

ANALISIS PENEMPATAN SECTIONALIZER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG PT. PLN (PERSERO)

Andi Nur Sakinah Putri Fandy¹, Ahmad Gaffar^{2*}, Kurniawati Naim³,

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, 90245

putrifandy12@gmail.com¹, Gaffargaffar@poliupg.ac.id^{2*}, nianaim@poliupg.ac.id³

Informasi Artikel

Diterima, 4 April 2023
Direvisi, 2 Februari 2023
Disetujui, 15 Februari 2023
Dipublikasi, 7 April 2023

Abstract

Providing reliable and efficient electricity in the 20 kV distribution network is an important aspect in the operations of electricity supply companies such as PT. PLN (Persero). Sectionalizers, as devices or protection and control tools in distribution networks, have an important role in ensuring continuity of electricity supply and reducing disturbances that occur. Proper placement of the sectionalizer is an important factor in increasing operational efficiency and also reducing recovery time when a disruption occurs. This research aims to analyze the placement of sectionalizers in the 20 kV distribution network at Penyulang PT. PLN (Persero) with the aim of increasing the reliability of electricity supply. The research methodology involves field surveys, analysis of historical disturbance data, distribution network modeling and ETAP 19.0.1 simulations. These data are used to determine the optimal location of the sectionalizer and working parameters in accordance with network characteristics. The analysis results show that optimal sectionalizer placement can reduce the recovery time of electricity supply after a disturbance, increase the reliability of the distribution network and reduce economic losses due to power disturbances. Based on the calculation results after placing the sectionalizer in Sections B1 and B2, the values obtained were SAIDI = 0.03 and 0.05, SAIFI = 6.96 and 10.97 and CAIDI = 0.005 and 0.005.

Key words: Sectionalizer, Placement Analysis, Power Supply Reliability, Power Interruptions.

Abstrak

Penyediaan listrik yang handal dan efisien dalam jaringan distribusi 20 kV merupakan salah satu aspek penting dalam operasional Perusahaan penyedia listrik seperti PT. PLN (Persero). *Sectionalizer*, sebagai perangkat atau alat proteksi dan pengendali pada jaringan distribusi, memiliki peran penting dalam memastikan kontinuitas pasokan listrik dan mengurangi gangguan yang terjadi. Penempatan yang tepat dari *sectionalizer* menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan juga mengurangi waktu pemulihan saat terjadi gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penempatan *sectionalizer* pada jaringan distribusi 20 kV di Penyulang PT. PLN (Persero) dengan tujuan untuk meningkatkan keandalan pasokan listrik. Metodologi penelitian melibatkan survei lapangan, analisis data historis gangguan, pemodelan jaringan distribusi dan simulasi ETAP 19.0.1. Data-data tersebut digunakan untuk menentukan lokasi optimal *sectionalizer* serta parameter kerja yang sesuai dengan karakteristik jaringan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penempatan *sectionalizer* yang optimal dapat mengurangi waktu pemulihan pasokan listrik setelah gangguan, meningkatkan keandalan jaringan distribusi dan mengurangi kerugian ekonomi akibat gangguan listrik. Berdasarkan hasil perhitungan setelah penempatan *sectionalizer* pada Section B1 dan B2 diperoleh nilai SAIDI = 0,03 dan 0,05, SAIFI = 6,96 dan 10,97 dan CAIDI = 0,005 dan 0,005.

Kata kunci: Sectionalizer, Analisis Penempatan, Keandalan Pasokan Listrik, Gangguan Listrik.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah suatu hal yang merupakan kebutuhan pokok bagi umat manusia, karena sampai saat ini energi adalah salah satu hal yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia. Penyulang PKT PT. PLN (Persero) memiliki jaringan distribusi 20 kV yang tentunya mengalami ketidakstabilan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, seperti gangguan arus pendek, pemadaman listrik dan gangguan lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan keandalan dan kestabilan jaringan distribusi ini. *Sectionalizer* adalah perangkat yang digunakan untuk membatasi dan memisahkan bagian dari jaringan distribusi yang mengalami gangguan.

