

# STUDI PENEMPATAN *SECTIONALIZER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PENYULANG KELINGI UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN

Azzahraninna Tryollinna<sup>1\*</sup>, Rudyanto Thayib<sup>1</sup>, Antonius Hamdadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, \*E-mail: azzahraninnatryollinna@yahoo.com

*Abstrak*-Keandalan suatu sistem tenaga listrik dapat dinyatakan dengan indeks keandalan. Indeks keandalan yang digunakan yaitu SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) menyatakan frekuensi gangguan, SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) menyatakan lama gangguan, dan CAIDI (*Costumer Average Interruption Duration Index*) menyatakan lamanya gangguan pada pelanggan. Jurnal ini disusun dengan tujuan menentukan penempatan lokasi sectionalizer yang tepat pada jaringan distribusi untuk meningkatkan keandalan. Metode yang digunakan untuk penetapan lokasi sectionalizer di penyulang Kelingi adalah metode FMEA yang mengidentifikasi dampak kegagalan suatu peralatan terhadap sistem. Hasil indeks keandalan sistem saat kondisi *existing* akan dibandingkan dengan setelah penempatan sectionalizer. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai keandalan penyulang Kelingi meningkat seperti nilai keandalan SAIFI pada *section* C1 meningkat sebesar 51,94%, *section* C2 meningkat sebesar 35,81%, dan *section* C3 meningkat sebesar 23,96%. Sedangkan nilai keandalan SAIDI pada *section* C1 meningkat sebesar 37,59%, *section* C2 meningkat sebesar 25,47%, dan *section* C3 meningkat sebesar 16,8%.

*Kata Kunci*: keandalan, SAIFI, SAIDI, CAIDI, sectionalizer, FMEA

*Abstract*-The reliability of the power system can be indicated by using reliability indices. The reliability indices which commonly used are SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) stated the frequency of interruption, SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) stated the duration of interruption, and CAIDI (*Costumer Average Interruption Duration Index*) stated the duration of interruption on customer. This paper is compiled with the purpose to determine the best placement of sectionalizer location in the distribution system to increase the reliability. The method, used to determine the location of sectionalizer in Kelingi feeder, was FMEA method which will identify the effect of failure from each component to the whole system. The result of the system reliability indices in existing condition will be compared with the result of system reliability indices after the placement of sectionalizer. Based on calculations, the reliability value in Kelingi feeder have increase such as SAIFI in *section* C1 increases about 51,94 %, *section* C2 increases about 35.81%, and *section* C3 increases about 23.96%. While SAIDI in *section* C1 increases about 37.59%, *section* C2 increases about 25.47%, and *section* C3 increases about 16.8%.

*Keywords*. reliability, SAIFI, SAIDI, CAIDI, sectionalizer, FMEA

## I. PENDAHULUAN

Ketergantungan konsumen akan energi listrik untuk pemenuhan dan penunjang aktivitas sehari-hari sangatlah besar. Konsumen tersebut menuntut adanya penyaluran energi listrik secara terus menerus. Dalam hal ini artinya minimalisirnya pemadaman yang terjadi pada sistem jaringan tersebut. Kontinuitas pelayanan penyaluran tenaga listrik menunjukkan keandalan jaringan tersebut baik atau tidaknya.

Untuk meningkatkan keandalan suatu sistem distribusi tersebut maka dibutuhkan alat pengaman, salah satunya sectionalizer atau saklar seksi otomatis (SSO) yang gunanya melokalisir seksi penyulang yang mengalami gangguan sehingga penyulang lain dapat mensuplai energi listrik ke seksi jaringan lain yang tidak mengalami gangguan tersebut.

### A. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan tersebut, dapat diberikan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana indeks keandalan titik beban ( $\lambda$ ,  $r$ ,  $U$ ) yang ada pada penyulang Kelingi ?

2. Bagaimana indeks keandalan sistem (SAIDI, SAIFI, dan CAIDI) yang ada pada penyulang Kelingi saat kondisi *existing* dan setelah adanya penambahan sectionalizer ?

