



Pengaruh Pemeliharaan Konektor Jaringan Tegangan Menengah Penyulang SA 1 Terhadap Keandalan Penyaluran Tenaga Listrik

Oldi Malfri Lambonan*¹, Aurellia Afriani Mokoagow², Steven Johny Runtuwene³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

e-mail: *oldilambonan@gmail.com, aurelliamokoagow@gmail.com, stevenruntuwene@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak konektor rusak pada jaringan tegangan menengah, mengetahui frekuensi gangguan jaringan tegangan menengah setelah dilakukan pemeliharaan serta membandingkan tingkat keandalan penyaluran tenaga listrik sebelum dan sesudah pemeliharaan terhadap konektor jaringan tegangan menengah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, pengambilan data, pengolahan data dan analisis data. Perkembangan teknologi diiringi dengan peningkatan terhadap kebutuhan tenaga listrik oleh masyarakat menyebabkan tenaga listrik menjadi hal yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu, penyaluran tenaga listrik harus selalu andal. Namun berdasarkan data PT. PLN (Persero) ULP Manado Selatan tahun 2021, penyaluran tenaga listrik belum andal dan kontinyu akibat rusaknya konektor jaringan tegangan menengah sebanyak 34 kali yang menyebabkan terputusnya pasokan tenaga listrik kepada pelanggan selama 31 jam. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa kerusakan konektor jaringan tegangan menengah memiliki dampak yaitu terhambatnya pendistribusian tenaga listrik, kerugian finansial di sisi PLN serta kerugian efisiensi di sisi pelanggan. Frekuensi terjadinya kerusakan konektor setelah pemeliharaan mengalami penurunan yang awalnya 4 kali dalam periode waktu 3 bulan menjadi 1 kali dalam periode waktu 3 bulan. Nilai SAIDI sebelum pemeliharaan adalah 4,79 Jam/Pelanggan/Triwulan dan sesudah pemeliharaan adalah 0,53 Jam/Pelanggan/Triwulan. Nilai SAIFI sebelum pemeliharaan adalah 3,83 Kali/Pelanggan/Triwulan dan sesudah pemeliharaan adalah 1 Kali/Pelanggan/Triwulan.

Kata kunci: konektor, penyulang SA 1, keandalan

Abstract

This research aims to determine the impact of damaged connectors on medium voltage networks, identify the frequency of disturbances in the medium voltage network after maintenance, and compare the reliability of power distribution before and after maintenance on the medium voltage network connectors. The methods used in this research include literature study, data collection, data processing, and data analysis. Technological advancements, accompanied by an increasing demand for electricity by the community, have made electricity an essential aspect of daily life. Therefore, power distribution must always be reliable. However, based on data from PT. PLN (Persero) ULP Manado Selatan in 2021, the power distribution is still unreliable and discontinuous due to 34 incidents of medium voltage network connector damage, resulting in a power supply disruption to customers for a total of 31 hours. Based on the research findings, it was observed that the damage to medium voltage network connectors has several impacts, including hindrance in electricity distribution, financial losses for PLN, and efficiency losses for customers. The frequency of connector damage incidents decreased after maintenance from 4 times in a 3-month period to 1 time in a 3-month period. The pre-maintenance SAIDI value was 4.79 hours/customer/quarter, while the post-maintenance value was 0.53 hours/customer/quarter. The pre-maintenance SAIFI value was 3.83 times/customer/quarter, and the post-maintenance value was 1 time/customer/quarter.

Keywords: connectors, SA feeder 1, reliability.



