

Indeks CAIDI merupakan durasi atau lamanya gangguan rata-rata bagi jumlah total pelanggan, dengan kata lain CAIDI adalah durasi atau lamanya gangguan rata-rata dihitung berdasarkan jumlah gangguan berkelanjutan dalam setahun[5]. Persamaan untuk CAIDI dapat dilihat pada **Persamaan 3.** berikut ini:[6]

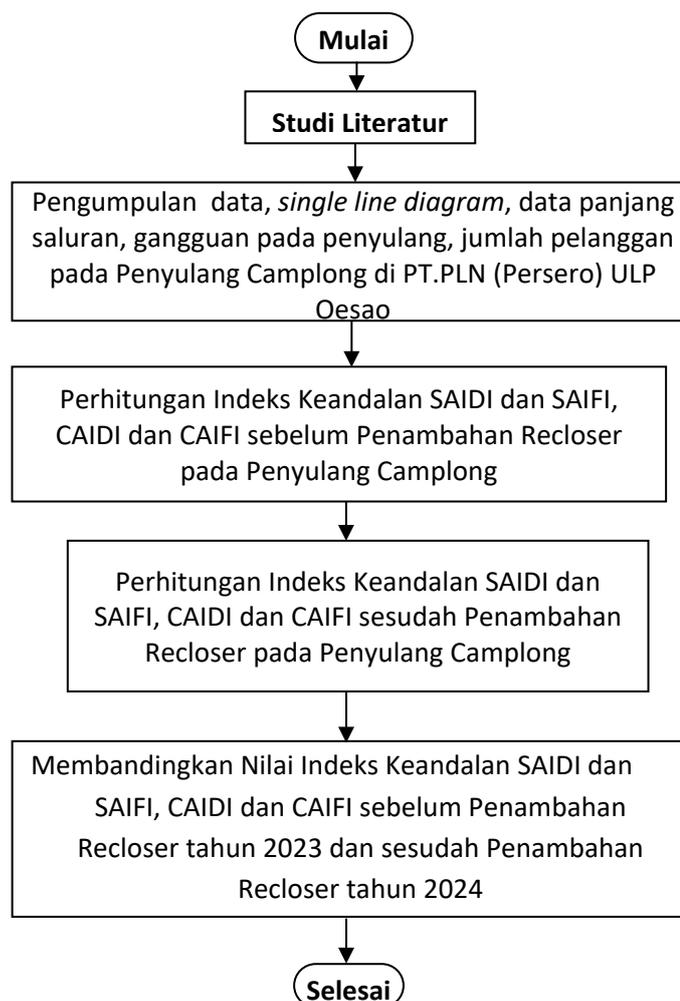
$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \dots\dots\dots (3)$$

4. CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index)

Indeks CAIFI merupakan indeks frekuensi gangguan rata-rata bagi pelanggan yang terkena gangguan, dengan kata lain CAIFI adalah rata-rata jumlah gangguan bagi pelanggan yang mengalami gangguan sepanjang tahun[5]. Persamaan untuk CAIFI dapat dilihat pada **Persamaan 4.** Dibawah ini:[6]