### B. Batasan Masalah

Dari perumusan masalah diatas, permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Sistem yang dievaluasi adalah jaringan distribusi primer.
2. Konfigurasi yang dievaluasi adalah radial pada penyulang Kelingi.
3. Indeks keandalan sistem yang dihitung hanya SAIFI, SAIDI, dan CAIDI.
4. Skenario penempatan calon lokasi sectionalizer menggunakan metode FMEA yang hanya mengidentifikasi mode kegagalan peralatan sectionalizer.
5. Suplai dari penyulang lain dianggap tidak ada.
6. Data keandalan peralatan mengikuti dari standar SPLN 59: 1985.

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan jurnal ini adalah :

1. Menentukan indeks keandalan sistem pada penyulang Kelingi saat kondisi *existing*
2. Menentukan titik lokasi penempatan *sectionalizer* yang tepat pada penyulang Kelingi
3. Membandingkan indeks keandalan sistem pada penyulang Kelingi saat kondisi *existing* dengan setelah penempatan *sectionalizer*

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Definisi Keandalan

Keandalan merupakan karakteristik dari peralatan, diungkapkan dengan probabilitas bahwa peralatan tersebut akan menjalankan fungsinya dalam kondisi tertentu untuk interval waktu yang ditentukan. Dari sudut pandang kualitatif, keandalan dapat didefinisikan sebagai kemampuan peralatan untuk tetap bisa berfungsi.[1]

### B. Laju Kegagalan

Laju kegagalan ( $\lambda$ ) adalah nilai dari frekuensi kegagalan suatu sistem/komponen selama sistem tersebut bekerja dalam selang waktu pengamatan (kegagalan per tahun). Persamaan laju kegagalan diberikan sebagai berikut:

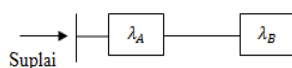
$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (1)$$

dimana:

- $\lambda$  = laju kegagalan konstan (kegagalan/tahun)
- $f$  = banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu pengamatan
- $T$  = jumlah selang waktu pengamatan (tahun)

### C. 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 1. Sistem Seri

### D. Indeks Keandalan Titik Beban

Indeks keandalan adalah suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas.[2] Ketiga indeks keandalan titik beban tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Laju Kegagalan (Failure Rate) Untuk Tiap Titik Beban

Laju Kegagalan (failure rate) merupakan penjumlahan laju kegagalan dari semua peralatan yang berpengaruh pada titik beban. Persamaannya sebagai berikut:

$$\lambda_p = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (2)$$

dimana :

- $\lambda_p$  = laju kegagalan *load point* p
- $\lambda_i$  = laju kegagalan komponen i (f/yr)
- $n$  = sejumlah peristiwa kegagalan yang mempengaruhi titik beban p

#### 2. Durasi/Lama Gangguan Rata-Rata Untuk Tiap Titik Beban

Untuk mencari durasi gangguan rata-rata untuk tiap titik beban dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$U_p = \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n \lambda_i \times r_i \quad (3)$$

dimana :

- $U_p$  = durasi/lama gangguan rata-rata untuk tiap *load point* p
- $U_i$  = durasi/lama gangguan rata-rata komponen i
- $\lambda_i$  = laju kegagalan komponen i (f/yr)
- $r_i$  = waktu perbaikan komponen i (hr)

#### 3. Waktu Perbaikan Untuk Tiap Titik Beban

Waktu Perbaikan ( $r$ ) adalah lamanya waktu yang digunakan untuk melakukan perbaikan dimulai dari terjadinya kegagalan sampai pada kondisi sistem/peralatan dapat beroperasi/bekerja kembali.[3] Untuk mencari waktu perbaikan untuk tiap titik beban dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r_p = \frac{U_p}{\lambda_p} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \times r_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \quad (4)$$

dimana:

- $r_p$  = waktu perbaikan untuk tiap *load point* p

#### 4. Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 KV dari Sisi Pelanggan

Terdapat tiga indeks keandalan sistem yang sering digunakan yaitu sebagai berikut :

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

SAIFI adalah nilai indeks dari jumlah frekuensi rata-rata gangguan yang terjadi per pelanggan yang dilayani per satuan waktu (umumnya per tahun). Persamaan dari SAIFI diberikan sebagai berikut :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah gangguan pada pelanggan}}{\text{Jumlah total pelanggan yang dilayani}} \quad (5)$$

$$= \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \quad (6)$$

dimana  $\lambda_i$  adalah laju kegagalan *load point* i dan  $N_i$  adalah jumlah pelanggan pada *load point* i.[4]