Untuk mengetahui keandalan suatu jaringan maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks-indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Service Availability Index*). Sebagai acuan penentuan indeks keandalan yaitu berdasarkan SPLN 68-2:1986, dimana untuk nilai indeks keandalan SAIDI

*Andi Nur Sakinah Putri Fandy
e-mail : putrifandy12@gmail.com

yaitu 3,2 kali/tahun dan SAIFI yaitu 21,09 kali/tahun. Penelitian ini dapat mempertimbangkan tantangan teknis dan ekonomi yang terkait dengan penempatan *sectionalizer*. Ini dapat mencakup biaya perangkat, pemeliharaan dan dampak positif terhadap efisiensi operasional jaringan distribusi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Literatur yang mendukung konsep, eksperimen dan metoda penelitian dipaparkan dengan analitik dan merujuk ke sumber referensi yang jelas. Referensi dicantumkan berbasis penomoran berdasarkan urutan penggunaan referensi dalam paper, contoh [1] menunjukkan referensi pertama dalam paper.

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan proses dari penyaluran dan pendistribusian energi listrik. Penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik menuju beban. Sistem distribusi tenaga listrik didesain dan dibangun untuk memasok daya listrik bagi sekelompok beban. Desain dari sistem distribusi tenaga listrik cukup kompleks, diawali dari peralatan instalasi sumber listrik sampai ke instalasi pusat-pusat beban.

2.2 Saklar Seksi Otomatis (Sectionalizer)

Saklar seksi otomatis (SSO, *Sectionalizer*) adalah alat pemutus untuk mengurangi luas daerah yang padam karena gangguan. Ada dua jenis SSO yaitu dengan pengindera arus yang disebut *Automatic Sectionalizer* dan pengindera tegangan yang disebut *Automatic Vacuum Switch (AVS)*. Agar SSO berfungsi dengan baik, harus dikoordinasikan dengan PBO (*recloser*) yang ada di sisi hulu. Apabila SSO tidak dikoordinasikan dengan PBO, SSO hanya akan berfungsi sebagai saklar biasa.

2.3 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan adalah suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari keadaan normal. Berdasarkan ANSI/IEEE Std 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisik yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Hubung singkat ialah suatu hubungan abnormal (termasuk busur api) pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda.

2.4 Definisi dan Teori Dasar Keandalan

Sistem pengamanan bertujuan untuk mencegah atau membatasi kerusakan pada jaringan beserta peralatannya yang disebabkan karena adanya gangguan serta meningkatkan kontinuitas pelayanan pada konsumen dan menjaga keselamatan umum. Keandalan merupakan probabilitas suatu alat (*device*) untuk dapat berfungsi sesuai dengan fungsi yang diinginkan selama jangka waktu yang ditetapkan. Analisa bentuk Kegagalan merupakan suatu analisa bagian dari sistem atau peralatan yang dapat gagal, bentuk kegagalan yang mungkin, efek masing-masing, bentuk kegagalan dari sistem yang kompleks.

2.5 Indeks Keandalan

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Hal ini dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik dilaksanakan secara berkelanjutan dalam satu tahun ke konsumen.

Beberapa definisi ini diberikan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi sesuai standar IEEE P1366 antara lain :

- Pemadaman/*Interruption of Supply*. Terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen, akibat dari salah satu atau lebih komponen mendapat gangguan.
- Keluar/*Outage*. Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, diakibatkan karena beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. Suatu outage dapat atau tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi sistem. Lama keluar/*Outage Duration*. Periode dari saat permulaan komponen mengalami outage sampai saat dapat dioperasikan kembali sesuai dengan fungsinya.