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \dots\dots\dots (4)$$

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

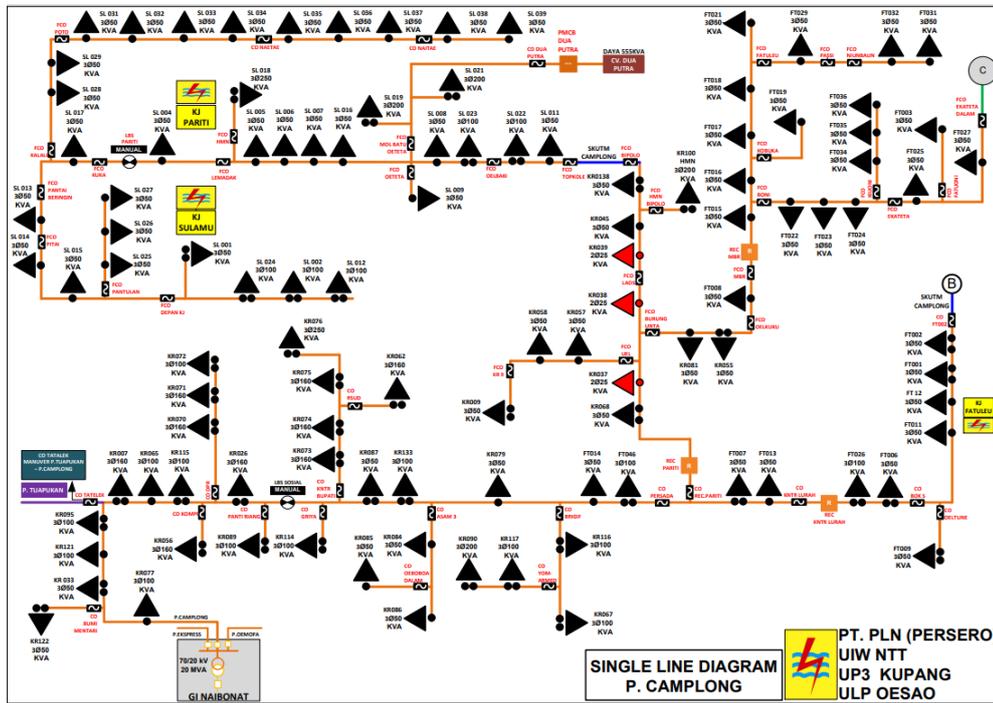
HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Hasil Penelitian

1. Gambaran umum penyulang Camplong

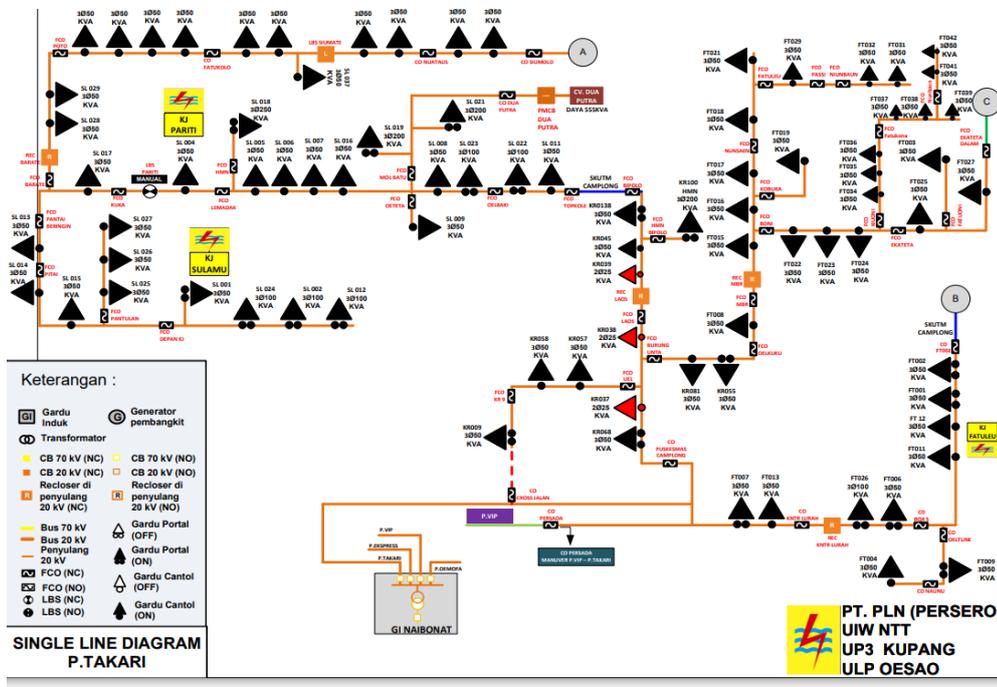
Penyulang Camplong merupakan salah satu penyulang dalam area distribusi energi listrik PT.PLN (Persero) ULP Oesao yang mensuplai energi listrik. Penyulang Camplong beroperasi pada tegangan sistem 20 kV dengan konfigurasi jaringan radial dan menggunakan SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), Gardu distribusi dan SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) untuk menyalurkan energi listrik ke titik-titik beban yang tersebar di Penyulang Camplong dan sekitarnya. Pada tahun 2023 awalnya recloser hanya ada 3 buah yaitu recloser Kantor Lurah yang terpasang di antara FT013 dengan FT026, recloser Pariti terpasang di antara FT046 dengan FT007, dan recloser MBR terpasang di antara FT008 dengan FT015 kemudian terjadi penambahan recloser pada bulan Desember tahun 2023 yang terpasang di antara SL017 dengan SL028. Sedangkan pada tahun 2024 recloser Pariti mengalami kerusakan akibat terbakar dan digantikan oleh recloser Laos yang dialokasikan di antara KR038 dengan KR039.

