

DAMPAK INDEKS SAIDI DAN SAIFI TERHADAP KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PADA PENYULANG DA.05 KOTA MEDAN

M. Alwi Hermawan Dalimunte¹, Jihan Fadillah Sam², M. Syahrudin³

Teknik Listrik^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

m.alwihermawandalimunte@students.polmed.ac.id¹,

jihanfadillahsam@students.polmed.ac.id², m.syahrudin@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Manuver jaringan atau kegiatan rekayasa jaringan akibat gangguan maupun pekerjaan pemeliharaan jaringan bertujuan untuk mencapai kondisi penyaluran tenaga listrik yang maksimal. Penyulang DA.05 merupakan salah satu sarana pendistribusian tenaga listrik yang disuplai dari gardu induk denai dan memiliki panjang saluran sebesar 5,24 kilo meter sirkuit (kms). Dengan besarnya panjang penyulang tersebut maka perlu dilakukan analisis indeks keandalan jaringan. Keandalan pada penyulang DA.05 dianalisis dengan cara menghitung *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI). Hasil perhitungan yang didapatkan untuk SAIDI sebesar 5,15 jam per tahun dan SAIFI sebesar 45,16 kali per tahun. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dikategorikan nilai indeks SAIDI dalam keadaan andal. Sedangkan nilai SAIFI dikategorikan tidak andal karena masih dibawah dengan standar menurut SPLN No 68-2 1986 yaitu untuk SAIDI sebesar 12,8 jam per tahun dan SAIFI sebesar 2,4 kali per tahun.

Kata Kunci : Manuver, SAIDI, SAIFI, Standar Indeks Keandalan Distribusi

PENDAHULUAN

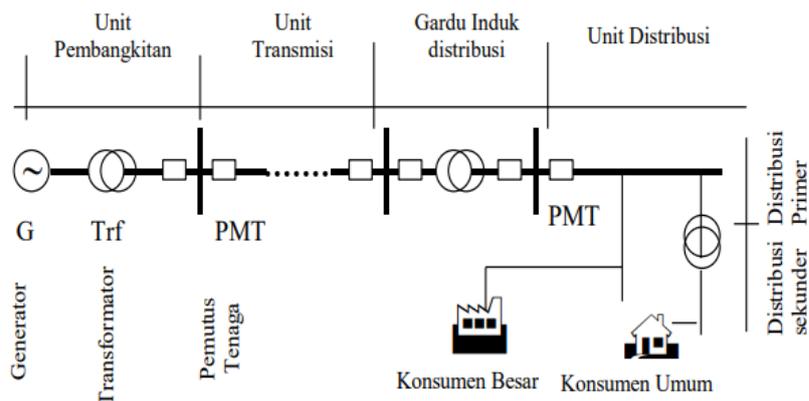
Penggunaan listrik di Indonesia sampai saat ini masih bergantung pada pasokan listrik dari PT. PLN (Persero) yang merupakan satu-satunya Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyediaan sampai pendistribusian sumber tenaga listrik. Perbaikan dan pemeliharaan yang dilakukan pada sistem tenaga listrik membutuhkan pemadaman. Demi keselamatan dan keamanan pada saat pemeliharaan, sehingga perlu dikaji agar pemadaman yang ditimbulkan tidak terlalu luas wilayahnya. Listrik merupakan faktor utama dalam kegiatan ekonomi pada masyarakat, sehingga ketersediaan tenaga listrik yang baik akan berdampak langsung pada pertumbuhan ekonomi suatu masyarakat. Manuver jaringan adalah suatu kegiatan modifikasi atau rekayasa dari suatu jaringan. Manuver jaringan dilakukan karena adanya gangguan atau akan dilakukannya pekerjaan pada jaringan yang membutuhkan pemadaman listrik, sehingga jaringan diubah dan disuplai dari sumber tenaga listrik yang lain agar dapat mengurangi daerah yang mengalami pemadaman dan tetap tercapai kondisi pendistribusian tenaga listrik yang semaksimal mungkin (Ilmiah, 2019).

