

Pengaruh Automatic Change Over Switch Terhadap Peningkatan Keandalan Gardu Distribusi T3-200A/1 Penyulang PLR-04

Tri Irianto Tjendrowasono¹⁾ Supriyana Nugroho²⁾ Ni Kadek Devi Suyastini³⁾

^{1 2 3} Teknik Elektro, Universitas Surakarta

tjendrowasono@gmail.com¹⁾ supriyananugroho@gmail.com²⁾ devisuyastini278@gmail.com³⁾

Article Info

Article history:

Received November 28th, 2023

Revised December 17th, 2023

Accepted December 28th, 2023

Keyword:

Reliability

SAIDI

SAIFI

Automatic Change Over Switch (ACOS)

ABSTRACT

The process of distributing electrical energy has the potential to cause disturbances can occur due to natural disturbances, disturbances to electrical equipment, disturbances at the generating center, transmission lines and disturbances in the distribution network that can disruption of the reliability and service quality of the distribution of electrical energy. The quality of reliability can be rated by the length of outages which can be determined using the System Average Interruption Duration Index (SAIDI), and how often blackouts occur in one unit of time which can be determined using the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI).

In maintaining the reliability of electrical energy, additional equipment is needed that is capable of supplying backup energy to the load when a disturbance occurs, namely the Automatic Change Over Switch (ACOS). ACOS is a device that works automatically for the process of maneuvering the network from two voltage sources to maintain electricity availability without having to have long blackouts due to disturbances or loss of voltage at the main source.

The use of the Automatic Change Over Switch (ACOS) is proven to be able to increase the reliability of electrical energy at distribuion substation T3-200A/1 feeder PLR-04 by reducing the length of time outages (SAIDI) and reducing the frequency, because customers don't feel outages when the disturbance occurs. In addition, the use of Automatic Change Over Switch (ACOS) can also reduce the energy not supplied (ENS).

Copyright © 2023 FORTEI Regional VII Jawa Timur.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Tri Irianto Tjendrowasono,
tjendrowasono@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik menuntut PLN untuk meningkatkan mutu pelayanan dengan menjaga keandalan dan kontinuitas penyaluran energi listrik. (PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan, 2005) mengatakan bahwa pada sistem distribusi, kualitas keandalan dapat dilihat dari lamanya pemadaman yang dapat diketahui menggunakan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan seberapa sering pemadaman terjadi dalam satu satuan waktu yang dapat diketahui menggunakan System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)[1]. Semakin kecil angka indeks kedua parameter tersebut maka, semakin tinggi tingkat keandalan sistem kelistrikkannya.

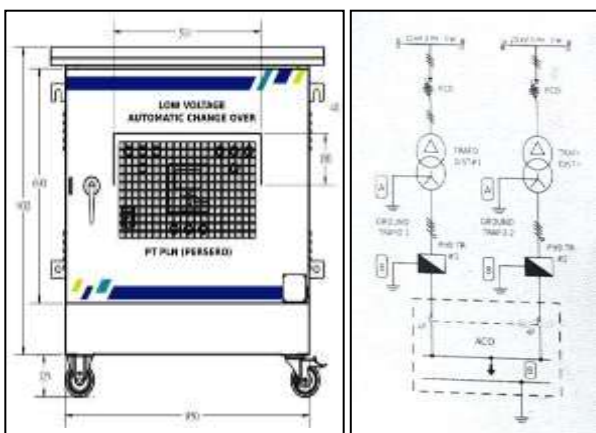
Dalam menjaga kontinuitas dan keandalan energi listrik diperlukan sebuah peralatan tambahan yang mampu menyuplai energi cadangan ke beban saat terjadi gangguan, yaitu Automatic Change Over Switch (ACOS). ACOS merupakan perangkat yang bekerja secara otomatis untuk proses manuver jaringan dari dua sumber tegangan untuk menjaga ketersediaan listrik tanpa harus terjadi pemadaman yang lama akibat gangguan atau hilang tegangan pada sumber utama. Sumber tegangan terdiri dari sumber utama (prioritas) dalam kondisi normal dan sumber cadangan (backup) sebagai sumber daya cadangan pada saat sumber utama mengalami gangguan.