##### b. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI adalah nilai indeks dari lamanya rata-rata gangguan yang terjadi per pelanggan yang dilayani per satuan waktu (umumnya per tahun). Persamaan dari SAIDI diberikan sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\text{Jumlah lamanya gangguan pada pelanggan}}{\text{Jumlah total pelanggan yang dilayani}} \quad (7)$$

$$= \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \quad (8)$$



TABEL 1  
DATA KEANDALAN PERALATAN YANG DIPERGUNAKAN UNTUK SISTEM YANG DIPERTIMBANGKAN [7]

No.	Peralatan	Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) (kegagalan/tahun)	Repair Time ( $r$ ) (jam)	Switching Time (jam)
1.	Saluran udara	0,2 /km/tahun	3	0,15
2.	Kabel saluran bawah tanah	0,07 /km/tahun	10	0,15
3.	Circuit Breaker	0,004 /unit/tahun	10	0,15
4.	Sectionalizer	0,003 /unit/tahun	10	0,15
5.	Trafo Distribusi	0,005 /unit/tahun	10	0,15

Data jumlah pelanggan tiap *load point* pada penyulang Kelingi dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

TABEL 2  
DATA JUMLAH PELANGGAN DAN BEBAN TOTAL PENYULANG KELINGI

Section	Kode Gardu	Titik Beban	Pelanggan	Beban Total (kW)
A	1027	1	123	96,475
	140	2	269	160,65
	1471	3	158	89,964
B	1833	4	114	70,125
	345	5	272	107,678
	226	6	284	170,391
	104	7	293	70,278
	452	8	137	159,936
	64	9	254	149,43
	1023	10	221	109,038
C	622	11	227	127,024
	63	12	256	116,11
	1339	13	89	61,404
	129	14	274	145,299
	124	15	266	174,454
	362	16	151	166,566
	297	17	304	138,006
	2017	18	68	67,32
	698	19	212	124,542
	1507	20	129	79,101
	193	21	294	175,593
	437	22	275	186,813
	1232	23	103	54,978
	320	24	268	117,232
	537	25	1	701,811
	131	26	269	162,894
360	27	293	230,418	
228	28	274	167,739	
1641	29	68	203,49	

Sumber : Data PT. PLN (PERSERO) WS2JB Area Rayon Rivai Palembang

B. Asumsi yang digunakan

Untuk menghitung keandalan jaringan distribusi 20 KV pada Penyulang Kelingi ini, maka digunakan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Sistem yang diperhitungkan adalah sistem distribusi tegangan menengah.
2. Komponen/peralatan yang diperhitungkan antara lain yaitu *Circuit Breaker* (CB), saluran udara, kabel saluran bawah tanah, *sectionalizer*, dan trafo distribusi.
3. Komponen/peralatan lain selain dari komponen diatas dianggap bekerja sempurna.
4. Nilai keandalan pada sistem akan dibagi persection berdasarkan pengaruh dari kegagalan peralatan terhadap sistem jaringan serta keandalan tiap titik beban pada satu *section* adalah sama.

5. Pada perhitungan skenario penempatan *sectionalizer* yang dianggap gagal yaitu hanya peralatan *sectionalizer* sehingga peralatan lainnya dianggap bekerja sempurna.
6. Waktu *switching* (*switching time*) diasumsikan 0,15.
7. Tidak memperhitungkan keandalan penyulang lain yang terhubung dengan penyulang Kelingi.
8. Data laju kegagalan dan waktu perbaikan dari peralatan yang digunakan diperoleh dari SPLN 59: 1985.

C. Perhitungan Keandalan Jaringan Distribusi Radial Pada Penyulang Kelingi Kondisi Existing

Keandalan titik beban pada jaringan konfigurasi radial dihitung secara seri mulai dari CB pada trafo 20 kV sampai pada trafo distribusi di titik beban. Keandalan titik beban yang berada dalam satu section sama dengan keandalan pada *section* tersebut.

