

# ANALISA KEANDALAN JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV MENGGUNAKAN METODE *SECTION TECHNIQUE* DI PT. PLN (PERSERO) RAYON ATAMBUA – NUSA TENGGARA TIMUR

Ansgarius Ola Wohung (12.12.039)

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE  
Jurusan Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional Malang  
E-mail : [wohunggery13@gmail.com](mailto:wohunggery13@gmail.com)

**Abstract—** Pada skripsi ini mengangkat judul tentang; “Analisa Keandalan Jaringan Sistem Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Menggunakan Metode *Section Technique* Di PT. PLN (Persero) Rayon Atambua – Nusa Tenggara Timur”. Dimana Keandalan distribusi 20 kV di Kota Atambua terfokus pada penyediaan dan penyaluran, serta pelayanan pada pelanggan atau masyarakat modern yang membutuhkan energi listrik dalam berbagai kegiatan. Adapun beberapa gangguan yang biasa terjadi pada jaringan distribusi 20 kV ini yaitu berupa gangguan temporer, permanen dan Black Out sistem yang mengganggu kontinuitas pelayanan yang dapat merugikan konsumen. Pada skripsi ini dibatasi permasalahan jaringan distribusi di PLN Rayon Atambua. Skripsi ini bertujuan untuk meningkatkan nilai indeks keandalan SAIDI & SAIFI dengan mengimplementasikan pemasangan Recloser pada penyulang yang belum terpasang Recloser sehingga diperoleh nilai indeks keandalan yang lebih baik sampai memenuhi SPLN yaitu SAIFI (3.2 kali/tahun) dan SAIDI (21 jam/tahun).

Kata Kunci : Metode *Section Technique*, Indeks Keandalan, ETAP Power Station, SAIDI, SAIFI, Recloser

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Keandalan sistem distribusi erat kaitannya dengan pemutusan beban yang merupakan akibat adanya gangguan pada sistem itu sendiri. Keandalan sistem distribusi berbanding terbalik dengan tingkat pemutusan beban sistem. Semakin tinggi frekuensi pemutusan beban pada sistem akan berpengaruh pada penurunan keandalan sistem distribusi.

Oleh sebab itu, PLN selaku penyedia energi listrik harus memberikan kenyamanan terbaik bagi pelanggan semaksimal mungkin. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) merupakan dua dari beberapa indeks yang digunakan untuk menganalisa dan menentukan tingkat keandalan sistem tenaga listrik.

Pada penelitian yang dilakukan di PLN Rayon Atambua akan menggunakan salah satu metode yang nantinya harus melakukan pembagian pada penyulang-penyulang yang terdapat pada PLN

Rayon Atambua menjadi beberapa bagian yakni metode *Section Technique* yang akan dibatasi oleh LBS (*Load Break System*). Dari hasil perhitungan dan analisa menggunakan metode *Section Technique* tersebut, hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah membandingkan hasil tersebut dengan metode RIA yang dijalankan menggunakan *software* ETAP Power Station.

### B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan kualitas energi listrik harus menunjang kebutuhan pelanggan yang tiap tahunnya selalu bertambah.

Maka masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah;

- Bagaimana mengevaluasi secara teliti sistem keandalan distribusi 20 kV di Kota Atambua dengan menggunakan *software* ETAP Power Station dan Metode *Section Technique*.
- Bagaimana cara menentukan letak Recloser yang paling optimal untuk meningkatkan keandalan pada sistem distribusi di Kota Atambua.

### C. Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

- Menganalisa dan mengevaluasi sistem keandalan 20 kV dengan *running software* ETAP
- Implementasi Recloser untuk meningkatkan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI dan pada jaringan distribusi 20 kV di PLN Rayon Atambua.

### D. Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, penulis akan memberikan batasan-batasan permasalahan agar tidak terjadi pembahasan yang menyimpang.

Batasan-batasan masalah tersebut adalah :

- Area yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah jaringan distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Atambua – Nusa Tenggara Timur
- Metode yang digunakan dalam menganalisa keandalan sistem menggunakan metode *Section Technique*.
- Indeks keandalan sistem yang digunakan yaitu SAIDI dan SAIFI.

- Software yang digunakan untuk membahas keandalan sistem distribusi adalah menggunakan *software* ETAP *Power Station*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Keandalan Sistem Distribusi

Tingkat keandalan dari sistem distribusi diukur dari sejauh mana penyaluran tenaga listrik yang dapat berlangsung secara kontinu kepada para pelanggan tanpa perlu terjadinya pemadaman. Dengan kata lain PLN harus bisa mengimbangi kemajuan teknologi serta perkembangan penggunaan energi listrik dari sektor apapun. Untuk meningkatkan keandalan dari suatu sistem tenaga listrik harus dilakukan perhitungan dan analisa yang tepat untuk memperoleh tingkat keberhasilan operasi dari sistem yang ditinjau pada periode waktu tertentu yang selanjutnya dilakukan perbandingan dengan standar PLN.