Pada penelitian ini, penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) pada gardu distribusi T3-

200A/1 diharapkan dapat mengurangi lamanya waktu padam yang dialami oleh pelanggan sehingga dapat meningkatkan keandalan jaringan dan mutu pelayanan terhadap pelanggan sesuai ketentuan perusahaan..

1.1 Automatic Change Over Switch (ACOS)

Automatic Changeover Switch (ACOS) adalah perangkat yang bekerja secara otomatis untuk proses manuver jaringan dari dua sumber tegangan yang berbeda untuk menjaga ketersediaan listrik ke beban tanpa harus terjadi proses pemadaman yang lama akibat gangguan atau hilang tegangan pada suplai utama. Prinsip kerja ACOS menggunakan sensor dan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dengan dua sistem kerja, yaitu sistem prioritas dan sistem non prioritas[2].



Gambar 1 Automatic Changeover Switch (ACOS)

1.2 Keandalan Pelayanan Sistem Distribusi

Berdasarkan SPLN 59-1985 dalam sistem keandalan terdapat indeks yang dijadikan sebagai acuan sesuai standar yang telah ditentukan oleh PLN. Indeks tersebut tergantung dari besar atau kecilnya nilai SAIDI dan SAIFI (PT PLN, 1985).

a. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

Indeks ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap konsumen selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dari lamanya kegagalan secara terus-menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama satu tahun itu[3][4]. Persamaan SAIDI didefinisikan sebagai berikut (SPLN 59-1985):

$$SAIDI = \frac{Durasi\ padam\ X\ jumlah\ pelanggan\ padam}{jumlah\ pelanggan}$$

b. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

Indeks ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari seberapa sering kegagalan untuk setiap konsumen selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dari banyaknya kegagalan secara terus-menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan.

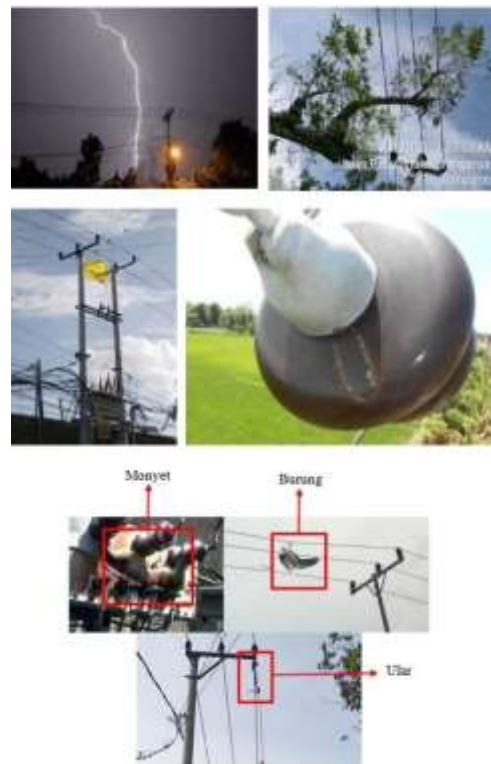
$$SAIFI = \frac{Jumlah\ frekuensi\ padam\ X\ jumlah\ pelanggan\ padam}{jumlah\ seluruh\ pelanggan}$$

1.3 Gangguan Sistem Jaringan Distribusi

Gangguan sistem distribusi menyebabkan terhambatnya proses penyaluran energi listrik sampai ke pelanggan. Gangguan tersebut disebabkan oleh faktor luar (cuaca, makhluk hidup, benda) dan faktor dalam (peralatan tidak berfungsi maksimal, sistem proteksi gagal)[5][6]. Pada saat terjadi gangguan pada sistem jaringan distribusi, terdapat energi yang tidak dapat tersalurkan atau Energy Not Supplied (ENS) pada saat terjadi padam yang menyebabkan kerugian bagi PLN.