Ada beberapa cara dalam memperbaiki keandalan sistem pendistribusian tenaga listrik. Cara pertama adalah dengan mengurangi frekuensi terjadinya gangguan dan cara kedua adalah dengan mengurangi durasi gangguan. Untuk mengurangi frekuensi terjadinya gangguan, dilakukan tindakan *preventif* yakni dengan adanya pemeliharaan jaringan secara berkala. Hal ini guna menjamin performa sistem secara menyeluruh. Sedangkan untuk mengurangi durasi gangguan ialah dengan menambahkan sumber cadangan yang berasal dari sumber listrik lain atau suplai dari penyulang lain yang dapat memberikan suplai daya cadangan ketika sumber utama mengalami kegagalan. Manuver pasokan daya listrik dilakukan untuk mengurangi daerah pemadaman listrik pada saat terjadi gangguan atau pekerjaan pemeliharaan jaringan dan menghindari pemadaman listrik untuk pelanggan dengan kategori beban kritis. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai keandalan penyulang DA.05 maka akan ditinjau dari nilai *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) maupun nilai dari *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI).

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Salah satu bagian dari sistem tenaga listrik ialah sistem distribusi. Sistem distribusi berguna sebagai penyaluran tenaga listrik dimulai dari sumber listrik sampai kepada konsumen. Fungsi distribusi tenaga listrik artinya pembagian atau pendistribusian energi listrik ke beberapa daerah (pelanggan) dan subsistem energi listrik yang berafiliasi langsung kepada pelanggan, karena penyaluran energi listrik ke pusat sentra beban (pelanggan) dilayani langsung melalui unit pendistribusian. Sistem tenaga listrik terdiri atas Unit Pembangkitan, Unit Transmisi, dan Unit Distribusi. Sistem Distribusi tenaga listrik mengatur penyaluran energi listrik dimulai dari PMT Outgoing dan berakhir kepada konsumen. Pada gambar 1 menunjukkan instalasi sistem tenaga listrik.



Gambar 1. Sistem Instalasi Tenaga Listrik

Sumber : Syahrizal, 2019

Menurut besaran tegangan, sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan :

- Distribusi Primer, sistem distribusi ini tergolong sistem dengan jaringan tegangan menengah. Hal ini karena sistem ini bekerja pada tegangan nominal 20 kV/11,6 kV.
- Distribusi Sekunder, sistem distribusi ini tergolong sistem dengan jaringan tegangan rendah. Hal ini karena sistem ini bekerja pada tegangan nominal 380/220 volt (Sugiarto, 2007).

Ruang Lingkup Jaringan Distribusi

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, ruang lingkup dari jaringan distribusi ialah sebagai berikut:

- SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), terdiri dari: tiang penyangga dan peralatan kelengkapannya, penghantar konduktor dan peralatan perlengkapannya, serta peralatan proteksi dan pemutus.
- SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah), terdiri dari: kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
- Gardu Distribusi, terdiri dari: Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
- SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) dan SKTR (Saluran Kabel Tegangan Rendah), terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM yang membedakan hanya dimensinya. (PLN Buku 5, 2010).

Manuver Pelimpahan Beban Jaringan Distribusi 20 kV

Manuver/manipulasi jaringan merupakan serangkaian kegiatan membuat modifikasi terhadap operasi normal dari jaringan akibat adanya gangguan/pekerjaan jaringan sehingga tetap tercapainya kondisi penyaluran tenaga listrik yang maksimal atau dengan kata lain yang lebih sederhana adalah mengurangi daerah pemadaman. Kegiatan yang dilakukan dalam manuver :

- Memisahkan bagian-bagian jaringan yang semula terhubung dalam keadaan bertegangan/tidak bertegangan.

- b. Menghubungkan bagian-bagian jaringan yang terpisah menurut keadaan operasi normalnya dalam keadaan bertegangan/ tidak bertegangan.