### B. Metode Section Technique

Metode *Section Technique* merupakan metode yang berguna untuk menganalisa secara detail suatu sistem jaringan tenaga listrik. Ketika mengevaluasi sistem distribusi menggunakan metode *Section Technique* harus didasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek dari gangguan masing-masing peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan menganalisis apa yang terjadi jika mengalami gangguan. Kemudian masing-masing kegagalan yang terjadi pada peralatan akan di analisis dari semua titik beban.

Untuk mengetahui indeks keandalan sistem, dilakukan perhitungan indeks-indeks titik beban dan indeks sistem secara *section* maupun keseluruhan. Indeks titik beban antara lain.

- *Failure Rate* dari tiap titik beban adalah penjumlahan laju kegagalan semua peralatan yang berdampak pada titik beban.

$$\lambda_{TB} = \sum \lambda_i = K \quad (1)$$

Dimana :  
 $\lambda_i$  = laju kegagalan untuk peralatan K  
 K = semua peralatan yang berpengaruh terhadap titik beban

- Lamanya gangguan tahunan rata-rata untuk titik beban

$$U_{TB} = \sum U_i = K = \sum \lambda_i = K \times r_i \quad (2)$$

Dimana :  
 $r_i$  = waktu perbaikan (*repairing time*) dan (*switching time*)

Pada metode *Section Technique* ada SAIFI dan SAIDI yang akan digunakan untuk menghitung dan menentukan indeks keandalan.

- SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) Indeks SAIFI merupakan jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan yang dilayani pertahun.

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N} =$$

Dimana :  
 $N_{TB}$  = jumlah pelanggan tiap titik beban  
 $N$  = jumlah pelanggan pada sistem

$\lambda_{TB}$  = frekuensi gangguan peralatan pada titik beban

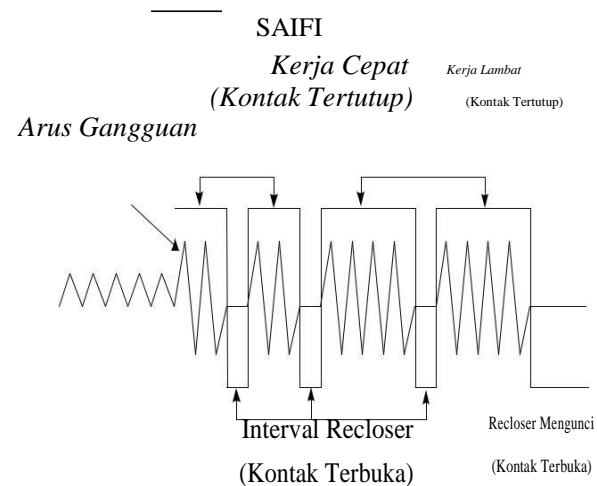
- SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) Indeks SAIDI merupakan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi pada pelanggan selama satu tahun.

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{N} =$$

Dimana :  
 $N_{TB}$  = jumlah pelanggan tiap titik beban  
 $N$  = jumlah pelanggan pada sistem  
 $U_{TB}$  = durasi gangguan peralatan pada titik beban

### C. Recloser

*Recloser* merupakan peralatan kontrol yang berfungsi sebagai pemutus arus apabila terjadi gangguan. Peralatan ini dapat mengidentifikasi gangguan dan secara otomatis melakukan buka tutup pada pemutus tenaga. *Recloser* akan dipasang dua atau lebih untuk panjang jaringan yang lebih dari 20 km. Hal ini berguna untuk mengurangi durasi pemadaman yang terjadi.