Lama pemadaman/*interruption Duration*. Waktu dari saat permulaan terjadinya pemadaman sampai saat menyala kembali. Jumlah total konsumen terlayani/*Total Number of Customer Served*. Jumlah total konsumen yang terlayani sesuai dengan periode laporan terakhir. Periode laporan diasumsikan sebagai satu tahun. Indeks-indeks ini adalah frekwensi atau lama pemadaman rata-rata tahunan. Indeks keandalan yang sering dipakai pada sistem distribusi antara lain :

1. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) adalah indeks durasi gangguan sistem rata-rata tiap tahun. Menginformasikan tentang frekuensi gangguan permanen rata-rata tiap konsumen dalam suatu area yang dievaluasi. Definisinya adalah :

$$SAIDI = \frac{\text{Jumlah Total Durasi Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Pada Konsumen yang Terlayani}} \quad (1)$$

2. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) adalah indeks frekuensi gangguan sistem rata-rata tiap tahun. Menginformasikan tentang frekuensi gangguan permanen rata-rata tiap konsumen dalam suatu area yang dievaluasi. Definisinya adalah :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah Total Banyaknya Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Pada Konsumen yang Terlayani}} \quad (2)$$

3. CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) adalah indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun, menginformasikan tentang waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap konsumen dalam satu tahun. Definisinya adalah :

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah Total Banyaknya Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Total Konsumen yang Terganggu}} \quad (3)$$

2.6 Standar Nilai Indeks Keandalan

Untuk mengukur suatu keandalan suatu sistem maka diperlukan patokan/standar yang gunanya untuk menilai keadaan suatu sistem dalam kondisi baik ataupun kurang baik. Standar yang digunakan yaitu standar PLN dan standar IEE.

1. Standar Nilai Indeks Keandalan SPLN 68-2 : 1986

Nilai indeks keandalan untuk SAIDI yaitu 3,2 kali/tahun dan SAIFI yaitu 21,09 kali/tahun.

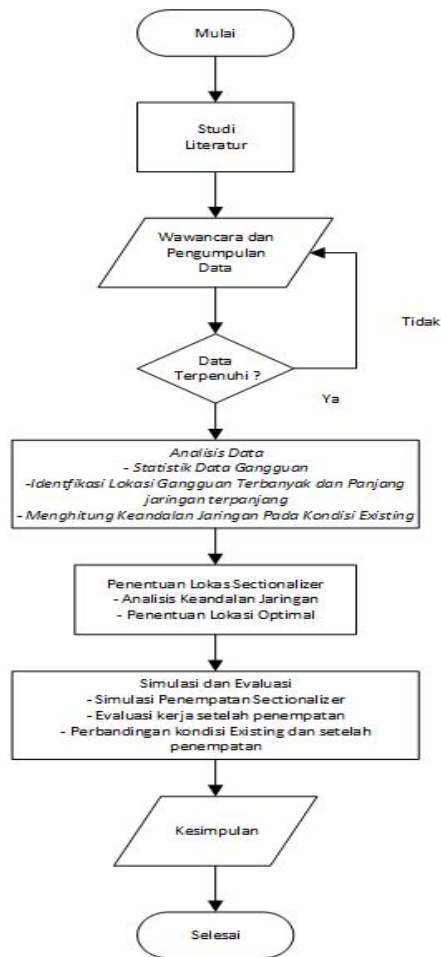
2. Standar Nilai Indeks Keandalan IEEE Std 1366-2003

Nilai indeks keandalan untuk SAIDI yaitu 1,45 kali/pelanggan/tahun dan SAIFI yaitu 2,3 jam/pelanggan/tahun.

