

ANALISIS KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DENGAN CARA HOT LINE MAINTENANCE DI PLN (Persero) MEDAN

Humaira Salsabila¹, Bayu Darma Setiawan², Abdullah³
humairasalsabilarusyidipili@students.polmed.ac.id¹,
bayudarmasetiawan@students.polmed.ac.id², abdullah@polmed.ac.id³

ABSTRAK Pemadaman yang dilakukan untuk pekerjaan pemeliharaan, menyebabkan kerugian bagi konsumen serta PLN. Kerugian yang dialami adalah diskontinuitas pelayanan penyaluran energi listrik dan kwh yang diproduksi oleh PLN tidak dapat tersalurkan, maka dari itu perlu dilakukan pemeliharaan dengan teknik *Hot Line Maintenance* (HLM). Keandalan dari indeks SAIDI (*System Average Interruption Duration Indeks*) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Indeks*). Di PT PLN (Persero) UP3 Medan dapat menyelamatkan kWh dan rupiah terselamatkan dari bulan Juli hingga Desember 2022. Nilai rata-rata Saidi dari bulan Juli hingga Desember 2022 yaitu 38,614 menit/pelanggan. Nilai rata-rata Saifi dari bulan Juli hingga Desember 2022 yaitu 0,420 kali/pelanggan. Perlunya pengembangan sehingga dapat meningkatkan jumlah kWh yang terselamatkan dan menekan angka Saidi, Saifi sekecil mungkin. Keandalan sistem pada jaringan tegangan menengah tetap terjaga dan tidak dirugikan akibat pemadaman listrik.

KATA KUNCI Jaringan, HLM, SAIDI, SAIFI

PENDAHULUAN **Latar Belakang**

Penggunaan listrik di Indonesia sampai saat ini masih bergantung pada pasokan listrik di PT.PLN (Persero) yang merupakan satu-satunya badan usaha milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyediaan sampai pendistribusian sumber tenaga listrik. Meningkatkan keandalan dan kontinuitas dalam penyaluran tenaga listrik dan pelayanan terhadap konsumen maka dibutuhkan keandalan pada sistem tenaga listrik. Upaya untuk mengurangi pemadaman jaringan listrik terencana disaat melakukan pekerjaan pemeliharaan dan perluasan jaringan, maka PT.PLN (Persero) Area Medan menerapkan sistem *Hot Line Maintenance* (HLM) agar dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan dapat dilaksanakan tanpa harus memadamkan sumber aliran listrik. Keandalan suatu sistem dalam penyaluran energi listrik ke konsumen sangat berpengaruh terhadap frekuensi dalam penyulang. Seringnya pemadaman listrik yang dilakukan saat melakukan pekerjaan perbaikan, pemeliharaan, dan perluasan jaringan listrik menjadi kendala suatu jaringan. Tingkat keandalan suatu jaringan dapat dilihat

^{1,2}adalah Mahasiswa Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

³adalah Dosen Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

dari besar kecilnya nilai SAIDI dan SAIFI. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) adalah rata-rata durasi gangguan yang terjadi, SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) adalah rata-rata frekuensi gangguan yang terjadi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yang akan dibahas pada KONSEP adalah:

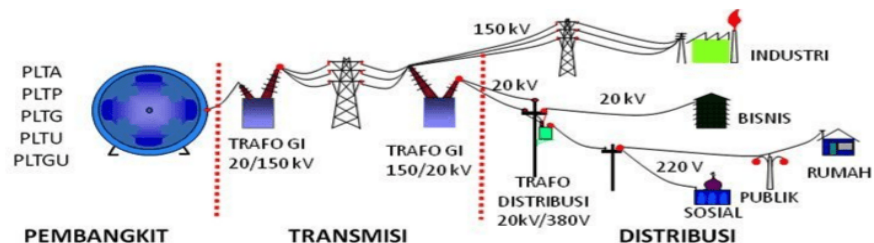
- 1) Bagaimana nilai keandalan pemeliharaan jaringan bertegangan dalam indeks Saidi Saifi pada jaringan distribusi 20 kV dengan teknik HLM di PT. PLN (Persero) Medan?
- 2) Bagaimana jumlah kWh terselamatkan dengan teknik HLM pada jaringan distribusi saluran udara 20 kV PT PLN (Persero) Medan?
- 3) Bagaimana cara meminimalisir pemadaman pada jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Medan?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam pembahasan KONSEP, sebagai berikut:

- 1) Mengetahui keandalan dengan teknik HLM dalam perbaikan jaringan dalam rasio Saidi dan Saifi pada jaringan distribusi 20 kV.
- 2) Untuk mengetahui berapa jumlah kWh Jual yang terselamatkan saat pemeliharaan dan perbaikan jaringan distribusi 20 kV.
- 3) Untuk meminimalisasi pemadaman listrik pada jaringan distribusi 20 kV saat melakukan pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan jaringan.

TINJAUAN PUSTAKA Uraian Teori Sistem Tenaga Listrik



Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik

Sumber: www.warriornux.com/pembagian-sistem-penyaluran-tenaga-listrik/, 2023
Sistem tenaga listrik adalah infrastruktur yang terdiri dari bagian komponen yang digunakan untuk menghasilkan, mentransmisikan, mendistribusikan, dan menggunakan listrik secara luas. Ini melibatkan proses pembangkit listrik, transmisi melalui jaringan listrik, dan distribusi kepada konsumen akhir.

Saluran Udara Tegangan Menengah



Gambar 2 Saluran Udara Tegangan Menengah
Sumber: Penulis, 2023

Saluran udara tegangan menengah adalah sistem distribusi listrik yang menggunakan saluran udara atau tiang listrik untuk mengirimkan tegangan menengah ke pelanggan. Saluran udara tegangan menengah umumnya digunakan untuk menghubungkan gardu distribusi dengan transformator distribusi atau pelanggan langsung. Penggunaan konduktor penghantar bertegangan pada SUTM ini digunakan konduktor jenis AAAC (*All Alloy Aluminium Conductor*). Luas penampang 240 mm^2 , 150 mm^2 , 70 mm^2 , dan 35 mm^2 . Konstruksi ini juga paling murah dalam pembangunannya dari pada dengan sistem saluran bawah tanah (SKTM).

Teknik *Hot Line Maintenance*



Gambar 3 PDKB
Sumber: PDKB.id, 2019

Live Line Working, Hot Line Maintenance ataupun Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) adalah pasukan elit milik PLN yang terlatih melakukan pemeliharaan, perbaikan, dan penggantian isolator, konduktor maupun komponen lainnya pada jaringan listrik tanpa memadamkan aliran listrik, sehingga masyarakat Indonesia dapat tetap menikmati listriknya (Ahmad Hidayat, 2019). Tugas pokok PDKB yaitu melakukan pekerjaan Pemeliharaan dan perluasan jaringan terhadap pihak perusahaan secara swakelola tanpa harus memutus aliran listrik distribusi tenaga, pengelolaan peralatan dan sarana kerja lainnya dan membina kemampuan serta keterampilan anggotanya.

Energi Listrik kWh terselamatkan

Energi listrik kWh terselamatkan merupakan energi listrik yang masih dapat disalurkan disaat dilakukannya pekerjaan pemeliharaan, dan perbaikan atau penggantian komponen dalam jaringan distribusi tanpa harus memadamkan aliran listrik. Sementara itu untuk energi yang tidak terselamatkan merupakan energi yang hilang karena pemadaman jaringan saat melakukan pekerjaan perbaikan, perluasan, dan perbaikan komponen distribusi. Untuk sistem jaringan tiga fasa, formulasi perhitungan energi yang terselamatkan dalam kilo

watt hour (KWH) menurut SPLN-81 Tahun 1993 pada jaringan distribusi tegangan menengah dengan PDKB.

$$E_{safe} = \frac{\sqrt{3} V.I.\cos \phi.t}{1000}$$

Keterangan:

- V = tegangan Line to line (Volt)
- I = arus saluran / arus jala-jala (ampere)
- T = waktu pengerjaan (jam)
- E_{safe} = energi terselamatkan (kWh)
- $\cos \phi$ = faktor daya

SAIDI

SAIDI (*System average interruption duration index*) yaitu jumlah lamanya gangguan pemadaman yang dialami oleh pelanggan listrik dalam satu periode waktu dibagi dengan jumlah pelanggan yang dilayani, atau bisa juga disebut indeks durasi pemadaman rata-rata.

$$SAIDI = \sum \frac{N_i t_i}{N}$$

Keterangan:

- SAIDI = durasi atau lamanya gangguan (menit/pelanggan)
- t_i = lamanya gangguan (menit)
- N_i = jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman
- N = jumlah konsumen yang dilayani

SAIFI

SAIFI (*system average interruption frequency index*) merupakan satuan index yang menyatakan banyaknya pelanggan listrik yang mengalami gangguan (pemadaman) yang terjadi pada suatu sistem keseluruhan dalam periode waktu dibagi dengan jumlah pelanggan listrik yang dilayani, atau disebut juga dengan indeks frekuensi pemadaman rata-rata.

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

Keterangan:

- SAIFI = frekuensi pemadaman (kali/pelanggan)
- N_i = jumlah pelanggan unit yang mengalami gangguan
- Nt = jumlah konsumen yang dilayani

METODE PENELITIAN

Dalam membuat laporan akhir ini, studi ini dilakukan menggunakan metode studi analisa data yang ada di tempat yaitu Markas PDKB yang terdapat di Unit Layanan Pelanggan Medan Baru, yang berada di Jl. Sei Batu Gingging pasar X, Merdeka, Kec.Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara. Yang mana kantor PDKB terletak di UP3 Medan yang berada di Jalan Listrik No.8, Petisah Tengah, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini dimulai pada Juni sampai Desember tahun 2022. Dimana dalam enam bulan tersebut banyak gangguan pengerjaan pemeliharaan dan

perbaikan jaringan sebanyak 432 titik kerja/gangguan dengan total durasi perbaikan gangguan yang tercatat selama 633 jam.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang di gunakan dalam pengumpulan data atau keterangan untuk mendapatkan hasil yang efisien menggunakan dua cara yaitu penelitian keperustakaan dan penelitian kelapangan dengan menggunakan langkah langkah seperti observasi, dokumentasi, eksperimen dan analisis.

Teknik Kuantitatif

Data yang telah dikumpulkan adalah hasil pengukuran dan perhitungan keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV dengan teknik PDKB atau tanpa padam yang mana didapatkannya indeks Saidi dan Saifi serta energi yang dapat terselamatkan.

Perhitungan Indeks Saidi dengan Teknik PDKB

Didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap konsumen selama satu bulan. Cara menghitung Saidi dengan teknik PDKB.

$$SAIDI = \frac{\text{lamanya gangguan} \times \text{jumlah gangguan}}{\text{jumlah total konsumen yang dilayani}}$$

Perhitungan Indeks Saifi dengan Teknik PDKB

Didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi yang dilayanin oleh sistem persatuan waktu. Cara mengitung Saifi dengan teknik PDKB.

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah pelanggan gangguan}}{\text{jumlah total konsumen yang dilayani}}$$

Perhitungan kWh Terselamatkan

Didefinisikan adalah energi listrik yang masih dapat tersalurkan saat dilakukannya pekerjaan tanpa pemadaman. Perhitungan energi terselamatkan sebagai berikut.

$$E_{safe} = \frac{\sqrt{3} V.I.\cos \phi.t}{1000}$$

Tabel 1

Data Jumlah Gangguan Pelanggan Padam PT PLN (Persero) UP3 Medan dalam 6 Bulan 2022