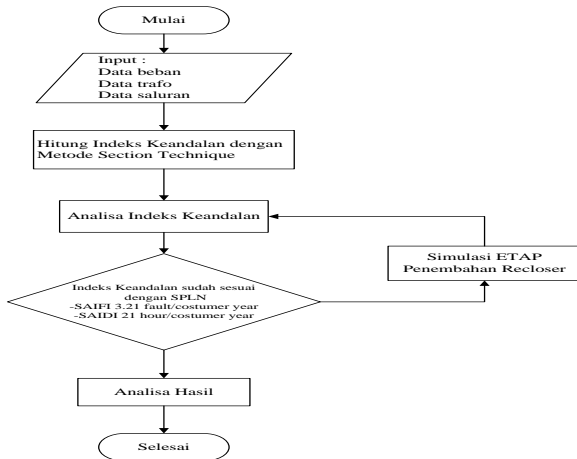


Gambar 2.1 Cara kerja *Recloser* apabila terjadi gangguan

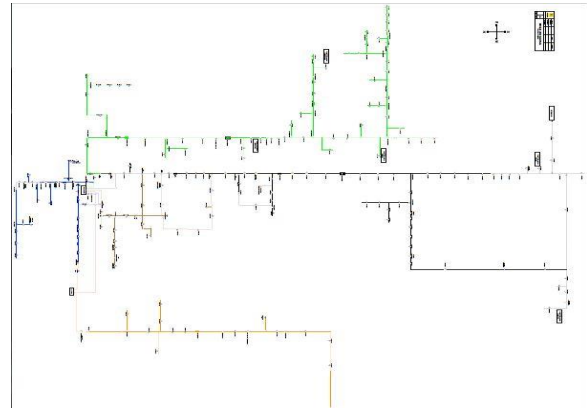
## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Sistem Distribusi PLN Rayon Atambua

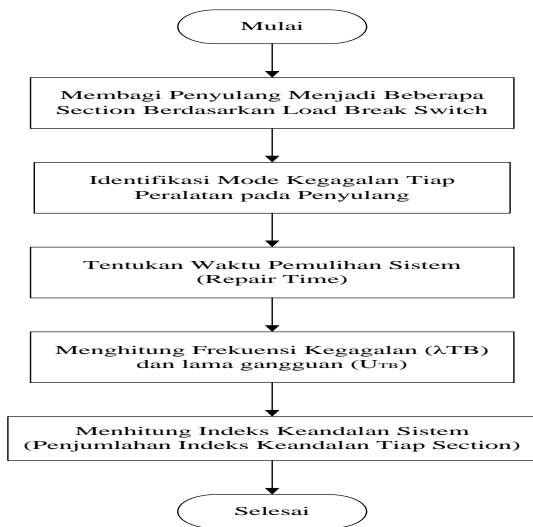
PLN Rayon Atambua masih memanfaatkan PLTD sebagai sumber pembangkit listrik dengan menggunakan jaringan tipe radial dan memiliki 5 penyulang yakni penyulang Atapupu, penyulang Tini, penyulang Haitimu, penyulang Haliwen dan penyulang Kota. Jumlah pelanggan yang dilayani berkisar 4.147 yang mana mayoritas bebannya adalah perumahan, perkantoran dan juga kawasan bisnis yang tidak terlepas dari penggunaan energi listrik setiap harinya. Keandalan sistem distribusi PLN Rayon Atambua masih tergolong rendah, dimana terdapat 3 penyulang yang belum terpasang *Recloser* sebagai pengaman ketika terjadi gangguan. Akibatnya, pelanggan yang berada jauh dari pembangkit akan mengalami proses pemadaman dengan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, penulis melakukan beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mengevaluasi masalah tersebut yang tersusun pada *Flowchart*.



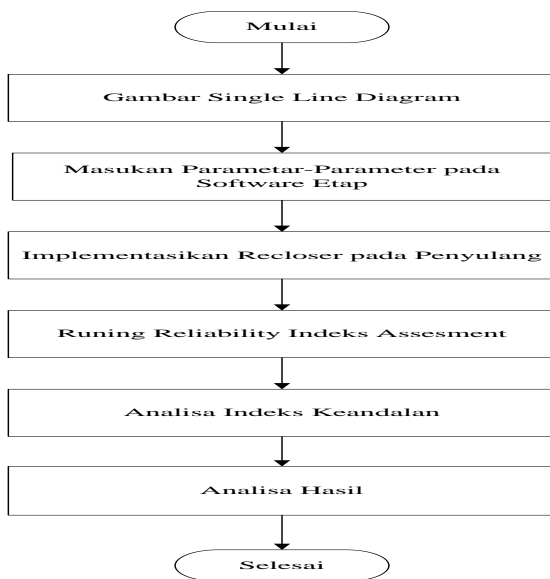
Gambar 3.1. Flowchart Tahapan Penelitian