3. METODE PENELITIAN

Analisis data dilakukan setelah data yang dibutuhkan telah terpenuhi, seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa terdapat 3 metode pengumpulan data yang akan digunakan dalam kegiatan ini. Pada metode pertama yaitu studi literatur, penulis akan mengumpulkan referensi-referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan kegiatan ini. Pada metode yang kedua yaitu metode observasi penulis akan mengumpulkan data-data langsung dari PT.PLN (Persero) UP2D yang berkaitan dengan Sectionalizer (SSO). Setelah data-data dan informasi-informasi dianggap lengkap, selanjutnya penulis melakukan analisis terhadap data-data tersebut dimulai dengan mengolah data seperti menghitung keandalan jaringan distribusi pada penyulang kondisi existing, indeks keandalan sistem, skenario penempatan sectionalizer, keandalan jaringan distribusi setelah ditempatkan sectionalizer.

3.1 Flowchart Kegiatan



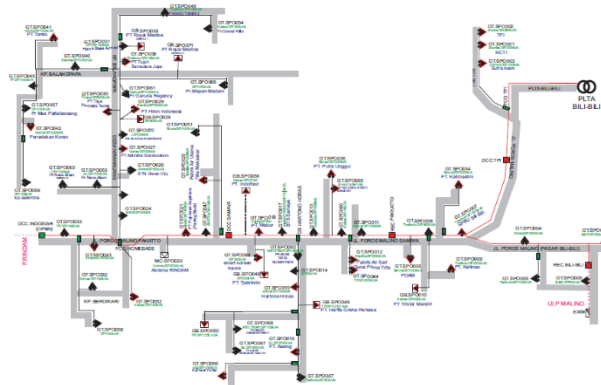
Gambar 1. Flowchart Kegiatan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis penempatan Sectionalizer dilakukan untuk menentukan daerah yang tepat untuk pemasangan agar meminimalisir daerah gangguan dengan cara mengisolir daerah-daerah yang berdampak dan memudahkan pencarian lokasi gangguan. Hasil perhitungan SAIDI SAIFI dilakukan perhitungan menggunakan Ms. Office Excel dan melakukan simulasi dengan software ETAP 19.0.1 sebagai perbandingan atas hasil perhitungan.

4.1 Data Penelitian

Dalam melakukan analisis penempatan *Sectionalizer* diperlukan data-dta teknis dari Penyulang.



Gambar 2. Single Line Diagram Penyulang PKT

Tabel 1. Data Gangguan Penyulang PKT Periode 2023

Nama Section	Jumlah Gangguan	Lama Gangguan (Jam)	Kwh Tidak Tersalur	Jumlah Pelanggan Padam	Panjang KMS
A	17	0,12	37,10	4695	15,7
B	23	3,30	1649,65	16681	46,3
C	30	9,30	2421,60	4699	12,2

4.2 Perhitungan Keandalan SAIDI dan SAIFI

Perhitungan indeks keandalan pada section A saat kondisi existing sebagai berikut :

1. Perhitungan SAIDI

Untuk perhitungan SAIDI menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\text{Jumlah Total Durasi Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Pada Konsumen yang Terlayani}} = \frac{3,30 \times 16681}{4569} = 12,04$$

2. Perhitungan SAIFI

Untuk perhitungan SAIFI menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah Total Banyaknya Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Pada Konsumen yang Terlayani}} = \frac{23 \times 16681}{4569} = 83,97$$

3. Perhitungan CAIDI

Untuk perhitungan CAIDI menggunakan rumus sebagai berikut :

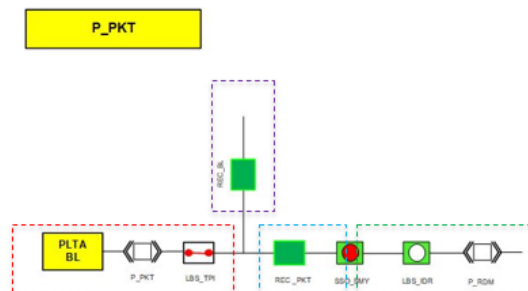
$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah Total Durasi Gangguan Pada Konsumen}}{\text{Jumlah Total Konsumen yang Terganggu}} = \frac{12,04}{83,97} = 0,53$$

