Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Section Technique dan RIA-Section Technique Pada Sistem Distribusi PT.PLN UP3 Surabaya Utara

Ekamani Putra[1], Misbahul Munir[2], Novian Patria Uman Putra[3], Yulianto Agung Prabowo[4], Nasyith Hananur Rohiem[5], Ilmiatul Masfufiah[6]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5,6]
e-mail: novian111190@itats.ac.id

ABSTRACT

The most basic problem in distributing electrical energy is the quality and availability of electrical energy to consumers. The use of system reliability in a 20 kV distribution network is a very important factor in determining steps that ensure correct handling, as well as the underlying problems in the network, so that these disturbances can be overcome. methods to evaluate a distribution system's reliability index. Its development is very fast. One of them uses the section technique method and the combined RIA-section technique method. The final result of a reliability index is obtained from the sum of each section. But the Section Technique method only uses the failure rate parameter, namely the failure rate with a long enough repair interval (sustained failure rate). The section technique method also has the advantage that it divides the evaluation of the reliability index into small parts, so that ordinary errors can be minimized and also require a short time [1]. The result of the SAIDI Section Technique method is 2.45068492 hours/customer/year. Then, adding the momentary failure rate parameter in the calculation, the SAIDI value is 0.00233399 hours/customer/year. Then in the section technique method, the CAIDI value is 3.150000375 hours/customer/year, but when the momentary failure rate parameter is added, the CAIDI value is 0.00300000 hours/customer/year.

Kata kunci: *reliability, RIA-section technique*, SAIDI, CAIDI, *momentary failure rate*

ABSTRAK

Masalah paling mendasar dalam mendistribusikan energi listrik yaitu pada mutu, ketersediaan energi listrik pada konsumen. Penggunaan keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 kV merupakan faktor yang sangat penting untuk menetukan langkah-langkah yang menjamin penanganan secara benar, begitu juga pada masalah yang mendasar dijaringan tersebut, sehingga gangguan-gangguan tersebut bisa diatasi, Metode untuk mengevaluasi suatu indeks keandalan sistem distribusi perkembanganya sangatlah pesat. salah satunya yaitu menggunakan metode section technique dan metode gabungan *RIA-section technique*. Hasil akhir suatu indeks keandalan didapat dari penjumlahan dari setiap section. Tapi pada metode Section Technique hanya memakai parameter failure rate nya saja, yaitu laju kegagalan dengan interval perbaikan cukup lama (sustained failure rate). Metode section technique juga ada kelebihanya yakni membagi evaluasi indeks keandalan dalan bagian-bagian yang kecil, sehingga kesalahan biasa dapat diminimalisir dan juga membutuhkan waktu yang singkat[1]. Hasil dari SAIDI metode *Section Technique* adalah 2,45068492 jam/pelanggan/tahun, kemudian ditambahkan parameter *momentary failure rate* dalam perhitungan didapatkan nilai SAIDI menjadi 0,00233399 jam / pelanggan / tahun. Kemudian pada metode section technique didapatkan nilai CAIDI sebesar 3,150000375 jam/pelanggan/tahun, namun ketika ditambahkan parameter momentary failure rate didapatkan nilai CAIDI menjadi 0,003000006 jam /pelanggan/tahun.

Kata kunci: Keandalan, *RIA-section technique*, SAIDI, CAIDI, *momentary failure rate*

PENDAHULUAN

Keandalan pada sistem distribusi harus terus ditingkatkan supaya bisa menekan frekuensi dan lamanya pemadaman kepada pelanggan yaitu dengan memanfaatkan energi listrik semaksimal

mungkin dan selalu menjaga kualitas pada sistem penyalurannya. Berjalanya waktu semakin cepat dalam pertumbuhan[1][2][5] kawasan di industri, pemukiman dan bisnis di Indonesia, maka dari itu kebutuhan pada sektor tenaga listrik bisa meningkat sangat tinggi, baik dalam segi kuantitas dan juga kualitas. Dalam segi kuantitas, ketersediaan tenaga listrik dituntut agar dapat memadai. Sedangkan pada segi kualitas,untuk pendistribusian dituntut agar tingkat keandalan bisa setinggi mungkin kepada tiap-tiap pelanggan supaya pemadaman bisa diminimalisir demi kepuasan para pelanggan. Ditulis dalam UU No.30 tahun 2009 tentang tenaga listrik pasal 28, berbunyi untuk para pemegang izin usaha tenaga listrik harus bisa mencapai standar keandalan yang berlaku dan juga memberikan sebuah pelayanan dengan sebaik mungkin kepada para konsumen.

