

STUDI PENEMPATAN SECTIONALIZER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA PENYULANG MURAI UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN

Fadhli Farsa¹

Jurusan Teknologi Rekayasa Elektrikal Mekanik, Politeknik Krakatau,
E-mail : fadhli.farsa15@gmail.com

Nova Arief Setiyanto², Adityas Nirmala³

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Krakatau,
E-mail : fadhli.farsa15@gmail.com

Abstrak

Keandalan merupakan salah satu parameter yang digunakan pada perusahaan listrik, Adapun parameter tersebut yang digunakan adalah *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) merupakan banyaknya terjadi gangguan rata – rata per tahun dan *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) merupakan lamanya atau durasi terjadinya gangguan rata – rata per tahun yang diperhitungkan pada penyulang Murai. Perhitungan keandalan pada penyulang Murai dilakukan dalam 2 kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi existing dan kondisi setelah ditematkannya sectionalizer yang diperhitungkan dalam tugas akhir ini. Pada perhitungan keandalan dalam kondisi existing diperoleh nilai SAIFI sebesar 0,97509 kali / tahun dan nilai SAIDI yang diperoleh sebesar 3,40661 jam / tahun. Setelah dilakukan perhitungan untuk penempatan sectionalizer dengan metode FMEA (Failure Modes Effect Analisis), didapatkan 4 lokasi sectionalizer yang perlu ditambahkan pada penyulang Murai sehingga nilai keandalannya mengalami perubahan. Hasil SAIFI yang diperoleh mengalami penurunan pada section B sebesar 1,278810398% dari 0,534341 kali/tahun menjadi 0,527508 kali/tahun, sedangkan hasil SAIDI yang diperoleh mengalami penurunan dan pada section C mengalami penurunan juga sebesar 0,155896066% dari kondisi existing. Hasil SAIFI yang diperoleh mengalami penurunan sebesar 3,497072889% dibandingkan saat hanya 1 sectionalizer yang ditempatkan pada penyulang belimbing dari 0,97024 kali/tahun menjadi 0,93631 kali/tahun dan nilai SAIDI pun mengalami penurunan sebesar 2,17064500% (dari 3,39254 jam/tahun menjadi 3,3189 jam/tahun). Dengan menurunnya nilai SAIFI dan SAIDI saat ditambahkan sectionalizer, terbukti bahwa penambahan sectionalizer pada jaringan dapat meningkatkan keandalan sistem

Kata Kunci: *Keandalan, SAIFI, SAIDI, Metode FMEA dan Sectionalizer.*

Abstract

Reliability is one of the parameters used in electricity companies, the parameters used are the *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) which is the number of average interruptions per year and the *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) which is the length or duration of the average interruption per year which is calculated on the Murai extension. Reliability calculations on the Murai extension are carried out in 2 different conditions, namely in existing conditions and conditions after the placement of

the sectionalizer calculated in this final project. In the calculation of reliability under existing conditions, the SAIFI value is 0.97509 times / year and the SAIDI value obtained is 3.40661 hours / year. After calculating the placement of the sectionalizer with the FMEA (Failure Modes Effect Analisis) method, 4 sectionalizer locations were obtained that needed to be added to the Murai extension so that the reliability value changed. The SAIFI results obtained decreased in section B by 1.278810398% from 0.534341 times / year to 0.527508 times / year, while the SAIDI results obtained decreased and in section C also decreased by 0.155896066% from existing conditions. The SAIFI results obtained decreased by 3.497072889% compared to when only 1 sectionalizer was placed on the starfruit extension from 0.97024 times / year to 0.93631 times / year and the SAIDI value also decreased by 2.17064500% (from 3.39254 hours / year to 3.3189 hours / year). With the decrease in SAIFI and SAIDI values when a sectionalizer is added, it is evident that the addition of a sectionalizer to the network can improve system reliability.

Keywords: Reliability, SAIFI, SAIDI, FMEA Method and Sectionalizer.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dizaman modern seperti sekarang ini, pertumbuhan kebutuhan akan listrik semakin hari semakin bertambah. Dengan menunjukan indikasi tersebut, maka penyedia listrik yaitu PT.PLN (PERSERO) membutuhkan penambahan pembangkit listrik yang akan menopang semua beban yang ada di Indonesia. Pertumbuhan beban juga harus diimbangi dengan penambahan pembangkit listrik juga, tetapi keandalan sistem juga mesti diperhatikan. Keandalan adalah indikator unjuk kerja dari sebuah sistem pembangkit serta sebagai jaminan pasokan energi listrik. Besarnya keandalan suatu sistem dapat di lihat dari SAIDI (System Average Interruption Duration Index) , SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) , dan CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index). Untuk meningkatkan keandalan pada suatu sistem, kita perlu melihat beberapa titik yang akan berpengaruh besar dalam menurunnya angka keandalan pada sistem, sehingga PT.PLN (PERSERO) dapat menghemat investasi pembangunan pembangkit dengan memasang sectionizer pada titik yang akan berpengaruh besar jika

nantinya terjadi gangguan. Dengan ini diharapkan kedepannya keandalan sistemnya akan meningkat.