Tabel 2. Data Indeks Keandalan pada Penyulang PKT Kondisi Existing

Nama Section	SAIDI	SAIFI	CAIDI	Panjang KMS
A	10,86	20,46	0,53	15,7
B	12,04	83,97	0,14	46,3
C	12,00	38,72	0,31	12,2

4.3 Skenario Penempatan Sectionalizer

Skenario perhitungan dilakukan dengan cara menganalisa Section yang memiliki nilai SAIDI paling tinggi dan dipengaruhi berdasarkan panjang KMS. Pada Penyulang PKT tersebut bisa dilihat berdasarkan tabel sebelumnya bahwa Section B yang memenuhi kriteria tersebut. Maka penempatan Sectionalizer dilakukan pada Section B tepatnya setelah Recloser PKT dan sebelum LBS IDS yang memiliki nilai SAIDI tertinggi dan nilai KMS terpanjang.



Gambar 3. Single Line Diagram Setelah Penempatan Sectionalizer

4.4 Perhitungan Keandalan Jaringan Setelah Di Tempatkan Sectionalizer

Tabel 3. Data Perhitungan Indeks Keandalan Untuk Penyulang PKT Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Nama Section	SAIDI	SAIFI	CAIDI	Panjang KMS
A	0,94	14,05	0,07	15,7
B1	0,03	6,96	0,005	29,6
B2	0,05	10,97	0,005	16,7

C 0,16 22,87 0,01 12,2

4.5 Analisis Hasil Perhitungan Keandalan SAIDI, SAIFI, dan CAIDI pada Penyulang PKT

Nilai Keandalan SAIDI terjadi akibat durasi atau lama pemadaman dan perbaikan. Akibat dari gangguan temporer yang sering terjadi dan menimbulkan gangguan yang bersifat permanen bahkan bila terjadi kerusakan pada peralatan. Maka dari itu gangguan-gangguan tersebut bisa hilang apabila kerusakan tersebut diperbaiki dan menyebabkan pemadaman yang lama untuk melakukan perbaikan. Nilai keandalan SAIDI pada kondisi Existing menunjukkan bahwa Section A memiliki SAIDI 10.86 yang menunjukkan bahwa pelanggan di bagian ini mengalami gangguan pasokan listrik selama rata-rata sekitar 10.86 jam. Sedangkan pada Section B memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 12.04 dibandingkan dengan Section A, menunjukkan bahwa pelanggan di bagian ini mengalami gangguan lebih lama dan pada Section C memiliki nilai SAIDI 12 yang lebih rendah daripada Section B.

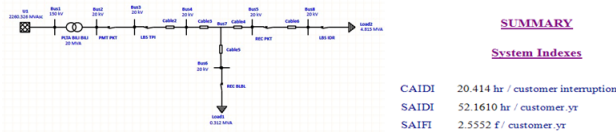
Setelah penempatan Sectionalizer terjadi perbaikan signifikan dalam semua parameter keandalan untuk semua Section. Dimana Section A menunjukkan penurunan drastis dalam nilai SAIDI menjadi 0.94. Pada Section B yang terbagi menjadi Section B1 dan B2 yang merupakan Section yang memiliki nilai SAIDI tertinggi dan KMS terpanjang memiliki nilai SAIDI masing-masing 0.03 dan 0.05. lalu Section C juga mengalami penurunan signifikan yaitu nilainya 0.16

Nilai Keandalan SAIFI sebelum penempatan Sectionalizer menunjukkan nilai yang tinggi pada tiap Section. Pada kondisi Existing, nilai SAIFI di Section A adalah 20.46 yang mengindikasikan bahwa rata-rata frekuensi gangguan pasokan listrik cukup sering. Sedangkan pada Section B mengalami gangguan lebih lama, nilai SAIFI yang sangat tinggi yaitu 83.97 menunjukkan frekuensi gangguan yang sangat sering dan pada Section C memiliki nilai SAIFI yang lebih rendah yaitu 38.72. Setelah penempatan Sectionalizer terjadi perbaikan signifikan untuk semua Section, sama halnya dengan nilai SAIDI sebelumnya. Dimana pada Section A menurun menjadi 0.94. hal ini menunjukkan bahwa pelanggan di Section A mengalami durasi dan frekuensi yang jauh lebih rendah. Pada Section B yang terbagi menjadi B1 dan B2 juga menghasilkan penurunan yang besar dalam semua nilai keandalannya. Sedangkan pada Section C nilai SAIFI-nya menjadi 22.82.