Single Line Diagram Penyulang Camplong sebelum adanya penambahan Recloser tahun 2023



Gambar 2. Single line diagram Penyulang Camplong 2023 (Sumber: PT. PLN (Persero) ULP Oesao 2023)

Single Line Diagram Penyulang Camplong sesudah adanya penambahan Recloser tahun 2024



Gambar 3. Single line diagram Penyulang Camplong 2024 (Sumber: PT. PLN (Persero) ULP Oesao 2024)

2. Data komponen terpasang pada penyulang Camplong

Penyulang Camplong memiliki panjang saluran sebesar 279,79 Kms yang terdiri dari sekian saluran udara dan sekian saluran kabel tanah, pada penyulang Camplong terdapat 102 buah trafo distribusi, 3 buah recloser tahun 2023 kemudian menjadi 4 buah recloser di tahun 2024 dan 51 buah FCO.

Tabel 1. Data komponen terpasang pada penyulang Camplong

Penyulang	Komponen	Satuan
Camplong	Saluran udara tegangan menengah (SUTM)	6,75 kms
	Saluran kabel tegangan menengah (SUKTM)	0,05 kms
	Trafo	102 buah
	Recloser	3 buah (2023) 4 buah (2024)
	Fuse cut out (FCO)	51 buah

(Sumber: Data PT.PLN (Persero) ULP Oesao tahun 2024)

3. Data akibat gangguan Tahun 2023 di penyulang Camplong

Data akibat gangguan pada Penyulang Camplong di tahun 2023 terjadi di bulan Februari, Maret, April, Mei, Juni, September, Oktober, dan Desember dengan total pelanggan satu penyulang sebanyak 11.475 pelanggan. Terdapat pada **Tabel** dibawah ini:

Tabel 2. Data gangguan di bulan Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, September, Oktober, Desember tahun 2023

No	Bulan Februari	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Kantror Lurah	01.02.2023	11.475	3.422	114,07	1	0,033333
2	Recloser Pariti	02.02.2023	11.475	7.955	10.341,50	1	1,3
3	Recloser Pariti	04.02.2023	11.475	7.955	12.330,25	1	1,55
4	Recloser Kantor Lurah	04.02.2023	11.475	3.422	285,17	1	0,083333
5	Recloser kantor Lurah	05.02.2023	11.475	3.422	285,17	1	0,083333
6	Recloser Kantor Lurah	17.02.2023	11.475	3.422	114,07	1	0,033333
7	Recloser Pariti	25.02.2023	11.475	7.955	10.474,08	1	1,316666
8	Recloser Pariti	26.02.2023	11.475	7.955	8.087,58	1	1,016666
9	Recloser Pariti	28.02.2023	11.475	7.955	25.058,25	2	3,15
No	Bulan Maret	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Pariti	24.03.2023	11.475	7.955	10.474,08	1	1,316666

No	Bulan April	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (jam)
1	Recloser Pariti	01.04.2023	11.475	7.955	4.507,83	1	0,566666
2	Recloser Pariti	07.04.2023	11.475	7.955	9.413,42	1	1,183333
3	Recloser Pariti	10.04.2023	11.475	7.955	12.728	1	1,6
4	Recloser Pariti	17.04.2023	11.475	7.955	14.584,17	1	1,833333
No	Bulan Mei	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Pariti	08.05.2023	11.475	7.955	14.716,75	1	1,85
2	Recloser Pariti	25.05.2023	11.475	7.955	4.773	1	0,6
No	Bulan Juni	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Pariti	04.06.2023	11.475	7.955	18.429,08	1	2,316666
2	Rec. kantor Lurah	25.06.2023	11.475	3.422	171,10	1	0,05
No	Bulan September	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Kantor Lurah	02.09.2023	11.475	3.422	285,17	1	0,833333
No	Bulan Oktober	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Pariti	06.10.2023	11.475	7.955	13.125,75	1	1,65
2	Recloser Kantor Lurah	16.10.2023	11.475	3.422	114,07	1	0,033333
No	Bulan Desember	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Recloser Pariti	01.12.2023	11.475	7.955	132,58	1	0,016666
2	Recloser Pariti	09.12.2023	11.475	7.955	662,92	1	0,833333
3	Recloser Pariti	11.12.2023	11.475	7.856	392,80	1	0,05