$$ENS = \sum [Gangguan\ (kW) \times Durasi\ (h)]$$

$$ENS = [\sqrt{3} \times V \times I \times Cos\ \phi \times t]$$



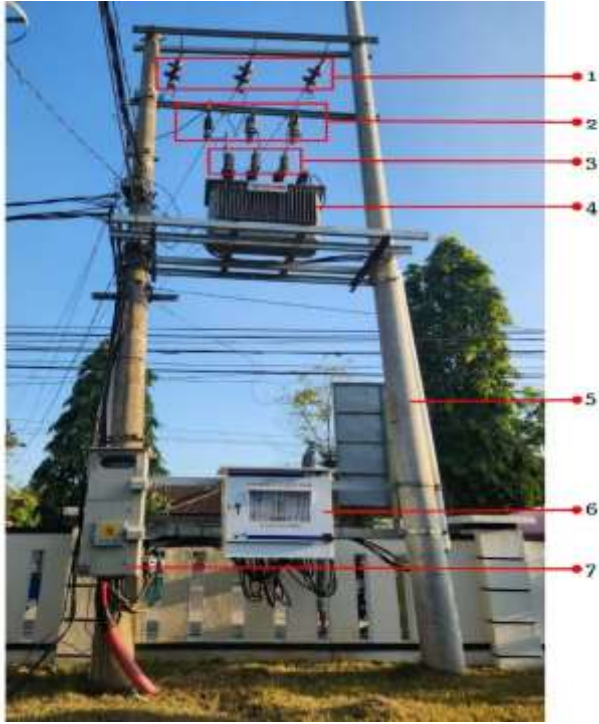
Gambar 2 Penyebab Gangguan Sistem Distribusi

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dengan dua tahapan yaitu:

a. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung konstruksi gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04, konstruksi gardu distribusi T16-212 penyulang PLR-16, dan konstruksi Automatic Change Over Switch (ACOS).



Gambar 3 Konstruksi Gardu Distribusi T3- 200A/1 Sesudah Penggunaan ACOS.

Keterangan:

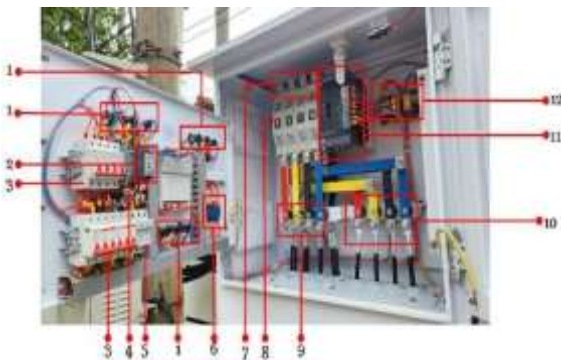
1. Lampu Indikator LED
2. Relay
3. Miniature Circuit Breaker (MCB)
4. Kontaktor
5. Fuse
6. Selector Switch
7. Busbar Masukan 1 (Penyulang PLR- 04)
8. Change Over Switch (COS)
9. Busbar Masukan 2 (Penyulang PLR- 16)
10. Busbar Keluaran menuju ke Beban (Pelanggan)
11. Automatic Transfer Switch (ATS)
12. Trafo Tegangan atau Potential Transformer (PT)
13. Automatic Transfer Switch (ATS) Controller



Gambar 4 Konstruksi Gardu Distribusi T16- 21 penyulang PLR-16.