1. PENDAHULUAN

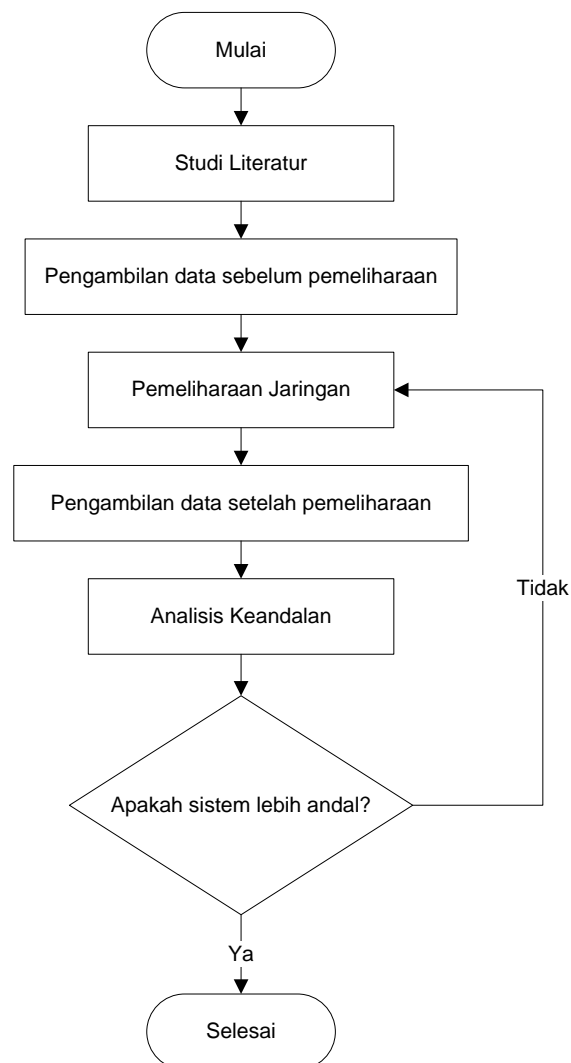
Dalam era perkembangan teknologi yang pesat dan peningkatan kebutuhan akan tenaga listrik oleh masyarakat, penyediaan tenaga listrik yang andal dan kontinyu menjadi sangat penting. Selama ini energi listrik telah menjadi kebutuhan vital untuk menunjang kehidupan sehari-hari [1]. garis besar sistem tenaga listrik dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu sistem pembangkitan, system penyaluran (transmisi & gardu induk), dan sistem distribusi [2]. Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bentuk dari penyaluran listrik yang dekat dan berhubungan secara langsung dengan pelanggan. Oleh karena dekat dengan konsumen, maka kinerja dari sistem distribusi tenaga listrik akan mempengaruhi kepuasan konsumen secara langsung. Dalam hal ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan [3]. Berdasarkan hal tersebut, maka sistem distribusi tenaga listrik harus memiliki keandalan yang tinggi, diantaranya ketersediaan pasokan listrik, berapa kali pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi pada sistem, serta tingkat kestabilan frekuensi dan tegangan sebagai bentuk dari kualitas energi listrik yang dihasilkan [4][5][6]. Salah satu faktor krusial dalam menjaga keandalan penyaluran tenaga listrik adalah jaringan tegangan menengah yang digunakan untuk mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke konsumen. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik dapat diketahui dengan menghitung indeks keandalannya. Indeks-indeks keandalannya antara lain SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), SAIFI (*System Interruption Frequency Index*). Sistem distribusi tegangan menengah atau distribusi tegangan primer yang dipakai oleh PLN adalah 20 kV, 12 kV dan 6 kV. Jaringan pada sistem distribusi tegangan menengah (Primer 20 kV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu jaringan radial, jaringan hantaran penghubung (*Tie Line*), jaringan lingkaran (*Loop*), jaringan spindel dan sistem gugus atau kluster [7]. Konektor dalam jaringan tegangan menengah memainkan peran kunci dalam menjaga kelancaran aliran listrik dan mencegah gangguan yang dapat menyebabkan pemadaman listrik. Namun, seringkali terjadi kerusakan atau kegagalan konektor dalam jaringan tegangan menengah yang dapat mengganggu penyaluran tenaga listrik. Kondisi ini dapat menyebabkan pemadaman listrik sementara [8], mengganggu kegiatan masyarakat, dan menyebabkan kerugian finansial bagi penyedia listrik serta pelanggan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemeliharaan yang tepat dan teratur pada konektor jaringan tegangan menengah guna menjaga keandalan penyaluran tenaga listrik. Peningkatan mutu personil petugas PLN dan peremajaan alat serta pemeliharaan jaringan harus konsisten dilakukan oleh pihak PLN agar pelayanan kepada pelanggan dalam hal menyalurkan listrik tidak terkendala dan tetap lancar tanpa adanya pemadaman. Dalam penelitian ini, beberapa isu terkait yang dipertimbangkan meliputi: (1) dampak kerusakan konektor pada jaringan tegangan menengah terhadap keandalan penyaluran tenaga listrik, (2) frekuensi dan durasi pemadaman listrik akibat kerusakan konektor, (3) penyebab kerusakan konektor dalam jaringan tegangan menengah, (5) upaya pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah atau mengurangi kerusakan konektor, (6) keterkaitan antara pemeliharaan konektor dengan peningkatan keandalan penyaluran tenaga listrik. Berdasarkan data di PT. PLN (Persero) ULP Manado Selatan selama tahun 2021 didapatkan data bahwa telah terjadi 34 kali putus sambungan (*jointing*) akibat rusaknya konektor jaringan tegangan menengah. Dan dari 34 kejadian putus sambungan ini, penyulang SA 1 merupakan penyumbang terbesar terjadinya putus sambungan akibat kerusakan konektor jaringan tegangan menengah. Putusnya sambungan (*jointing*) pada sistem distribusi listrik tegangan menengah akan berimbas pada keandalan penyaluran tenaga listrik kepada konsumen. Oleh karena itu, kegiatan pemeliharaan terhadap konektor jaringan tegangan menengah dilakukan untuk menekan angka kejadian terjadinya putus sambungan penghantar tegangan menengah yang disebabkan oleh kerusakan konektor jaringan tegangan menengah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode yang digunakan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, wawancara, observasi, analisis data. Studi literatur adalah dengan melakukan pengumpulan referensi dari penelitian sebelumnya, jurnal di internet dan buku-buku terkait dengan judul tugas akhir. Selain itu, pengambilan teknis terkait gangguan yang