(Sumber: PT. PLN (Persero) ULP Oesao tahun 2023)

Dari tabel gangguan tahun 2023 di atas dapat dilihat lama padam selama periode satu tahun pada penyulang Camplong yang tertinggi terjadi di bulan Februari pada tanggal 28-02-2023, yaitu gangguan terjadi sebanyak 2 kali gangguan dengan total lama padam 3,15 jam akibat konduktor terlepas dari isolator pada recloser Pariti.

4. Data akibat gangguan Tahun 2024 di penyulang Camplong

Data keandalan akibat gangguan yang berorientasi pada data pelanggan padam yang diakibatkan oleh gangguan di tahun 2024, terdapat pada Tabel di bawah ini. Gangguan terjadi pada bulan Januari, Februari, April, Mei, Juli, Agustus, dan September dengan jumlah pelanggan sebanyak 11.475 pelanggan di penyulang Camplong.

Tabel 3 . Data gangguan di bulan Januari, Februari, April, Mei, Juli, Agustus, September tahun 2024

No	Bulan Januari	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Barate	01.01.24	11.475	2.654	88,47	1	0,033333
2	Rec.Barate	02.01.24	11.475	2.654	309,63	3	0,116666
3	Rec.Barate	03.01.24	11.475	2.654	1.990,50	1	0,75
4	Rec. MBR	04.01.24	11.475	7.856	5.892	1	0,75
5	Rec.Barate	04.01.24	11.475	2.654	176,93	1	0,066666

No	Bulan Januari	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
6	Rec.Barate	05.01.24	11.475	2.654	176,93	1	0,066666
7	Rec.Barate	08.01.24	11.475	2.654	88,47	1	0,033333
8	Rec.Pariti	09.01.24	11.475	7.955	24.130,17	1	3,033333
9	Rec.Barate	09.01.24	11.475	2.654	88,47	1	0,033333
10	Rec.Barate	10.01.24	11.475	2.654	88,47	1	0,033333
11	Rec.Kantor Lurah	10.01.24	11.475	3.422	114,07	1	0,033333
12	Rec.Barate	12.01.24	11.475	2.654	663,50	3	0,033333
13	Rec.Kantor Lurah	14.01.24	11.475	3.422	285,17	1	0,25
14	Rec.Barate	14.01.24	11.475	2.654	20.037,70	3	0,083333
15	Rec.Pariti	16.01.24	11.475	7.955	265,17	1	7,55
16	Rec.Barate	16.01.24	11.475	2.654	18.578	1	0,033333
17	Rec.Barate	21.01.24	11.475	2.654	88,47	1	7
18	Rec.Barate	22.01.24	11.475	2.654	176,93	1	0,033333
19	Rec. MBR	22.01.24	11.475	7.856	654,67	1	0,066666
20	Rec.Barate	23.01.14	11.475	2.654	132,70	1	0,083333
21	Rec.Barate	24.01.24	11.475	2.654	13.402,70	1	5,05
22	Rec.Barate	25.01.24	11.475	2.654	31.848	1	12
No	Bulan Februari	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Pariti	02.02.24	11.475	7.955	662,92	1	0,083333
2	Rec.Barate	05.02.24	11.475	2.654	176,93	1	0,066666
3	Rec.Barate	06.02.24	11.475	2.654	88,47	1	0,033333
4	Rec. MBR	09.02.24	11.475	7.856	261,87	1	0,033333
5	Rec.Barate	10.02.24	11.475	2.654	221,17	1	0,083333
6	Rec.Pariti	12.02.24	11.475	7.955	530,33	1	0,066666
7	Rec.Barate	13.02.24	11.475	2.654	176,93	1	0,066666
8	Rec.Pariti	26.02.24	11.475	7.955	5.701,08	1	0,716666
No	Bulan April	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Barate	23.04.24	11.475	2.654	221,17	1	0,083333
No	Bulan Mei	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Kantor Lurah	02.05.24	11.475	3.422	285,17	1	0,083333
2	Rec.Kantor Lurah	28.05.24	11.475	3.422	1.425,83	1	0,416666
No	Bulan Juli	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Barate	02.07.24	11.475	2.654	221,17	1	0,083333
No	Bulan Agustus	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Laos	22.08.24	11.475	7.319	5.367,27	1	0,733333
No	Bulan September	Tanggal	Jumlah Pelanggan Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Kali Gangguan	Lama Padam (Jam)
1	Rec.Kantor Lurah	04.09.24	11.475	3.422	285,17	1	0,083333