No	Bulan	Jlh titik pekerjaan	Durasi (jam)	Arus Beban (A)	Jlh Pelanggan Unit	Jlh Pelanggan Padam
1	Juli	59	82	8.639	482.934	172.180
2	Agustus	83	118	12.426	484.403	240.400
3	September	61	98	8.094	485.550	154.088
4	Oktober	71	87	10.572	486.802	117.132
5	November	83	139	10.180	488.185	277.163
6	Desember	75	109	11.276	489.232	233.681
Jumlah		432	633	61.187	2.917.106	1.194.644

Sumber: Data Laporan Pekerjaan PDKB-TM PT.PLN (Persero) UP3 Medan 2022

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang ditemukan, total gangguan yang terealisasi pekerjaan PDKB dari bulan Juli sampai Desember 2022 sebanyak 432 titik kerja. Data jumlah pelanggan, jumlah pelanggan yang padam, dan durasi akan menjadi dasar dan digunakan pada perhitungan Saidi dan Saifi. Berikut table hasil perhitungan Saidi dan Saifi dengan teknik PDKB pada PT PLN(Persero) UP3 Medan.

Tabel 2
Hasil Data Perhitungan Saidi dan Saifi dengan Teknik PDKB dalam Enam Bulan

NO	BULAN	SAIDI (menit/pelanggan)	SAIFI (kali/pelanggan)
1	Juli	29,2353	0,3565
2	Agustus	58,5611	0,4962
3	September	31,1000	0,3173
4	Oktober	20,9335	0,2406
5	November	64,6796	0,5677
6	Desember	52,0637	0,4776

Perhitungan SAIDI

Dari data analisis dapat diketahui perhitungan saidi yang dialami pelanggan jika pekerjaan tersebut tidak dilaksanakan dengan teknik PDKB dan dengan teknik PDKB. Berikut ini gangguan per bulan yang di mulai dari Juli sampai Desember 2022 dengan menggunakan rumus saidi sebagai berikut:

Dengan teknik PDKB

Tanpa teknik PDKB

$$1. \text{ Saidi} = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$$

$$\text{Saidi} = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$$

$$\text{Saidi} = \frac{172.180 \times 82}{482.934}$$

$$\text{Saidi} = \frac{482.934 \times 82}{482.934}$$

$$\text{Saidi} = 29,2353 \text{ menit/pelanggan}$$

$$\text{Saidi} = 82$$

Dengan teknik PDKB

Tanpa teknik PDKB

$$2. \text{ Saidi} = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$$

$$\text{Saidi} = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$$

$$\text{Saidi} = \frac{240.400 \times 118}{484.403}$$

$$\text{Saidi} = \frac{484.403 \times 118}{484.403}$$

$$\text{Saidi} = 58,5611 \text{ menit/pelanggan}$$

$$\text{Saidi} = 118$$

	Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
3.	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$
	$Saidi = \frac{154.088 \times 98}{485.550}$	$Saidi = \frac{485.550 \times 98}{485.550}$
	Saidi = 31,1000 menit/pelanggan menit/pelanggan	Saidi = 98
	Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
4.	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$
	$Saidi = \frac{117.132 \times 87}{486.802}$	$Saidi = \frac{486.802 \times 87}{486.802}$
	Saidi = 20,9335menit/pelanggan menit/pelanggan	Saidi = 87
	Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
5.	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$
	$Saidi = \frac{277.163 \times 139}{488.185}$	$Saidi = \frac{277.163 \times 139}{488.185}$
	Saidi = 64,6796 menit/pelanggan menit/pelanggan	Saidi = 139
	Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
6.	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$	$Saidi = \frac{ni \cdot ti}{Nt}$
	$Saidi = \frac{233.681 \times 109}{489.232}$	$Saidi = \frac{489.232 \times 109}{489.232}$
	Saidi = 52,0637 menit/pelanggan menit/pelanggan	Saidi = 109