Optimalisasi atas keberhasilan manuver dari segi teknis ditentukan oleh konfigurasi jaringan dan peralatan manuver yang tersedia di sepanjang jaringan. Peralatan jaringan yang dimaksud adalah peralatan pemutus dan penghubung yang terdiri dari berbagai macam seperti PMT, ABSW, Recloser, LBS, FCO, Sectionalizer. Masing-masing peralatan manuver ini memiliki spesifikasi dan fungsi kerja yang berbeda-beda (Hasibuan et al., 2022).

Tujuan Pelaksanaan Pelimpahan Beban

Pada saat melakukan manuver jaringan distribusi yang disebabkan oleh pekerjaan pemeliharaan jaringan atau gangguan kerusakan, untuk meminimalisir daerah padam pada suatu penyulang, maka beberapa beban yang tidak termasuk ke dalam seksi/daerah gangguan akan dialihkan dan dipasok oleh penyulang lain. Manuver jaringan distribusi dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- a) Mempercepat penormalan jaringan distribusi.
- b) Meminimalisir daerah pemadaman atau memperkecil jumlah pelanggan padam.
- c) Pengaturan distribusi beban jaringan distribusi.
- d) Pertimbangan keandalan jaringan distribusi.

Gangguan Pada Jaringan Distribusi

Penyebab timbulnya gangguan pada jaringan distribusi bisa berasal dari dalam maupun luar sistem jaringan. Gangguan yang berasal dari dalam umumnya ditimbulkan oleh perubahan sifat ketahanan yang ada, seperti isolator yang retak atau aus karena faktor usia, sedangkan gangguan dari luar umumnya berupa gangguan alam antara lain petir, burung, pohon, hujan dan sebagainya. Gangguan pada sistem distribusi yaitu:

1. Gangguan Hubung Singkat
Pada dasarnya setiap gangguan hubung singkat merupakan gangguan yang terjadi disebabkan karena adanya hubungan langsung antar fasa (fasa R–S, fasa S–T, fasa R–S–T) atau juga dapat terjadi karena adanya hubungan fasa–tanah yang ada pada jaringan, gardu induk, maupun unit pembangkit. Umumnya arus hubung singkat dan sudut fasanya bergantung pada jenis gangguan, besarnya sistem pembangkitan, impedansi sumber sampai dengan titik gangguan serta impedansi gangguan itu sendiri.
2. Gangguan Permanen
Gangguan hubung singkat permanen, dapat terjadi pada kabel atau pada belitan trafo tenaga yang disebabkan karena arus hubung singkat antar fasa atau fasa tanah, sehingga penghantar menjadi panas yang berdampak pada isolasi atau minyak trafo tenaga, sehingga dapat menyebabkan isolasi tembus. Pada generator, yang disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau pembebanan berlebih ialah dari kemampuan generator.
3. Gangguan Beban
Gangguan beban ialah bukan merupakan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan kelamaan maka dapat merusak peralatan listrik yang dialiri oleh arus tersebut. Hal ini disebabkan karena arus yang mengalir melebihi dari kemampuan hantar arus dari peralatan listrik yang merupakan pengamanan listrik.

Kualitas Daya Listrik

Ada 2 (dua) hal yang menjadi ukuran mutu listrik yaitu tegangan dan frekuensi. Tegangan pelayanan ditentukan oleh (Rusmansyah et al., 2020):

- a. Batasan toleransi tegangan, pada konsumen TM adalah $\pm 5\%$, sedangkan pada konsumen TR maksimum $+ 5\%$ dan minimum $- 10\%$.
- b. Keseimbangan tegangan pada setiap titik sambungan.
- c. Kedip akibat pembebanan sekecil mungkin.
- d. Hilang tegangan sejenak akibat manuver secepat mungkin. Sedangkan untuk frekuensi batasan yang diijinkan adalah batas toleransi frekuensi adalah $\pm 1\%$ dari frekuensi standar 50 Hz.

