

# ANALISIS KEANDALAN SISTEM PADA PENYULANG SABA SETELAH REKONFIGURASI

Surya Ramachandra, I Wayan Rinas, I Nyoman Setiawan  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Bukit Jimbaran, Badung, Bali

Email : [suryarama121@gmail.com](mailto:suryarama121@gmail.com)<sup>1</sup>, [rinas@unud.ac.id](mailto:rinas@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [setiawan@unud.ac.id](mailto:setiawan@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Penyulang Saba merupakan salah satu penyulang yang berada di wilayah kerja PLN Area Bali Timur, yang terletak di seputaran desa Saba, Blahbatuh dan Blangsinga kabupaten Gianyar. Penyulang ini memiliki 75 buah transformator dengan kapasitas 25-500 kVA yang dihubungkan dengan saluran kabel SUTM, SKUTM, MVTIC dan kabel tanah. Keandalan sistem di Penyulang Saba pada kondisi sebelum di rekonfigurasi, dengan nilai SAIFI 3,02 kali gangguan dalam satu tahun, nilai SAIDI bernilai 9,28 jam per tahun, sedangkan untuk nilai CAIDI bernilai 3,24 jam per satu kali gangguan, yang tidak disebabkan oleh pemeliharaan. Standard PT. PLN Persero yang diatur dalam SPLN No. 59 Tahun 1985 dan target PT. PLN PERSERO untuk mencapai WCC atau standard *World Class Company* yaitu nilai SAIFI 3 kali gangguan dalam satu tahun, SAIDI 3 jam gangguan dalam satu tahun dan nilai CAIDI maksimal 3 jam ketidakterediaan listrik pada pelanggan. Jadi nilai SAIFI Penyulang Saba sebelum rekonfigurasi sudah memenuhi standar PLN untuk mencapai WCC, sedangkan nilai SAIDI dan CAIDI Penyulang Saba kondisi sebelum direkonfigurasi masih belum memenuhi standar PLN untuk mencapai WCC. Oleh karena itu rekonfigurasi jaringan dilakukan untuk memperbaiki nilai SAIDI dan CAIDI di Penyulang Saba agar sesuai dengan SPLN No.59 Tahun 1985. Setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan pada penyulang Saba terjadi perubahan pada nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI pada Penyulang Saba dapat membaik, dengan nilai SAIFI yaitu 2,73 gangguan per tahun, nilai SAIDI 2,98 jam per tahun dan nilai CAIDI 1,08 jam per pelanggan, sehingga nilai keandalan di Penyulang Saba dapat dikatakan handal karena sudah sesuai dengan SPLN No. 59 Tahun 1985.

**Kata Kunci** : Keandalan Sistem, Penyulang Saba, Rekonfigurasi

## ABSTRACT

The Saba feeder is one of the feeders located in the PLN working area of the East Bali Area, which is located around the villages of Saba, Blahbatuh and Blangsinga in the district of Gianyar. This feeder has 75 transformers with a capacity of 25-500 kVA that are connected by SUTM, SKUTM, MVTIC and ground cable lines. The reliability of the system in the Saba Feeder in the condition before being reconfigured, with a SAIFI value of 3.02 interruptions in one year, the SAIDI value is 9.28 hours per year, while for the CAIDI value is 3.24 hours per one time, which is not caused by maintenance. PT. PLN Persero regulated in SPLN No. 59 of 1985 and the target of PT. PLN PERSERO to achieve WCC or World Class Company standards, namely the value of SAIFI 3 times interruption in one year, SAIDI 3 hours of interruption in one year and CAIDI value of a maximum of 3 hours of non-availability of electricity to customers. So the value of SAIFI Penyula Saba before reconfiguration is in accordance with PLN standards, while the value of SAIDI and CAIDI Penyula Saba conditions before reconfiguration is still outside the PLN standard to achieve WCC. Therefore, a network reconfiguration was done to improve the SAIDI and CAIDI values in the Saba Feeder to conform to SPLN No.59 of 1985. After the network reconfiguration of the Saba feeder, changes in the SAIFI value, SAIDI and CAIDI on the Saba Feeder could improve, with the SAIFI value namely 2.73 disturbances per year, SAIDI value of 2.98 hours per year and CAIDI value of 1.08 hours per customer, so the reliability value in the Saba Feeder can be said to be reliable because it is in accordance with SPLN No. 59 of 1985.