Masalah paling mendasar dalam mendistribusikan energi listrik yaitu pada mutu, ketersediaan energi listrik pada konsumen. Penggunaan keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 kV merupakan faktor yang sangat penting untuk menetukan langkah-langkah yang menjamin penanganan secara benar, begitu juga pada masalah yang mendasar dijaringan tersebut, sehingga gangguan-gangguan tersebut bisa diatasi. Jaringan distribusi adalah langkah awal untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit listrik kepada konsumen. Jaringan distribusi umumnya mempunyai tegangan sistem sebesar 20 kV. Pada daerah perkotaan tidak diperkenankan tegangan melebihi 20 kV, mengingat tegangan 30 kV akan menimbulkan gejala *corona*, ini bisa mengganggu pada frekuensi.

Nilai keandalan sistem juga dapat dilihat dari seberapa sering terjadi kesalahan pada sistem dan seberapa sering kesalahan tersebut terjadi dalam satuan waktu. Untuk mengetahui keandalan sistem pasokan, keandalan ditentukan dengan membandingkan sistem distribusi. Keandalan merupakan parameter yang menunjukkan tingkat keandalan penyediaan energi listrik pelanggan. Sistem keandalan yang umum digunakan dalam sistem distribusi adalah *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI). Metode untuk mengevaluasi suatu indeks keandalan sistem distribusi perkembanganya sangatlah pesat. salah satunya yaitu menggunakan metode *section technique* dan metode gabungan *RIA-section technique*. Untuk perhitungan pada metode *Section Technique*, sebenarnya sangatlah sederhana dan bisa memudahkan untuk perhitungan suatu indeks keandalan sistem, caranya yaitu membagi menjadi beberapa struktur jaringan di dalam menganalisa suatu sistem, dari setiap seksi mempunyai perhitungan sendiri-sendiri. Hasil akhir suatu indeks keandalan didapat dari penjumlahan dari setiap *section*. Tapi pada metode *Section Technique* hanya memakai parameter *failure rate nya* saja, yaitu laju kegagalan dengan interval perbaikan cukup lama *(sustained failure rate)*. Metode section technique juga ada kelebihanya yakni membagi evaluasi indeks keandalan dalan bagian-bagian yang kecil, sehingga kesalahan biasa dapat diminimalisir dan juga membutuhkan waktu yang singkat[1].

TINJAUAN PUSTAKA

Laju Kegagalan (λ)

Laju kegagalan didefinisikan sebagai nilai atau jumlah dari gangguan dalam suatu interval waktu tertentu. Laju kegagalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{total waktu operasi unit}} \quad \text{.....(1)}$$

Ada 2 jenis laju kegagalan dilihat dari penyebab terjadinya kegagalan, yakni :

a) *Continuous failure rate*, yaitu nilai frekuensi kegagalan akibat kegagalan yang menyebabkan selang waktu lama dalam waktu perbaikan. Tingkat kegagalan jenis ini sering digunakan untuk menghitung keandalan sistem distribusi.

b) *Momentary failure rate* merupakan nilai laju kegagalan yang disebabkan oleh gangguan sesaat yang dialami oleh suatu komponen.

Ketidaktersediaan (U)

Ketidaktersediaan adalah waktu dimana sistem tidak dapat mensuplai daya ke pelanggan. Ketidaktersediaan juga berarti durasi gangguan dan disimbolkan huruf U besar. Parameter umum dihitung untuk menentukan keandalan sistem, termasuk laju kegagalan (λ) dan ketidaktersediaan (U). Parameter yang dihitung untuk jaringan distribusi adalah parameter λ dan U pada setiap titik beban jaringan distribusi.

Berikut ini merupakan perhitungan parameter untuk setiap titik beban :

- *Failure Rate Load Point* (λLP) adalah hasil penjumlahan tiap-tiap peralatan tenaga listrik seperti transformator, CB (Circuit Breaker), maupun *sectionalizer* yang mempengaruhi titk beban (*load point*).