(Sumber: PT. PLN (Persero) ULP Oesao tahun 2024)

Dari tabel gangguan tahun 2024 di atas dapat dilihat lama padam selama periode satu tahun pada penyulang Camplong yang tertinggi berada di bulan Januari pada tanggal 25-01-2024, yaitu sebanyak 1 kali gangguan dengan total lama padam 12 jam akibat pohon tumbang kena jaringan pada recloser Barate.

5. Hasil perhitungan Indeks Keandalan pada penyulang Camplong setiap Bulan selama satu Tahun

Tabel 4. Hasil perhitungan Indeks keandalan sebelum adanya penambahan Recloser tahun 2023

No	Bulan	SAIDI (jam/plg/thn)	SAIFI (kali/plg/thn)	CAIDI (jam/gang/th)	CAIFI (kali/gang/th)
1	Februari	5,846635	4,659085	8,567	315,124
2	Maret	0,912774	0,693246	1,317	0,759
3	April	3,593326	2,772985	5,183	3,780231
4	Mei	1,698453	1,386492	2,45	2,207
5	Juni	1,620931	0,991460	2,367	20,432
6	September	0,024851	0,298214	0,083	12
7	Oktober	1,153797	0,991460	1,683	30,606
8	Desember	0,103556	2,071711	0,150	92
Total		14,954322	13,864052	21,800	249,260

Total indeks keandalan SAIDI dan SAIFI, kemudian dibagi dengan jumlah Recloser yang ada di tahun 2023 sebelum adanya penambahan recloser yaitu terdapat 3 buah. Sedangkan total Indeks CAIDI dan CAIFI, kemudian dibagi dengan jumlah gangguan yang terjadi selama satu tahun di 2023 yaitu sebanyak 25 kali gangguan.

Tabel 5. Hasil perhitungan Indeks keandalan sesudah adanya penambahan Recloser tahun 2024

No	Bulan	SAIDI (jam/plg/thn)	SAIFI (kali/plg/thn)	CAIDI (jam/gang/th)	CAIFI (kali/gang/th)
1	Januari	10,349519	7,052723	37,15	315,124
2	Februari	0,681455	3,689499	1,15	130,359349
3	April	0,019274	0,231285	0,083	12
4	Mei	0,149107	0,596427	0,5	14,4
5	Juli	0,019274	0,231285	0,083	12
6	Agustus	0,467736	0,637821	0,733	1,36
7	September	0,024851	0,298214	0,083	12
Total		11,756215	12,737255	39,78	497,283

Total indeks keandalan SAIDI dan SAIFI, kemudian dibagi dengan jumlah Recloser yang ada di tahun 2024 sesudah adanya penambahan recloser yaitu terdapat 4 buah. Sedangkan total Indeks CAIDI dan CAIFI, kemudian dibagi dengan jumlah gangguan yang terjadi selama satu tahun di 2024 yaitu sebanyak 45 kali gangguan.