disebabkan oleh kerusakan konektor jaringan tegangan menengah. Wawancara atau bimbingan dilakukan dengan diskusi bersama dosen pembimbing dan pegawai PLN sebagai pembimbing lapangan mengenai penulisan tugas akhir yang dilakukan. Observasi Langsung dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data teknis yang diperlukan di lapangan. Analisis data dilakukan dengan cara mengumpulkan semua materi-materi yang berhubungan dengan penelitian. Selanjutnya data teknis yang belum ada, dilengkapi dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan. Data tersebut berupa pengukuran suhu pada konektor-konektor di jaringan tegangan menengah di penyulang SA 1. Setelah melakukan pengamatan langsung di lapangan kemudian dilakukan pemeliharaan dengan metode penggantian konektor jaringan tegangan menengah terhadap konektor yang memiliki hasil thermovision dengan suhu yang tinggi yang tidak sesuai standart Setelah dilakukan kegiatan pemeliharaan pada konektor-konektor tersebut maka dilakukan evaluasi keandalan penyaluran tenaga listrik.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

PT. PLN (Persero) ULP Manado Selatan memiliki 19 Penyulang yang melayani total 92.061 pelanggan. Salah satu penyulang yang ada di PT. PLN (Persero) ULP Manado Selatan adalah penyulang SA 1 yang juga merupakan tempat pengambilan data untuk penulisan tugas akhir ini. Penyulang SA 1 dimulai dari PMT SA 1 di Gardu Induk Tasik Ria dan memiliki panjang jaringan sepanjang 17.325 km serta memasok



tenaga listrik kepada 12.201 pelanggan. Konfigurasi Jaringan pada penyulang SA 1 adalah konfigurasi radial dengan sebuah PBO atau recloser yang berada di tengah penyulang