**Keywords**: System Reliability, Saba Feeders, Reconfiguration

### 1. PENDAHULUAN

Keandalan daya listrik dikatakan baik apabila kapasitas daya yang sesuai dengan kebutuhan dan sedikitnya periode gangguan dalam per tahunnya. Suatu sistem yang terbentuk dari komponen – komponen energi listrik dapat mengalami

kegagalan pada sistemnya, yang berasal dari dalam maupun luar sistem tersebut.

Rekonfigurasi dilakukan dengan cara memanuver 40% dari beban Penyulang Saba ke Penyulang Wibrata.[1] Dengan

rekonfigurasi yang telah dilakukan keandalan sistem di Penyulang Saba. Dengan rekonfigurasi jaringan pada penelitian yang dilakukan maka perlu di analisa tingkat keandalan dari sistemnya, sehingga dapat diketahui berapa lama terjadinya pemadaman pada sistem tersebut. Analisis di lakukan agar mengetahui apakah setelah rekonfigurasi jaringan tingkat keandalan pada Penyulang Saba sudah sesuai dengan SPLN yaitu SAIFI = 3 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI = 3 Jam/pelanggan/tahun.[2] Analisis yang digunakan dengan 2 buah metode yaitu metode analisis menggunakan *metode section* dengan fitur *reability assesment pada* ETAP dan yang kedua metode perhitungan konvensional sebagai pembandingan hasil analisis ETAP.

## 2. METODE OPTIMASI

### 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna menyalurkan daya dari sumber daya listrik besar hingga sampai ke konsumen. Sistem distribusi tenaga listrik memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Membagi dan menyalurkan energi listrik langsung ke pelanggan.
2. Sebagai catu daya pusat langsung ke pelanggan.

Komponen dari sistem distribusi tenaga listrik antara lain :

1. Gardu Induk
2. Gardu Hubung
3. Gardu Distribusi
4. Sirkuit Utama (Penyulang)[3]

### 2.2 Rekonfigurasi Jaringan

Rekonfigurasi jaringan merupakan usaha merubah bentuk awal jaringan dengan mengoprasikan pensakelaran atau switching pada sistem jaringan distribusi, tanpa menimbulkan gangguan yang fatal. Rekonfigurasi dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada *feeder* dan mendapatkan pembebanan yang seimbang pada suatu *feeder*. [4]

### 2.3 Keandalan Sistem Distribusi

Tingkat keberhasilan suatu sistem dalam memasok energi listrik pada waktu dan dalam kondisi tertentu disebut keandalan sistem. Keandalan sistem dapat ditentukan dengan perhitungan dan juga analisa pada sebuah sistem yang ditinjau dan membandingkan hasil perhitungan dengan standar yang telah ditetapkan.

diharapkan mampu merubah nilai

Adapun komponen yang diperlukan untuk perhitungan keandalan sistem adalah sebagai berikut :

1. Laju Kegagalan ( $\lambda$ )  
Merupakan suatu nilai dari suatu gangguan dapat dihitung dalam jangka waktu tertentu
2. Durasi Kegagalan ( $u$ )  
Merupakan periode waktu tidak tersuplainya energi listrik ke pelanggan.
3. Waktu Perbaikan ( $r$ )  
Merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan apabila terjadi kegagalan pada suatu peralatan.[5]

Berikut adalah data standar laju kegagalan peralatan yang mengacu pada SPLN 1985[2]

**Tabel 1.** Standar Laju Kegagalan Komponen Peralatan

Komponen Peralatan	Failure Rate ( $\lambda$ ) (Fail/Out/Rate)
Saluran Udara	0,2/km/tahun
Kabel Saluran Bawah Tanah	0,07/km/tahun
Pemutus Tenaga	0,004/km/tahun
Saklar Beban	0,003/km/tahun
Saklar Pemisah	0,003/km/tahun
Penutup Balik	0,005/km/tahun
Penyambung Kabel	0,001/km/tahun
Trafo Distribusi	0,005/km/tahun
Pelindung Jaringan	0,005/km/tahun
Rel Tegangan Rendah	0,001/km/tahun