  Berikut ini, dapat dilihat pada persamaan 2:

  $\lambda TB = \sum i = \lambda i$ .....(2)

  Dimana :

  λTB = Frekuensi gangguan peralatan pada titik beban (kali/tahun)

  λ_i = Laju kegagalan untuk peralatan

- *Unavailability Load Point* (ULP) adalah hasil semua perkalian antara *failure rate* (λ) dengan *repair time* (r) tiap-tiap peralatan yang mempengaruhi titik beban (*load point*). Berikut dapat dilihat pada persamaan 3:

  $UTB = \sum i = \lambda i\ ri$ .....(3)

  Dimana :

  UTB = Durasi gangguan peralatan pada titik beban (jam/tahun)

  Ui = Waktu padam dalam periode tertentu

  ri = Waktu perbaikan (*repairing time* atau *switching time*)

Pada penelitian tugas akhir ini, indeks sistem yang dicari yaitu nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIFI dan CAIDI yaitu:

a. *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI)

Merupakan jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi pada konsumen atau perpelanggan yang dilayani, umumnya tahunan. Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegaglan dalam satu tahu dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut[10] : Ditetapkan pada persamaan (4).

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda k.Mk}{\sum Mk} \quad .....(4)$$

Dimana :

λk = Laju kegagalan saluran

Mk = Jumlah pelanggan pada saluran

b. *System Average Interruption Duration Indeks* (SAIDI)

Merupakan rata-rata dari lama kegagalan tiap-tiap pelanggan atau konsumen selama satu tahun. indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dan lamanya kegagalan secara terus menerus untuk selama pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama setahun dan ditetapkan pada pesamaan (5).

$$SAIDI = \frac{\sum Uk.Mk}{\sum Mk} \quad \text{.....(5)}$$

Dimana :
Uk = Laju perbaikan saluran
Mk = Jumlah pelanggan pada saluran

c. *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI)

Merupakan durasi gangguan konsumen atau pelanggan rata-rata setiap tahun, menginformasikan waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap pelanggan atau konsumen dalam satu tahun dan ditetapkan pada persamaan (7).

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad \text{.....(7)}$$

Metode *section technique*

Mengevaluasi sistem keandalan dengan membagi terlebih dahulu sistem jaringan dalam berbagai bagian (*section*), degan cara ini gangguan dapat diminimalisir dan membutuhkan waktu yaang relatif singkat. Langkah awal struktur penyulang dibagi menjadi beberapa bagian. Klasifikasi ini didasarkan pada posisi pemotong dalam jaringan suplai. Kemudian temukan nilai λ dan U dari perangkat yang terlibat dalam perhitungan setiap bagian. Pada langkah selanjutnya, nilai λ bagian 1 dikalikan dengan pelanggan dan nilai U bagian 1 pelanggan untuk setiap titik beban. Nilai masing-masing titik beban kemudian dijumlahkan dan diperoleh nilai ∑λk.Mk dan ∑Uk.Mk untuk menentukan kehandalan *feeder* dengan metode *section technique*. Operasi yang sama juga dilakukan untuk bagian lain. Berikut adalah rumus menghitung SAIFI dan SAIDI menggunakan teknik sectional.

1. Perhitungan SAIFI

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda k.Mk}{\sum Mk} \quad \text{.....(8)}$$

