

ANALISIS KEANDALAN PADA PENYULANG ARJUNA DENGAN TERPASANGNYA RECLOSER *DOUBLE SIX* MENGGUNAKAN METODE *SECTION TECHNIQUE*

I Ketut Adi Wicaksana¹, I Wayan Rinas², I Wayan Arta Wijaya³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.

Email : adiwicaksana25@gmail.com¹, rinas@unud.ac.id², artawijaya@ee.unud.ac.id³

Abstrak

Penyulang Arjuna merupakan Jaringan Tegangan Menengah yang di suplai dari GI Pemecutan Kelod dengan kapasitas daya 60 MVA, dan panjang saluran 10,202 km. Sebelum terpasang Recloser Double Six, Indeks Keandalan SAIFI sebesar 0,4001 kali/pelanggan/tahun, SAIDI sebesar 3,9355 jam/pelanggan/tahun. Penyulang Arjuna pernah mengalami 10 kali trip pada tahun 2015, sehingga mempengaruhi tingkat keandalannya. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, di lakukan pemasangan Recloser Double Six. Analisis keandalan menggunakan Metode Section Technique. Hasil analisis setelah pemasangan Recloser Double Six, SAIFI sebesar 0,2240 kali/pelanggan/tahun, SAIDI sebesar 2,0714 jam/pelanggan/tahun. Dengan menurunnya nilai SAIFI dan SAIDI setelah pemasangan Recloser Double Six, tingkat keandalan meningkat dan indeks keandalan memenuhi standar SAIFI dan SAIDI sesuai SPLN No.68-2 Tahun 1986.

Kata kunci : *Penyulang Arjuna, Section Technique, Indeks Keandalan.*

Abstract

Penyulang Arjuna is a medium voltage Network in supply from GI Pemecutan Kelod power with a capacity of 60 MVA, and channel length 10,202 km. Before mounted Recloser Double Six, the Reliability Index Penyulang Arjuna 0,4001 SAIFI value times/ customer/year, and the value of SAIDI 3,9355 hours/customers/year. Penyulang Arjuna never had 10 times the trip in the year 2015, thus affecting the level of reliability. To tackle these problems, in doing the installation of Recloser Double Six. Reliability analysis using the method of Section Technique. The results of the analysis after the installation of the Recloser Double Six is the value of SAIFI 0,2240 times/customer/year, and the value of SAIDI 2,0714 hours/ customers/year. With the declining value of SAIFI and SAIDI after mounting the Recloser Double Six, increased reliability and meet the standards of reliability index SAIFI of 3,2 times/year and SAIDI, amounting to 21 hours/year corresponding SPLN No. 68-2 years 1986.

Keywords: *Penyulang Arjuna, Section Technique, Reliability Index.*

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik adalah sistem yang menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen (beban). Sistem penyaluran dari pembangkit tenaga listrik disalurkan ke gardu induk melalui saluran transmisi. Dari gardu induk disalurkan ke gardu distribusi melalui saluran distribusi, dan melalui gardu distribusi disalurkan ke beban melalui saluran udara tegangan rendah. Penyulang Arjuna merupakan JTM yang disuplai dari Gardu Induk Pemecutan Kelod, dengan kapasitas daya 60 MVA. Pada Penyulang Arjuna dioperasikan 49 unit transformator. Panjang Penyulang Arjuna adalah 10,202 km.

Indeks Keandalan Penyulang Arjuna sebelum terpasangnya *recloser Double Six* dengan SAIFI 0,4001 kali/pelanggan/tahun, dan SAIDI 3,9355 jam/pelanggan/tahun masih memenuhi standar SAIFI sebesar 3,2 kali/tahun dan, SAIDI sebesar 21 jam/tahun SPLN No.68-2 Tahun 1986 [2]. Penyulang Arjuna pernah mengalami 10 kali trip pada tahun 2015, sebelum terpasang *Recloser Double Six*.

Jadi dengan banyaknya jumlah trip, akan mempengaruhi tingkat keandalan Penyulang Arjuna. Untuk menanggulangi dan menjaga tingkat keandalan dalam penyaluran energi listrik ke beban, dilakukan pemasangan *Recloser* pada jaringan pantai *Double Six*.