Keterangan:

1. Isolator
2. Fuse Cut Out (FCO)
3. Lighting Arrester (LA)
4. Transformator
5. Tiang Beton
6. Automatic Change Over Switch (ACOS)
7. Box kWh Meter



Gambar 4 Automatic Change Over Switch (ACOS)

Keterangan:

1. Saluran Udara Tegangan Menengah 3 Phasa (Phasa R, S, T)
2. Isolator
3. Fuse Cut Out (FCO)
4. Lighting Arrester (LA)
5. Transformator
6. Tiang Beton
7. Kabel Pembumian
8. Kabel Skur

b. Wawancara

Mengumpulkan data dengan meminta keterangan ataupun penjelasan secara langsung kepada supervisor teknik dan staf teknik di kantor Unit Layanan Pelanggan (ULP) Karanganyar untuk memperoleh data primer dan data sekunder, adapun data yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1 Data Gangguan Penyulang PLR-04 Sebelum Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS).

No	Tanggal	Switching	Jam		Lama Padam (Menit)	Beban Trip (A)	Penyebab Gangguan
			Padam	Nyala			
1	07 April 2022	PLR04-48/55	10.33	10.58	25	160	Ranting pohon di pole T3-104/2
2	11 April 2022	PLR04-48/55	14.12	14.37	25	152	Tikus di gardu T3-198/1
3	15 Mei 2022	PLR04-48/192	14.15	15.13	58	150	Konduktor putus T3-199
4	25 Juni 2022	PLR4-48/55	15.09	15.37	28	158	Bersamaan petir di pole T3-266/2
5	14 Juli 2022	PLR4-48/55	12.45	13.35	50	160	Tokek di isolator PLR4-48/171/6
6	19 Sept 2022	PLR4-48/55	9.59	10.47	48	157	Burung hantu pada jaringan di pole PLR4-48/183
Total					234	937	

Tabel 2 Data Gangguan Penyulang PLR-04 Sesudah Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS).

No	Tgl	Switching	Jam		Lama Padam		Beban Trip (A)	Penyebab Gangguan
			Padam	Nyala	Pada Jaringan (Menit)	Pada ACOS (Detik)		
1	24 Nov 2022	PLR04-48/55	12.41	13.28	47	3	158	Holder FCO rusak di pole T3-172/8
2	28 Des 2022	PLR04-48/55	15.15	15.43	28	3	160	Pohon menimpa jaringan di pole PLR4-48/81
3	15 Feb 2023	PLR04-48/192	14.15	14.42	27	3	159	Tikus di trafo pole PLR4-48/197/6
Total					102	9	477	

Tabel 3 Data Pelanggan Gardu Distribusi T3-200A/1

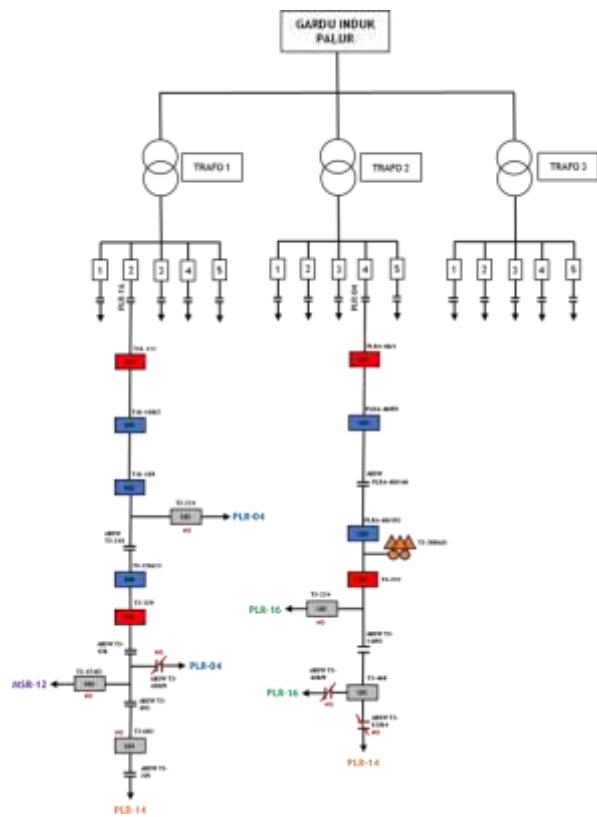
No	Uraian	Informasi
1	Id. Pelanggan	520560000901
2	Lokasi	Kantor DPRD Kabupaten Karanganyar
3	Tarif/Daya	LP1/105 kVA
4	Nomor Meter	213033793
5	Kode Kedudukan	BNAAMRG00000

Tabel 4 Spesifikasi Gardu Distribusi T3- 200A/1 Penyulang PLR-04.