Tabel 1. Data Kerusakan Konektor Jaringan Tegangan Menengah Penyulang SA 1 selama periode Januari s.d Maret 2022

No	Tanggal	Lama Gangguan ($\sum \delta i$)	Beban Hilang (I_L)	Jumlah Pelanggan Terdampak (N_i)	Jumlah pelanggan Penyulang SA 1 (N_t)	Trip
1	7 Januari 2022	36 Menit	50 Ampere	12.201	12.201	PMT SA 1
2	9 Februari 2022	121 Menit	80 Ampere	12.201	12.201	PMT SA 1
3	14 Maret 2022	92 Menit	50 Ampere	12.201	12.201	PMT SA 1
4	21 Maret 2022	46 Menit	70 Ampere	10.232	12.201	REC Sedona

Kerusakan konektor jaringan tegangan menengah ini memiliki dampak tenaga listrik terganggu. Berdasarkan tabel 1 diatas, gangguan akibat rusaknya konektor telah terjadi sebanyak 4 kali dalam periode waktu dari bulan Januari 2022 sampai dengan bulan Maret 2022. Sebanyak 3 kejadian rusaknya konektor menyebabkan terjadinya trip pada PMT SA 1 dan 1 kejadian menyebabkan terjadinya trip pada recloser Sedona. Trip tersebut menyebabkan terputusnya penyaluran tenaga listrik selama 295 menit atau 4,9 jam. Interupsi daya yang terjadi dapat memengaruhi nilai indeks SAIDI dan SAIFI. Nilai indeks SAIDI akibat kerusakan konektor jaringan tegangan menengah di penyulang SA sebelum dilakukan pemeliharaan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

Perhitungan Nilai SAIDI :

$$SAIDI = \frac{\sum \delta i \times N_i}{N_t}$$

$$SAIDI = \frac{(36 \times 12.201) + (121 \times 12.201) + (92 \times 12.201) + (46 \times 10.232)}{12.201}$$

$$SAIDI = 287,57 \text{ Menit/Pelanggan/Triwulan; atau}$$

$$SAIDI = 4,79 \text{ Jam/Pelanggan/Triwulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan data diatas, nilai ineks SAIDI yang didapat adalah 4,79 Jam/Pelanggan/Triwulan telah melebihi standart IEEE yaitu 0,57 Jam/Pelanggan/Triwulan dan SPLN 59:1985 dengan konfigurasi radial dengan PBO yakni 3,21 Jam/Pelanggan/Triwulan.

Nilai indeks SAIFI akibat kerusakan konektor jaringan tegangan menengah di penyulang SA 1 sebelum dilakukan pemeliharaan terhadap konektor dapat dihtung menggunakan persamaan sebagai berikut:



Perhitungan Nilai SAIFI :

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \times N_i}{Nt}$$

$$SAIFI = \frac{(1 \times 12.201) + (1 \times 12.201) + (1 \times 12.201) + (1 \times 10.232)}{12.201}$$

$$SAIFI = 3,83 \text{ Kali/Pelanggan/Triwulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan data diatas, nilai indeks SAIFI yang didapat adalah 3,83 Kali/Pelanggan/Triwulan telah melebihi standart IEEE yaitu 0,36 Kali/Pelanggan/Triwulan dan SPLN 59:1985 dengan konfigurasi radial dengan PBO, yakni 0,6 Kali/Pelanggan/Triwulan.