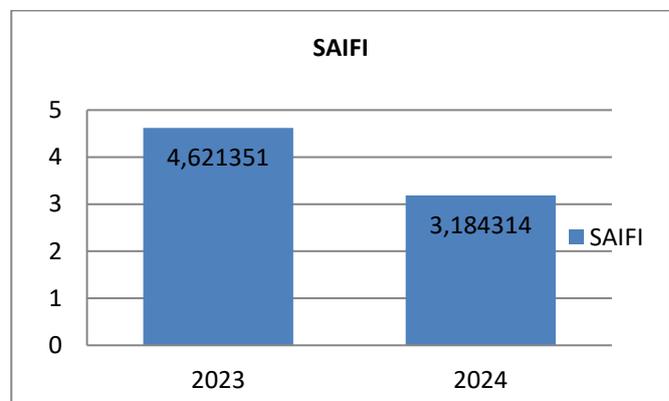
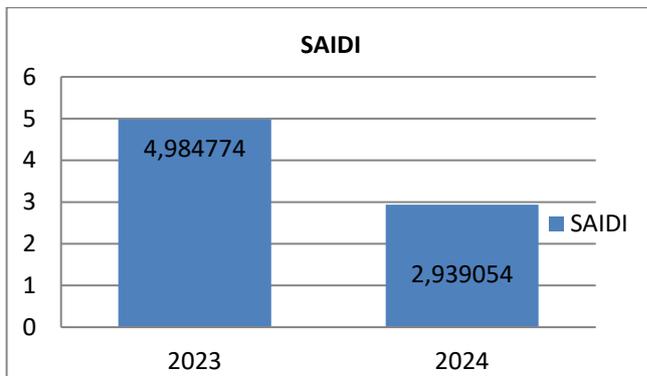
Tabel 6. Total hasil perhitungan Indeks Keandalan sebelum dan sesudah adanya penambahan recloser

No	Tahun	SAIDI (jam/plg/thn)	SAIFI (kali/plg/thn)	CAIDI (jam/gang/thn)	CAIFI (kali/gang/thn)
1		4,984774	4,621351	0,872000	9,970384
2		2,939054	3,184314	0,884074	11,050472

Berdasarkan hasil perhitungan data gangguan diperoleh nilai indeks keandalan sebelum adanya penambahan recloser di tahun 2023 dan sesudah adanya penambahan recloser di tahun 2024.

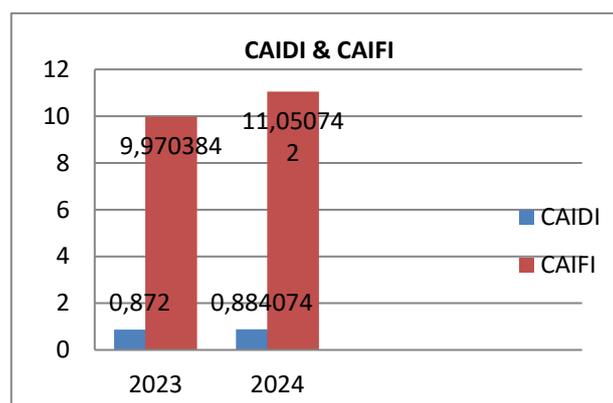
6. Grafik SAIDI dan SAIFI selama 2 tahun terakhir antara tahun 2023 dan tahun 2024

Grafik SAIDI dan SAIFI tahun 2023 dan tahun 2024, sebelum dan sesudah adanya penambahan Recloser pada Penyulang Camplong



Dari grafik di atas dapat dilihat nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI untuk Penyulang Camplong dari tahun 2023 sampai tahun 2024 semakin kecil.

Grafik CAIDI dan CAIFI tahun 2023 dan tahun 2024, sebelum dan sesudah adanya penambahan Recloser pada Penyulang Camplong



Dari grafik di atas dapat dilihat nilai indeks keandalan CAIDI dan CAIFI untuk Penyulang Camplong di tahun 2024 lebih besar dikarenakan jumlah gangguan yang terjadi lebih banyak dari tahun 2023 yaitu 45 kali gangguan/tahun, tetapi jumlah pelanggan padam jauh lebih sedikit karena adanya penambahan recloser.