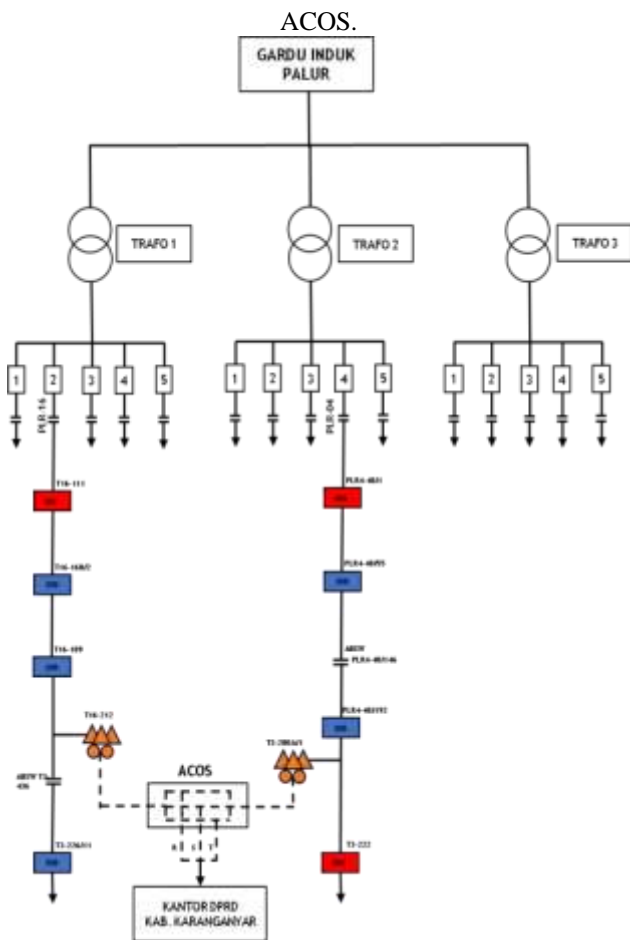
No	Uraian	Informasi
1	Nomor Gardu	T3-200A/1
2	Lokasi	Kantor DPRD Kabupaten Karanganyar
3	Penyulang	PLR-04
4	Gardu Induk	Palur
5	Merk/Daya Trafo	Trafindo/100 kVA

Tabel 5 Spesifikasi Gardu Distribusi T16- 212 Penyulang PLR-16.

No	Uraian	Informasi
1	Nomor Gardu	T16-212
2	Lokasi	Belakang Kantor DPRD Kabupaten Karanganyar
3	Penyulang	PLR-16
4	Gardu Induk	Palur
5	Merk/Daya Trafo	Trafindo/100 kVA



Gambar 7 Konfigurasi Penyulang Sebelum Penggunaan



Gambar 8 Konfigurasi Penyulang Sesudah Penggunaan ACOS.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

Berdasarkan data gangguan pada penyulang PLR-04 seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilakukan perhitungan terhadap SAIDI, SAIFI dan ENS sebelum dan sesudah penggunaan ACOS dengan persamaan 1, 2, dan 3. Sehingga didapatkan nilai perbandingan SAIDI, SAIFI, serta ENS pada gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04 sebelum dan sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) dituangkan pada Tabel 6.