Selain distribusi tenaga listrik terganggu interupsi penyaluran yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik PT. PLN (Persero) yang diakibatkan oleh rusaknya konektor jaringan tegangan menengah ini menyebabkan adanya sejumlah tenaga listrik yang tidak terjual (ENS). Selain menghambat proses distribusi tenaga listrik yang ada, tenaga listrik yang tidak terjual ini dapat mengakibatkan kerugian secara finansial di sisi PLN. Perhitungan Nilai ENS, Data untuk perhitungan nilai ENS dapat dilihat pada table 1, sehingga:

$$ENS = \frac{\sqrt{3} VL. IL. \text{Cos } \theta \times t}{1000}$$

$$ENS = \frac{\sqrt{3} \times 20000 \times 250 \times 0,9 \times 4,9}{1000}$$

$$ENS = 38.191,72 \text{ kWh}$$

Berdasarkan total perhitungan nilai ENS diatas maka kita dapat mengetahui total kerugian finansial di sisi PLN. Jika diasumsikan pelanggan terbesar di Penyulang SA 1 adalah pelanggan kategori rumah tangga dengan daya 900 VA maka berdasarkan Tarif Tenaga Listrik yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) untuk pelanggan kategori rumah tangga dengan daya 900 VA adalah Rp. 1352,00/KWH) maka kerugian finansial di sisi PLN akibat kerusakan konektor adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Total Kerugian} &= \text{ENS sebelum pemeliharaan} \times 1352,00 \\ &= 38.191,72 \times 1352,00 \\ &= \text{Rp. } 51.635.205,44 \end{aligned}$$

Interupsi penyaluran tenaga listrik akibat rusaknya konektor jaringan tegangan menengah ini selain menyebabkan kerugian finansial di sisi PLN juga menyebabkan kerugian kepada pelanggan. Ketiadaan pasokan listrik membuat banyak aktivitas warga menjadi tertunda seperti menyetrika baju, memasak nasi dan lainnya. Hal ini tentunya juga mengakibatkan ketidaknyamanan. Perhitungan nilai indeks SAIDI dan SAIFI setelah dilakukan pemeliharaan.

Setelah dilakukan pemeliharaan terhadap konektor jaringan tegangan menengah di penyulang SA 1, frekuensi terjadinya gangguan akibat rusaknya konektor jaringan tegangan menengah pun mengalami penurunan. Pada periode Mei 2022 sampai dengan Juli 2022 hanya terjadi 1 (satu) kejadian rusaknya konektor jaringan tegangan menengah di Penyulang SA 1.



Tabel 4.2 Kerusakan konektor jaringan tegangan menengah pada penyulang SA 1 setelah pemeliharaan

No	Tanggal	Lama Gangguan ($\sum \delta i$)	Beban Hilang (I_L)	Jumlah Pelanggan terdampak (N_i)	Jumlah pelanggan Penyulang SA 1 (N_t)	Trip
1	23 Juni 2022	32 Menit	36 Ampere	12.201	12.201	PMT SA 1

Berdasarkan Tabel 4.2, Nilai SAIDI dan SAIFI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah. Perhitungan nilai SAIDI setelah pemeliharaan:

$$SAIDI = \frac{\sum \delta i \times N_i}{N_t}$$

$$SAIDI = \frac{(32 \times 12.201)}{12.201}$$

$$SAIDI = 32 \text{ Menit /Pelanggan/Triwulan; atau}$$

$$SAIDI = 0,53 \text{ Jam/Pelanggan/Triwulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan data diatas nilai SAIDI yang didapat adalah 0,53 Jam/Pelanggan/Triwulan telah sesuai apabila di bandingkan dengan SPLN 59:1985 yakni 3,21 Jam/Pelanggan/Triwulan dan standart IEEE yakni 0,57 Jam/Pelanggan/Triwulan. Perhitungan SAIFI setelah pemeliharaan:

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \times N_i}{N_t}$$

$$SAIFI = \frac{(1 \times 12.201)}{12.201}$$

$$SAIFI = 1 \text{ Kali/Pelanggan/Triwulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan data diatas nilai SAIFI yang didapat adalah 1 Kali/Pelanggan/Triwulan belum sesuai apabila di bandingkan dengan SPLN 59:1985 yakni 0,6 Kali/Pelanggan/Triwulan dan standart IEEE yakni 0,36 Kali/Pelanggan/Triwulan namun telah mengalami peningkatan dibandingkan dengan hasil perhitungan SAIFI sebelum dilakukan pemeliharaan. Perhitungan Nilai ENS:

$$ENS = \frac{\sqrt{3} VL \cdot IL \cdot \cos \theta \times t}{1000}$$

$$ENS = \frac{\sqrt{3} \times 20000 \times 36 \times 0,9 \times 0,81}{1000}$$

$$ENS = 909,12 \text{ kWh}$$



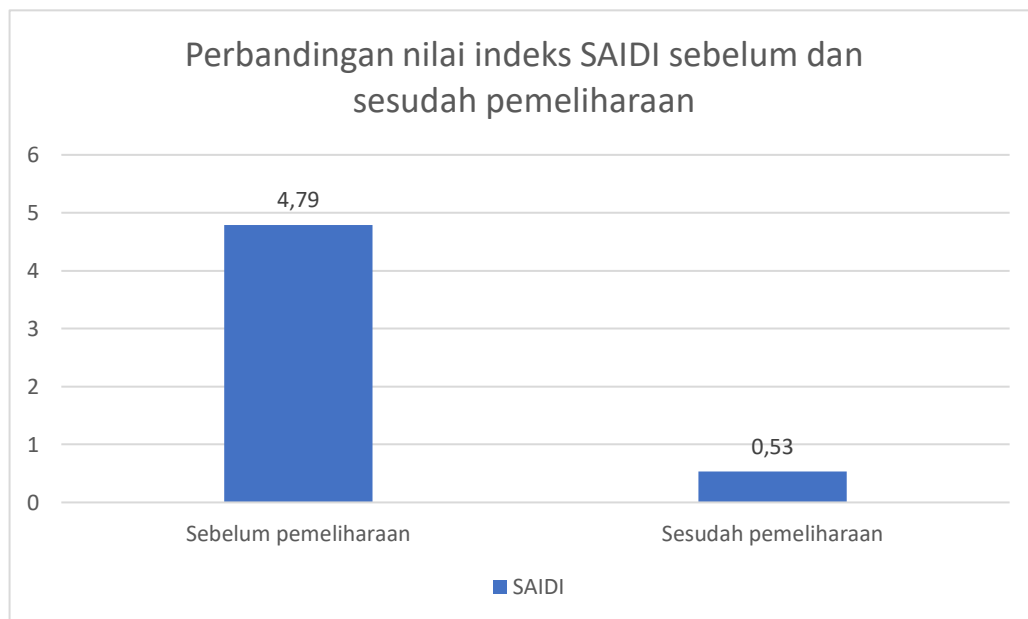
Berdasarkan total perhitungan nilai ENS diatas maka kita dapat mengetahui total kerugian finansial di sisi PLN. Jika diasumsikan pelanggan terbesar di Penyulang SA 1 adalah pelanggan kategori rumah tangga dengan daya 900 VA maka berdasarkan Tarif Tenaga Listrik yang ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) untuk pelanggan kategori rumah tangga dengan daya 900 VA adalah Rp. 1352,00/KWH (lihat lempiran A.6) maka kerugian finansial di sisi PLN akibat kerusakan konektor adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Total Kerugian} &= \text{ENS setelah pemeliharaan} \times 1.352,00 \\ &= 909,12 \times 1.352,00 \\ &= \text{Rp. 1.229.130,24} \end{aligned}$$

Tabel 3. Perbandingan perhitungan nilai SAIDI sebelum dan sesudah pemeliharaan konektor