Perhitungan SAIFI

Diketahui nilai $\sum ki \cdot ti$ dalam suatu pekerjaan gangguan yang terjadi dalam enam bulan. Dari data analisis dapat diketahui perhitungan saifi yang dialami pelanggan jika pekerjaan tersebut tidak dilaksanakan dengan teknik PDKB dan dengan teknik PDKB. Berikut ini gangguan per bulan yang di mulai dari Juli sampai Desember 2022 dengan menggunakan rumus saifi sebagai berikut:

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
1. $Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$	$Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$
$Saifi = \frac{172.180}{482.934}$	$Saifi =$
$\frac{172.180+482.934}{482.934}$	
$Saifi = 0,3565$ kali/pelanggan	$Saifi = 1,3565$
kali/pelanggan	

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
2. $Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$	$Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$
$Saifi = \frac{240.400}{484.403}$	$Saifi =$
$\frac{240.400+484.403}{484.403}$	
$Saifi = 0,4962$ kali/pelanggan	$Saifi = 1,4962$
kali/pelanggan	

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
3. $Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$	$Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$
$Saifi = \frac{154.088}{485.550}$	$Saifi =$
$\frac{154.088+485.550}{485.550}$	
$Saifi = 0,3173$ kali/pelanggan	$Saifi =$
1,3173kali/pelanggan	

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
4. $Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$	$Saifi = \sum \frac{ni}{Nt}$
$Saifi = \frac{117.132}{486.802}$	$Saifi =$
$\frac{117.132+486.802}{486.802}$	

$$\text{Saifi} = 0,2406 \text{ kali/pelanggan} \qquad \text{Saifi} = 1,2406$$

$$\text{kali/pelanggan}$$

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
5. $\text{Saifi} = \sum \frac{ni}{Nt}$	$\text{Saifi} = \sum \frac{ni}{Nt}$
$\text{Saifi} = \frac{277.163}{488.185}$	$\text{Saifi} =$
$\frac{277.163+488.185}{488.185}$	
$\text{Saifi} = 0,5677 \text{ kali/pelanggan}$	Saifi
$= 1,5677 \text{ kali/pelanggan}$	

Dengan teknik PDKB	Tanpa teknik PDKB
6. $\text{Saifi} = \sum \frac{ni}{Nt}$	$\text{Saifi} = \sum \frac{ni}{Nt}$
$\text{Saifi} = \frac{233.681}{489.232}$	$\text{Saifi} =$
$\frac{233.681+489.232}{489.232}$	
$\text{Saifi} = 0,4776 \text{ kali/pelanggan}$	$\text{Saifi} = 1,4776$
kali/pelanggan	

Perhitungan kWh terselamatkan dan Rupiah terselamatkan

Dari data laporan hasil pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan jaringan yang dilakukan dengan teknik PDKB dari bulan Juni sampai Desember 2022 dari 432 titik kerja. Pekerjaan yang dilakukan dengan durasi pengerjaan (jam) tercatat selama proses pemeliharaan dan perbaikan jaringan dilakukan. Data yang telah diperoleh dapat dianalisis menggunakan rumus yang ada seperti pada perhitungan di bawah. Pada kegiatan pekerjaan pemeliharaan jumperan LA/FCO yang dilakukan dengan teknik tanpa pemadaman aliran listrik pada bulan Agustus 2022. Dapat dicari nilai kWh yang diselamatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui besar arus yang mengalir dan durasi pekerjaan, dengan tegangan line to line 20 KV dan $\cos \emptyset$ sebesar 0,85 yang mana $\sqrt{3} = 1,732$. Terukur arus yang mengalir sebesar 34 A. Dari pemeliharaan yang dilakukan tercatat lama pengerjaan selama 1,33 Jam. Maka dengan menggunakan rumus diperoleh perhitungan besar kWh yang dapat terselamatkan dengan teknik PDKB sebesar:

$$E_{safe} = \frac{\sqrt{3} V.I.\cos \emptyset.t}{1000}$$

$$E_{safe} = \frac{\sqrt{3} (20000) \cdot 34 \cdot (0,85) \cdot 1,33}{1000}$$

$$E_{safe} = 1.331,45 \text{ kWh}$$

Dari perolehan kWh yang diselamatkan diatas maka dapat dicari berapa rupiah yang dapat diselamatkan selama pekerjaan. Harga jual rupiah/kWh satu bulan berjalan sekarang yaitu Agustus 2022 Rp. 1.303/kWh. Yang mana rupiah/kWh yang digunakan merupakan rata-rata dari besar tarif listrik. Dengan mengalirkan besar energi (kWh) terselamatkan terhadap harga jual listrik PT.PLN (Persero) UP3 Medan pada bulan Agustus 2022 diperoleh perkiraan rupiah terselamatkan pada kegiatan tanpa padam pemeliharaan jumperan LA /FCO.

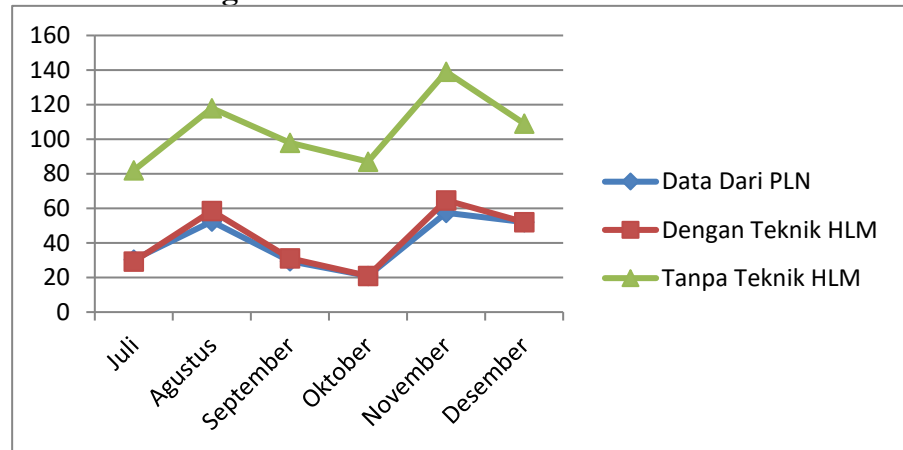
$$Rp_{safe} = E_{safe} \times (Rp/kWh)$$

$$Rp_{safe} = E_{safe} \times Rp. 1.303/kWh$$

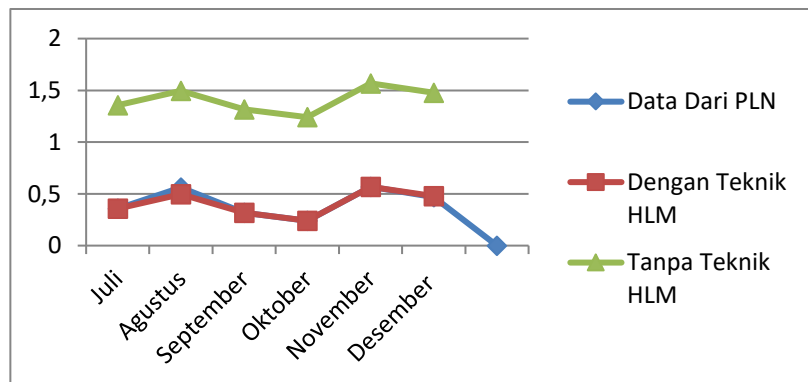
$$Rp_{safe} = 1.331,45 \times 1.303/kWh$$

$$Rp_{safe} = Rp. 1.734.879$$

Grafik Perbandingan



Gambar 4 Grafik Nilai Saida Enam Bulan



Gambar 5 Grafik Nilai Saifi Dalam Enam Bulan

SIMPULAN Dari uraian hasil analisis mengenai Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20kV dengan *Teknik Hot Line Maitenance* (HLM) di PT PLN (Persero) Medan dapat disimpulkan