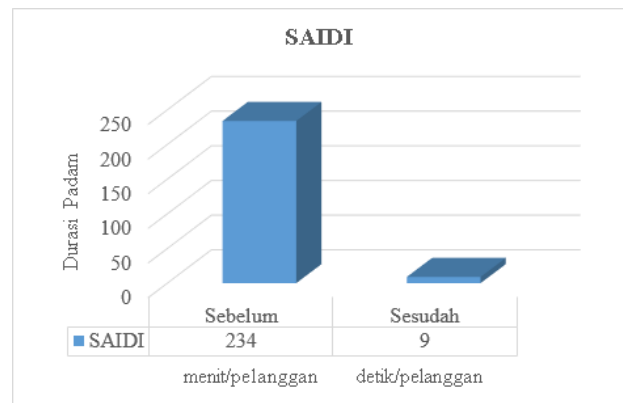
Tabel 6 Data Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI, dan ENS

GARDU DISTRIBUSI T3-200A/1 PENYULANG PLR-04		
Penggunaan ACOS	Sebelum	Sesudah
SAIDI	234 menit/pelanggan	9 detik/pelanggan
SAIFI	6 kali/pelanggan	3 kali/pelanggan
ENS	17.872,46 kWh	11,6905 kWh

Berdasarkan hasil perhitungan sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) diketahui bahwa nilai SAIDI mengalami penurunan dari 234 menit/pelanggan menjadi 9 detik/pelanggan atau setara dengan 0,15 menit/pelanggan. Pada nilai SAIFI juga mengalami penurunan dari 6 kali/pelanggan menjadi 3 kali/pelanggan namun, pada pelanggan gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04 tidak mengalami padam dikarenakan memiliki sumber cadangan yang dioperasikan secara otomatis menggunakan Automatic Change Over Switch (ACOS). Selain penurunan pada nilai SAIDI dan SAIFI, penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) juga berpengaruh terhadap penurunan ENS dari 17.872,46 kWh menjadi 11,6905 kWh, sehingga disimpulkan bahwa penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) terbukti efektif meningkatkan keandalan dan mutu pelayanan pada gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04.

3.2 Analisis Pengolahan Data

Berdasarkan data hasil perhitungan pada Tabel 6, dapat dilakukan analisis terhadap nilai SAIDI, SAIFI, dan ENS sebagai berikut:

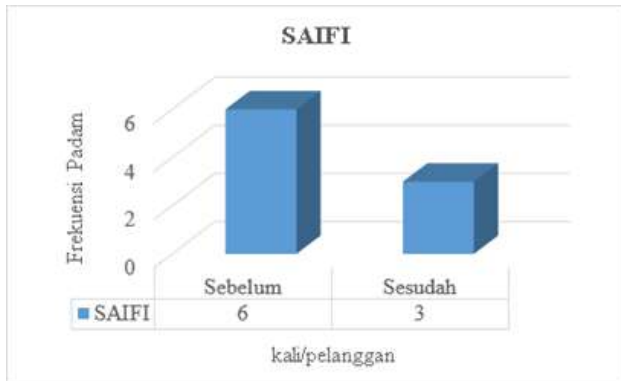


Gambar 9 Grafik Perbandingan SAIDI Sebelum dan Sesudah Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS).

Diketahui nilai SAIDI pada gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04 sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) mengalami penurunan durasi padam atau System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dari 234 menit/pelanggan menjadi 9 detik/pelanggan atau setara dengan 0,15 menit/pelanggan.

Berdasarkan grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa nilai SAIFI pada gardu distribusi T3-200A/1 mengalami penurunan. Diketahui sebelum penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) pelanggan pada gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04 mengalami padam sebanyak 6 kali. Sedangkan, sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch

(ACOS) pelanggan pada gardu distribusi T3- 200A/1 penyulang PLR-04 tidak turut merasakan padam pada saat terjadi gangguan pada penyulang PLR-04. Pelanggan pada gardu distribusi T3-200A/1 yaitu Kantor DPRD Kabupaten Karanganyar hanya merasakan padam selama 3 detik apabila terjadi gangguan pada penyulang PLR-04, sehingga dapat dikatakan bahwa pelanggan pada gardu distribusi T3-200A/1 tidak turut merasakan padam pada saat terjadi gangguan pada sistem distribusi.