2. Tujuan Penelitian

- a. Dapat mengetahui secara tepat lokasi-lokasi yang memerlukan perbaikan keandalan dengan perhitungan menggunakan metode FMEA sehingga dapat ditempatkan sectionalizer agar dapat diperbaiki keandalannya.
- b. Dapat menghitung nilai indeks keandalan sistem (SAIFI, SAIDI dan CAIDI) pada kondisi existing dan sesudah ditempatkan sectionalizer agar dapat diketahui pengaruh dari pemasangan sectionanlizer tersebut.

3. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana cara menempatkan sectionalizer yang tepat pada jaringan distribusi dengan menggunakan perhitungan keandalan pada setiap titik beban dengan menggunakan metode FMEA.
- b. Bagaimana menghitung dan membandingkan indeks keandalan sistem (SAIFI, SAIDI dan CAIDI) berdasarkan laju kegagalan , waktu perbaikan rata-rata

serta jumlah konsumen pada setiap titik beban (load point) pada kondisi existing dan sesudah penempatan sectionalizer.

4. Dasar Teori

Laju Kegagalan

Laju kegagalan adalah harga rata-rata dari jumlah kegagalan persatuan waktu pada suatu selang waktu pengamatan tertentu (T), umumnya dinyatakan dalam suatu kegagalan pertahun (Utami, Uswah, 2013). Banyaknya kerusakan pada satu periode tertentu dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut :

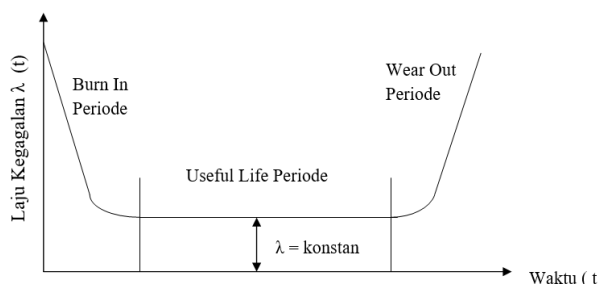
$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (1)$$

dimana :

λ = laju kegagalan / gangguan (kegagalan pertahun)

f = banyaknya kegagalan yang terjadi pada periode waktu T

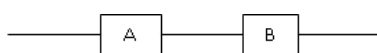
T = selang waktu pengamatan



Gambar 1. Kurva Laju Kegagalan Terhadap Waktu (Priyanta, Dwi,Ir, MSE, 2000)

Keandalan Sistem Radial

Pada sistem radial ini, komponen satu dengan yang lain dihubungkan secara seri. Misalkan, sebuah penyulang tersusun secara seri antara circuit breaker, saluran, dan trafo distribusi. Susunan seri antar komponen secara sederhana ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Sistem Seri

Pada sistem seri, semua peralatan yang ada dalam sistem tersebut harus bekerja seluruhnya

agar sistem tersebut dapat beroperasi secara sempurna. Bila ada salah satu dari peralatan tersebut yang gagal atau tidak bekerja, maka akan mengakibatkan sistem tersebut menjadi gagal (P, Bernadus Toto,2009).

Pada gambar di atas menunjukkan sebuah sistem yang terdiri dari peralatan A dan B yang terhubung secara seri. Jika λ_A merupakan laju kegagalan peralatan A dan λ_B merupakan laju kegagalan peralatan B maka :

$$\lambda = \lambda_A + \lambda_B \quad (2)$$

$$U = \lambda_A \cdot r_A + \lambda_B \cdot r_B \quad (3)$$

$$r = \frac{U}{\lambda} = \frac{\lambda_A \cdot r_A + \lambda_B \cdot r_B}{\lambda_A + \lambda_B} \quad (4)$$

dimana :

λ_A : laju kegagalan peralatan A (kegagalan / tahun)

λ_B : laju kegagalan peralatan B (kegagalan / tahun)

r_A : waktu perbaikan peralatan A (jam / kegagalan)

r_B : waktu perbaikan peralatan B (jam / kegagalan)

λ : laju kegagalan sistem (kegagalan / tahun)