Sumber : (SPLN,1985)

### 2.4 Indeks Keandalan

Nilai rata-rata dari ketiga indeks tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:[5]

1. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

$$SAIDI = \frac{\text{jumlah perkalian pelanggan padam} \sum u_i n_i}{\text{jumlah pelanggan padam} \sum n_i} \quad (1)$$

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

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam} \sum \lambda_i n_i}{\text{jumlah pelanggan padam} \sum n_i} \quad (2)$$

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

$$CAIDI = \frac{\text{jumlah perkalian jam padam dan pelanggan padam } \sum \lambda_i r_i}{\text{jumlah perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam } \sum \lambda_i} \quad (3)$$

Standar Indeks Keandalan sesuai dengan SPLN tahun 1985 adalah[2]

Tabel 2. Standar Indeks Keandalan

Indeks	Standar
SAIFI ( <i>System Average Interruption Frequency Index</i> )	3.0
SAIDI ( <i>System Average Interruption Duration Index</i> )	1.5 – 3.0 h
CAIDI ( <i>Custom Average Interruption Duration Index</i> )	1.5 – 3.0 h

Sumber : (SPLN, 1985)

## 2.5 Metode Section

Metode *Section Technique* merupakan metode yang sederhana dan dapat mempermudah perhitungan indeks keandalan. Metode ini bekerja dengan cara membagi struktur jaringan menjadi beberapa bagian didalam menganalisa sistem, dan tiap section memiliki perhitungan masing-masing. Selanjutnya perhitungan menggunakan metode gabungan yaitu dengan menggabungkan parameter kegagalan peralatan dengan durasi kegagalan didalam perhitungannya.[6]

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Data

Pada Penelitian ini menggunakan data-data yang diperoleh dari PLN Area Bali Timur pada tahun 2018. Data-data yang digunakan adalah[7] :

1. Power Grid
2. Tranformator
3. Data Penyulang
4. Data Beban
5. Jumlah Pelanggan
6. Standar Laju Kegagalan Peralatan
7. Standar Waktu Perbaikan Peralatan

### 3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian menggunakan 2 buah metode yaitu, perhitungan konvensional dan dengan menggunakan *metode section* pada *software* ETAP. Analisa keandalan dilakukan dalam kondisi sebelum rekonfigurasi dan setelah rekonfigurasi. Penjabaran tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Memasukan parameter data ke aplikasi ETAP

2. Mensimulasikan parameter data peralatan yang telah di masukan dengan menggunakan fitur *Reliability Assesment* pada ETAP. *Output* hasil laju kegagalan dan indeks keandalan pada sistem
3. Melakukan perhitungan manual dengan parameter data yang sama.
4. Menganalisis dan membandingkan hasil *output* pada ETAP dengan menggunakan *metode section* dan metode perhitungan manual, untuk memperkuat hasil output simulasi ETAP.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Keandalan Sistem Penyulang Saba Kondisi Sebelum Rekonfigurasi

#### a. Metode Perhitungan Konvensional

Perhitungan pertama yaitu menghitung laju kegagalan di setiap peralatan pada titik beban GA0164 dengan perhitungan sebagai berikut :

Laju kegagalan pada CB

$$\sum i \lambda_i = 1 \times 0,003 = 0,003 \text{ kali/tahun}$$

Laju kegagalan pada saluran pengantar

$$\sum i \lambda_i = 7 \times 0,02 = 1,4 \text{ kali/tahun}$$

Laju kegagalan pada *Cut Out*

$$\sum i \lambda_i = 1 \times 0,004 = 0,004 \text{ kali/tahun}$$

Laju kegagalan pada trafo

$$\sum i \lambda_i = 1 \times 0,005 = 0,005 \text{ kali/tahun}$$

Perhitungan durasi kegagalan pada titik beban GA0164 dilakukan dengan mengalikan total hasil laju kegagalan peralatan dengan waktu perbaikan peralatan. Adapun hasil perhitungan durasi kegagalan pada titik beban GA0164 adalah:

Durasi kegagalan pada CB:

$$\sum i \lambda_i r_i = 0,003 \times 10 = 0,03 \text{ jam/tahun}$$

Durasi kegagalan pada saluran pengantar

$$\sum i \lambda_i r_i = 1,4 \times 3 = 4,2 \text{ jam/tahun}$$

Durasi kegagalan pada *cut out*

$$\sum i \lambda_i r_i = 0,004 \times 10 = 0,04 \text{ jam/tahun}$$

Durasi kegagalan pada trafo

$$\sum i \lambda_i r_i = 0,005 \times 10 = 0,05 \text{ jam/tahun}$$

menghitung hasil analisa laju kegagalan total peralatan seperti Tabel 3 berikut :

**Tabel 3** Hasil Perhitungan Laju Kegagalan Titik Beban GA0164

Jenis Komponen	Komponen Unit (km)/(unit) (i)	Kegagalan Peralatan (km/tahun) (λi)	Laju Kegagalan (km/tahun) (λi)	Waktu perbaikan (jam) (r)	Durasi Kegagalan (jam/tahun) (u)
CB	1	0,003	0,003	10	0,03
line 1	7	0,2	1,4	3	4,2
CO	1	0,004	0,004	10	0,04
CO	1	0,004	0,004	10	0,04
CO	1	0,004	0,004	10	0,04
trafo	1	0,005	0,005	10	0,05
LAJU KEGAGALAN(Σλ)			1,42		
KETIDAKTERSEDIAAN TAHUNAN(Σr)					4,4
WAKTU PERBAIKAN(Σr/Σλ)				3,098	
PELANGGAN(m)			122		
λ * m					173,24
u * m					378,028

Tabel 3 merupakan contoh hasil perhitungan laju kegagalan dan durasi kegagalan dengan menggunakan metode *section*, dimana Laju kegagalan per titik beban total yaitu hasil penjumlahan secara keseluruhan laju kegagalan dari CB, line, CO dan Trafo sehingga di dapatkan hasil total dari laju kegagalan per titik beban. Waktu Perbaikan dapat dihitung dengan menjumlahkan hasil waktu ketidakterediaan per unit dan setelah itu membagi hasil penjumlahan tersebut dengan hasil total laju kegagalan peralatan.

**b. Analisis Indeks Keandalan SAIFI SAIDI, CAIDI**

Selanjutnya setiap hasil perhitungan *load point* tersebut akan di jumlahkan dari perkalian antara perkiraan angka keluaran dengan jumlah pelanggan ( $\lambda \times m$ ), ketersediaan waktu dikalikan jumlah pelanggan ( $u \times m$ ), dan jumlah total pelanggan ( $\Sigma m$ ) untuk menghitung SAIFI, SAIDI dan CAIDI. Setelah mendapatkan hasil total nilai angka keluaran dan durasi kegagalan pada semua titik beban lalu dilakukan perhitungan nilai keandalan sistem menggunakan persamaan (1), (2), dan (3). Adapun hasil perhitungan nilai SAIFI, SAIDI dan CAIDI adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Indeks Keandalan

Setelah mendapatkan hasil total laju kegagalan dan durasi kegagalan pada datu titik beban, lalu dilanjutkan dengan

1	<b>SAIFI</b> (System Average Interruption Frequency Index)	2,84 (gangguan/tahun)
2	<b>SAIDI</b> (System Average Interruption Duration Index)	9,22 (jam/tahun)
3	<b>CAIDI</b> (Customer Average Interruption Duration Index)	3,24 (jam/gangguan pelanggan)

Pada Tabel 4 dapat dilihat nilai SAIFI yaitu 2,84 gangguan/ tahun, nilai SAIDI 9,22 Jam/tahun dan CAIDI 3,24 jam/tahun. Kegagalan yang dimaksud tidak termasuk waktu pemadaman untuk pemeliharaan yang telah terjadwal.