No	Pemeliharaan	SAIDI (jam/pelanggan/triwulan)
1	Sebelum	4,79
2	Sesudah	0,53

Gambar 2 Diagram batang perbandingan nilai SAIDI sebelum dan sesudah pemeliharaan konektor JTM Penyulang SA 1

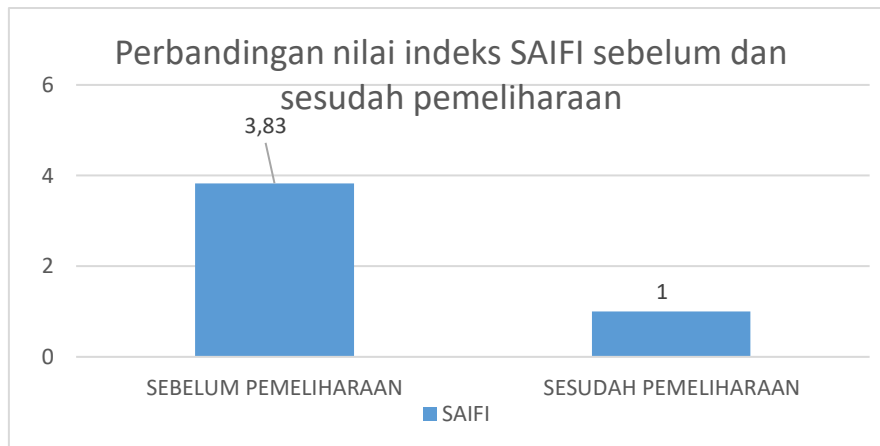


Setelah dilakukan tindakan pemeliharaan, durasi henti pasokan listrik yang terjadi akibat rusaknya konektor mengalami penurunan. Sebelum dilakukan tindakan pemeliharaan durasi henti pasokan listrik adalah 295 Menit atau 4,9 Jam dalam periode waktu 3 bulan (Januari s.d Maret 2022) sedangkan setelah dilakukan tindakan pemeliharaan durasi henti pasokan listrik adalah 46 menit atau 0,7 jam dalam periode waktu 3 bulan (Mei s.d Juli 2022). Dengan demikian, nilai SAIDI sebelum pemeliharaan adalah 4,79 Jam/Pelanggan/Triwulan mengalami penurunan menjadi 0,53 Jam/Pelanggan/Triwulan.

Tabel 4. Perbandingan perhitungan nilai SAIFI sebelum dan sesudah pemeliharaan konektor

No	Pemeliharaan	SAIFI (kali/pelanggan/triwulan)
1	Sebelum	3,83
2	Sesudah	1

Gambar 3. Diagram batang perbandingan nilai SAIFI sebelum dan sesudah pemeliharaan konektor JTM Penyulang SA 1



Setelah dilakukan tindakan pemeliharaan, frekuensi henti pasokan listrik yang terjadi akibat rusaknya konektor mengalami penurunan dimana sebelum dilakukan tindakan pemeliharaan frekuensi henti pasokan listrik adalah 4 kali dalam periode waktu 3 bulan (Januari s.d Maret 2022) sedangkan setelah dilakukan tindakan pemeliharaan frekuensi henti pasokan listrik adalah 1 kali dalam periode waktu 3 bulan (Mei s.d Juli 2022). Dengan demikian, nilai SAIFI sebelum pemeliharaan adalah 3,83 Kali/Pelanggan/Triwulan mengalami penurunan menjadi 1 Kali/Pelanggan/Triwulan. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, kerusakan konektor jaringan tegangan menengah yang terjadi di Penyulang SA 1 memiliki dampak yakni terganggunya pendistribusian tenaga listrik, kerugian finansial di sisi PLN serta kerugian efisiensi di sisi pelanggan. Setelah dilakukan pemeliharaan terhadap konektor jaringan tegangan menengah, frekuensi terjadinya kerusakan konektor jaringan tegangan menengah mengalami penurunan yang awalnya 4 kali dalam periode waktu 3 bulan menjadi 1 kali dalam periode waktu 3 bulan. Hal ini juga berdampak pada nilai SAIDI dan SAIFI dimana sebelum pemeliharaan nilai SAIDI dan SAIFI adalah 4,79 Jam/Pelanggan/Triwulan dan 3,83 Kali/Pelanggan/Triwulan sedangkan setelah pemeliharaan nilai SAIDI dan SAIFI adalah 0,53 Jam/Pelanggan/Triwulan dan 1 Kali/Pelanggan/Triwulan.