Analisis menggunakan Metode *Section Technique* yaitu dalam perhitungan keandalan sistem distribusi, dengan membagi sistem menjadi beberapa *section* berdasarkan *sectionalizer*, selanjutnya mencari kegagalan masing-masing peralatan untuk semua pelanggan, dan hasil perhitungan mendekati kondisi nyata dilapangan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi

Memiliki fungsi menyalurkan energi listrik dari pusat sumber ke konsumen. Penyaluran jaringan distribusi mempunyai kontinuitas tergantung pada susunan saluran dan operasi pengaturannya [3].

Keluaran transformator daya dikumpulkan pada bus 20 kV, kemudian terdistribusi melalui beberapa penyulang 20 kV ke konsumen [4].

2.2 Jaringan Distribusi

- a. Distribusi *Primer*, sering disebut Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi 20 kV. Jaringan Tegangan Menengah ini ada yang disalurkan dengan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan ada yang disalurkan dengan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Biasanya daerah perkotaan menggunakan SKTM dengan saluran-saluran kabel bawah tanah sehingga tidak terlihat [5].
- b. Distribusi *Sekunder*, sering disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi 220/380 Volt. Jaringan Tegangan Rendah ini ada yang disalurkan dengan Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dan ada yang disalurkan dengan Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) [5].

2.3 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sebuah sistem distribusi pada dasarnya ditentukan oleh hal-hal sebagai berikut :

- a) Konfigurasi dari sistem distribusi.
- b) Keandalan masing – masing komponen yang menyusun sistem distribusi tersebut.
- c) Pengaturan operasi saluran distribusi.

Sistem distribusi dengan konfigurasi tertentu dapat lebih andal dari sistem distribusi konfigurasi lain, walaupun masing - masing mempunyai komponen yang sama. Hal ini misalnya dapat dilihat pada sistem konfigurasi *radial* dan sistem konfigurasi *spindle*. Sistem konfigurasi *spindle* lebih andal, karena dilengkapi dengan gardu hubung dan *express feeder*. Gardu distribusi salah satu *feeder* disuplai oleh *express feeder*, tetapi investasi yang harus ditanamkan lebih mahal yaitu untuk biaya gardu hubung dan *express feeder* tersebut. Sedangkan keandalan dari masing - masing komponen distribusi tersebut dapat dilihat dari kegagalan yang terjadi dari komponen itu sendiri.

2.4 Keandalan Distribusi

Sistem distribusi listrik yang terdiri dari penyaluran (distribusi) sampai ke beban, memiliki tingkat keandalan yang dapat dihitung sesuai rumus SAIFI dan SAIDI dibawah ini [6] :

1. *System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)* adalah jumlah kali padam dalam satu kurun waktu.

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \text{ (kali / tahun)} \dots \dots \dots (1)$$

dimana,

λ_i = jumlah kesalahan (*failure rate*), dan
 N_i = banyak konsumen pada titik beban i (*load point i*).

2. *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)* adalah rata-rata indeks lama waktu pemadaman.

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \text{ (jam / tahun)} \dots \dots \dots (2)$$

dimana,

U_i = lama mati listrik rata – rata beberapa konsumen, dan
 N_i = banyak konsumen dititik beban i (*load point*).

2.5 Laju Kegagalan

Merupakan nilai rata - rata dari jumlah kesalahan per-satuan waktu selama waktu observasi (T). Laju kesalahan dihitung dengan satuan kesalahan per tahun. Waktu observasi diperoleh :

$$\lambda = \frac{d}{T} \text{ (kegagalan / tahun)} \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

λ = Laju kesalahan konstan
 d = Jumlah kesalahan selama observasi
 T = Jumlah waktu observasi

2.6 Indeks Kegagalan Peralatan Sistem Distribusi

Kegagalan saluran udara, saluran bawah tanah, dan peralatan sistem dilengkapi *failure rate*, *repair time*, dan *swiching time* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Indeks Kegagalan Saluran Udara [7]