Gambar 10 Grafik Perbandingan SAIFI Sebelum dan Sesudah Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS)

Berdasarkan hasil perhitungan sesudah penggunaan ACOS dilakukan analisis terhadap perbandingan tingkat mutu pelayanan berdasarkan Kepmen ESDM No.386.K/TL.04/DJL.3/2023.

Tabel 7 Perbandingan Tingkat Mutu Pelayanan

GARDU DISTRIBUSI T3-200A/1 PENYULANG PLR-04		
	Kepmen ESDM No. 386.K/TL.04/DJL.3/2023	Sesudah Penggunaan ACOS
SAIDI	18.000 detik/pelanggan	9 detik/pelanggan
SAIFI	5 kali/pelanggan	3 kali/pelanggan

Berdasarkan tabel tersebut dapat dianalisis bahwa tingkat mutu pelayanan di gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR- 04 sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) dinyatakan sangat baik karena besaran lama gangguan dan jumlah gangguan yang dialami konsumen pada gardu distribusi T3-200A/1 berada dibawah besaran tingkat mutu pelayanan yang terdapat pada Kepmen ESDM No.386.K/TL.04/DJL.3/2023.

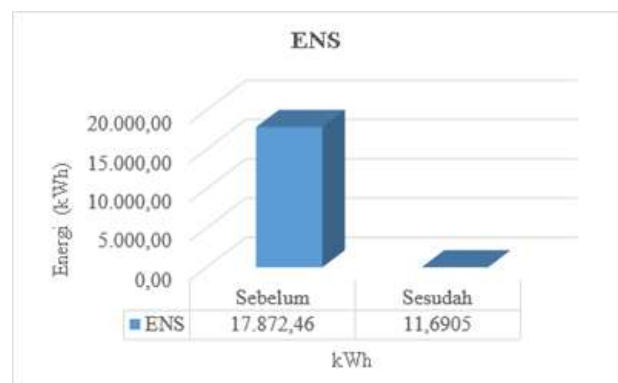
Selain Peraturan Menteri ESDM No. 27 Tahun 2017 dan Kepmen ESDM No.386.K/TL.04/DJL.3/2023 yang dijadikan sebagai acuan, dalam menjalankan sebuah proses bisnis PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Karanganyar memiliki target kinerja yang harus dicapai

dan digunakan sebagai dasar penilaian terhadap performa kerja karyawan.

Gambar 11 Kontrak Manajemen Target Kinerja PT PLN (Persero) ULP Karanganyar tahun 2023.

Gambar 11 merupakan kontrak manajemen target kinerja PT PLN (Persero) ULP Karanganyar tahun 2023 yang berisikan target-target kinerja yang harus dicapai dalam periode 1 tahun. Pada bulan April tahun 2023 target kinerja SAIDI sebesar 125,47 menit/pelanggan dengan realisasi pada bulan April sebesar 9 detik/pelanggan atau setara dengan 0,15 menit/pelanggan dan target kinerja SAIFI sebanyak 1,25 kali/pelanggan dengan realisasi pelanggan tidak merasakan padam. Berdasarkan realisasi kinerja SAIDI dan SAIFI pada bulan April tahun 2023 maka, pencapaian kinerja SAIDI dan SAIFI bulan April 2023 pada pelanggan gardu distribusi T3-200A/1 penyulang PLR-04 mengalami pencapaian kinerja keandalan sebesar 199,88%.

Selain perhitungan dan perbandingan terhadap nilai SAIDI SAIFI sebelum dan sesudah pemasangan Automatic Change Over Switch (ACOS), dilakukan perhitungan dan perbandingan terhadap Energy Not Supplied sebelum dan sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS).