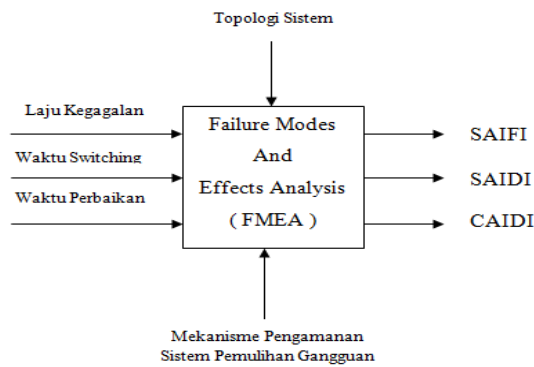
r_A : waktu perbaikan sistem (jam / kegagalan)

U : rata-rata ketaktersediaan pada sistem (jam/ tahun)

Failure Modes Effect Analysis (FMEA)

FMEA (Failure Modes And Effects Analysis) adalah suatu metode terstruktur untuk menganalisa suatu sistem. Metode FMEA dapat digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi berdasarkan kegagalan dari suatu peralatan yang mempengaruhi operasi sistem. Masing-masing kegagalan peralatan dianalisa dari semua titik beban/Load Point. Syarat-syarat dari metode FMEA (Nugroho , Andhito Sukmoyo, 2012) :

- Topologi/konfigurasi penyulang (feeder) sistem jaringan distribusi 20 kV. Sistem didefinisikan dalam section-section, lateral-lateral, dan titik bebannya (load point).
- Data konsumen meliputi : Jumlah pelanggan pada setiap titik beban, Data gangguan/pemadaman tahunan, Parameter data keandalan sistem



Gambar 3. Input dan Output FMEA (Nugroho , Andhito Sukmoyo, 2012)

Indeks Keandalan

Adapun beberapa indeks keandalan sebagai berikut :

1. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

SAIFI adalah indeks frekuensi gangguan sistem rata-rata tiap tahun. Indeks keandalan ini menjelaskan tentang frekuensi gangguan permanen rata-rata tiap konsumen dalam suatu area yang dievaluasi atau dapat didefinisikan sebagai :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah frekuensi gangguan pada konsumen}}{\text{Jumlah total konsumen yang terlayani}} = \frac{\sum N_{LP} \times \lambda_{LP}}{\sum N} \quad (5)$$

dimana :

N_{LP} = jumlah konsumen pada load point

N = jumlah konsumen pada section

λ_{LP} = frekuensi gangguan peralatan pada load point

2. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

SAIDI adalah indeks durasi gangguan sistem rata-rata tiap tahun. Indeks keandalan ini menjelaskan tentang durasi gangguan permanen rata-rata tiap konsumen dalam suatu area yang dievaluasi atau dapat didefinisikan sebagai :

$$SAIDI = \frac{\text{Jumlah durasi gangguan pada konsumen}}{\text{Jumlah total konsumen yang terlayani}} = \frac{\sum N_{LP} \times U_{LP}}{\sum N} \quad (6)$$

dimana :

N_{LP} = jumlah konsumen pada load point

N = jumlah konsumen pada section

U_{LP} = durasi gangguan peralatan pada load point

3. Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI)

CAIDI adalah indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun. Indeks keandalan ini menjelaskan tentang waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap konsumen dalam satu tahun atau dapat didefinisikan sebagai :

$$CAIDI = \frac{\text{Jumlah total durasi gangguan pada konsumen}}{\text{Jumlah total konsumen yang terganggu}} = \frac{\sum N_{LP} \times U_{LP}}{\sum N_{LP} \times \lambda_{LP}} \quad (7)$$

dimana :

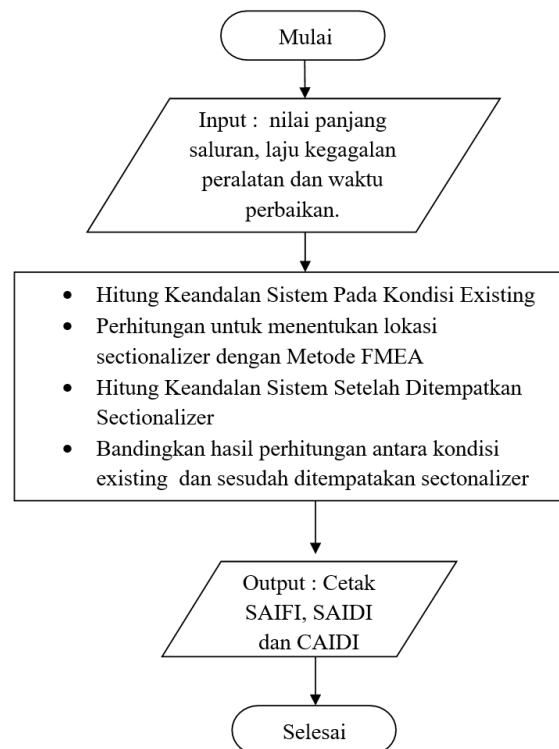
N_{LP} = jumlah konsumen pada load point