Keandalan penyaluran tenaga listrik

Sebagai indikator penyaluran adalah angka lama atau seringnya pemadaman pada pelanggan yang disebut dengan angka SAIDI dan SAIFI. Angka lama padam SAIDI (*system Average Interruption Duration Index*) (Pham, n.d.)

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jam x Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Pelanggan yang dilayani}} \text{ Jam/plg/bulan} \quad (1)$$

Angka sering padam SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Padam x Jumlah Gangguan}}{\text{Jumlah Pelanggan yang dilayani}} \text{ Kali/plg/bulan} \quad (2)$$

Semua perusahaan yang bergerak sebagai penyedia listrik akan berupaya untuk menurunkan nilai SAIDI dan SAIFI dari pelayanan penyaluran tenaga listrik, sehingga dapat mencapai standarisasi perusahaan tingkat kelas dunia yaitu dengan angka SAIDI 1,6 jam per tahun dan SAIFI 3 kali per tahun.

Standar Nilai Indeks SAIDI dan SAIFI merupakan suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas. Sejumlah indeks telah dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka evaluasi keandalan jaringan sistem distribusi. SPLN merupakan standar perusahaan PT. PLN (Persero) yang ditetapkan Direksi bersifat wajib. Dapat berupa peraturan, pedoman, instruksi, cara pengujian dan spesifikasi teknik. Standar ini ditujukan untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik. Tujuannya adalah untuk menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusi dan juga sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan dicapai PT. PLN (Persero). Keandalan Standar Nilai Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI berdasarkan SPLN, IEEE dan World Class Service ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Keandalan Standar Nilai Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI

Standar Indeks Keandalan	Standar Nilai	
	SAIDI jam/tahun	SAIFI kali/tahun
SPLN 68-2 : 1986	12,8	2,4
IEEE std 1366-2003	2,30	1,45
World Class Service	1,666	3

Kegunaan dari nilai indeks keandalan sistem adalah sangat luas. Ada beberapa kegunaan yang paling umum yaitu (Billiton, R dan Billiton, J.E, 1989):

- 1) Melengkapi manajemen dengan data capaian mengenai mutu layanan pelanggan pada sistem tenaga listrik secara keseluruhan.
- 2) Sebagai upaya mengidentifikasi sub sistem dan sirkuit dengan capaian dibawah standar untuk memastikan penyebabnya.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Medan Kota merupakan suatu perusahaan dalam bidang energi listrik yang memberikan pelayanan kepada masyarakat dan industri dalam penyediaan jasa yang berhubungan dengan penjualan tenaga listrik di Indonesia. Peningkatan kebutuhan listrik melonjak dengan tinggi dan cepat, khususnya kebutuhan bagi industri dan diiringi pula dengan standar tingkat kepuasan masyarakat menjadi lebih tinggi sebagai akibat dari meningkatnya pendapatan masyarakat yang maju dan modern. PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Medan Kota terletak di Jalan Listrik No.8, Petisah Tengah, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada koordinat *Latitude*: 3.585962 dan *Longitude*: 98.676091.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data berupa *Single line diagram*, spesifikasi penyulang, data gangguan pada penyulang DA.05. Metode pengumpulan data merupakan suatu cara tertentu dengan maksud pengumpulan keterangan-keterangan yang diteliti secara efisien menurut prosedur-prosedur ilmiah memudahkan suatu masalah yang dipertanggungjawabkan kebenarannya. Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis menggunakan dua cara untuk mengumpulkan data, yaitu:

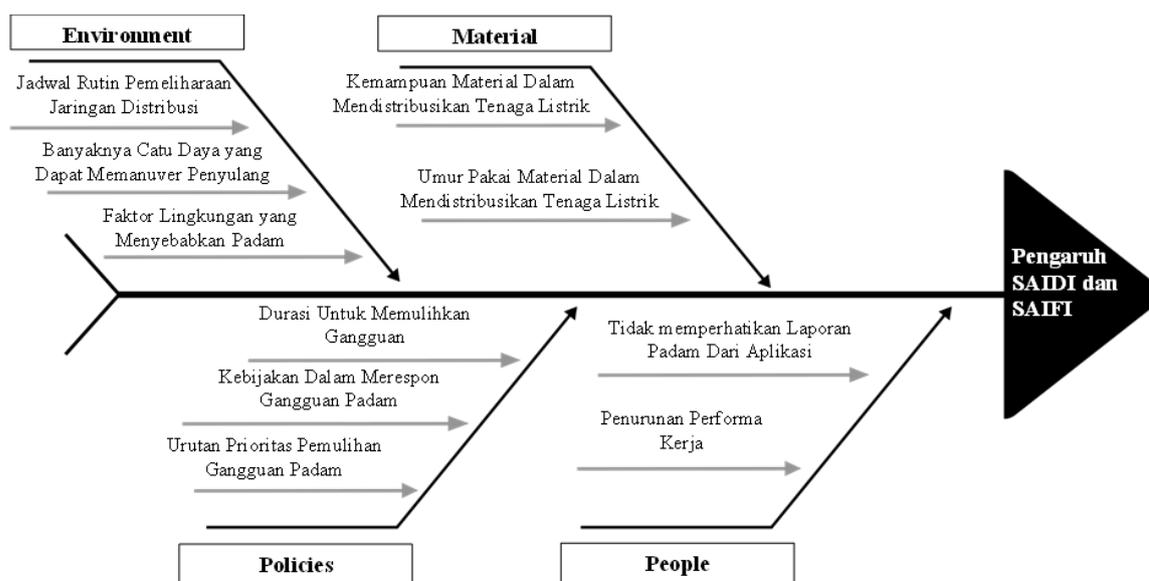
- 1) Penelitian kepustakaan (*library research*)
Merupakan penelitian yang dilakukan dengan metode membaca dan menelaah buku-buku dan literatur-literatur sumber bacaan lainnya yang berkaitan dengan judul yang dibahas. Jadi, keterangan-keterangan yang dikumpulkan sifatnya masih dalam bentuk teori.
- 2) Penelitian lapangan (*field research*)
Merupakan penelitian dengan mengumpulkan data secara langsung pada objek yang diteliti untuk mengumpulkan data-data yang otentik.
 - a) Observasi, yaitu metode dengan melakukan penelitian dengan cara pengamatan secara langsung dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang bertampak pada objek penelitian yang berkaitan dengan permasalahan yang ada di lapangan.
 - b) Dokumentasi, yaitu teknik pengumpulan data dengan menggunakan dokumen-dokumen yang terdapat pada perusahaan yang ada kaitannya dengan judul penelitian.

Model Penelitian

Peneliti menggunakan metode kuantitatif karena proses mencari hasil data berupa angka yang berfungsi sebagai alat untuk menganalisis hasil apa yang ingin diketahui. Pengujian performa keandalan penyulang DA.05 dilakukan secara aktual, dengan menganalisis pengaruh manuver jaringan distribusi 20 Kv.

Rancangan Penelitian

Fishbone analysis merupakan salah satu alat dalam menganalisis penyebab yang dapat menghasilkan tujuan penelitian. Terdapat 4 penyebab yang mempengaruhi nilai indeks SAIDI dan SAIFI yang berdampak pada keandalan sistem distribusi lihat gambar 2.



Gambar 2. Fishbone Diagram
Sumber : Penulis, 2023

Data Pemadaman Penyulang DA.05

Berikut merupakan data-data penyebab pemadaman penyulang DA.05 baik pemadaman terencana maupun pemadaman tidak terencana dalam setahun periode Januari sampai dengan Desember tahun 2022 pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pemadaman Penyulang DA.05.