**c. Analisis Keandalan Sistem Kondisi Sebelum Rekonfigurasi Menggunakan Metode Section**

Parameter data yang digunakan masih sama dengan metode manual, tetapi pada ETAP menggunakan fitur *reliability assesment* untuk mendapatkan hasil perhitungan laju kegagalan, durasi kegagalan dan indeks keandalannya.

**Tabel 5.** Hasil Laju Kegagalan Metode Section

44	S10277	3,66	3,05	11,2
45	GA0164	1,49	2,55	3,8
46	GA0139	1,49	2,56	3,81

Pada Tabel 5 terdapat bagian yang di blok dengan warna merah adalah titikbeban GA0164. Hasil perhitungan yang diperoleh menggunakan aplikasi tidak jauh berbeda dengan perhitungan manual, yaitu laju kegagalan 1,49 gangguan/tahun, durasi kegagalan 3,8 jam/ tahun dan waktu perbaikan 2,55 jam/ gangguan.

**d. Hasil Analisis Indeks Keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI**

**Tabel 6.** Hasil Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section

1	<b>SAIFI</b> (System Average Interruption Frequency Index)	3,02 (gangguan/tahun)
2	<b>SAIDI</b> (System Average Interruption Duration Index)	9,28 (jam/tahun)

3	<b>CAIDI</b> (Customer Average Interruption Duration Index)	2,91 (jam/gangguan pelanggan)
---	--	----------------------------------

Pada Tabel 6 terlihat nilai SAIFI 3,02 gangguan/ tahun, SAIDI 9,28 memiliki 2 faktor utama yaitu faktor internal sistem dan eksternal sistem, untuk faktor internal sistem disebabkan oleh panjangnya jaringan dari Penyulang Saba dan beban yang disuplai dengan Penyulang Saba sudah melebihi kapasitas. Untuk faktor eksternal bisa disebabkan oleh surja petir dan juga ranting pohon yang menyentuh SUTM.

**4.2 Rekonfigurasi Penyulang Saba**

Pemecahan beban dilakukan dengan pemotongan jaringan SUTM pada titik percabangan penyulang Saba yaitu pada LBS Manikan yang bertujuan untuk mengalihkan 40% beban penyulang Saba ke penyulang Wibrata. Beban penyulang Saba yang akan dipindahkan ke penyulang Wibrata sebesar 2,339 MW perhitungan dari beban LBS Manikan – LBS Batuyang dengan menambahkan jaringan dari LBS Manikan menuju LBS Lorin dengan panjang jaringan sebesar 8,19 Km .

**4.3 Analisis Keandalan Sistem Setelah Rekonfigurasi**

Sama seperti sebelumnya analisis dilakukan dengan dua metode yaitu metode *section* dan menggunakan *software* ETAP.

**a. Metode Perhitungan Konvensional**

Persamaan yang digunakan untuk menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan masih sama dengan persamaan yang digunakan pada metode perhitungan konvensional kondisi sebelum rekonfigurasi.

Pada perhitungan manual mendapatkan hasil laju kegagalan pada GA0164 yang diperoleh dari hasil penjumlahan hasil kegagalan peralatan dari CO, CB, saluran penghantar dan trafo. Total laju kegagalan peralatan pada GA0164 adalah yang terkecil dengan nilai 1,47 kali kegagalan dalam satu tahun. Nilai durasi kegagalan 4,5 jam dalam satu tahun dan nilai waktu perbaikan 3 jam dalam sekali kegagalan

**b. Analisis laju kegagalan Menggunakan Metode *section***

**Tabel 7.** Hasil Laju Kegagalan Menggunakan Menggunakan *Metode Section*

jam/tahun dan CAIDI 2,91 jam/gangguan/pelanggan. Penyebab dari adanya gangguan pada Penyulang Saba

45	GA0164	1,52	3,92	2,57
46	BB0139	3,349	2,79	9,345

Pada Tabel 7 terdapat blok merah pada bagian GA0164 yang digunakan sebagai *sample* titik beban yang akan dianalisa di Penyulang Saba. Terdapat perbedaan hasil perhitungan kegagalan peralatan dengan menggunakan ETAP, pada titik beban GA0164 laju kegagalan peralatannya bernilai 1,52 kali kegagalan dalam satu tahun

Sedangkan nilai durasi kegagalan bernilai 3,92 yang berarti durasi kegagalan per tahun mencapai 4 jam dan waktu perbaikan 2,57 jam per sekali gangguan.