Perhitungan indeks keandalan titik beban pada *section A* dari titik beban 1-3 ( $LP_1 - LP_3$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \lambda_A &= \lambda_{CB1} + \lambda_{CB2} + \lambda_{TA} + \lambda_{lp} \\ &= (0,004) + (0,004) + (0,005) + (0,07)(3,213) + (0,2)(0,721) \\ &= 0,38211 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_A &= [\lambda_{CB1} \cdot I_{CB1}] + [\lambda_{CB2} \cdot I_{CB2}] + (\lambda_{TA} \cdot I_{TA}) + (\lambda_{lp} \cdot I_{lp}) / \lambda_A \\ &= [(0,004)(10) + (0,004)(10) + (0,005)(10) + (0,22491)(10) + (0,1442)(3)] / 0,38211 \\ &= 7,358352307 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_A &= \lambda_A \cdot I_A \\ &= 2,8117 \end{aligned}$$

TABEL 3  
INDEKS KEANDALAN TITIK BEBAN (LAJU KEGAGALAN, WAKTU PERBAIKAN DAN KETAKTERSEDIAAN) PENYULANG KELINGI KONDISI EXISTING

Section	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan Dasar		
			Laju Gangguan ( $\lambda$ ) (kegagalan/tahun)	Waktu Perbaikan ( $r$ ) (jam/kegagalan)	Ketaktersediaan (U) (jam/tahun)
A	LP1-LP3	550	0,38211	7,358352307	2,8117
B	LP4-LP11	1802	0,61699	5,479991572	3,3811
C	LP12-LP29	3594	1,25741	4,288259199	5,3921

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

$$\begin{aligned} SAIFI &= \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \\ &= \frac{(0,38211)(123) + (0,38211)(269) + (0,38211)(158)}{550} \\ &= 0,38211 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SAIDI &= \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \\ &= \frac{(2,8117)(123) + (2,8117)(269) + (2,8117)(158)}{550} \\ &= 2,8117 \end{aligned}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

$$= \frac{2,8117}{0,38211}$$

$$= 7,358352$$

TABEL 4  
NILAI KEANDALAN SISTEM UNTUK KONFIGURASI RADIAL PENYULANG KELINGI KONDISI *EXISTING*

Section	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI kegagalan/pelanggan.tahun	SAIDI jam/pelanggan.tahun	CAIDI jam/pelanggan terinterupsi
A	0,38211	2,8117	7,358352
B	0,61699	3,3811	5,479992
C	1,25741	5,3921	4,288259

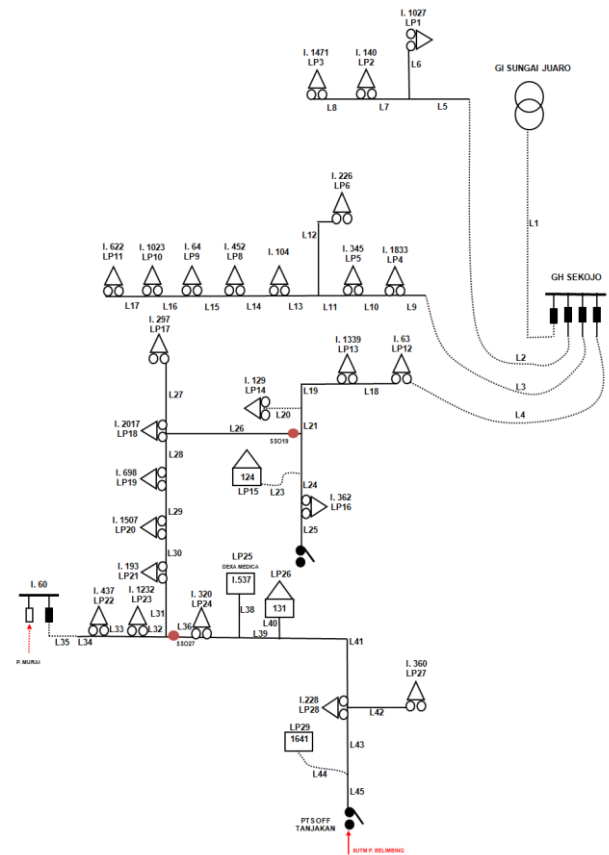
D. Perhitungan Skenario Penempatan Sectionalizer

Skenario perhitungan dilakukan dengan cara menganalisa tiap calon lokasi penempatan *sectionalizer* di jaringan distribusi pada penyulang Kelingi. Pada penyulang Kelingi tersebut ditempatkan sebanyak 35 calon lokasi penempatan *sectionalizer*. Skenario ini digunakan untuk menemukan lokasi *sectionalizer* yang tepat dengan nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI yang terkecil.

