

Analisis Pengaruh Pemeliharaan Preventif Jaringan Distribusi 20kV Pada Penyulang Gu.03 Terhadap Indeks Keandalan Jaringan di PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur

Fitria Anis¹, Dicky Lesmana², Parlin Siagian³

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, Indonesia

*Koresponden email: fitriaanis2009@gmail.com¹, parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id³

Diterima: 18 Juli 2024

Disetujui: 26 Juli 2024

Abstract

The large number of disturbances that occur at the feeders result in power outages, which have an impact on reducing the reliability of the electricity system. One of the faults that occurred in the PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur is a broken cable/wire cross section on a medium voltage overhead line (SUTM) or a damaged component of a medium voltage overhead line (SUTM). As a result, the energy (kWh) produced by the generator cannot be distributed, resulting in significant losses for PLN and losses for consumers. Therefore, the step taken to prevent this failure is to carry out preventive maintenance on the feeder. From the results of preventive maintenance obtained in this research, it was found that SAIDI = 0.1057 hours/customer/year, SAIFI = 0.0528 times/customer/year, CAIDI = 2.001 hours/time CAIFI = 0.4995 hrs/hour, ASAI = 0.9997, ASUI = 0.0002, while from the results of corrective maintenance it was found that SAIDI = 0.4414 hrs/customer/year, SAIFI = 0.2643 hrs/customer/year, CAIDI = 1.67 hrs/time. CAIFI = 0.5987 times/hour, ASAI = 0.9990, ASUI = 0.0009. Thus, comparing the results of the calculation of the overall reliability value on the GU.03 feeder after preventive maintenance in 2022 in PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur work area SAIDI = 0.0211 hours/customer/year, SAIFI = 0.2643 times/customer/year, CAIDI = 0.7983 hours/time, CAIFI = 12.526 times/hour, ASAI = 0.99995, ASUI = 0.00004.

Keywords: preventive maintenance, 20kv distribution network, gu.03 feeder, network reliability index

Abstrak

Banyaknya gangguan yang terjadi pada penyulang mengakibatkan terjadinya pemadaman listrik yang berdampak pada penurunan keandalan sistem tenaga listrik. Salah satu gangguan yang terjadi di wilayah kerja PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah putusnya penampang kabel/kawat pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) atau juga komponen Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) yang mengalami kerusakan. Hal ini mengakibatkan energi (kWh) yang dihasilkan oleh pembangkit tidak dapat disalurkan sehingga akan menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi PLN dan menimbulkan kerugian bagi konsumen. Sehingga langkah yang diambil untuk mencegah terjadinya gangguan tersebut yaitu dengan melakukan pemeliharaan preventif pada penyulang. Dari hasil pemeliharaan preventif yang didapatkan dari penelitian ini Didapatkan SAIDI = 0,1057 jam/pelanggan/tahun, SAIFI = 0,0528 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 2,001 jam/kali CAIFI = 0,4995 kali/jam, ASAI = 0,9997, ASUI = 0,0002, sedangkan dari hasil pemeliharaan Korektif Didapatkan SAIDI = 0,4414 jam/pelanggan/tahun, SAIFI = 0,2643 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 1,67 jam/kali. CAIFI = 0,5987 kali/jam, ASAI = 0,9990, ASUI = 0,0009. Maka perbandingan hasil perhitungan nilai keandalan secara keseluruhan pada penyulang GU.03 dampak setelah dilakukan pemeliharaan preventif pada Tahun 2022 daerah kerja PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur SAIDI = 0,0211 jam/pelanggan/tahun, SAIFI = 0,2643 kali/pelanggan/tahun, CAIDI = 0,7983 jam/kali, CAIFI = 12,526 kali/jam, ASAI = 0,99995, ASUI = 0,00004.

Kata Kunci: pemeliharaan preventif, jaringan distribusi 20kv, penyulang gu.03, indeks keandalan jaringan

1. Pendahuluan

Keandalan sistem tenaga listrik merupakan kemampuan suatu sistem bekerja sesuai dengan fungsinya dalam kurun waktu tertentu. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik dapat dilihat dari seberapa sering mengalami pemadaman, berapa lama waktu pemadaman yang terjadi, dan berapa lama waktu pemulihan sistem akibat terjadi gangguan. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik dapat diketahui dengan menghitung indeks keandalannya. Indeks-indeks keandalannya antara lain SAIDI (System Average

Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index), CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index), ASAI (Average Service Availability Index), dan ASUI (Average Service Unavailability Index)[13].

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada Sistem Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 kV dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem[2]. Gangguan dari luar sistem diakibatkan sentuhan daun/pohon pada penghantar, sambaran petir, manusia, binatang, dan cuaca. Sedangkan gangguan dari dalam sistem berupa kegagalan dari fungsi peralatan jaringan, dan kerusakan dari peralatan jaringan. Untuk mengatasi gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 kV yang menyebabkan menurunnya keandalan jaringan distribusi maka dilakukan perawatan dan pemeliharaan secara korektif dan preventif. Pemeliharaan korektif dilakukan setelah terjadi gangguan yang bertujuan untuk mempersingkat waktu gangguan.