7. Perbandingan nilai SAIDI dan SAIFI, CAIDI dan CAIFI sebelum adanya Penambahan Recloser di tahun 2023 dengan nilai SAIDI dan SAIFI, CAIDI dan CAIFI sesudah adanya Penambahan Recloser di tahun 2024

Tabel 7. Perbandingan nilai SAIDI dan SAIFI, CAIDI dan CAIFI sebelum adanya Penambahan Recloser di tahun 2023 dengan nilai SAIDI dan SAIFI, CAIDI dan CAIFI sesudah adanya Penambahan Recloser di tahun 2024

No	Indeks keandalan	Perhitungan berdasarkan gangguan	
		Tahun 2023	Tahun 2024
1	SAIDI (jam/plg/thn)	4,984774	2,939054
2	SAIFI (kali/plh/thn)	4,621351	3,184314
3	CAIDI (jam/gang/thn)	0,872000	0,884074
4	CAIFI (kali/gang/thn)	9,970384	11,050742

Dari tabel di atas, nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI sebelum adanya Penambahan Recloser di tahun 2023 nilainya lebih besar daripada nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI sesudah adanya penambahan Recloser di tahun 2024 yang semakin kecil dan jauh lebih baik. Sedangkan nilai CAIDI dan CAIFI sebelum adanya penambahan Recloser di tahun 2023 lebih kecil dibandingkan sesudah adanya penambahan Recloser di tahun 2024 disebabkan gangguan yang terjadi lebih banyak di tahun 2024.

II. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan Sebelum Adanya Penambahan Recloser dan Sesudah Adanya Penambahan Recloser pada Penyulang Camplong di PT. PLN (Persero) ULP Oesao

PT. PLN (Persero) ULP Oesao memiliki 2 gardu Induk yaitu GI Naibonat dan GH Oesao. Penelitian ini dilakukan pada GI Naibonat tepatnya di Penyulang Camplong, yang memiliki 102 buah gardu aktif, 51 buah FCO. Pada tahun 2023 awalnya Penyulang Camplong memiliki 3 buah recloser aktif yang bekerja secara otomatis apabila terjadi gangguan, yaitu recloser Kantor Lurah, recloser Pariti, dan recloser MBR kemudian pada bulan desember 2023 terjadi penambahan recloser yang terpasang diantara SL017 dan SL028 yaitu recloser Barate. Recloser yang paling sering mengalami gangguan di tahun 2023 adalah recloser Pariti dengan total gangguan sebanyak 17 kali gangguan/tahun, durasi gangguan terlama yaitu 3 jam/gangguan akibat konduktor terlepas dari isolator dan jumlah pelanggan padam sebanyak 7.955 pelanggan/gangguan dari total keseluruhan jumlah pelanggan sebanyak 11.475 pelanggan. Pada tahun 2024 recloser Pariti mengalami kerusakan akibat terbakar kemudian digantikan oleh recloser Laos yang dipasang diantara KR038 dan KR039. Jadi recloser yang ada di tahun 2024 adalah recloser Kantor Lurah, recloser MBR, recloser Barate, dan recloser Laos. Recloser yang sering mengalami gangguan di tahun 2024 adalah recloser Barate dengan total gangguan sebanyak 31 kali gangguan/tahun, durasi padam terlama yaitu 12 jam/gangguan akibat pohon tumbang kena jaringan dengan jumlah pelanggan padam sebanyak 2.654 pelanggan/gangguan dari total keseluruhan jumlah pelanggan sebanyak 11.475 pelanggan.