U_{LP} = durasi gangguan peralatan pada load point

λ_{LP} = frekuensi gangguan peralatan pada load point

METODE

1. Flowchart Penelitian



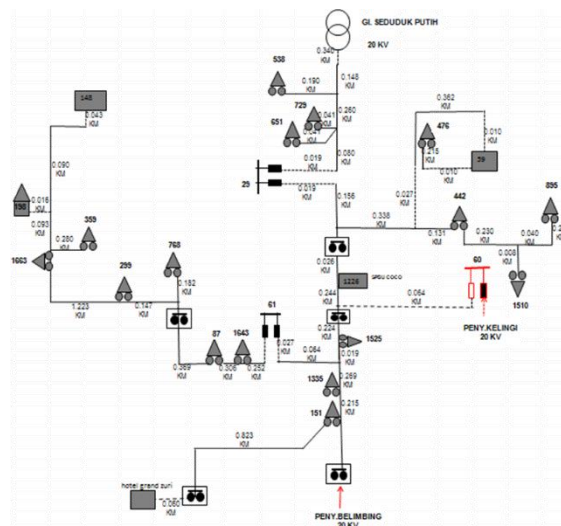
Gambar 4. Flowchart Penelitian

2. Variable Analisa Data

- Diagram satu garis penyulang Belimbing pada kondisi existing, sebelum dan sesudah ditempatkan sectionalizer
- Data metting gardu pada penyulang belimbing
- Data keandalan komponen sistem yang didapat dari PT. PLN (Persero)

3. Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari pengambilan data di PT. PLN (Persero) Area cabang A.Rivai Palembang, Sumatera Selatan.



Gambar 5. Single Line Diagram Penyulang Murai

4. Perhitungan Data

Data yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung nilai indeks keandalan sistem yang mengorientasikan pelanggan (SAIFI, SAIDI, CAIDI) untuk kondisi existing dan sesudah ditempatkan sectionalizer. Data yang diperoleh juga digunakan dalam perhitungan dengan menggunakan metode FMEA untuk menentukan lokasi sectionalizer yang tepat .

5. Teknik Analisa Data

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, kemudian dianalisa perbandingan nilai keandalan antara kondisi existing dan sesudah ditempatkan sectionalizer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel xx. Data Keandalan Peralatan

Peralatan	Laju Kegagalan (λ) (Kegagalan/ Tahun)	Waktu Perbaikan (r) (Jam)
Circuit Breaker (CB)	0,004	10
Transformator	0,005	10
Sectionalizer	0,003	10
Saluran		
• SUTM	0,2	3
• SKTM	0,07	10

Sumber : SPLN 59 : 1985, Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV

Keterangan : _____ Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
----- Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Tabel 1. Data Jumlah Pelanggan dan Beban Total Penyulang Murai

Section	Titik Beban	Kode Gardu	Pelanggan	Beban Total (kW)
A	1	538	203	120,5028
	2	729	1	115,8091
	3	651	1	106,0188
B	4	29	233	143,62025
C	5	59	109	65,5724
	6	476	99	48,4551
	7	442	246	140,14375
	8	1510	1	71,75275
	9	895	146	77,639
D	10	1226	1	106,1718
E	11	60	60	122,89895
F	12	1525	1	9,2752
	13	1335	1	9,6475
	14	151	264	167,43385
G	15	1524	1	208,71495
H	16	61	341	193,5144
I	17	1643	118	57,36395
	18	87	179	102,4964
J	19	768	106	47,77935
	20	299	186	107,5131
	21	1663	91	35,8445

22	359	231	140,9963
23	198	252	158,3771
24	148	119	57,22625

Sumber : PT PLN (Persero) Rayon A. Rivai Palembang

Perhitungan Keandalan Jaringan Eksisting Penyulang Murai

Tabel 2. Data Laju Kegagalan, Waktu Perbaikan, dan Ketaktersediaan Titik Beban Pada Penyulang Belimbing Kondisi Existing

Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan Dasar		
		λ	r	U
LP1	203	0.19117	4.426949835	0.8463
LP2	1	0.19117	4.426949835	0.8463
LP3	1	0.19117	4.426949835	0.8463
LP4	233	0.19117	4.426949835	0.8463
LP5	109	0.51267	3.730079778	1.9123
LP6	99	0.51267	3.730079778	1.9123
LP7	246	0.51267	3.730079778	1.9123
LP8	1	0.51267	3.730079778	1.9123
LP9	146	0.51267	3.730079778	1.9123
LP10	1	0.66827	3.719305071	2.4855
LP11	60	0.66827	3.719305071	2.4855
LP12	1	0.78627	3.566573823	2.80429
LP13	1	0.78627	3.566573823	2.80429
LP14	264	0.78627	3.566573823	2.80429
LP15	1	0.79096	3.604720846	2.85119
LP16	341	0.78627	3.566573823	2.80429
LP17	118	1.14322	3.523031438	4.0276
LP18	179	1.14322	3.523031438	4.0276
LP19	106	1.69068	3.370478151	5.6984
LP20	186	1.69068	3.370478151	5.6984
LP21	91	1.69068	3.370478151	5.6984
LP22	231	1.69068	3.370478151	5.6984
LP23	252	1.69068	3.370478151	5.6984
LP24	119	1.69068	3.370478151	5.6984