Sedangkan pemeliharaan preventif atau sering disebut dengan pemeliharaan rutin dilakukan sebelum terjadi gangguan bertujuan untuk meminimalisir adanya gangguan dengan melakukan pemeriksaan dan penggantian peralatan atau komponen jaringan distribusi[1]. Pemeliharaan pada jaringan distribusi memiliki peranan penting dalam meminimalisir penyebab – penyebab gangguan sehingga keandalan suatu sistem tenaga listrik dapat terjaga.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik atau struktur tenaga listrik merupakan sistem yang sangat besar dan kompleks karena terdiri atas komponen peralatan atau mesin listrik seperti generator, transformator, beban, dan alat – alat pengaman dan pengaturan yang saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang digunakan untuk membangkitkan, menyalurkan, dan menggunakan energi listrik dapat dikelompokkan atas 3 bagian utama, yaitu: (a) Sistem Pembangkit, (b) Sistem Transmisi, (c) Sistem Distribusi [14].

Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem Distribusi ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen[6]. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah: (a) Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), (b) Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena satu daya pada pusat – pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Tegangan sistem distribusi terbagi dua, yaitu distribusi primer (20kV) dan distribusi sekunder (380/220V) [3]. Jaringan distribusi primer dengan tegangan 20kV sering disebut Sistem Distribusi Tegangan Menengah dan jaringan sistem distribusi sekunder dengan tegangan 380/220V disebut Jaringan Tegangan Rendah

Keandalan Sistem Distribusi

Kualitas energi listrik yang diterima oleh konsumen sangat dipengaruhi dengan keandalan sistem pendistribusiannya. Keandalan merupakan suatu ukuran tingkat ketersediaan/pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pemakai/pelanggan[8]. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang dipasang, sistem proteksinya Konfigurasi yang tepat, peralatan yang handal, serta pengoperasian sistem yang otomatis akan memberikan tunjuk kerja sistem distribusi yang baik[4].

Indeks Keandalan Sistem Distribusi

Indeks keandalan merupakan indikator yang dinyatakan dalam besaran probabilitas. Indeks keandalan titik bebas yang biasanya digunakan meliputi laju pemutusan beban rata-rata f (pemutusan beban/tahun), waktu keluar rata-rata t (jam/pemutusan beban) dan lama pemutusan beban rata – rata U (jam/tahun). Indeks keandalan sistem yang digunakan antara lainnya [5].

a. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

SAIDI merupakan nilai rata – rata dari lamanya kegagalan untuk pelanggan selama satu periode waktu. Indeks ini ditentukan dengan jumlah lamanya pemadaman yang dialami konsumen dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{t_i \times C_i}{N_i} \text{ jam/pelanggan}$$

Catatan :

C_i =Jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman pada titik beban i

N_i =Jumlah pelanggan yang dilayani pada titik beban i

t_i =Lamanya waktu pemadaman pada titik beban i

b. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

SAIFI merupakan jumlah kegagalan yang terjadi per pelanggan yang dilayani per satuan waktu (satu periode waktu). Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegagalan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{S_i \times C_i}{N_i} \text{ kali/pelanggan}$$

Catatan :

C_i =Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman pada titik beban i

N_i =Jumlah konsumen yang dilayani pada titik beban i

S_i =Jumlah berapa kali padam pada titik beban i

c. Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI)

CAIDI merupakan indeks durasi atau lamanya gangguan rata – rata bagi konsumen yang terkena gangguan tersebut. CAIDI adalah durasi atau lamanya gangguan rata – rata, dihitung berdasarkan jumlah gangguan berkelanjutan dalam satu periode waktu. Ini adalah rasio dari total durasi gangguan terhadap jumlah gangguan selama tahun tersebut. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ kali/jam}$$

d. Customer Average Interruption Frequency Index (CAIFI)

CAIFI merupakan indeks frekuensi gangguan rata – rata bagi konsumen yang terkena gangguan tersebut. CAIFI adalah rata-rata jumlah gangguan bagi konsumen yang mengalami gangguan dalam satu periode waktu. Berbeda dengan SAIFI yang menghitung dengan seluruh konsumen, CAIFI hanya menghitung konsumen yang terkena gangguan saja. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \text{ jam/kali}$$

e. Average Service Availability Index (ASAI)

ASAI merupakan indeks perbandingan dari jumlah total waktu pelanggan yang dapat dilayani selama satu periode waktu terhadap total permintaan waktu pelanggan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8760}$$

Catatan :

N_i =Jumlah pelanggan pada titik beban i

8760 =Jumlah jam dalam waktu satu tahun

t_i =Jumlah lamanya waktu pemadaman pada titik beban i

f. Average Service Unavailability Index (ASUI)

ASAI yang mungkin akan diperlukan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$ASUI = 1 - ASAI$$

$$ASUI = \frac{\sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8760}$$

Catatan :

N_i =Jumlah pelanggan pada titik beban i

8760=Jumlah jam dalam waktu satu tahun

t_i =Jumlah lamanya waktu pemadaman pada titik beban i

3. Metode Penelitian

Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan cara pengumpulan referensi dari berbagai sumber seperti buku – buku panduan, website, jurnal – jurnal serta informasi yang berhubungan atau dapat mendukung teori untuk penyelesaian penelitian ini

Metode Diskusi

Metode diskusi ini dilakukan dengan cara melakukan konsultasi dengan supervisor serta pegawai pada saat PKL di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur ataupun dengan dosen pembimbing yang membahas tentang pemeliharaan preventif dan pengaruhnya terhadap indeks keandalan jaringan guna menyelesaikan penelitian ini