Gambar 12 Grafik Perbandingan ENS Sebelum dan Sesudah Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS)

Pada Gambar 12, diketahui bahwa sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) nilai ENS mengalami penurunan dari 17.872,46 kWh menjadi 11,6905 kWh. Sehingga, energi yang terselamatkan sesudah penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) sebesar 17.860,769 kWh atau setara dengan Rp. 25.803.453.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis disimpulkan bahwa penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) terbukti dapat meningkatkan keandalan jaringan dan mutu pelayanan. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya lama waktu padam (SAIDI) yang dialami pelanggan dari 234 menit/pelanggan menjadi 9 detik/pelanggan dan berkurangnya frekuensi padam yang dialami pelanggan dari 6 kali/pelanggan menjadi tidak mengalami padam pada saat gangguan.

Penggunaan Automatic Change Over Switch (ACOS) juga dapat mengurangi kerugian energi yang tidak disalurkan saat terjadi gangguan dari 17.872,46 kWh atau setara dengan Rp. 25.820.342 menjadi 11,6905 kWh atau setara dengan Rp. 16.889. Sehingga PLN dapat menyelamatkan energi yang tidak disalurkan sebesar 17.860,769 kWh atau setara dengan Rp. 25.803.453. Dengan meningkatnya keandalan suatu jaringan dan tingkat mutu pelayanan dapat menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik sampai ke pelanggan serta tercapainya target kinerja yang telah ditentukan pada PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Karanganyar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ali, R. Ruklin, H. Nurohmah, Y. Arie Pambayun, and A. Zaini, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Di Penyulang Purwoasri Berbasis Modified Imperialist Competitive Algorithms (MICA)," *J. FORTECH*, vol. 1, no. 2, pp. 74–78, Aug. 2020, doi: 10.32492/fortech.v1i2.227.
- [2] C. Onah, P. Kpochi, and A. Goodman, "Design and Implementation of an Automatic Changeover Switch with Generator Trip-off Mechanism," *Int. J. Eng. Sci. Invent.*, vol. 9, no. 7, pp. 41–48, 2020.
- [3] 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, doi: 10.37905/jjee.v5i2.18145.
- [4] Titiek Suheta and Muhammad Faisal A, "Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Dan Rekonfigurasi Recloser Pada Penyulang Kamal," *J. JEETech*, vol. 3, no. 2, pp. 64–70, Sep. 2022, doi: 10.48056/jeetech.v3i2.196.
- [5] Machrus Ali, Dwi Ajiatmo, and Muhlasin, "Optimasi Kualitas Tenaga Listrik Di Area Banyuwangi Menggunakan Radio Gateway Over Internet Protocol," *J. JEETech*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, Nov. 2020, doi: 10.48056/jeetech.v1i2.3.
- [6] M. Choiruddin, Choiruddin; Ridhwan, Fauzi, Ahmad; Muhlasin, Muhlasin; Nurohmah, Hidayatul; Ali, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Penyulang Benteng Berbasis MICA," *SinarFe7*, vol. 1, no. 1, pp. 112–116, 2018.
- [7] Prastiyo, M.E.E. "Pengaruh Penggunaan Kubikel Automatic Change Over (ACO) di Gardu Distribusi CSU 105 dan Gardu Distribusi KLD 58 pada Jaringan Distribusi Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Banten", 2020
- [8] Rasmini, N.W. "Panel Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) di Perumahan Direksi BTDC" *Jurnal Logic*, Vol. 13, No. 1, pp 16-21, 2013.
- [9] Widiarto, Hendro, Samanhudi, A. "Transmisi dan Distribusi" Edited by Y. M. Hidayat; Miskadi; Setiawan. *Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia*, 2022
- [10] I Kadek Hery Samudra, I Gede Dyana Arjana, I Wayan Artha Wijaya "Evaluasi Peningkatan Mutu Pelayanan dan Keandalan pada Penyulang Cimpaeun PLN UP3 Depok menggunakan Load Break Switch (LBS) Three Way", *Teknologi Elektro*, Vol. q5, No. 1, pp 48-55. 2013.
- [11] Ujang Wiharja, Abdul Kodir, "Optimalisasi Automatic Change Over (ACO) untuk Pelanggan Premium PT PLN UP3 Bulungan", *Teknokris*, Vol. 26, No. 1, pp 1-8, 2023.