Pembahasan Nilai SAIDI dan SAIFI, Nilai CAIDI dan CAIFI

Keandalan merupakan suatu ukuran tingkat pelayanan penyediaan energi listrik dari sistem ke pelanggan. Dalam menganalisis keandalan sistem distribusi terhadap penambahan recloser di penyulang Camplong, perhitungan nilai indeks keandalan dihitung berdasarkan data gangguan yang terjadi dengan memperhatikan nilai durasi pemadaman akibat gangguan setiap bulannya dan jumlah pelanggan dalam satu penyulang. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai SAIDI dan SAIFI kemudian dilakukan perbandingan. Berdasarkan hasil perhitungan gangguan pada tahun 2023 dan tahun 2024 di Penyulang Camplong diperoleh nilai indeks keandalan SAIDI, SAIFI, CAIDI dan CAIFI. Dapat dilihat di **Tabel 6**, nilai indeks keandalan SAIDI sebesar 4,984774 jam/pelanggan/tahun, SAIFI sebesar 4,621351 kali/pelanggan/tahun, CAIDI sebesar 0,872000 jam/gangguan/tahun, dan CAIFI sebesar 9,970384 kali/gangguan/tahun pada tahun 2023 sebelum adanya penambahan recloser. Sedangkan pada tahun 2024 sesudah adanya penambahan recloser nilai indeks keandalan SAIDI sebesar 2,939054 jam/pelanggan/tahun, SAIFI sebesar 3,184314 kali/pelanggan/tahun, CAIDI sebesar 0,884074 jam/gangguan/tahun, dan CAIFI sebesar 11,050742 kali/gangguan/tahun. Kemudian dilakukan perbandingan sebelum adanya penambahan Recloser tahun 2023 dengan sesudah adanya penambahan Recloser tahun 2024 pada Penyulang Camplong. Dimana, nilai SAIDI dan SAIFI tahun 2023 lebih besar dibandingkan tahun 2024 yang nilainya semakin menurun dapat dikatakan handal. Sedangkan untuk nilai CAIDI dan CAIFI tahun 2023 lebih kecil dibandingkan tahun 2024, dikarenakan total gangguan yang terjadi di tahun 2024 lebih banyak yaitu sebanyak 45 kali gangguan/tahun dibandingkan tahun 2023 yang jauh lebih sedikit yaitu 25 kali gangguan/tahun. Meskipun demikian, keandalannya tetap optimal dan dikategorikan handal karena tiap gangguan yang terjadi di 2024 rata-rata jumlah pelanggan padam jauh lebih sedikit yaitu 2.654 pelanggan dibandingkan tahun 2023 dimana rata-rata jumlah pelanggan padam lebih banyak yaitu 7.654 pelanggan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan:

1. Nilai indeks keandalan sebelum adanya penambahan recloser pada tahun 2023 di Penyulang Camplong yaitu SAIDI = 4.984774 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI = 4,621351 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 0,072000 jam/gangguan/tahun, dan CAIFI = 9,970384 kali/gangguan/tahun.
2. Nilai indeks keandalan sesudah adanya penambahan recloser pada tahun 2024 di Penyulang Camplong yaitu SAIDI = 2,939054 jam/pelanggan/tahun dan SAIFI = 3,184314 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 0,884074 jam/gangguan/tahun dan CAIFI = 11,050742 kali/pelanggan/tahun. Nilai CAIDI dan CAIFI meningkat di tahun 2024 diakibatkan gangguan yang terjadi lebih banyak dibandingkan tahun 2023, namun karena adanya penambahan Recloser meskipun gangguannya banyak akan tetapi rata-rata jumlah pelanggan padamnya menjadi jauh lebih sedikit dibandingkan sebelum adanya penambahan Recloser. Maka, dengan adanya penambahan Recloser keandalannya tetap baik dan handal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heryogka Ahmad Waritza. Optimalisasi Penempatan Recloser Jaringan Distribusi 20kV Penyulang RDT03 Menggunakan Algoritma Optimasi *Particle Swarm Optimization* Untuk Menekan Saidi Dan Saifi Di Kawasan Industri Tambak Aji, Laporan Tugas Akhir, 2022.
- [2] Bobby Desriyanto. Analisis Penempatan *Recloser* Untuk Mendapatkan Keandalan Yang Optimal Menggunakan Metode *Section Technique* Dan Metode *Ant Colony Optimization* Pada Pt.PlN (Persero) Gurami Gardu Induk Garuda Sakti, Tugas Akhir, 2022.
- [3] Gunawan Hadi Prasetyo, Dedy Kurnia Setiawan, Widyono Hadi. Optimasi Penempatan *Recloser* Pada Penyulang Mayang Area Pelayanan Dan Jaringan (Apj) Jember Menggunakan *Simplex Method*, 2014.
- [4] Brown, R. E. *Electric Power Distribution Reliability Second Edition*. CRC Press, 1997.

- [5] Hartati, R. S., Sukerayasa, I. W., Setiawan, I. N., & W. G. *Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jurnal Majalah Ilmiah Teknologi Elektro Vol 6 No 2, pp. 52-55, 2007.
- [6] Titiék Suheta, Muhammad Faisal A. *Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV dan Rekonfigurasi Recloser Pada Penyulang Kamal*, Jurnal JEETech, vol. 3, no. 2, pp. 65-70, Sep. 2022.