Observasi Lapangan

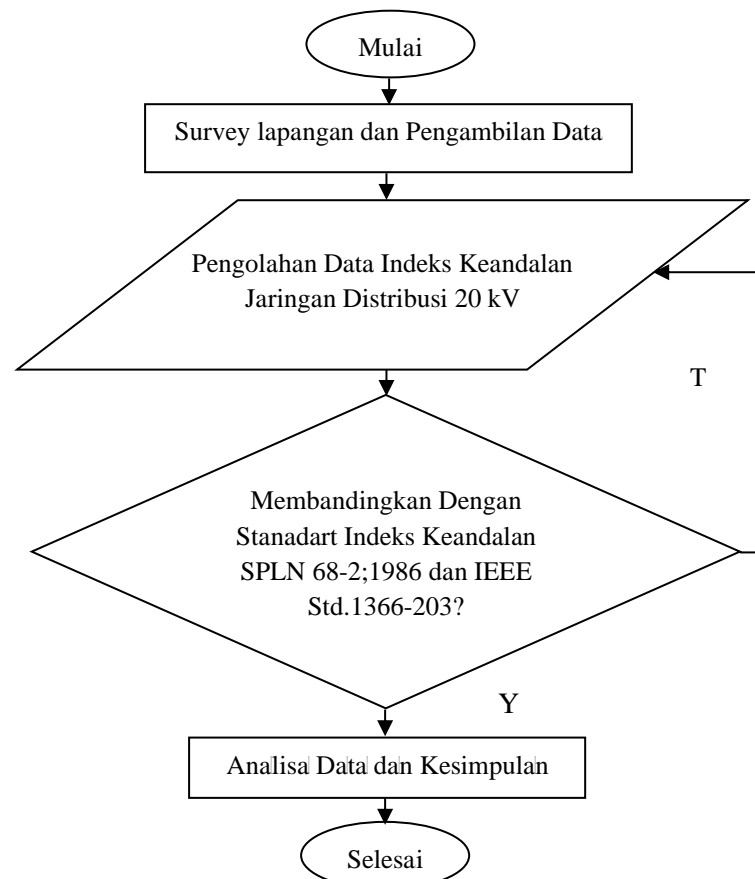
Metode diskusi ini dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung dan ikut serta saat dilakukan pemeliharaan preventif penyulang guna mendapatkan data – data primer yang lebih akurat mengenai hal – hal yang menjadi objek dalam penyelesaian penelitian ini

Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data – data yang berkaitan tentang pemeliharaan preventif penyulang GU.03, seperti halnya hasil inspeksi penyulang GU.03 dengan menggunakan thermovision berisi data komponen – komponen SUTM yang akan dilakukan pemeliharaan, serta data gangguan penyulang 20 kV tahun 2021 – 2022

Analisa Data

Pada tahap ini akan dilaksanakan analisa mengenai indeks keandalan jaringan baik itu sebelum dan sesudah dilaksanakannya pemeliharaan jaringan distribusi 20 kV pada penyulang GU.03. Dalam melakukan penelitian, flowchart dapat dilihat pada **Gambar 1**.

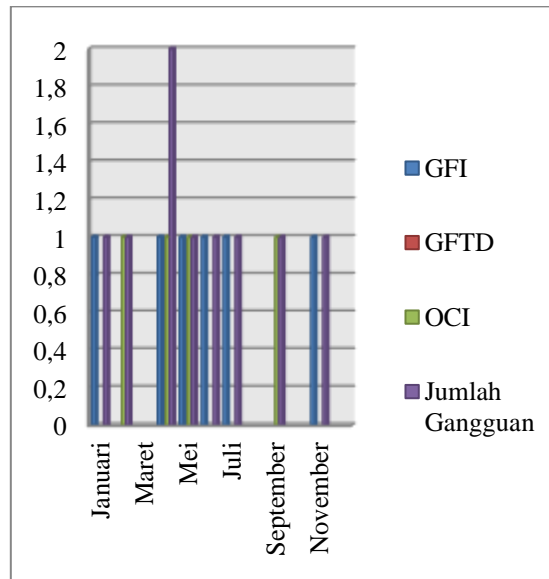


Gambar 1. Alir Diagram Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

Analisa Gangguan Pada Penyulang GU.03

Berikut ini data gangguan pada penyulang GU.03 jaringan distribusi 20 kV yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Data ini didapat dari UP3 Medan Utara sebagai hasil evaluasi untuk dilakukannya pemeliharaan preventif jaringan distribusi 20 kV[7].



Gambar 2 Perbandingan Jumlah Gangguan Pada Penyulang 20 kV GU.03 Tahun 2021

Keterangan :

GFI = (Ground Fault Instant)

GFTD = (Ground Fault Time Delay)

OCI = (Over Current Instant)

Berdasarkan dari gangguan tersebut telah terjadi gangguan/ trip dikarenakan jaringan saluran udara digelar di alam bebas cenderung mendapatkan gangguan dari lingkungan karena penyebab alam cukup tinggi, diantaranya adalah (a) Binatang: Burung, kelelawar, kodok besar, ular bisa menjadi penyebab gangguan hubung singkat 1 fasa ketanah, 2 fasa bahkan 3 fasa. (b) Manusia: Permainan layang-layang dapat menyebabkan kabel jaringan putus. (c) Petir: Karena ujung tiang biasanya lebih tinggi maka diharapkan sambaran langsung jarang terjadi, kalau pun terjadi dan tahanan tanah tiang cukup tinggi, bisa flash over ke konduktor fasa menyebabkan gangguan tanah. (d) Tumbuhan: Tumbuhan yang merambat dan dahan / ranting pohon besar dapat pula menjadi penyebab gangguan. (e) Jumper putus: Karena korosi, terjadi pemburukan tahanan kontak jumper konduktor putus jatuh ketanah. (f) Isolator retak atau pecah: Apabila terjadi isolator pecah mudah ditemukan namun apabila isolator retak sulit ditemukan, keduanya dapat menjadi penyebab gangguan.