Dimana :
λk = laju kegagalan pada saluran
Mk = jumlah pelanggan pada saluran

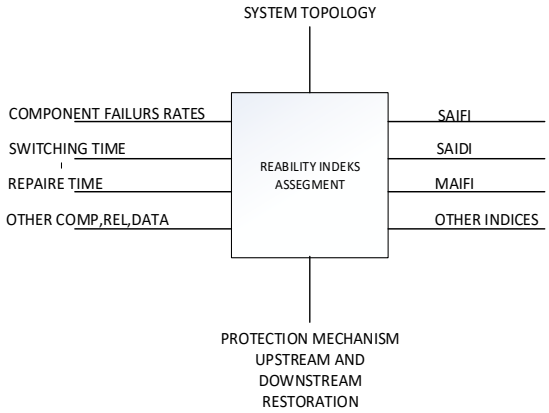
2. Perhitungan SAIDI

$$SAIDI = \frac{\sum Uk.Mk}{\sum Mk} \quad \text{.....(9)}$$

Dimana :
Uk = laju perbaikan pada saluran
Mk = jumlah pelanggan pada saluran

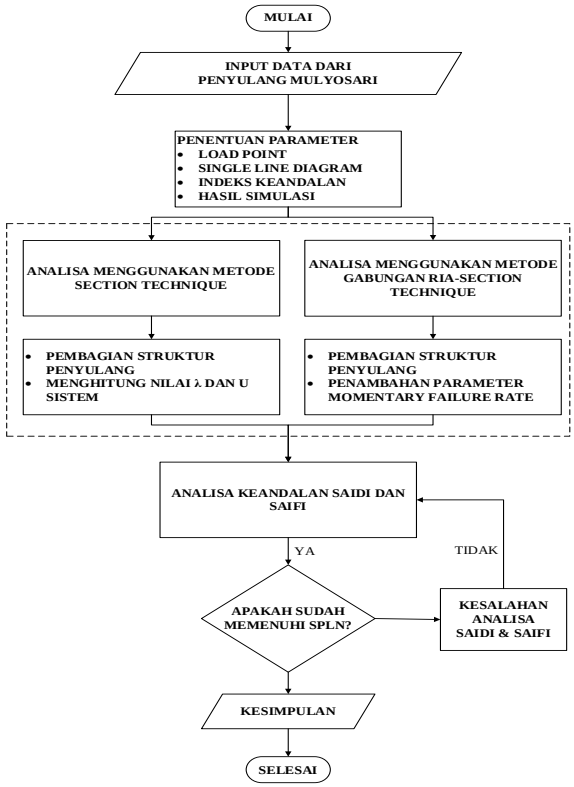
Metode *RIA (reliabillity index assesment)*

Merupakan metode untuk memprediksi gangguan atau masalah dalam sistem jaringan distribusi melalui topologi sistem dan data-data mengenai *component reliability*. Bisa dilihat pada gambar 2.7



Gambar 1. input dan output metode RIA

METODE



Gambar 2. Diagram alir Penelitian

Melakukan pengamatan pada objek penelitian serta mengumpulkan data di PT.PLN UP3 surabaya utara penyulang mulyosari dengan pengambilan data trafo, data beban, dan data saluran sistem distribusi di penyulang mulyosari untuk dianalisis. Sebelum dapat menganalisa penulis melakukan penentuan parameter seperti *Single line diagram* penyulang mulyosari, Kapasitas Beban *Per Load point*

, Tegangan Ujung Pada *Load Point*, Pelanggan Tiap *Load Point*, Panjang Saluran, Indeks Keandalan. Pada tahap selanjutnya ditentukan metode analisis sesuai dengan metode rasio RIA gabungan, yaitu H. mengalikan nilai komponen λ pelanggan 1 dengan nilai komponen U pelanggan 1 untuk setiap titik beban. Nilai setiap titik beban kemudian dijumlahkan dan diperoleh nilai ∑λk.Mk dan ∑Uk.Mk untuk mencari keandalan sistem menggunakan teknik gabungan RIA simpang pada Persamaan 8 dan 9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Section-1 dengan metoda gabungan RIA-*section technique*

Tabel 1. Data hasil perhitungan section-1 metoda gabungan RIA-section technique

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ	U
				(kegagalan/ tahun)	(jam/tahun)
Line 13	0,2	0,003	1,012	0,2024	0,0006072
Line 14	0,2	0,003	0,352	0,0704	0,0002112
Line 15	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 16	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 17	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 18	0,2	0,003	0,44	0,088	0,000264
Line 19	0,2	0,003	0,352	0,0704	0,0002112
Line 20	0,2	0,003	0,396	0,0792	0,0002376
Line 21	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 22	0,2	0,003	0,352	0,0704	0,0002112
Total				0,8096	0,0024288

Section-2 dengan metoda gabungan RIA-*section technique*

Tabel 2. Data hasil perhitungan section-2 metoda gabungan RIA-section technique

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ	U
				(kegagalan/ tahun)	(jam/tahun)
Line 1	0,2	0,003	1,308		
Line 2	0,2	0,003	0,22	0,2024	0,0006072
Line 3	0,2	0,003	0,132	0,0704	0,0002112
Line 4	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 5	0,2	0,003	0,352	0,0528	0,0001584
Line 6	0,2	0,003	0,352	0,0528	0,0001584
Line 7	0,2	0,003	0,22	0,088	0,000264
Line 8	0,2	0,003	0,44	0,0704	0,0002112
Line 9	0,2	0,003	0,176	0,0792	0,0002376