Saluran Udara	Nilai
<i>Sutained failure rate (λ/km/year)</i>	0,2
<i>Momentary failure rate (λ/km/year)</i>	0,003

r (repair time) (jam)	3
rs (switching time) (jam)	0,15

Tabel 2. Data Indeks Kegagalan Peralatan dan Saluran Bawah Tanah [7]

Komponen	λ (failure rate)	r (repair time)	rs (switching time)
Trafo Distribusi	0,005 /unit/tahun	10 jam	0,15 jam
Circuit Breaker	0,004 /unit/tahun	10 jam	0,15 jam
Sectionalizer	0,003 /unit/tahun	10 jam	0,15 jam
Saluran Bawah Tanah	0,07 /km/tahun	15 jam	0,15 jam

Pada Tabel 1 dan 2 merupakan data untuk melihat *failure rate*, *repair time*, *swiching time* pada saluran udara, saluran bawah tanah, dan peralatan sistem distribusi seperti Transformator, *Circuit Breaker*, dan *Sectionalizer*. Untuk menghitung λ (*fault / year*) dan U (*hour / year*) peralatan pada *load point*.

2.7 Metode Section Technique

Metode ini dalam menganalisis keandalan sistem berdasarkan operasi sistem yang dipengaruhi kesalahan dalam peralatan [8].

Perhitungan dilakukan dengan membagi sistem menjadi beberapa *section*, kemudian mencari efek kegagalan tiap peralatan pada jaringan distribusi. Indeks *load point* antara lain :

a. Frekuensi gangguan (*falure rate*) untuk setiap *load point* λ_{LP} [8]:

$$\lambda_{Peralatan} = \lambda \text{ (unit / tahun)} \times P \text{ (km / unit)} \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

λ = Laju kegagalan (*failure rate*) untuk peralatan x

P = Panjang saluran

Peralatan x = peralatan yang terdapat pada *load point*

b. Lama / durasi gangguan tahunan rata - rata untuk *load point* U_{LP} [8]:

$$U_{Peralatan} = \lambda_{Peralatan} \times t \text{ (jam)} \dots \dots \dots (5)$$

dimana:

$U_{Peralatan}$ = Durasi gangguan untuk peralatan x

$\lambda_{Peralatan}$ = Laju kegagalan konstan (kegagalan / tahun).
 t = Waktu perbaikan peralatan

Peralatan x = Peralatan yang terdapat pada *load point*

Dilihat dari *load point*, diperoleh sejumlah indeks untuk mengetahui dan menganalisa indeks keandalan secara lengkap [8].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Analisis

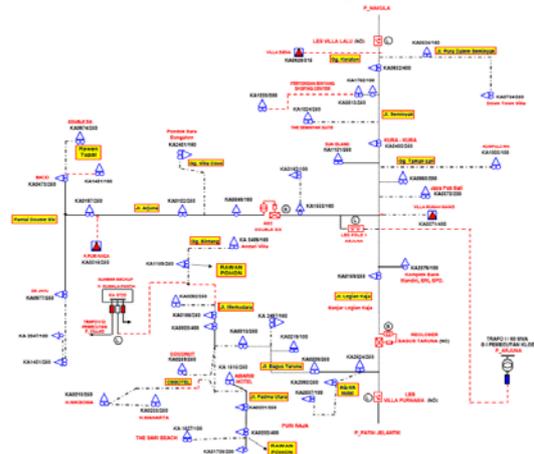
1. Mengumpulkan Data - data Penyulang Arjuna.
2. Membagi batas area pada *section* berdasarkan *sectionalizer* (pemisah).
3. Identifikasi mode kegagalan diantaranya, laju kegagalan (λ) untuk peralatan dan panjang saluran (km) / Unit (setiap *section*).
4. Menghitung nilai frekuensi kegagalan pada *load point*, menggunakan persamaan (4).
5. Menentukan waktu pemulihan sistem (*repair time*).
6. Menghitung durasi / lama gangguan setiap peralatan yang ada pada *load point*, dengan menggunakan persamaan (5).
7. Menjumlahkan laju kegagalan λ_{LP} dan durasi gangguan U_{LP} untuk setiap *load point*.
8. Mengalikan laju kegagalan λ_{LP} dan durasi gangguan U_{LP} dengan jumlah pelanggan disetiap *load point*.
9. Menghitung indeks keandalan sistem (setiap *section*), menggunakan persamaan (1) dan (2).
10. Membandingkan nilai indeks keandalan sebelum dan setelah terpasangnya Recloser *Double Six*, nilai indeks keandalan sudahkah memenuhi Standar PLN No.68-2 Tahun 1986.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Jaringan Distribusi Penyulang Arjuna