Gambar 3.4 Gambar Single Line PLN Rayon Atambua



Gambar 3.2 Flowchart Perhitungan Metode Section Technique



Gambar 3.3 Flowchart Reliability Index Assessment

TABEL. 1  
PANJANG SALURAN DAN JUMLAH PELANGGAN TIAP  
TITIK BEBAN PENYULANG ATAPUPU

No.	Penyulang Atapupu			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	29	Line1	0,559
2	LP2	1	Line2	1,1
3	LP3	75	Line3	0,147
4	LP4	54	Line4	1,5
5	LP5	1	Line5	0,649
6	LP6	17	Line6	0,213
7	LP7	40	Line7	1,3
8	LP8	48	Line8	0,846
9	LP9	12	Line9	1,2
10	LP10	194	Line10	0,554
11	LP11	1	Line11	0,698
12	LP12	1	Line12	0,145
13	LP13	122	Line13	1,9
14	LP14	4	Line14	1,6
15	LP15	24	Line15	1,8
16	LP16	107	Line16	1,5
17	LP10	194	Line17	0,554
Total		730		

TABEL. 2  
PANJANG SALURAN DAN JUMLAH PELANGGAN TIAP  
TITIK BEBAN PENYULANG TINI

No.	Penyulang Tini			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	251	Line1	0,9
2	LP2	19	Line2	0,75
3	LP3	1	Line3	0,354
4	LP4	203	Line4	0,108
5	LP5	21	Line5	0,25
6	LP6	103	Line6	0,113
7	LP7	75	Line7	1,3
8	LP8	31	Line8	0,481
9	LP9	215	Line9	1,2
10	LP10	209	Line10	0,436
11	LP11	1	Line11	1,5
12	LP12	216	Line12	1,6
13	LP13	2	Line13	0,328
14	LP14	115	Line14	0,554
15	LP15	1	Line15	0,065

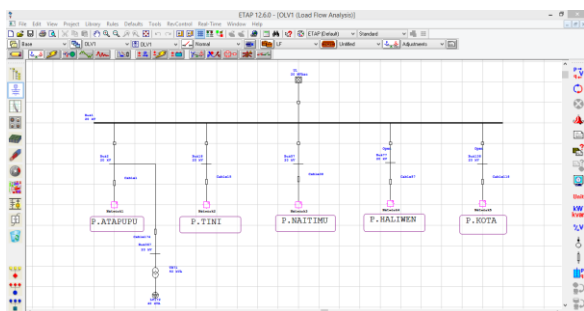
16	LP16	249	Line16	0,113
17	LP10	209	Line17	1,3
18	LP18	84	Line18	0,167
19	LP19	64	Line19	1,4
20	LP20	65	Line20	0,635
21	LP21	1	Line21	0,038
22	LP22	64	Line22	1,3
23	LP23	23	Line23	0,047
24	LP24	1	Line24	0,31
25	LP25	89	Line25	0,371
26	LP26	20	Line26	1,5
27	LP27	145	Line27	0,311
Total		2.477		

TABEL 3  
PANJANG SALURAN DAN JUMLAH PELANGGAN TIAP  
TTIK BEBAN PENYULANG NAITIMU

No.	Penyulang Naitimu			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	384	Line1	0,954
2	LP2	200	Line2	0,753
3	LP3	121	Line3	0,554
4	LP4	95	Line4	1,1
5	LP5	57	Line5	0,754
6	LP6	1	Line6	0,613
7	LP7	36	Line7	1,3
8	LP8	429	Line8	0,981
9	LP9	29	Line9	0,964
10	LP10	218	Line10	1,3
11	LP11	180	Line11	1,5
12	LP12	40	Line12	1,6
13	LP13	125	Line13	0,954
14	LP14	1	Line14	1,5
15	LP15	15	Line15	1,7
16	LP16	72	Line16	1,3
17	LP10	227	Line17	1,2
18	LP18	29	Line18	1,4
19	LP19	1	Line19	1,1
Total		2.254		

Tabel di atas memaparkan 3 penyulang dengan jumlah pelanggan dan panjang saluran yang masing-masingnya berbeda. Pelanggan yang ada terdiri dari perkantoran dan perumahan serta kawasan bisnis yang juga menggunakan tenaga listrik.

B. Perencanaan Simulasi Menggunakan ETAP Power Station



Gambar 3.5 Sistem Distribusi PLN Rayon Atambua pada Software ETAP Power Station

TABEL. 4  
INDEKS KEGAGALAN PERALATAN

Peralatan	Laju Kegagalan ( fault/yr/km )	Repair Time ( hour )	Switching Time ( hour )
Saluran udara	0,2	3	0,15
Kabel saluran	0,07	10	0,15
Circuit Breaker	0,004	10	0,15
Sakelar beban	0,003	10	0,15
Sectionalizer	0,003	10	0,15
Recloser	0,005	10	0,15
Trafo distribusi	0,005	10	0,15

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISIS KEANDALAN

A. Analisis Indeks Keandalan Sistem Menggunakan Metode Section Technique

Berdasarkan data yang terdapat pada bab III, hal selanjutnya adalah dilakukan proses analisa pada sistem jaringan distribusi dengan menggunakan data jumlah pelanggan tiap titik beban dan data panjang saluran. SPLN 59 : 1985 [5] merupakan standar yang digunakan dalam proses analisa ini untuk menentukan laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan 20 kV. Berikut ini adalah perhitungan keandalan tiap section.