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ (kegagalan/ tahun)	U (jam/tahun)
Line 10	0,2	0,003	0,352	0,0616	0,0001848
Line 11	0,2	0,003	0,352	0,0704	0,0002112
Total				0,8424	0,0025272

Section-3 dengan metoda gabungan RIA-*section technique*

Tabel 3. Data hasil perhitungan section-3 metoda gabungan RIA-section technique

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ (kegagalan/ tahun)	U (jam/tahun)
Line 1	0,2	0,003	0,44	0,088	0,000264
Line 2	0,2	0,003	0,132	0,0264	0,0000792
Line 3	0,2	0,003	0,572	0,1144	0,0003432
Line 4	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 5	0,2	0,003	0,176	0,0352	0,0001056
Line 6	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 7	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 8	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 9	0,2	0,003	0,132	0,0264	0,0000792
Line 10	0,2	0,003	0,22	0,044	0,000132
Line 11	0,2	0,003	0,396	0,0792	0,0002376
Line 12	0,2	0,003	0,22	0,044	0,000132
Line 13	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Total				0,7392	0,0022176

Section-4 dengan metoda gabungan RIA-*section technique*

Tabel 4. Data hasil perhitungan section-4 metoda gabungan RIA-section technique

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ (kegagalan/ tahun)	U (jam/tahun)
Line 36	0,2	0,003	0,66	0,132	0,000396
Line 37	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 37	0,2	0,003	0,616	0,1232	0,0003696
Line 39	0,2	0,003	0,616	0,1232	0,0003696
Line 40	0,2	0,003	0,132	0,0264	0,0000792

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ (kegagalan/ tahun)	U (jam/tahun)
Line 41	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 42	0,2	0,003	0,088	0,0176	0,0000528
Line 43	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 44	0,2	0,003	0,176	0,0352	0,0001056
Line 45	0,2	0,003	0,088	0,0176	0,0000528
Line 46	0,2	0,003	0,352	0,0704	0,0002112
Total				0,7128	0,0021384

Section-5 dengan metoda gabungan RIA-*section technique*

Tabel 5. Data hasil perhitungan section-5 metoda gabungan RIA-section technique

Alat	Sustained λ (SPLN)	Momentary λ (SPLN)	Saluran	λ (kegagalan/ tahun)	U (jam/tahun)
Line 1	0,2	0,003	0,528	0,1056	0,0003168
Line 2	0,2	0,003	0,264	0,0528	0,0001584
Line 3	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 4	0,2	0,003	0,308	0,0616	0,0001848
Line 5	0,2	0,003	0,528	0,1056	0,0003168
Total				0,7128	0,0021384

Nilai dari masing-masing titik beban kemudian ditambahkan dan nilai ∑ λk.Mk dan ∑ Uk.Mk menghasilkan penentuan keandalan feeder menggunakan metode gabungan teknologi pemotongan dan RIA. Berdasarkan hasil perhitungan keandalan Penyulang Mulyosari dengan metode teknik pemotongan, diperoleh hasil SAIFI sebesar 0,77799512 kali/pelanggan/tahun. Dengan menggunakan parameter instant failure dalam perhitungan yang sama dengan metode teknik partisi RIA, hasilnya sama yaitu 0.77799512 kali/pelanggan/tahun. Selain itu, teknik penyadapan SAIDI menghasilkan 2,45068492 jam/klien/tahun, setelah itu tingkat kegagalan sesaat ditambahkan ke perhitungan untuk menghasilkan nilai SAIDI sebesar 0,00233399 jam/klien/tahun.

Kemudian pada metode section technique didapatkan nilai CAIDI sebesar 3,150000375 jam/pelanggan/tahun, namun ketika ditambahkan parameter momentary failure rate didapatkan nilai CAIDI menjadi 0,003000006 jam /pelanggan/tahun.