No.	Bulan Padam	Jenis Pemadaman	Total Pelanggan	Jumlah Pelanggan Padam	Lama Padam (Jam)	Penyebab Padam
1.	Januari	Pemadaman Tidak Terencana	10.987	10.935	0,05	Dijumpai kabel HUTM putus phasa S , Jl. Saudara dan bambu CO terbakar phasa S , di MS 105 Jl. Saudara Ujung
2.	Februari	-	11.171	-	-	-
3.	Maret	Pemadaman Terencana	11.327	10.935	0,32	Pemeliharaan Jaringan
4.	April	Pemadaman Terencana	11.441	11.030	0,42	Pemeliharaan Jaringan
		Pemadaman Tidak Terencana		11.030	0,33	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
5.	Mei	Pemadaman Terencana	11.597	657 11.030	0,38 4,62	Pemeliharaan Jaringan
		Pemadaman Tidak Terencana		5.008	0,03	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
6.	Juni	Pemadaman Tidak Terencana	11.723	5.105	0,03	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
7.	Juli	Pemadaman Terencana	11.843	5.177 333 11.397	3,87 0,55 0,03	Pemeliharaan Jaringan
8.	Agustus	Pemadaman Terencana	11.968	554	0,1	Pemeliharaan Jaringan
		Pemadaman Tidak Terencana		5.177	0,03	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
9.	September	-	12.057	-	-	-
10.	Oktober	Pemadaman Terencana	12.191	11.500 5.222 11.500	0,48 0,05 0,02	Pemeliharaan Jaringan
		Pemadaman Tidak Terencana		11.500	0,03	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
11.	Nopember	Pemadaman Terencana	12.339	2.401	3,28	Pemeliharaan Jaringan
		Pemadaman Tidak Terencana		11.615 5.271 11.615 5.271	0,68 0,03 0,05 0,03	No Damage (Tidak Ada Kerusakan)
12.	Desember	Pemadaman Terencana	12.474	11.615 11.615	0,02 0,45	Pemeliharaan Jaringan

Sumber : Data PT. PLN (Persero) ULP Medan Kota, 2022

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pengaruh SAIDI dan SAIFI Terhadap Keandalan Penyulang DA.05

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 2 tentang data pemadaman penyulang DA.05 maka nilai indeks SAIDI dan SAIFI penyulang DA.05 dapat dihitung. Berikut merupakan nilai indeks SAIDI dan SAIFI periode bulan Januari 2022 sampai dengan Desember 2022 diuraikan sebagai berikut :

1. Indeks keandalan SAIDI dan SAIFI bulan Januari 2022:

Diketahui :

Jumlah Pelanggan = 10.987

Jumlah Pelanggan Padam = 10.935

Jumlah Gangguan = 1

Lama Jam Padam = 0,05

Dengan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2), indeks keandalan SAIDI dan SAIFI adalah sebagai berikut :

- $$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jam x Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Pelanggan yang dilayani}} \text{ Jam/plg/bulan}$$

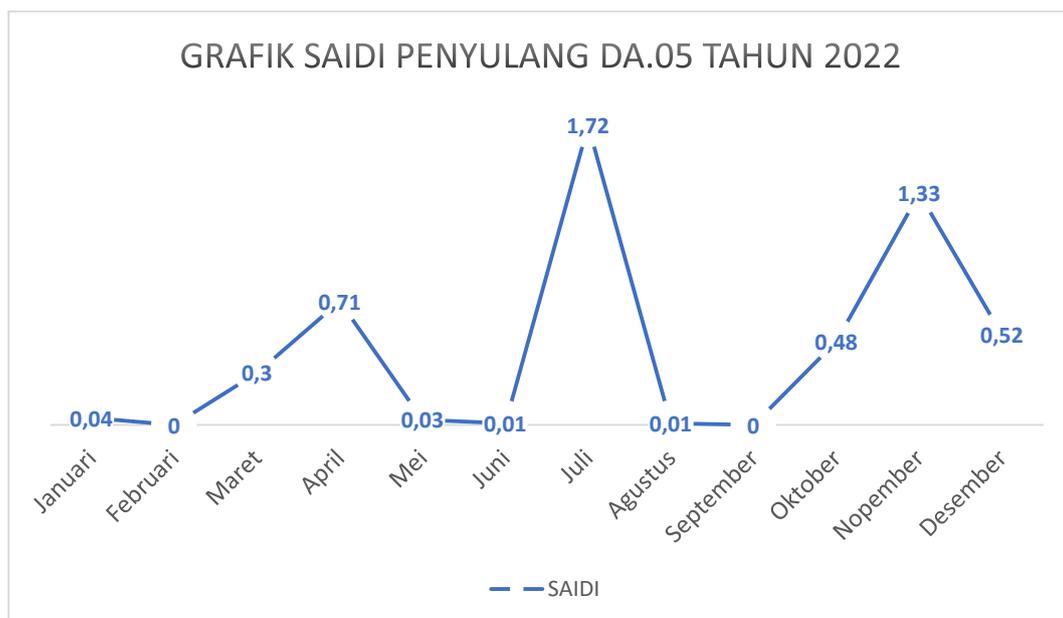
$$\text{SAIDI} = \frac{0,05 \times 10.935}{10.987}$$