Penyulang Arjuna adalah wilayah kerja dari PT.PLN (Persero) Rayon Kuta Area Bali Selatan, merupakan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang disuplai dari Gardu Induk Pemecutan Kelod, dengan kapasitas daya 60 MVA. Pada

Penyulang Arjuna dioperasikan 49 unit transformator, dengan perlengkapan pengamanan diantaranya : 2 unit Penutup Balik Otomatis (*Recloser*), 3 unit LBS *Motorized*, dan 2 unit CO (*Cut Out*) pengambilan. Panjang Penyulang Arjuna adalah 10,202 km. Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Single Line Diagram Penyulang Arjuna [9]

Daya listrik Penyulang Arjuna disuplai dari GI Pemecutan Kelod. Tenaga listrik dari GI Pemecutan Kelod dihubungkan ke transformator GI sebelum dihubungkan ke transformator distribusi, setelah itu tenaga listrik dari transformator GI di hubungkan ke LBS POLE 1 Arjuna.

Transformator distribusi *step down* berfungsi sebagai penurun tegangan dari tegangan menengah 20 kV menjadi 0,4 kV. Penyulang Arjuna memiliki 49 transformator distribusi dengan kapasitas berbeda, antara lain :

1. Trafo 3 fasa 100 kVA 20kV / 0,4kV (7 unit)
2. Trafo 3 fasa 160 kVA 20kV / 0,4kV (9 unit)
3. Trafo 3 fasa 200 kVA 20kV / 0,4kV (4 unit)
4. Trafo 3 fasa 250 kVA 20kV / 0,4kV (24 unit)
5. Trafo 3 fasa 315 kVA 20kV / 0,4kV (1 unit)
6. Trafo 3 fasa 400 kVA 20kV / 0,4kV (4 unit)

Tenaga listrik dari transformator GI yang sudah dihubungkan ke LBS POLE 1 Arjuna disalurkan menuju ke transformator distribusi menggunakan penghantar listrik. Penghantar listrik dan jarak penghantar yang digunakan pada Penyulang Arjuna yaitu :

AAAC 150 mm²(1,247 km)

AAACS 150 mm²(1,569 km)
 MV-TIC 150 mm²(2,688 km)
 N2XSEFGbY insulation XLPE
 240 mm².....(4,698 km)

4.2 Keandalan Sistem Distribusi dengan Metode Section Technique Sebelum Terpasang Recloser Double Six

Setelah menghitung hasil λ_{TOTAL} x pelanggan dan hasil U_{TOTAL} x pelanggan dari masing-masing load point pada Section 1, dan Section 2, setelah itu di jumlahkan, sehingga di dapat jumlah total λ_{TOTAL} x Pelanggan, hasil U_{TOTAL} x Pelanggan, dan Jumlah Pelanggan pada semua section. Untuk lebih jelas, dapat di lihat selengkapnya pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Jumlah Total λ_{TOTAL} x Pelanggan dan U_{TOTAL} x Pelanggan pada semua Section, dan Jumlah Pelanggan pada setiap Section

Section	Indeks Keandalan Sistem		Jumlah Pelanggan
	λ _{TOTAL} (fault/year) x Pelanggan	U _{TOTAL} (hour / year) x Pelanggan	
1	529,90911	5464,41885	988
2	113,88582	867,9548	621
Jumlah TOTAL	643,79493	6332,37365	1.609

Setelah mendapat jumlah total λ_{TOTAL} x Pelanggan, hasil U_{TOTAL} x Pelanggan, dan Jumlah Pelanggan pada semua section. Langkah selanjutnya menghitung indeks keandalan yaitu SAIFI dan SAIDI sesuai dengan persamaan (1) dan (2), sehingga perhitungan didapat seperti dibawah ini :