Proses Pemeliharaan Preventif Pada Penyulang GU.03

Pemeliharaan preventif dilakukan untuk meningkatkan mutu dan keandalan pada sistem distribusi tenaga listrik dalam rangka mengurangi kerusakan [15]. Adapun setelah melakukan pemeriksaan jaringan distribusi dan perencanaan pemeliharaan, selanjutnya yang harus dilakukan adalah pelaksanaan pemeliharaan jaringan distribusi itu sendiri [9]. Sebelum melakukan pemadaman dalam keadaan bebas tegangan, maka perlu diperhatikan standar operasional prosedur (SOP) terkait pemadaman dan pekerjaan jaringan distribusi tegangan menengah yang berlaku. Dalam hal ini mengacu pada standar operasional prosedur (SOP) yang berlaku di PT.PLN (Persero) UP3 Medan Utara. Adapun berdasarkan hasil inspeksi, pemeliharaan atau pekerjaan preventif yang dilakukan adalah sebagai berikut: (a) Mengganti 1 buah pin isolator. (b) Mengganti 1 buah fuse cut out (FCO). (c) Mengganti 3 buah lightning arrester (LA). (d) Mengganti jumperan incoming fuse cut out (FCO) lateral 3 fasa. (e) Mengganti jumperan incoming fuse cut out (FCO) fasa S.

Hasil Pemeliharaan Preventif Pada Penyulang GU.03

Adapun berdasarkan hasil pemeliharaan atau pekerjaan preventif yang dilakukan adalah sebagai berikut: (a) Mengganti 1 buah pin isolator, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan yaitu sekitar 10 menit. (b) Mengganti 1 buah fuse cut out (FCO), lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan yaitu sekitar 10 menit. (c) Mengganti 3 buah lightning arrester (LA), lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan yaitu sekitar 45 menit [10]. (d) Mengganti jumperan incoming fuse cut out (FCO) lateral 3 phasa, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan yaitu sekitar 45 menit. (e) Mengganti jumperan incoming fuse cut out (FCO) phasa S, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan yaitu sekitar 10 menit.

Analisa perhitungan nilai keandalan preventif maintenance pada penyulang GU.03

Pada penyulang GU.03 tercatat jumlah pelanggan padam pada bulan Januari 2022 sebanyak 6.650 pelanggan dan lama waktu pemadaman yang terjadi untuk melakukan pemeliharaan preventif diperkirakan sekitar 2 jam atau 120 menit untuk 5 titik lokasi temuan. Berdasarkan laporan penjualan tenaga listrik versi pusat total pada bulan Desember 2021, total pelanggan di wilayah kerja PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur di bulan Desember 2021 adalah sebanyak 125.793 pelanggan. Analisa perhitungan keandalan pada saat dilakukan pemeliharaan preventif adalah sebagai berikut:

a. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$SAIDI = \frac{t_i \times C_i}{N_i} \text{ jam/pelanggan}$$

$$SAIDI = \frac{2 \times 6.650}{125.793}$$

$$SAIDI = 0,1057 \text{ jam/pelanggan}$$

b. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$SAIFI = \frac{S_i \times C_i}{N_i} \text{ kali/pelanggan}$$

$$SAIFI = \frac{1 \times 6.650}{125.793}$$

$$SAIFI = \frac{6.650}{125.793}$$

$$SAIFI = 0,0528 \text{ kali/pelanggan}$$

c. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ jam/kali}$$

$$CAIDI = \frac{0,1057}{0,0528}$$

$$CAIDI = 2,001 \text{ jam/kali}$$

d. CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Duration Index)

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \text{ kali/pelanggan}$$

$$CAIFI = \frac{0,0528}{0,1057}$$

$$CAIFI = 0,4995 \text{ kali/jam}$$

e. ASAI (Average Service Availability Index)

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASAI = \frac{125.793 \times 8760 - 125.793 \times 2}{125.793 \times 8.760}$$

$$ASAI = \frac{1.101.946.680 - 251.586}{1.101.946.680}$$

$$ASAI = 0,9997$$

f. ASUI (Average Service Unavailability Index)

$$ASUI = \frac{\sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASUI = \frac{125.793 \times 2}{125.793 \times 8.760}$$

$$ASUI = \frac{251.586}{1.101.946.680}$$

$$ASUI = 0,0002$$

Analisa perhitungan nilai keandalan corrective maintenance pada penyulang GU.03

Pada penyulang GU.03 tercatat jumlah pelanggan padam pada bulan Januari 2022 sebanyak 6.650 pelanggan dan lama waktu pemadaman yang terjadi untuk melakukan pemeliharaan korektif diperkirakan sekitar 8,35 jam untuk 5 titik lokasi temuan. Berdasarkan laporan penjualan tenaga listrik versi pusat total pada bulan Desember 2021, total pelanggan di wilayah kerja PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur di bulan Desember 2021 adalah sebanyak 125.793 pelanggan. Analisa perhitungan keandalan pada saat dilakukan pemeliharaan korektif adalah sebagai berikut:

a. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$SAIDI = \frac{t_i \times C_i}{N_i} \text{ jam/pelanggan}$$

$$SAIDI = \frac{8,35 \times 6.650}{125.793}$$

$$SAIDI = 0,4414 \text{ jam/pelanggan}$$

b. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$SAIFI = \frac{S_i \times C_i}{N_i} \text{ kali/pelanggan}$$

$$SAIFI = \frac{5 \times 6.650}{125.793}$$

$$SAIFI = \frac{33.250}{125.793}$$

$$SAIFI = 0,2643 \text{ kali/pelanggan}$$

c. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ jam/kali}$$

$$CAIDI = \frac{0,4414}{0,2643}$$

$$CAIDI = 1,67 \text{ jam/kali}$$

d. CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index)

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \text{ kali/jam}$$

$$CAIFI = \frac{0,2643}{0,4414}$$

$$CAIFI = 0,5987 \text{ kali/jam}$$

e. ASAI (Average Service Availability Index)

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASAI = \frac{125.793 \times 8760 - 125.793 \times 8,35}{1.101.946.680 - 1.050.371,55}$$

$$ASAI = \frac{1.101.946.680 - 1.050.371,55}{1.101.946.680}$$

$$ASAI = 0,9990$$

f. ASUI (Average Service Unavailability Index)

$$ASUI = \frac{\sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASUI = \frac{125.793 \times 8,35}{125.793 \times 8.760}$$

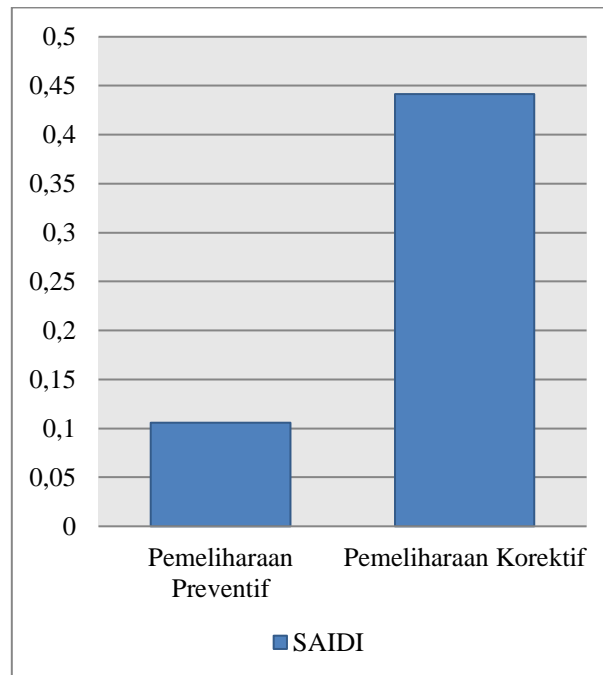
$$ASUI = \frac{1.050.371,55}{1.101.946.680}$$

$$ASUI = 0,0009$$

Perbandingan nilai keandalan *preventif maintenance* dan *corrective maintenance* pada penyulang GU.03

a. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Dari hasil analisa perhitungan nilai SAIDI diatas terdapat perbandingan yang cukup signifikan antara nilai SAIDI ketika melakukan pemeliharaan preventif dan nilai SAIDI ketika melakukan pemeliharaan korektif[11]. Nilai SAIDI ketika dilakukan pemeliharaan preventif adalah sebesar 0,1057 jam/pelanggan, sedangkan nilai SAIDI ketika dilakukan pemeliharaan korektif adalah sebesar 0,4414 jam/pelanggan. Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa angka SAIDI akan jauh lebih kecil apabila dilakukan pemeliharaan secara preventif dibandingkan pemeliharaan korektif. Hal ini disebabkan oleh pemeliharaan preventif memerlukan waktu pemadaman yang lebih singkat dibandingkan dengan pemeliharaan korektif. Perbedaan nilai SAIDI dengan adanya pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif dapat dilihat dari **Gambar 3** berikut ini.

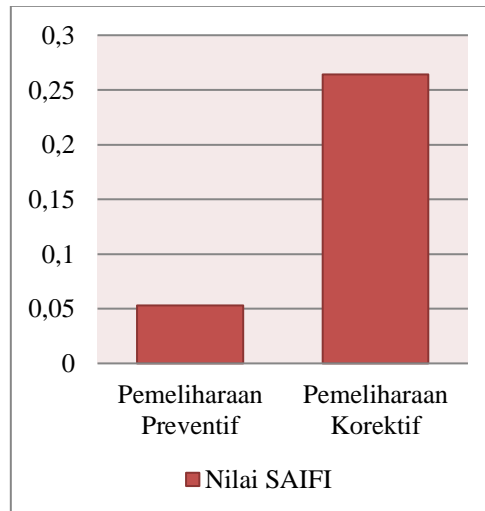


Gambar 3. Perbandingan Nilai SAIDI ketika dilakukan Pemeliharaan Preventif dan Pemeliharaan Korektif

b. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Dari hasil analisa perhitungan nilai SAIFI diatas terdapat perbandingan yang cukup signifikan antara nilai SAIFI ketika melakukan pemeliharaan preventif dan nilai ketika melakukan pemeliharaan korektif. Nilai SAIFI ketika dilakukan pemeliharaan preventif adalah sebesar 0,0528 kali/pelanggan, sedangkan nilai SAIFI ketika dilakukan pemeliharaan korektif adalah sebesar 0,2643 kali/pelanggan. [12]. Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai SAIFI ketika terjadi pemadaman listrik akibat melakukan pemeliharaan preventif lebih kecil dibandingkan dengan nilai SAIFI ketika terjadi pemadaman listrik akibat melakukan pemeliharaan korektif. Hal ini disebabkan oleh, ketika terjadi pemeliharaan preventif pemadaman listrik yang dialami pelanggan hanya 1 kali untuk memperbaiki semua titik temuan lokasi yang rawan terjadinya gangguan, sedangkan jika dilakukan pemeliharaan korektif maka pemadaman listrik bisa terjadi lebih dari 1 kali. Hal ini dikarenakan pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan yang dilakukan apabila sudah terjadi gangguan atau kerusakan pada titik lokasi gangguan, sehingga jika seluruh titik lokasi temuan tersebut mengalami kerusakan maka akan mengakibatkan pemadaman listrik diwaktu

yang berbeda - beda, sehingga frekuensi pemadaman rata – rata untuk tiap pelanggan yang diakibatkan oleh gangguan jauh lebih banyak dibandingkan dengan melakukan pemeliharaan preventif. Perbedaan nilai SAIFI ketika dilakukan pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif dapat dilihat dari **Gambar 4** berikut ini.



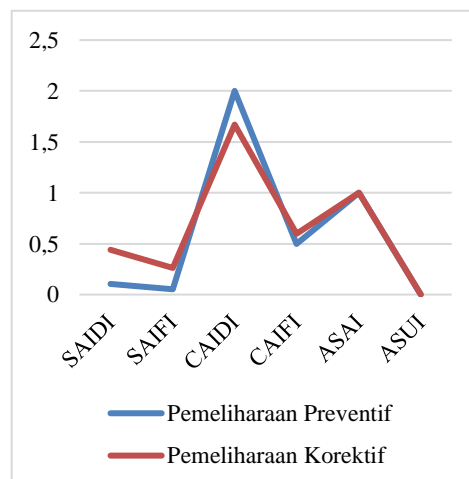
Gambar 4. Perbandingan Nilai SAIFI ketika dilakukan Pemeliharaan Preventif dan Pemeliharaan Korektif

c. Perbandingan Nilai Keandalan Pemeliharaan Preventif Dan Pemeliharaan Korektif Secara Keseluruhan

Dari hasil analisa perhitungan nilai keandalan secara keseluruhan diatas terdapat perbandingan yang cukup signifikan antara nilai keandalan ketika melakukan pemeliharaan preventif dan nilai ketika melakukan pemeliharaan korektif. Nilai keandalan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai keandalan pada penyulang GU.03 lebih andal ketika dilakukan pemeliharaan preventif. Hal ini disebabkan oleh pemeliharaan preventif memerlukan waktu pemadaman yang lebih singkat dan durasi pemadaman listrik yang dialami pelanggan hanya 1 kali dibandingkan dengan pemeliharaan korektif pada titik temuan lokasi rawan gangguan. Perbandingan Nilai Keandalan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel dan **Gambar 5** dibawah ini.

Tabel 1. Nilai keandalan keseluruhan pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif pada Penyulang GU.03

	Pemeliharaan Preventif	Pemeliharaan Korektif
SAIDI	0,1057 Jam/ Pelanggan	0,4414 Jam/Pelanggan
SAIFI	0,0528 Kali/ Pelanggan	0,2643 Kali / Pelanggan
CAIDI	2,001 Jam/ Kali	1,67 Jam /Kali
CAIFI	0,4995 Kali/Jam	0,5987 Kali/Jam
ASAI	0,9997	0,9990
ASUI	0,0002	0,0009



Gambar 5. Perbandingan nilai keandalan keseluruhan pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif pada Penyulang GU.03

Secara umum gangguan dalam penyaluran tenaga listrik di PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur mengalami penurunan yang baik dari setiap bulannya setelah adanya pemeliharaan preventif ini. Hal ini berdampak pada kinerja dalam mendistribusikan listrik ke pelanggan yang mana mengalami kenaikan cukup signifikan dari setiap bulannya. Indikasi ini dapat dilihat dari besar kecilnya nilai keandalan (SAIDI dan SAIFI) serta jumlah gangguan dalam pada penyulang GU.03 yang mengalami penurunan setiap bulannya. Akan tetapi hal ini harus terus ditingkatkan guna pencapaian penyaluran yang lebih baik untuk kedepannya

a. Perhitungan Nilai SAIDI Penyulang GU.03 setelah dilakukan *Preventif* (Periode Tahun 2022)

Pada **Tabel 2** berikut ini menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03.