TABEL 5  
INDEKS KEANDALAN BERDASARKAN SKENARIO PENEMPATAN *SECTIONALIZER* PADA PENYULANG KELINGI

Tabel Total Indeks Keandalan				Tabel Total Indeks Keandalan			
Lokasi	Indeks Keandalan Sistem			Lokasi	Indeks Keandalan Sistem		
SSO	SAIFI	SAIDI	CAIDI	SSO	SAIFI	SAIDI	CAIDI
SSO1	1,8355	7,83139	4,2666	SSO19	1,8355	6,77137	3,6891
SSO2	1,8355	7,8843	4,2954	SSO20	1,8355	7,86815	4,2866
SSO3	1,8355	7,8989	4,3034	SSO21	1,8355	6,73686	3,6703
SSO4	1,8355	7,11055	3,8739	SSO22	1,8355	6,8166	3,7137
SSO5	1,8355	7,23361	3,9409	SSO23	1,8355	6,88859	3,753
SSO6	1,8355	7,42798	4,0468	SSO24	1,8355	6,91026	3,7648
SSO7	1,8355	7,43853	4,0526	SSO25	1,8355	7,67459	4,1812
SSO8	1,8355	7,55713	4,1172	SSO26	1,8355	7,75241	4,2236
SSO9	1,8355	7,57519	4,127	SSO27	1,8355	7,19789	3,9215
SSO10	1,8355	7,78373	4,2406	SSO28	1,8355	7,20006	3,9226
SSO11	1,8355	7,87613	4,291	SSO29	1,8355	7,97196	4,3432
SSO12	1,8355	6,52406	3,5544	SSO30	1,8355	7,2703	3,9609
SSO13	1,8355	6,49707	3,5397	SSO31	1,8355	7,9705	4,3424
SSO14	1,8355	7,92875	4,3196	SSO32	1,8355	7,28504	3,9689
SSO15	1,8355	6,52744	3,5562	SSO33	1,8355	7,75416	4,2245
SSO16	1,8355	7,52692	4,1007	SSO34	1,8355	7,79194	4,2451
SSO17	1,8355	7,92084	4,3153	SSO35	1,8355	7,92876	4,3196
SSO18	1,8355	7,57907	4,1291				

Lokasi yang dipilih adalah titik lokasi *sectionalizer* yang ada di percabangan yang nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI yang terkecil yaitu lokasi SSO 19 dan SSO 27.



Gambar 5. Lokasi penempatan *sectionalizer* yang dipilih

E. Perhitungan Keandalan Jaringan Distribusi Radial Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Setelah ditempatkan *sectionalizer* di lokasi yang telah dipilih, maka dapat dihitung indeks keandalan sistem dari penyulang Kelingi setelah adanya *sectionalizer* sebagai berikut:

TABEL 6  
NILAI KEANDALAN SISTEM UNTUK KONFIGURASI RADIAL PENYULANG KELINGI SETELAH DITEMPATKAN *SECTIONALIZER*

Section	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI kegagalan/pelanggan.tahun	SAIDI jam/pelanggan.tahun	CAIDI jam/pelanggan terinterupsi
A	0,38211	2,8117	7,358352
B	0,61699	3,3811	5,479992
C1	0,60433	3,3651	5,568315
C2	0,807189	4,018527	4,978423
C3	0,956089	4,486413	4,692464

F. Perbandingan Indeks Keandalan Pada Penyulang Kelingi Sebelum Dan Setelah Ditempatkan Sectionalizer

Perbandingan hasil perhitungan indeks keandalan antara sebelum dan sesudah adanya penempatan *sectionalizer* ditunjukkan pada Tabel 7. Dikarenakan penempatan *sectionalizer* berada pada *section C*, maka setelah adanya penempatan 2 buah *sectionalizer* tersebut pada *section C* terbagi menjadi 3 *section* yaitu *section C1*, *C2*, dan *C3*.