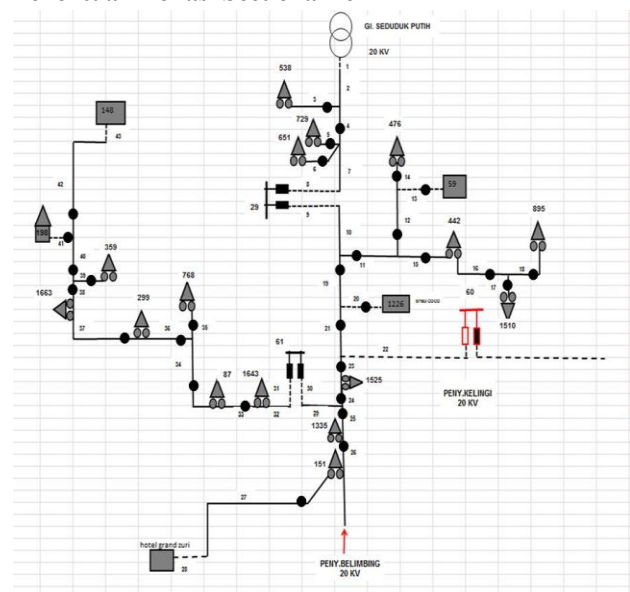
Tabel 3. Data Total & Lama Gangguan Kondisi Existing

Section	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Total Pelanggan	NLP. λ p	NLP.ULP	Σ NLP. λ p	Σ NLP.ULP
A	LP1	203	438	38.8075	171.799	83.7325	370.679
	LP2	1		0.19117	0.8463		
	LP3	1		0.19117	0.8463		
	LP4	233		44.5426	197.188		
B1	LP5	109	1039	55.881	208.441	391.847	1519.97
	LP6	99		50.7543	189.318		
	LP7	246		126.117	470.426		
	LP8	1		0.51267	1.9123		
B2	LP9	146	1101	74.8498	279.196	432.612	1671.59
	LP10	1		0.66827	2.4855		
B3	LP11	60	1707	40.0962	149.13	909.877	3373.79
	LP12	1		0.78627	2.80429		
	LP13	1		0.78627	2.80429		
B4	LP14	264	1708	207.575	740.333	910.668	3376.64
	LP15	1		0.79096	2.85119		
	LP16	341		268.118	956.263		
C1	LP17	118	2005	134.9	475.257	1250.2	4572.84
	LP18	179		204.636	720.94		
C2	LP19	106	2990	179.212	604.03	2915.52	10185.8
	LP20	186		314.466	1059.9		
	LP21	91		153.852	518.554		
	LP22	231		390.547	1316.33		
	LP23	252		426.051	1436		
	LP24	119		201.191	678.11		

Tabel 4. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Pada Penyulang Murai Kondisi Existing

Section	Total		
	SAIFI	SAIDI	CAIDI
A	0.19117	0.8463	4.4269498
B1	0.37713872	1.4629179	3.8789915
B2	0.39292607	1.5182445	3.8639445
B3	0.53302723	1.9764448	3.7079621
B4	0.53317825	1.9769569	3.7078724
C1	0.62354354	2.280718	3.6576725
C2	0.97509184	3.4066099	3.4936298

Penentuan Lokasi Sectionalizer



Gambar 6. Single Line Diagram Penyulang Murai

Keterangan : • Calon Peletakkan Sectionalizer

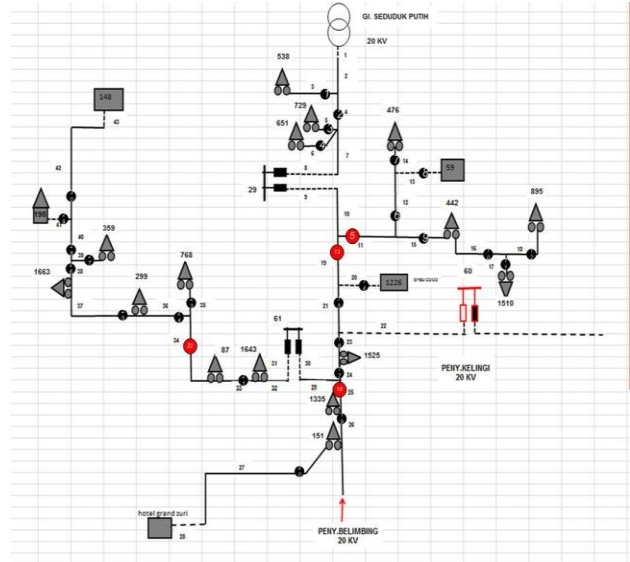
Penempatan Sectionalizer Pada Penyulang Murai