Tabel 2. Frekuensi gangguan dan lama pemadaman pada Penyulang GU.03 periode tahun 2022

No.	Tanggal	Lama Padam (Menit)	Pukul	Jumlah Gangguan
1.	15 Februari 2022	10	16.37-16.47	1
2.	16 Februari 2022	3	07.42-07.45	1
3.	27 Mei 2022	5	21.14-21.19	1
4.	10 Juni 2022	2	10.53-10.55	1
5.	15 Juli 2022	5	22.37-22.42	1
Total		25 Menit		5

Perhitungan Nilai SAIDI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$SAIDI = \frac{t_i \times C_i}{N_i} \text{ menit/pelanggan}$$

$$SAIDI = \frac{25 \times 6.650}{125.793} \text{ menit/pelanggan}$$

$$SAIDI = \frac{0,4 \times 6.650}{125.793} \text{ jam/pelanggan}$$

$$SAIDI = 0,0211 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan Nilai SAIDI pada penyulang GU.03, penyulang GU.03 dikategorikan masih handal menurut ketentuan SPLN 68-2 : 1986 karena nilainya masih dibawah batas maksimum yaitu Nilai SAIDI 0,0211 *jam/pelanggan/tahun* karena nilai ini jauh dibawah batas yang telah ditentukan yaitu maksimum 21 *jam/pelanggan/tahun*. Dan juga Penyulang GU.03 dikategorikan masih handal menurut ketentuan IEEE Std 1336-2003 karena nilainya masih dibawah batas maksimum yaitu Nilai SAIDI 0,0211 *jam/pelanggan/tahun* karena nilai ini jauh dibawah batas yang telah ditentukan yaitu maksimum 2,3 *jam/pelanggan/tahun*.

b. Perhitungan Nilai SAIFI Penyulang GU.03 setelah dilakukan *Preventif* (Periode Tahun 2022)

Pada **Tabel 2** diatas menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada periode tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03. Perhitungan Nilai SAIFI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$SAIFI = \frac{S_i \times C_i}{N_i} \text{ kali/pelanggan}$$

$$SAIFI = \frac{5 \times 6.650}{125.793} \text{ kali/pelanggan}$$

$$SAIFI = \frac{33.250}{125.793} \text{ kali/pelanggan}$$

$$SAIFI = 0,2643 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan Nilai SAIFI pada penyulang GU.03, penyulang GU.03 dikategorikan masih handal menurut ketentuan SPLN 68-2 : 1986 karena nilainya masih dibawah batas maksimum yaitu Nilai SAIFI 0,02643 kali/pelanggan/tahun karena nilai ini jauh dibawah batas yang telah ditentukan yaitu maksimum 3,2 kali/pelanggan/tahun. Dan juga Penyulang GU.03 dikategorikan masih handal menurut ketentuan IEEE Std 1336-2003 karena nilainya masih dibawah batas maksimum yaitu Nilai SAIFI 0,02643 jam/pelanggan/tahun karena nilai ini jauh dibawah batas yang telah ditentukan yaitu maksimum 1,45 jam/pelanggan/tahun

c. Perhitungan Nilai CAIDI Penyulang GU.03 setelah dilakukan Preventif (Periode Tahun 2022)

Pada Tabel diatas menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada periode tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03. Perhitungan Nilai CAIDI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ jam/kali}$$

$$CAIDI = \frac{0,0211}{0,2643}$$

$$CAIDI = 0,7983 \text{ jam/kali}$$

d. Perhitungan Nilai CAIFI Penyulang GU.03 setelah dilakukan Preventif (Periode Tahun 2022)

Pada Tabel diatas menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada periode tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03. Perhitungan Nilai CAIFI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \text{ kali/jam}$$

$$CAIFI = \frac{0,2643}{0,0211}$$

$$CAIFI = 12,526 \text{ kali/jam}$$

e. Perhitungan Nilai ASAI Penyulang GU.03 setelah dilakukan Preventif (Periode Tahun 2022)

Pada Tabel diatas menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada periode tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03 .Perhitungan Nilai ASAI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASAI = \frac{125.793 \times 8760 - 125.793 \times 0,4}{125.793 \times 8.760}$$

$$ASAI = \frac{1.101.946.680 - 50.317,2}{1.101.946.680}$$

$$ASAI = 0,99995$$

f. Perhitungan Nilai ASUI Penyulang GU.03 setelah dilakukan Preventif (Periode Tahun 2022)

Pada Tabel diatas menunjukkan sebuah data yang berisi gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03 pada periode tahun 2022 untuk memudahkan dalam proses perhitungan nilai keandalan pada penyulang GU.03 .Perhitungan Nilai ASUI setelah dilakukan pemeliharaan preventif berdasarkan persamaan berikut ini, yaitu :

$$ASUI = \frac{\sum N_i t_i}{\sum N_i \times 8.760}$$

$$ASUI = \frac{125.793 \times 0,4}{125.793 \times 8.760}$$

$$ASUI = \frac{50.317,2}{1.101.946.680}$$

$$ASUI = 0,00004$$

5. Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai pengaruh pemeliharaan preventif jaringan distribusi 20kV pada penyulang GU.03 terhadap indeks keandalan jaringan, penulis menyimpulkan bahwa Pemeliharaan preventif merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas penyaluran pendistribusian tenaga listrik ke konsumen dengan melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadinya gangguan. Setelah dilakukan pemeliharaan, kontinuitas pelayanan tenaga listrik menjadi lebih optimal, yang ditandai dengan berkurangnya gangguan – gangguan yang terjadi pada penyulang GU.03. Analisa perbandingan hasil perhitungan nilai keandalan secara keseluruhan pada penyulang GU.03 dengan dilakukannya pemeliharaan preventif dan jika dilakukan pemeliharaan korektif pada daerah kerja PT.PLN (Persero) ULP Medan Timur.