- 1) Penggunaan *Teknik Hot Line Maitenance* dapat meningkatkan kWh jual, mengurangi frekuensi dan durasi pemadaman, serta meningkatkan citra pelayanan PLN terhadap pelanggan.
- 2) Berdasarkan analisis keandalan durasi/lama gangguan pemadaman Saidi selama bulan Juli sampai Desember 2022, nilai tertinggi terdapat pada bulan November sebesar 64,6796 menit/pelanggan. Data yang dihasilkan dari PLN 57,444 menit/pelanggan sedangkan tanpa *Teknik Hot Line Maitenance* sebesar 139 menit/pelanggan. Perolehan Saidi rata-rata selama enam bulan sebesar 47,6347 menit/pelanggan/bulan telah memenuhi target yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero) UP3 Medan dibawah 3 jam/bulan. Dari hasil perhitungan Saifi dari bulan Juli samapai Desember 2022 nilai Saifi tertinggi pada bulan November ssebesar 0,5677 kali/pelanggan/bulan dari dari PLN 0,568 kali/pelanggan/bulan, tanpa *Teknik Hot Line Maitenance* sebesar 1,5677 kali/pelanggan/bulan. Perolehan Saifi rata-rata selama 6 bulan sebesar 0,4093 kali/pelanggan, telah memenuhi target yang diteteapkan oleh PT PLN (Persero) UP3 Medan dibawah 1,0 kali/pelanggan.
- 3) Peningkatan energi/kwh salur yang terselamatkan dari bulan Juni sampai Desember 2022 mengalami naik turun, dimana angka terbesar kWh terselamatkan terdapat pada bulan Agustus sebesar 533.167 kWh dengan rupiah terselamatkan Rp. 693.117.796, dan kWh terselamatkan terkecil terdapat pada bulan Juli sebesar 351.888 kWh dengan rupiah terselamatkan Rp. 440.915.900. Total keseluruhan kWh terselamatkan dari bulan Juli sampai bulan Desember 2022 sebesar 2.621.853 dengan perkiraan rupiah terselamtkan Rp. 3.391.380.347 dengan jumlah pekerjaan pemeliharaan dalam 6 bulan sebanyak 432 pekerjaan dan total durasi pekerjaan 633 jam.

- RUJUKAN** SPLN 1-1978. Standart Tegangan Rendah. Jakarta: PT PLN(Persero)
Keputusan Direksi PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 1 Kriteria Desain Enjeneering konstruksi Jaringan Distribusi*. PT. PLN (Persero).
Keputusan Direksi PT. PLN (Persero). 2010. *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. PT.PLN (Persero)
Assauri, Sofjan. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi 4. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
Sugiarto, Leo. (2015). *Analisis Perhitungan KWH Yang Terselamatkan Pada Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan Saluran Udara Tegangan Menengah 20 KV Cabang Singkawang*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
Makangiras, Ofriandi (2016). *Pemeliharaan Gardu Distribusi*. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado
Dini, Mentari. (2017). *Analisis Pelaksanaan Kegiatan Pemeliharaan (Maintenance) Terhadap Kualitas Prusuk Pada CV Green Perkasa Pematang Siantar*. Jurnal Maker Vol 3

- Junto dennis, dkk. (2017). *Analisis Keandalan Sistem Kelistrikan di Daerah Pelayanan PT PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI*. Jurnal Teknik Elektro, Vol 10.
- I N TidiWahyunitya, dkk. (2017). *Analisis Pemeliharaan Saluran Distribusi 20KV Dalam Keadaan Bertegangan Rayon Kuta*. E-Journal spektrum Vol. 4.
- Doni Wahyudi Indra Cahya (2018). *ANALISIS KESTABILAN TRANSIENT DAN PELEPASAN BEBAN SAAT TERJADI GANGGUAN PADA PEMBANGKIT DI PTPN X (PERSERO) PG. NGADIREDO KEDIRI*. Jurnal Teknik Elektro. Volume 07. Nomor 02 Tahun 2018, 113-120
- Adri senen, dkk (2019). *Studi Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Graphical User Interface Matlab pada PT PLN (Persero) Rayon Kota Pinang*. Jurnal Ilmiah, Vol 11.