$$\text{SAIDI} = 0,049$$
- $$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah Pelanggan Padam x Jumlah Gangguan}}{\text{Jumlah Pelanggan yang dilayani}} \text{ Kali/plg/bulan}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{10.935 \times 1}{10.987}$$

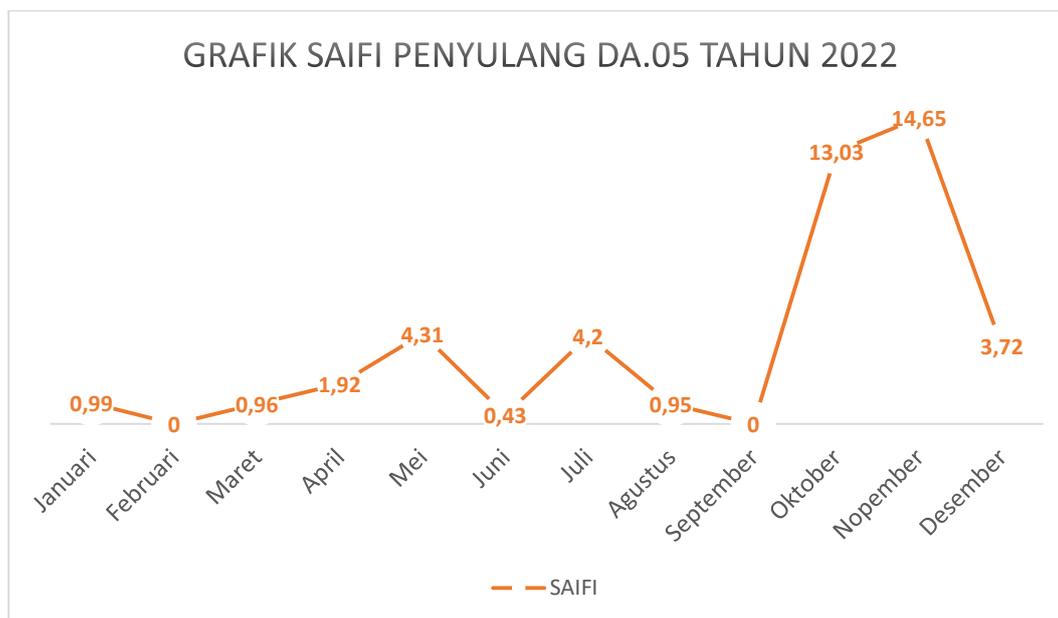
$$\text{SAIFI} = 0,99$$

Grafik dari indeks keandalan SAIDI Penyulang DA.05 periode Januari sampai Desember 2022 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik SAIDI Penyulang DA.05 Tahun 2022
Sumber : Penulis, 2023

Grafik dari indeks keandalan SAIFI Penyulang DA.05 periode Januari sampai Desember 2022 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik SAIFI Penyulang DA.05 Tahun 2022