Dari hasil analisa perhitungan nilai keandalan diatas, dapat dilihat bahwa dengan melakukan pemeliharaan preventif, nilai keandalan yang diperoleh jauh lebih baik dibandingkan dengan pemeliharaan korektif. Penyaluran sistem tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh nilai keandalan ditandai dengan nilai keandalan yang didapat semakin kecil maka semakin baik pula penyaluran tenaga listrik ke pelanggan. Sehingga dengan adanya pemeliharaan preventif, frekuensi dan durasi pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan dapat diperkecil dan energi listrik dapat tersalurkan dengan baik ke seluruh pelanggan secara kontinyu.

6. Referensi

- [1] Abendanon Siagian. Zulkarnain. Muhammad Erpandi Dalimunthe.Zuraidah Tharo. (2023). *Analisis Keandalan Sistem Konfigurasi Jaringan Penyulang 20 kV di PT . PLN (Persero) ULP Pakam Kota Berbasis MATLAB*. Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya, Vol. 5, No.1.
- [2] Alen Tri Maliky. Subur Isnur Haryudo. (2020). *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Pada Penyulang Pejangkungan Di PT. PLN Pasuruan Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assesment)*. Jurnal Teknik Elektro, Volume 09, Nomer 01, Tahun 2020 835-843
- [3] Frederikus Funan, Wayan Utama, 2020 “Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI pada PT PLN (PERSERO) Rayon Kefamenanu” *Jurnal Ilmiah TELSINAS Volume 3, No.1 April 2020 e-ISSN 2621-5276 (online)*
- [4] Missikki. Firdaus. Indah Putri Angrini. (2022). *Pengaruh Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Terhadap Keandalan Jaringan Distribusi Di Wilayah PT. PLN (PERSERO) ULP Kalumpang Area Bulukumba*. Jurnal Media Elektrik, Vol. 19, No. 2, April 2022
- [5] Pahiyanti Novi. Pasra Nurmiati. (2016). *Gangguan Pada Gardu Distribusi Tipe Portal*. *Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 8, No. 1, Januari-Mei 2016*, 43-47
- [6] PLN. (2011). *Operasi dan Pemeliharaan Distribusi*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Bidang Pengembangan Diklat Prajabatan dan Penunjang. Edisi 1. PT PLN
- [7] Rahmi Berlianti. Rahmat Fauzi. Monice. (2021). *Analisis Penerapan Tindakan Pemeliharaan Sistem Distribusi 20 kV dalam Pengoptimalan ENS dan FGTM*. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi, & Industri).*, Vol. 5 No. 2, Juni 2021., pp. 44 – 50
- [8] Achmad Fatoni, Rony Seto Wibowo, Adi Soeprijanto, 2016 “ *Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT.PLN Rayon Lumajang dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)*” *Jurnal Teknik ITS Vol. 5 No. 2 (2016) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*
- [9] Rizal A Duyo, Andi Sulkifli, 2019 “*Analisis Jaringan Dan Pemeliharaan Pada Jaringan Distribusi Di Pt.Pln Wilayah Cabang Pinrang*” *Vertex Elektro, Vol. 01, No. 02, Tahun 2019 Issn 1979-9772*
- [10] Sitti Amalia, Eki Saputra, 2020, “ *Pemeliharaan Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV Feeder Mata Air*” *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Padang Vol. 9, No. 2, JULI 2020 <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/telektro/index> P-ISSN: 2252-3472, E-ISSN: 2598-8255*
- [11] Ganiyu Adedayo Ajenikoko, Ojerinde Adedapo Ibukunoluwa, Adenle Musibau Shittu, Ibitowa Michael, Yusuf Mukhtar. 2021, “*Application of System Reliability Indices in Electric Power System*” *Journal of Energy Technologies and Policy ISSN 2224-3232 (Paper) ISSN 2225-0573 (Online) Vol.11, No.6, 2021*
- [12] Massikki, Firdaus, Indah Putri Angrini, 2022 “ *Pengaruh Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Terhadap Keandalan Jaringan Distribusi Di Wilayah Pt. Pln (Persero) Ulp Kalumpang Area Bulukumba*” *Jurnal Media Elektrik, Vol. 19, No. 2, April 2022 p-ISSN:1907-1728, e-ISSN:2721-9100*

-
- [13] Salman Muntaqo Aprilian, Faaris Mujaahid, Ramadoni Syahputra, Karisma Trinanda Putra, Widyasmoro, 2020 “ Information System Design for Calculating the Reliability of Electricity Distribution System in Pekalongan Substation Based on Android OS” Journal of Electrical Technology UMY (JET-UMY), Vol. 4, No. 2, December 2020 ISSN 2550-1186 e-ISSN 2580-6823
- [14] Slamet Suropto, 2017 “ Buku Sistem Tenaga Listrik,” LP3M UMY Kampus Terpadu UMY, Bantul Yogyakarta Indonesia 55183 Desember 2017 ISBN 978-602-5450-20-4
- [15] Yohanes Christopel Aritonang, Simson Yosafat Berutu, Cholish, 2022 “Pengaruh Pemeliharaan Jaringan Distribusi Terhadap Energy Not Salepada Penyulang G1.01 Di Pln Helvetia” Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022