KESIMPULAN

Hasil dari perhitungan setiap metode pada Tugas Akhir ini bisa ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pertama pada metode *section technique* nilai SAIFI Penyulang mulyosari adalah 0,77799512 kali/pelanggan/tahun dan nilai untuk SAIDI Penyulang mulyosari adalah 2,45068492 jam/ pelanggan/tahun kemudian pada CAIDI diperoleh sebesar 3,150000175 jam/tahun. Kemudian pada metode gabungan RIA-section didapatkan bahwa SAIFI 0,77799512

kali/pelanggan /tahun dan di dapatkan SAIDI 0,00233399 jam/pelanggan/tahun kemudian untuk CAIDI 0,003000006 jam/tahun.

2. Penambahan parameter momentary failure rate dalam perhitungan analisa keandalan berdampak signifikan pada hasil dari indeks keandalan. Berdasarkan dari hasil perhitungan, diperoleh nilai SAIDI meningkat sebesar 2,44835093 point, sedangkan nilai CAIDI meningkat sebesar 3,147000169 point.
3. Pada perhitungan hasil akhir dari setiap metode, diketahui nilai keandalan pada Penyulang Mulyosari masih sesuai dengan standar dari PLN untuk *World Class Service* (WCS), yaitu untuk SAIFI sebesar 3 kali / pelanggan / tahun dan pada nilai SAIDI sebesar 100 menit / pelanggan / tahun (1,67 jam / pelanggan / tahun).

DAFTAR PUSTAKA

[1]. N. P. U. Putra, N. H. Rohiem, A. B. al Fahri, A. Soeprijanto, and D. F. U. Putra, "Energy Transaction Management in Radial Distribution Networks Considering the Effect of PV, Load and Power Quality," 2020. doi: 10.1109/ICSECC51444.2020.9557458.

[2]. D. F. U. Putra, A. Soeprijanto, O. Penangsang, R. Delfianti, N. H. Rohiem, and N. P. U. Putra, "Increased Resilience Using Close Loop Renewable Microgrids in the Surabaya Distribution System as a Self-Healing Application," in Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 2117, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012026.

[3]. D. E. Putra, M. Nurhadiyanto, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. Palembang, "ANALISIS KEANDALAN PENYULANG PAJAJARAN 20KV MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE Metode Section Technique adalah suatu metode analisis evaluasi sistem Keandalan jaringan distribusi tenaga listrik . Jaringan distribusi yang di analisa adalah Keandalan Peny," vol. 4, no. 1, 2019.

[4]. S. I. Maliky, Alen Tri. Haryudo, "ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20kV PADA PENYULANG PEJANGKUNGAN DI PT PLN PASURUAN MENGGUNAKAN METODE RIA (RELIABILITY INDEX ASSESMENT)," *Keandalan Sist. Tenaga List. Jar. Distrib. 20kV Pada Penyulang Pejangkungan Dengan Metod. RIA*, vol. 09, no. 01, pp. 835–843, 2020.

[5]. NH Rohiem, A Soeprijanto, O Penangsang, NPU Putra "Automatic Fault Location Identification and Isolation Method for Smart Distribution Network in Surabaya City" - Journal of Physics: Conference Series, 2021.

[6]. I. P. Arya Suardika, I. G. Dyana Arjana, and A. A. G. Maharta Pemayun, "Rekonfigurasi Saluran Distribusi 20 kV Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Abang," J. SPEKTRUM, vol. 5, no. 2, p. 231, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p29.

[7]. Sya'roni Zainal and T. Rijanto, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah," Tek. Elektro, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.

[8]. J. M. Siburian, T. Siahaan, J. Sinaga, and U. D. Agung, "DENGAN METODE THERMOVISI JARINGAN PT . PLN (PERSERO)," vol. 9, pp. 8–19, 2020.

[9]. S. Tuwongkesong, M. D. Patabo, S. Sawidin, J. G. Daud, and I. W. E. P. Utama, "Kontrol RTU pada GH Manembo dengan Scada Jaringan Distribusi 20 KV Sistem Minahasa," pp. 26–27, 2020.

[10]. Syakirin, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Pt. Pln (Persero) Rayon Ngabang Menggunakan Metode Fmea," pp. 1–8, 2018.

[11]. T. A. Al qoyyimi, O. Penangsang, and N. K. Aryani, "Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System)," J. Tek. ITS, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i1.21297.

[12]. H. Bernoulli, M. Pembelajaran, F. Meter, and P. M. Fluida, "Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1 (2020) B277-B285 1," vol. 1, pp. 277–285, 2020.