1. Perhitungan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_i} = \frac{(\lambda \times N)_{section 1} + (\lambda \times N)_{section 2}}{N_{section 1} + N_{section 2}}$$

$$= \frac{(529,90911 + 113,88582) \text{ kali/tahun}}{(988 + 621) \text{ pelanggan}}$$

$$= \frac{643,79493 \text{ kali/tahun}}{1.609 \text{ pelanggan}}$$

$$= \mathbf{0,40012115 \text{ kali/pelanggan/tahun}}$$

2. Perhitungan SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_i} = \frac{(U \times N)_{section 1} + (U \times N)_{section 2}}{N_{section 1} + N_{section 2}}$$

$$= \frac{(5464,41885 + 867,9548) \text{ jam/tahun}}{(988 + 621) \text{ pelanggan}}$$

$$= \frac{6332,37365 \text{ jam/tahun}}{1.609 \text{ pelanggan}}$$

$$= \mathbf{3,935595805 \text{ jam/pelanggan/tahun}}$$

4.3 Keandalan Sistem Distribusi dengan Metode Section Technique Setelah Pemasangan Recloser Double Six

Setelah menghitung hasil λ_{TOTAL} x pelanggan dan hasil U_{TOTAL} x pelanggan dari masing-masing load point pada Section 1, Section 2, dan Section 3, setelah itu dijumlahkan, sehingga didapat jumlah total λ_{TOTAL} x Pelanggan, hasil U_{TOTAL} x Pelanggan, dan Jumlah Pelanggan pada semua section. Untuk lebih jelas, dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Jumlah Total λ_{TOTAL} x Pelanggan dan U_{TOTAL} x Pelanggan pada semua Section, dan Jumlah Pelanggan pada setiap Section

Section	Indeks Keandalan Sistem		Jumlah Pelanggan
	λ _{TOTAL} (fault/year) x Pelanggan	U _{TOTAL} (hour / year) x Pelanggan	
1	168,88742	1982,4087	453
2	113,88582	867,9548	621
3	77,68556	482,5686	535
Jumlah TOTAL	360,4588	3332,9321	1.609

Setelah mendapat jumlah total λ_{TOTAL} x Pelanggan, hasil U_{TOTAL} x Pelanggan, dan Jumlah Pelanggan pada semua section. Langkah selanjutnya menghitung indeks keandalan yaitu SAIFI dan SAIDI sesuai dengan persamaan (1) dan (2), sehingga perhitungan didapat seperti dibawah ini :

1. Perhitungan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_i} = \frac{(\lambda \times N)_{section 1} + (\lambda \times N)_{section 2} + (\lambda \times N)_{section 3}}{N_{section 1} + N_{section 2} + N_{section 3}}$$

$$= \frac{(168,88742 + 113,88582 + 77,68556) \text{ kali/tahun}}{(453 + 621 + 535) \text{ pelanggan}}$$

$$= \frac{360,4588 \text{ kali/tahun}}{1.609 \text{ pelanggan}}$$

$$= \mathbf{0,2240266 \text{ kali/pelanggan/tahun}}$$

2. Perhitungan SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_i} = \frac{(U \times N)_{section 1} + (U \times N)_{section 2} + (U \times N)_{section 3}}{N_{section 1} + N_{section 2} + N_{section 3}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1982,4087 + 867,9548 + 482,5686) \text{ jam/tahun}}{(453 + 621 + 535) \text{ pelanggan}} \\
 &= \frac{3332,9321 \text{ jam/tahun}}{1.609 \text{ pelanggan}} \\
 &= \mathbf{2,071430764 \text{ jam/pelanggan/tahun}}
 \end{aligned}$$