4. KESIMPULAN

Kerusakan konektor jaringan tegangan menengah memiliki dampak yaitu: terganggunya distribusi listrik, kerugian finansial di sisi PLN dan kerugian efisiensi di sisi pelanggan. Frekuensi terjadinya kerusakan konektor jaringan tegangan menengah setelah dilakukan pemeliharaan di penyulang SA 1 mengalami penurunan dimana frekuensi gangguan akibat konektor rusak sebelum dilakukan pemeliharaan adalah 4 kali sedangkan setelah dilakukan pemeliharaan frekuensi gangguan akibat rusaknya konektor jaringan tegangan menengah adalah 1 kali. Nilai SAIDI dan SAIFI sebelum dilakukan pemeliharaan adalah 4,79 Jam/Pelanggan/Triwulan dan 3,83 Kali/Pelanggan/Triwulan kemudian setelah dilakukan pemeliharaan nilai SAIDI dan SAIFI adalah 0,53 Jam/Pelanggan/Triwulan dan 1 Kali/Pelanggan/Triwulan



5. SARAN

Sebaiknya kegiatan thermovision pada konektor-konektor jaringan tegangan menengah dilakukan secara berkala agar pemeliharaan konektor jaringan tegangan menengah menjadi efektif.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada instansi Pendidikan tinggi vokasi Politeknik Negeri Manado yang terus memberikan dukungan dalam setiap kerja penelitian yang dilakukan oleh penulis. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak lain yang telah terlibat dalam pelaksanaan pemeriksaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Gandiar et al. "Analisis penentuan tarif harga listrik plts layak untuk pulau kabung bengkayang kalimantan barat," Sains dan Teknol. vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [2] Stevenson, William D. "Analisis Sistem Tenaga Listrik". Jakarta: Erlangga. 1993.
- [3] Bambang Winardi, Agung Warsito dan Meigy Restanaswari Kartika, "Analisa Perbaikan Susut Teknis dan Susut Tegangan Pada Penyulang KLS 06 di GI Kalisari Dengan Menggunakan Software ETAP 7.5.0," 2015.
- [4] D. Dasman dan H. Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015," Jurnal Teknik Elektro, vol. 6, no. 2, pp. 170–179, 2017.
- [5] R. S. Hartati, Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Udayana, Denpasar, 2007.
- [6] Marsudi, Djiteng, Operasi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [7] Suhadi. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1-2. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. 2008.
- [8] PT. P. (Persero) U. K. A. B., "Personal Interview," Maret. 2021.
- [9] Mustari, Anisah Tsalis, dan Sarwo Pranoto. 2021. "Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Kerusakan Jointing Melalui Hotspot Thermovision Pada PT . PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Rantepao." (September): 93–97.
- [10] IEEE Std. 1366. "IEEE Guides for Electric Power Distribution Reliability Indices". 2003
- [11] Berlianti, Rahmi, Rahmat Fauzi, dan Monice Monice. "Analisis Penerapan Tindakan Pemeliharaan Sistem Distribusi 20 KV Dalam Pengoptimalan ENS Dan FGTM." SainETIn 5(2): 44–50. 2001
- [12] S. N. Rumokoy, C. H. Simanjuntak, J. Sundah, and ..., "Perancangan Alat Monitoring Arus Listrik Terhadap Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah," *J. Elektr.*, vol. 01, no. 01, pp. 51–62, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/elektrik/article/view/334>