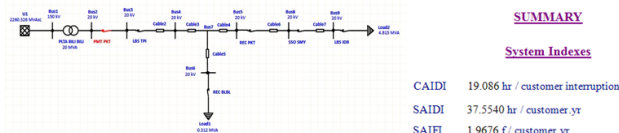
Adapun nilai keandalan CAIDI sebelum pemasangan Sectionalizer dari Section A, Section B dan Section C adalah 0.53, 0.14 dan 0.31. ini menunjukkan bahwa meskipun frekuensinya tinggi, gangguan ini tidak berlangsung terlalu lama untuk pelanggan yang ada di tiap Section. Sedangkan setelah penempatan Sectionalizer nilai CAIDI pada Section A adalah 0.07, Section B yang menjadi Section B1 dan B2 adalah 0.01 dan 0.01, sedangkan pada Section C adalah 0.01. Nilai SAIFI tersebut menunjukkan semua nilainya jauh lebih rendah dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

4.6 Analisis Hasil Perhitungan Keandalan SAIDI, SAIFI, dan CAIDI

Membuat pemodelan single line diagram Penyulang PKT menggunakan software ETAP 19.0.1 untuk memulai analisis perbandingan perhitungan keandalan saat kondisi Existing dan setelah penempatan Sectionalizer. Gambar 4.3 merupakan gambar pemodelan single line diagram Penyulang PKT.



Gambar 4. Single Line Diagram Penyulang PKT kondisi "Existing" menggunakan Software ETAP



Gambar 5. Single Line Diagram Penyulang PKT Setelah Penempatan Sectionalizer menggunakan Software ETAP

Berdasarkan hasil simulasi Software ETAP 19.0.1 pada kondisi Existing di Penyulang PKT nilai SAIDI 52.16 jam/tahun lalu pada kondisi setelah penempatan sectionalizer 37.55 jam/tahun. Jadi nilai SAIDI mengalami penurunan sebesar 14.61 jam/tahun setelah penempatan sectionalizer. Ini mengindikasikan bahwa penempatan sectionalizer, rata-rata durasi pemadaman pada periode ini berkurang sebanyak 14.61 jam/tahun. Pada kondisi existing SAIFI nilainya 2.52 pemadaman/tahun, setelah penempatan sectionalizer adalah 1.96 pemadaman/tahun. SAIFI mengalami penurunan sebesar 0.56 pemadaman/tahun. Hal ini menunjukkan

bahwa dengan penempatan sectionalizer, rata-rata jumlah pemadaman dalam satu periode telah berkurang sebanyak 0.56 pemadaman. Sedangkan untuk nilai CAIDI pada kondisi *existing* adalah 20.4 jam/pemadaman, kondisi setelah penempatan *sectionalizer* yaitu 19.08 jam/pemadaman, maka dengan penempatan *sectionalizer*, rata-rata waktu pemulihan pasokan listrik setelah pemadaman telah meningkat sebesar 1.32 jam/pemadaman.

Dalam analisis ini, penempatan sectionalizer telah berhasil meningkatkan keandalan sistem dengan mengurangi durasi pemadaman (SAIDI), jumlah pemadaman (SAIFI) dan meningkatkan waktu pemulihan (CAIDI). Penurunan SAIDI, SAIFI serta peningkatan CAIDI adalah indikator positif dalam menjaga keandalan pasokan listrik kepada pelanggan. Analisis ini dapat digunakan untuk mengukur dampak positif dari penempatan sectionalizer dalam meningkatkan kualitas pasokan listrik dan mengurangi gangguan.

Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Pada Section A, nilai indeks keandalan saat kondisi *existing* yaitu SAIDI sekitar 10.86 jam, SAIFI adalah 20.46 kali dan CAIDI adalah 0.53 jam. Pada Section B, SAIDI adalah 12.04 jam, SAIFI yang sangat tinggi yaitu 83.97 dan CAIDI yang rendah yaitu 0.14. Sedangkan pada Section C memiliki SAIDI 12 jam, SAIFI adalah 39,72 kali dan CAIDI 0.31 jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan dalam keandalan antara berbagai Section dalam jaringan ini . Section A memiliki keandalan yang lebih baik dibandingkan dengan Section B dan C, sedangkan Section B memiliki tingkat gangguan yang sangat tinggi dan memiliki kms terpanjang.
2. Titik lokasi penempatan Sectionalizer yaitu pada Section B. hal ini dikarenakan Section ini memiliki nilai SAIDI yang paling tinggi dibanding Section lainnya, yaitu 12.04 jam. Serta panjang jaringannya yaitu 46.3 kms. Hal ini yang mempengaruhi nilai keandalannya buruk dan harus diadakan perbaikan agar meningkatkan keandalan sistem dengan mengurangi durasi dan frekuensi gangguan serta memudahkan penelusuran masalah saat terjadi gangguan.
3. Pemasangan Sectionalizer berhasil meningkatkan keandalan dari penyulang ini secara signifikan. Terkhusus pada Section B yang awalnya SAIDI adalah 12.04 jam, sedangkan setelah penempatan Sectionalizer adalah 0.03 jam pada B1 dan 0.05 jam pada B2. SAIFI yang awalnya 83.97 kali, sedangkan 6.96 kali pada B1 dan 10.97 kali pada B2. Serta CAIDI yang awalnya 0.14 jam menjadi 0.01 pada B1 dan 0.01 pada B2.

Daftar Referensi

- [1] Tryollinna, Azzahrinna. 2015. Studi Penempatan Sectionalizer Pada Jaringan Distribusi 20 KV di Penyulang Kelingi Untuk Meningkatkan Keandalan. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [2] Febriyanto, Nanang. 2018. Studi Penempatan Sectionalizer pada Jaringan Distribusi 20 KV di PT. PLN UPJ Klaten Kota Untuk Meningkatkan Keandalan. Jogjakarta: Universitas Teknologi Jogjakarta.
- [4] Politeknik Negeri Ujung Pandang. (2016). Pedoman Penulisan Proposal dan Skripsi Program Diploma Empat (D-4) Bidang Rekayasa dan Tata Niaga. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [4] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara 59, (1985), Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV, Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Listrik Negara.
- [6] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara 68-2 (1986), Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi, Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Listrik Negara.
- [7] Suhadi, dkk. 2008. "Teknik Distribusi Tenaga Listrik". Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [8] Syufrijal, Monantun, Readyal. 2014. Jaringan distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar Menengah dan Kebudayaan RI
- [9] Zakki, Muhammad. 2015. Analisa Pengaruh Kegagalan Proteksi Terhadap Indeks Keandalan di Gardu Induk Talang Ratu PT. PLN (Persero) Menggunakan ETAP 12.6. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [10] Husna, dkk. 2018. Menentukan Indeks SAIDI dan SAIFI Pada Saluran Udara Tegangan Menengah di PT. PLN Wilayah Nad Cabang Langsa. Sumatera Utara: Universitas Islam Sumatera Utara.
- [11] Derkanir, dkk. 2021. Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (PERSERO) Area Bitung. Manado: Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi.
- [12] Erhaneli. 2015. Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI dan SAIDFI Pada PT.PLN (Persero) Rayon Bagan Batu Tahun 2015. Padang: Jurnal Teknik Elektro ITP.