4.4 Perbandingan Indeks Keandalan Penyulang Arjuna Sebelum dan Setelah Pemasangan Recloser Double Six

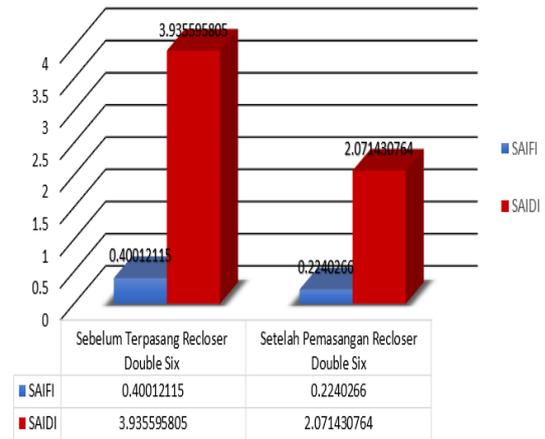
Tabel 5. Indeks Keandalan Penyulang Arjuna Sebelum dan Setelah Pemasangan Recloser Double Six

Indeks Keandalan	Sebelum Terpasang (Kali / Pelanggan / Tahun)	Setelah Pemasangan (Jam / Pelanggan / Tahun)
SAIFI	0,40012115	0,2240266
SAIDI	3,935595805	2,071430764

Berdasarkan Tabel 5 merupakan hasil perbandingan indeks keandalan pada Penyulang Arjuna sebelum dan setelah pemasangan *Recloser Double Six*. Sebelum terpasangnya *Recloser Double Six*, Indeks Keandalan pada Penyulang Arjuna yaitu nilai SAIFI sebesar 0,40012115 kali / pelanggan / tahun, dan nilai SAIDI sebesar 3,935595805 jam / pelanggan / tahun.

Sehingga, setelah pemasangan *Recloser*, dapat dilihat bahwa nilai SAIFI sebesar 0,2240266 kali / pelanggan / tahun, dan nilai SAIDI sebesar 2,071430764 jam / pelanggan / tahun.

Dengan menurunnya nilai SAIFI dan SAIDI setelah pemasangan *Recloser Double Six*, membuktikan bahwa tingkat keandalan Penyulang Arjuna meningkat makin baik, dan indeks keandalan masih memenuhi SPLN No. 68-2 Tahun 1986. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat Gambar 2 grafik perbandingan sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Indeks Keandalan Sebelum dan Setelah Pemasangan *Recloser Double Six*

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan memperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah pemasangan *Recloser Double Six* didapat nilai SAIFI sebesar 0,2240 kali / pelanggan / tahun, dengan rata-rata pemadaman adalah 0,2240 kali / pelanggan / tahun. Nilai SAIDI sebesar 2,0714 jam / pelanggan / tahun, dengan rata-rata lama pemadaman adalah 2,0714 jam / pelanggan / tahun.
2. Dengan menurunnya nilai SAIFI dan SAIDI setelah pemasangan *Recloser Double Six*, tingkat keandalan meningkat dan indeks keandalan masih memenuhi standar SAIFI sebesar 3,2 kali / tahun dan, SAIDI sebesar 21 jam / tahun sesuai Standar PLN No.68-2 Tahun 1986.
3. Persentase penurunan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI sebelum dan setelah pemasangan *recloser Double Six* yaitu, SAIFI sebesar 0,1760 (44%), dan SAIDI sebesar 1,8497 (47%).

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Wahyudi,R. 2016. **Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Di Gardu Induk Bringin Penyulang BRG-2 PT.PLN (Persero) UL Salatiga Dengan Metode Section Technique.** Surakarta: Program Studi Strata I pada

- Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah.
- [2] SPLN 68-2 : 1986. **Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua.** Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.
- [3] Gonen,T. 1986. **Electric Power Distribution System Engineering.** New York : McGraw-Hill.
- [4] Pabla,A.S. 1986. **Sistem Distribusi Daya Listrik.** Jakarta : Erlangga.
- [5] Milton,G. 1986. **Dasar-Dasar Teknik Listrik.** Jakarta : Erlangga.
- [6] Billinton,R. 1989. **Distribution System Reliability Indices.** *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 4
- [7] SPLN 59 : 1985. **Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV.** Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.
- [8] Wicaksono,H.P. 2012. **Analisis Keandalan Sistem Distribusi di PT. PLN (Persero) APJ Kudus Menggunakan Software ETAP (Electrical Transient Analysis Program) dan Metode Section Technique.** Surabaya : Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jl. Arief Rahman Hakim.
- [9] PT.PLN (Persero) Rayon Kuta. 2017 **Data Soft Copy.** *Sunset Road*, Badung-Bali.