**c. Analisis Keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI Metode *Section***

**Tabel 8.** Hasil Indeks Keandalan Perhitungan Konvensional

1	<b>SAIFI</b> (System Average Interruption Frequency Index)	2,81 (gangguan/tahun)
2	<b>SAIDI</b> (System Average Interruption Duration Index)	3,06 (jam/tahun)
3	<b>CAIDI</b> (Customer Average Interruption Duration Index)	1,08 (jam/gangguan pelanggan)

Pada Tabel 8 nilai SAIFI pada Penyulang Saba adalah 3 gangguan/tahun, yang artinya rata-rata frekuensi gangguan yang akan dialami oleh pelanggan pada Penyulang Saba mencapai 2,81 kali gangguan dalam satu tahun. Untuk nilai SAIDI dari Penyulang Saba yaitu 3,06 jam/tahun, yang artinya selama satu tahun akan terjadi frekuensi gangguan sebanyak 2 kali gangguan dengan durasi waktu maksimum 3 jam dalam satu tahun. Sedangkan nilai CAIDI diperoleh dari pembagian antara nilai SAIDI dibagi dengan nilai SAIFI sehingga mendapatkan hasil 1,08 jam/gangguan, yang artinya dalam setiap gangguan pelanggan akan merasakan ketidakterediaan tenaga listrik selama 3 jam per satu gangguan.

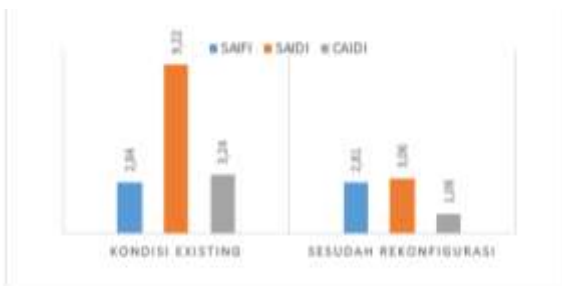
**d. Analisis SAIFI, SAIDI, CAIDI Menggunakan Metode Section**

Hasil analisis menggunakan ETAP tidak terlalu berbeda dengan metode perhitungan manual atau *section* yaitu, Penyulang Saba memiliki nilai SAIFI sebesar 2,73 kali gangguan/tahun. Penyulang Saba memiliki nilai SAIDI pemadaman dengan waktu 1,86 jam/gangguan.

**4.4 Perbandingan Hasil Analisis Keandalan Sistem Kondisi Sebelum Rekonfigurasi dan Setelah Rekonfigurasi**

Karena analisis keandalan yang dilakukan dengan dua buah metode, maka perbandingan dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan metode yang sama, yaitu metode perhitungan konvensional kondisi sebelum rekonfigurasi dengan sesudah rekonfigurasi, dan metode *section* kondisi sebelum rekonfigurasi dengan setelah rekonfigurasi

**a. Perbandingan Hasil Analisis Menggunakan Metode Perhitungan Konvensional**



**Gambar 1.** Perbandingan Hasil Indeks Keandalan Metode Perhitungan Konvensional

Dapat dilihat pada Gambar 1 terdapat perbedaan antara nilai keandalan sistem kondisi sebelum rekonfigurasi dan sesudah rekonfigurasi. Nilai SAIFI pada Penyulang Saba yang sebelumnya bernilai 2,84 menjadi 2,81 kali gangguan dalam satu tahun, nilai SAIDI yang sebelumnya 9,22 menjadi 3,06 jam gangguan dalam satu tahun dan nilai CAIDI yang sebelumnya bernilai 3,24 menjadi 1,08 jam listrik padam dalam satu kali gangguan

**b. Perbandingan Hasil Analisis Keandalan Sistem menggunakan Metode Section**

sebesar 2,98 jam/tahun, yang artinya penyulang saba memiliki total rata-rata waktu gangguan 2,98 jam dalam satu tahun. Nilai CAIDI dari Penyulang Saba adalah 1,86 jam per satu kali gangguan, yang berarti pada satu kali gangguan penyulang Saba akan mengalami