Tabel 5. Nilai Indeks Keandalan Berdasarkan Lokasi Sectionalizer

Titik Sectionalizer	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI	SAIDI	CAIDI
TS1 + SSO1	1.51698	4.55612496	3.003417949
TS1 + SSO2	1.51698	4.834041979	3.18662209
TS1 + SSO3	1.51698	4.848255609	3.195991779
TS1 + SSO4	1.51698	4.848294498	3.196017415
TS1 + SSO5	1.51698	4.53191744	2.987460243
TS1 + SSO6	1.51698	4.388145196	2.892684937
TS1 + SSO7	1.51698	4.42677331	2.918148763
TS1 + SSO8	1.51698	4.329050567	2.853729493
TS1 + SSO9	1.51698	4.495005783	2.963127914
TS1 + SSO10	1.51698	4.332534294	2.856025982
TS1 + SSO11	1.51698	4.324168207	2.85051102
TS1 + SSO12	1.51698	4.400046067	2.900530045
TS1 + SSO13	1.51698	3.983305053	2.625812504
TS1 + SSO14	1.51698	4.353102702	2.869584768
TS1 + SSO15	1.51698	3.99337287	2.632449254
TS1 + SSO16	1.51698	4.049966609	2.6697561
TS1 + SSO17	1.51698	4.32456798	2.700986584
TS1 + SSO18	1.51698	4.275071618	2.818146329
TS1 + SSO19	1.51698	4.331451652	2.855312299
TS1 + SSO20	1.51698	4.23342571	2.79069316
TS1 + SSO21	1.51698	4.128103022	2.721263973
TS1 + SSO22	1.51698	4.119182986	2.715383845
TS1 + SSO23	1.51698	4.94671192	3.260894619
TS1 + SSO24	1.51698	4.327581433	2.852761034
TS1 + SSO25	1.51698	4.331704425	2.855478929
TS1 + SSO26	1.51698	4.364144868	2.876863814

TS1 + SSO27	1.51698	5.000969953	3.296661758
TS1 + SSO28	1.51698	5.02029283	3.309399484
TS1 + SSO29	1.51698	5.135101078	3.385081595
TS1 + SSO30	1.51698	5.06922823	3.341657919

Penyulang Murai Setelah Ditempatkan Sectionalizer



Gambar 7. Diagram Satu Garis Penyulang Murai

Keterangan :

-  Calon Peletakkan Sectionalizer
-  Penempatan Sectionalizer

Tabel 6. Data Laju Kegagalan, Waktu Perbaikan, dan Ketaktersediaan Titik Beban Pada Penyulang Belimbing Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Section	Titik Beban	Indeks Keandalan Dasar		
		Laju Kegagalan (λ)	Waktu Perbaikan (r)	Ketaktersediaan (U)
A	LP1 – LP4	0.19117	4.4269498	0.8463
B ₁	LP5 – LP9	0.51267	3.7300798	1.9123
B ₂	LP10 – LP12	0.43604	4.0216494	1.7536
B ₃	LP13 – LP16	0.79096	3.6047208	2.85119
C ₁	LP17	0,62585	3,7007270	2,3161
C ₂	LP12	0,54498	3,5880216	1,9554