TABEL 7  
PERBANDINGAN INDEKS KEANDALAN PENYULANG  
BELIMBING SEBELUM DAN SETELAH DITEMPATKAN  
SECTIONALIZER

Kondisi Existing			Sesudah Penempatan Sectionalizer				
Section	Indeks Keandalan Sistem			Section	Indeks Keandalan Sistem		
	SAIFI	SAIDI	CAIDI		SAIFI	SAIDI	CAIDI
A	0,38211	2,8117	7,35835	A	0,38211	2,8117	7,35835
B	0,61699	3,3811	5,47999	B	0,61699	3,3811	5,47999
C	1,25741	5,3921	4,28826	C1	0,60433	3,3651	5,56832
				C2	0,80719	4,01853	4,97842
				C3	0,95609	4,48641	4,69246

### G. Analisa Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, setelah dilakukan penambahan *sectionalizer* pada lokasi SSO 19 dan SSO 27 pada *section C*, maka *section C* terbagi menjadi *section C1* meliputi LP12-LP16, *section C2* meliputi LP17-LP23, dan *section C3* meliputi LP24-LP29.

Nilai keandalan SAIFI pada *section C1* meningkat sebesar 51,94% (dari 1,25471 menjadi 0,60433 kegagalan/pelanggan/tahun), *section C2* meningkat sebesar 35,81% (dari 1,25471 menjadi 0,80719 kegagalan/pelanggan/tahun), dan *section C3* meningkat sebesar 23,96% (dari 1,25471 menjadi 0,95609 kegagalan/pelanggan/tahun).

Sedangkan nilai keandalan SAIDI pada *section C1* meningkat sebesar 37,59% (dari 5,3921 menjadi 3,3651 jam/pelanggan/tahun), *section C2* meningkat sebesar 25,47% (dari 5,3921 menjadi 4,01853 jam/pelanggan/tahun), dan *section C3* meningkat sebesar 16,8% (dari 5,3921 menjadi 4,48641 jam/pelanggan/tahun).

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada jurnal ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai keandalan sistem penyulang Kelingi kondisi *existing*, masing-masing *section A*, *B*, dan *C* memiliki SAIFI sebesar 0,38211, 0,61699, dan 1,25741 kegagalan/pelanggan/tahun serta SAIDI sebesar 2,8117, 3,3811, dan 5,3921 jam/pelanggan/tahun.
2. Lokasi *sectionalizer* terpilih yang paling efektif pada lokasi SSO 19 dan SSO 27.
3. Peningkatan nilai keandalan sistem penyulang Kelingi setelah ditempatkan *sectionalizer* yaitu SAIFI *section C1* sebesar 51,94%, *C2* sebesar 35,81%, dan *C3* sebesar 23,96% serta SAIDI *section C1* sebesar 37,59%, *C2* sebesar 25,47%, dan *C3* sebesar 16,8%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Birolini, Alessandro, "Reliability Engineering Theory and Practice Sixth Edition," Springer Heidelberg Dordrecht, London, New York, 2010.
- [2] Thayib, Rudyanto, Ir, M.Sc, "Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatera Bagian Selatan," Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3, 2011.
- [3] Utami, Uswah, "Analisa Keandalan Sistem Ring Jaringan Distribusi 20 KV Pada Penyulang Murai, Kelingi, dan Belimbing", Universitas Sriwijaya, Fakultas Teknik, 2013.

- [4] Billinton, R dan Allan, R, N, "Reliability Evaluation of Power System Second Edition", Plenum Press, New York, 1996.
- [5] PT. PLN (Persero) Pusdiklat, "Recloser dan Sectionalizer," Perusahaan Umum Listrik Negara, 2013.
- [6] Rendra, Prambudhi Setyo, "Analisa Penentuan Lokasi dan Jumlah Sectionalizer Untuk Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi", Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2009.
- [7] PT. PLN (Persero), "SPLN No. 59: 1985 Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV", Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.