**Gambar 2.** Perbandingan Indeks Keandalan Running ETAP

Pada Gambar 2 dapat dilihat pada grafik hasil perhitungan nilai keandalan sistem menggunakan metode ETAP pada Penyulang Saba setelah rekonfigurasi dapat membaik. Dengan nilai SAIFI 2,73 kali gangguan dalam satu tahun, nilai SAIDI 2,98 jam gangguan dalam satu tahun dan nilai CAIDI 1,86 jam ketidakterediaan energi listrik dalam setiap gangguan. Hal ini disebabkan karena adanya pemotongan jaringan utama pada Penyulang Saba dengan panjang 20 kms sehingga dapat meningkatkan nilai keandalan sistem di Penyulang Saba.

**5. KESIMPULAN**

Nilai SAIFI pada Penyulang Saba pada kondisi sebelum rekonfigurasi bernilai 3,02 kali dalam satu tahun, dimana masih belum memenuhi SPLN No. 59 Tahun 1985 dan sesuai dengan kriteria PLN untuk menjadi WCS (*World Company Service*) dan WCC (*World Class Company*) yaitu suatu jaringan dikatakan handal apabila memiliki nilai frekuensi kegagalan dibawah 3 kali gangguan dalam satu tahun. Sedangkan kondisi SAIFI setelah rekonfigurasi nilai SAIFI Penyulang Saba bernilai 2,73 kali gangguan dalam satu tahun, dimana sesuai dengan SPLN No. 59 Tahun 1985, yaitu dibawah 3 kali gangguan per tahun.

Nilai SAIDI pada Penyulang Saba pada kondisi sebelum rekonfigurasi bernilai 9,28 jam dalam satu tahun, dimana masih belum memenuhi SPLN No. 59 Tahun 1985 dan sesuai dengan kriteria PLN untuk menjadi WCS (*World Company Service*) yaitu suatu jaringan dikatakan handal apabila memiliki durasi gangguan dalam satu tahunnya maksimal 3 jam. Begitu pula dengan kondisi SAIDI sesudah rekonfigurasi nilai SAIDI Penyulang Saba dapat turun menjadi 2,98 jam gangguan dalam satu tahun, yang sudah sesuai dengan standar PLN.

Nilai CAIDI pada Penyulang Saba kondisi sebelum rekonfigurasi yaitu 3,24 jam dalam satu kali gangguan dimana

belum memenuhi standar yaitu maksimum 3 jam listrik padam dalam sekali gangguan dan pada kondisi setelah rekonfigurasi nilai dari CAIDI menjadi 1,08 jam listrik padam keseluruhan nilai keandalan sistem Penyulang Saba setelah rekonfigurasi dapat dikatakan handal, karena semua variabel telah memenuhi standar yang berlaku di PLN.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari Wijaya.(2018). Optimasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Mengurangi Rugi Daya pada Penyulang Saba Menggunakan Algoritma Genetika, Jurnal Spektrum Vol.6
- [2] Buku Standar Perusahaan Listrik Negara.1985. *Aturan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta. Undiklat PLN*
- [3] Pabla,A,S. 2008. *Electric Power Distribution*. New Delhi. Tata Mcgraw-Hill
- [4] Kadir, A. 2000. *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : UI-Press.
- [5] Billinton, R., Allan, Ronald N.1996.*Reliability Evaluation of Power Systems*. 2nd ed. New York: Plenum Press.
- [6] Jufrizel.(2017). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode *Section Technique* dan *Ria-Section Technique* pada Penyulang Adi Sucipto Pekan Baru, Jurnal SNTIK
- [7] PLN UP3 Bali Timur. 2018. *Single Line Diagram Penyulang Bali Timur*. Klungkung. Bagian Perencanaan PLN UP3 Bali Timur

dalam sekali gangguan dan sudah memenuhi standar WCS ( *World Class Service* ) nilai CAIDI sangat bergantung dengan nilai SAIDI dan SAIFI. Secara