Tabel 7. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Pada Penyulang Belimbing Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Section	Titik Beban	Jumlah Pelanggan (Nlp)	Total Pelanggan (ΣNlp)	Nlp.λlp	Ulp.λlp	ΣNlp.λlp	ΣUlp.λlp
A1	LP1	174	1003	70,992	250,734	409,224	1445,323
	LP2	155		63,24	223,355		
	LP3	1		0,408	1,441		
	LP4	249		101,592	358,809		
	LP5	167		68,136	240,647		
	LP8	257		104,856	370,337		
B	LP9	340	1197	79,928	287,314	489,152	1732,637
C	LP10	260	1198	0,414737	1,50837	489,56674	1734,1453
A2	LP6	194	1798	183,7904	649,808	813,90274	2880,8653
	LP7	1		140,5456	496,912		
D	LP11	315	2113	197,14275	729,5715	1011,0455	3610,4368
E	LP12	229	2342	124,80042	447,7866	1135,8459	4058,2234
F	LP13	229	2571	358,86504	1285,8408	1494,7109	5344,0642
G1	LP14	659	3742	198,55628	702,432	2037,6268	7264,7362
	LP15	271		98,9118	349,92		
	LP16	135		244,71512	865,728		
	LP17	334		0,73268	2,592		
G2	LP18	1	4663	0,95268	3,301	2915,0451	10304,957
	LP19	1		250,55484	868,163		
	LP20	263		150,52344	521,558		
	LP21	158		85,7412	297,09		
	LP22	90		293,42544	1016,708		
	LP23	308		96,22068	333,401		
H	LP24	101	4764	400,84892	1399,879	3315,894	11704,836
I1	LP25	176	4940	177,7072	616,528	3493,6012	12321,364
I2	LP26	250	5190	284,4675	985,475	3778,0687	13306,836
J	LP27	134	5324	153,54658	538,9346	3931,6153	13845,773
K	LP28	1	5325	1,15615	4,0855	3932,7715	13849,859
L	LP29	123	6240	153,13746	546,2184	4676,0484	16501,017
	LP30	164		204,18328	728,2912		
	LP31	124		154,38248	550,6592		
	LP32	186		231,57372	825,9888		
M	LP33	293	6533	365,96286	1312,8744	5042,0113	17813,891
N1	LP34	175	6798	222,1485	794,85	5378,4076	19017,521
	LP35	90		114,2478	408,78		
N2	LP36	127	8010	176,65573	627,7483	7064,2874	25008,316
	LP37	277		385,30423	1369,1833		

I1	0,66443538	2,3433557	3,52683763
I2	0,68592388	2,41591127	3,52212737
J	0,6968478	2,45405421	3,52165021
K	0,6969292	2,45434332	3,52165376
L	0,74936673	2,64439375	3,52883794
M	0,77177579	2,72675515	3,53309234
N1	0,79117499	2,79751712	3,53590188
N2	0,88193351	3,12213685	3,54010456
N3	0,93630936	3,31889626	3,5446578

Tabel 8. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Pada Penyulang Belimbing Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Section	SAIFI	SAIDI	CAIDI
A1	0,408	1,441	3,53186275
B	0,40864829	1,44748287	3,54212392
C	0,40865337	1,4475337	3,54220424
A2	0,45267116	1,60226105	3,53956958
D	0,47848816	1,70867812	3,57099351
E	0,48498971	1,73280251	3,57286446
F	0,49807096	1,78076117	3,5753162
G1	0,54452882	1,94140467	3,56529281
G2	0,62514371	2,20994151	3,53509359
H	0,65247816	2,30319486	3,52991868

Perbandingan Indeks Keandalan Sistem Pada Penyulang Belimbing Kondisi Existing Dan Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Tabel 9. Perbandingan Indeks Keandalan Penyulang Belimbing Pada Kondisi Existing, Dan Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Kondisi Existing				Setelah Ditempatkan Sectionalizer			
Section	SAIFI	SAIDI	CAIDI	Section	SAIFI	SAIDI	CAIDI
A	0,53756	1,8812	3,49952	A1	0,408	1,441	3,53186
				A2	0,45267	1,60226	3,53957
B	0,53799	1,88552	3,50473	B	0,40865	1,44748	3,54212
C	0,538	1,88555	3,50478	C	0,40865	1,44753	3,54222
D	0,55065	1,94527	3,5327	D	0,47849	1,70868	3,57099
E	0,5498	1,94332	3,53461	E	0,48499	1,7328	3,57286
F	0,54799	1,93847	3,53742	F	0,49807	1,78076	3,57532
G	0,69009	2,40272	3,48174	G1	0,54453	1,94141	3,56529
				G2	0,62514	2,20994	3,53509
H	0,71158	2,47513	3,47838	H	0,65248	2,3032	3,52992
I	0,74385	2,58161	3,47061	I1	0,66444	2,34336	3,52684
				I2	0,68592	2,41591	3,52213
J	0,75319	2,61368	3,47017	J	0,69685	2,45405	3,52165
K	0,75326	2,61393	3,47018	K	0,69693	2,45434	3,52165
L	0,79944	2,7801	3,47755	L	0,74937	2,64439	3,52884
M	0,8192	2,85234	3,48185	M	0,77178	2,72676	3,53309
N	0,86414	3,8789	4,48872	N1	0,79118	2,79752	3,5359
O	0,97024	3,39254	3,49661	N2	0,88193	3,12214	3,54011
				N3	0,93631	3,3189	3,54466