Sumber : Penulis, 2023

Berdasarkan gambar 3 dan gambar 4 indeks nilai SAIDI dan SAIFI terkecil terjadi pada bulan Februari dan September. Hal ini karena pada bulan Februari dan September tidak terjadi gangguan pada penyulang DA.05. Selanjutnya nilai indeks SAIDI tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan nilai SAIDI sebesar 1,72 jpt. Sedangkan untuk nilai indeks SAIFI tertinggi terjadi pada bulan Nopember sebesar 14,65 kpt. Berikut disajikan tabel 4.9 untuk standar indeks SAIDI dan SAIFI penyulang DA.05 selama periode Januari-Desember 2022.

Tabel 3. Hasil Indeks SAIDI dan SAIFI Penyulang DA.05 Periode Januari-Desember 2022.

No.	Indeks Keandalan	Nilai	Standar Nilai Indeks (SPLN 65 : 1986)	Kriteria
1.	SAIDI	5,15	12,8	Memenuhi
2.	SAIFI	45,16	2,4	Tidak Memenuhi

Menurut tabel 3 penyulang DA.05 memiliki nilai indeks keandalan SAIDI yang cukup baik dan sesuai dengan standar SPLN 68-2 : 1986. Namun, untuk indeks keandalan SAIFI penyulang DA.05 yang tidak memenuhi standar. Hal ini dikarenakan sering terjadinya frekuensi pemadaman, dengan nilai 45,16 kali per tahun.

SIMPULAN

Hasil perhitungan nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada penyulang DA.05 pada tahun 2022 yaitu; untuk nilai SAIDI sebesar 5,15 jam per pelanggan per tahun dan untuk nilai SAIFI sebesar 45,16 kali per pelanggan per tahun. Dari hasil kalkulasi yang didapat, untuk nilai SAIDI penyulang DA.05 dikategorikan andal dan untuk nilai SAIFI dikategorikan tidak andal pada tahun 2022 menurut SPLN No 68-2 tahun 1986 yaitu untuk SAIDI sebesar 12,8 jam/pelanggan/tahun dan 2,4 kali/pelanggan/tahun.

SARAN

Perlu dilakukan *uprating* konduktor untuk dapat meminimalisir *voltage drop*. Dengan *uprating* konduktor yang semula memakai kabel AAAC 150 mm² menjadi kabel dengan pelindung XLPE 240 mm² maka penyulang dapat lebih andal karena bisa menampung beban lebih besar dan gangguan yang disebabkan karena konduktor tidak memiliki pelindung dapat diatasi sehingga nilai SAIFI dapat ditekan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasibuan, A., Bintoro, A., & Meutia, R. D. (2022). *RELIABILITY DISTRIBUTION SYSTEM ON LOAD BREAK SWITCH ADDITION AT PT. PLN (PERSERO) ULP LANGSA CITY USING RIA- SECTION TECHNIQUE COMBINED METHOD ON ETAP 14 . 1 . 0. 02(02)*, 4–11.
- Ilmiah, P. (2019). *GI SRAGEN TERHADAP SUSUT DAYA ANALISIS PENGARUH MANUVER JARINGAN 20 kV*.
- Pham, H. (n.d.). *Handbook of Reliability*.
- PLN Buku 5. (2010). Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. *PT. PLN (Persero)*, 3–4.
- Rusmansyah, D., Hajar, I., & Pasra, N. (2020). *Analisis Voltage Drop Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pecah Beba Pada Gardu KH 007 Di PT PLN (Persero) UP3 Pamekasan. 10(2)*, 99–111.
- Sugiarto, U. widayat. (2007). *Pengenalan Proteksi Sistem Tenaga Listrik* (p. 90).
- Syahrizal, D. W. A. (2019). *RANCANG BANGUN SIMULATOR MANUVER BEBAN RATIO 4 KEYPOINT BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN TAMPILAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI) PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20KV. 53(9)*, 1689–1699.