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, terlihat bahwa penyulang belimbing pada kondisi existing (sudah terpasang 1 sectionalizer sebelumnya) memiliki frekuensi gangguan rata-ratanya (SAIFI) sebesar 0,97024 kali/tahun dan lama gangguan rata-ratanya (SAIDI) sebesar 3,39254 jam/tahun, Setelah melakukan perhitungan untuk menentukan lokasi sectionalizer yang tepat pada penyulang belimbing dengan menggunakan metode FMEA, didapatkan 5 lokasi yang nilai keandalannya perlu diperbaiki. Setelah melakukan perhitungan dengan menambahkan 5 sectionalizer tersebut pada jaringan distribusi, maka nilai frekuensi gangguan rata-ratanya (SAIFI) menjadi 0,93631 kali/tahun dan nilai durasi gangguan rata-ratanya (SAIDI) menjadi 3,3189 jam/tahun. Jika hasil ini dibandingkan dengan kondisi existing (terdapat 1 sectionalizer pada jaringan distribusi), nilai frekuensi gangguan rata-ratanya (SAIFI) mengalami penurunan sebesar 3,497072889% (dari 0,97024 kali/tahun menjadi 0,93631 kali/tahun) dan nilai durasi gangguan rata-ratanya (SAIDI) pun mengalami penurunan sebesar 2,17064500% (dari 3,39254 jam/tahun menjadi 3,3189 jam/tahun). Dari hasil tersebut terbukti bahwa dengan adanya sectionalizer pada jaringan distribusi dapat meningkatkan keandalan sistem.

PENUTUP

Simpulan

1. Pada kondisi existing dimana telah ditempatkan 1 sectionalizer pada penyulang Murai diperoleh nilai

SAIFI sebesar 0,97509 kali / tahun dan nilai SAIDI yang diperoleh sebesar 3,40661 jam / tahun.

2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode FMEA, diperoleh lokasi yang optimal untuk menempatkan sectionalizer yaitu lokasi 5, 13, 18, dan 24. Setelah dilakukan perhitungan dengan menambahkan 4 sectionalizer dapat diketahui bahwa nilai frekuensi gangguan rata-ratanya (SAIFI) mengalami penurunan sebesar 3,497072889% (dari 0,97024 kali/tahun menjadi 0,93631 kali/tahun) dibandingkan dengan kondisi existing. Nilai durasi gangguan rata-ratanya (SAIDI) pun mengalami penurunan sebesar 2,17064500% (dari 3,39254 jam/tahun menjadi 3,3189 jam/tahun).

Saran

1. Perlu adanya pemasangan 4 sectionalizer pada jaringan distribusi pada penyulang belimbing agar dapat meningkatkan keandalan sistem.
2. Perlu diketahui koordinasi sectionalizer dengan peralatan lain seperti recloser pada jaringan distribusi sehingga dapat menciptakan sistem proteksi yang padu.

DAFTAR PUSTAKA

- Billinton, R, dan Allan, Ronald, N, “ Reability Evaluation of Power System “, Plenum Press, New York and London , 1996
- Cepin, Marko, “ Assessment Of Power Reliability Methodes And Applications”, Springer, 2011
- Dharmawati, Putty Ika , “Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV PT. PLN (Persero) APJ Magelang Menggunakan Static Series Voltage Regulator (SSVR) , JURNAL TEKNIK POMITS
- Nugroho , Andhito Sukmoyo , “ Studi Keandalan Sistem Distribusi 20kV di Bengkulu dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) “, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, 2012
- P, Bernadus Toto,“ Analisis Perncaaan Prioritas Pemeliharaan Peralatan Pada Jaringan Distribusi Primer 20kV Berbasis Keandalan Sistem Dan Biaya Akibat Pemadaman”, Universitas Indonesia, 2009
- Pabla, A, S, “Electric Power Distribution System“, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1981
- Perdana, Wiwied Putra, dkk.. Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik pada Jaringan Distribusi Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing. Jurnal EECCIS Vo.III No.1. 2009
- Priyanta, Dwi,Ir, MSE , “ Modul Ajar Keandalan dan Perawatan”, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi
Sepuluh Nopember Surabaya, 2000

Rendra, Prambudhi Setyo, “ Evaluasi Keandalan Jaringan
Distribusi 20 KV Dengan Penentuan Lokasi dan
Jumlah Sectionalizer “, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember, 2009

Rifqi, Muhamad, “Operasi Dan Pemeliharaan Jaringan
Distribusi Tenggangan Menengah 20 Kv”, Makalah
Seminar Kerja Praktek Fakultas Teknik Universitas
Diponegoro

SPLN No.59 : 1985, “Keandalan Pada Sistem Distribusi
20 kV dan 6 kV”, Perusahaan Umum Listrik Negara,
Jakarta, 1985

Utami, Uswah. “ Analisa Keandalan Sistem Ring Jaringan
Distribusi 20kV Pada Penyulang Murai, Kelingi dan
Belimbing ”, Universitas Sriwijaya, Fakultas Teknik,
2013

Wicaksono, Henki Projo, Analisis Keandalan Sistem
Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan
Transien dan Metode Section Technique, Jurnal
Teknik ITS Vol. 1, No. 1, 2012