Merangkai Single Line Diagram pada software ETAP Power Station berdasarkan gambar single line dan data dari PLN Rayon Atambua.

a) Perhitungan Section 1 pada Penyulang Atapupu

Berikut ini adalah tabel daftar kegagalan yang terdapat pada Section 1 ini ditampilkan dalam Section Technique Worksheet Section 1.

TABEL. 5  
SECTION TECHNIQUE WORKSHEET SECTION 1

Daftar Peralatan		Efek Sistem
No.	Nama Peralatan	Titik Beban Yang Dipengaruhi
1	CB	LP1 – LP16
2	LBS ATAPUPU	LP1 – LP16
3	TB 71/50	LP1
4	TB 57/100	LP2
5	TB 53/50	LP3
6	TB 47/50	LP4
7	TB 107/50	LP5
8	TB 81/50	LP6
9	TB 95/100	LP7
10	TB 48/50	LP8
11	TB 83/50	LP9
12	Saluran L1	LP1 – LP9
13	Saluran L2	LP1 – LP9
14	Saluran L3	LP1 – LP9
15	Saluran L4	LP1 – LP9
16	Saluran L5	LP1 – LP9
17	Saluran L6	LP1 – LP9
18	Saluran L7	LP1 – LP9
19	Saluran L8	LP1 – LP9

20	Saluran L9	LP1 – LP9
----	------------	-----------

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan  $\lambda$  dan lama kegagalan U tiap titik beban.

b) Perhitungan nilai frekuensi kegagalan ( $\lambda$ ) pada titik beban.  
Titik beban 1 LP1,  $\lambda_{LP1}$  dijadikan salah satu percobaan untuk memperoleh hasil penjumlahan *failure rate* peralatan yang mempengaruhi LP1 dan hasil perkalian *failure rate* saluran udara dengan panjang salurannya. Dapat diamati pada tabel di bawah.

TABEL. 6  
PERHITUNGAN  $\lambda$  TITIK BEBAN

No.	Peralatan	Failure Rate Peralatan	Panjang Saluran (Km)	$\lambda$ ( fault/yr )
1	CB	0,004	-	0,004
2	LBS ATAPUPU	0,003	-	0,003
3	LP1	0,2	0,559	0,1118
4	LP2	0,2	1,1	0,22
5	LP3	0,2	0,147	0,0294
6	LP4	0,2	1,5	0,3
7	LP5	0,2	0,649	0,1298
8	LP6	0,2	0,213	0,0426
9	LP7	0,2	1,3	0,26
10	LP8	0,2	0,846	0,1692
11	LP9	0,2	1,2	0,24
Total				1,5028

Titik beban 1 LP1,  $U_{LP1}$  dijadikan salah satu percobaan untuk memperoleh hasil penjumlahan dan juga hasil perkalian  $\lambda$  dengan waktu perbaikan. Dapat diamati pada tabel di bawah.

TABEL. 7  
PERHITUNGAN U TITIK BEBAN

No.	Peralatan	$\lambda$ ( fault/yr )	Waktu Perbaikan	U ( hour/yr )
1	CB	0,004	10	0,04
2	LBS ATAPUPU	0,003	10	0,03
3	LP1	0,1118	3	0,3354
4	LP2	0,22	3	0,66
5	LP3	0,0294	3	0,0882
6	LP4	0,3	3	0,9
7	LP5	0,1298	3	0,3894
8	LP6	0,0426	3	0,1278
9	LP7	0,26	3	0,78
10	LP8	0,1692	3	0,5076
11	LP9	0,24	3	0,72
Total				4,5384

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan frekuensi kegagalan dan lama kegagalan dari setiap titik beban pada *section 1* di penyulang Atapupu, maka nilai frekuensi kegagalan  $\lambda$  dan lama kegagalan U yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL. 8  
NILAI FREKUENSI KEGAGALAN DAN LAMA KEGAGALAN TITIK BEBAN *SECTION 1*

No.	Peralatan	$\lambda$ ( fault/year )	U ( hour/year )
1	LP1	1,5028	4,5384
2	LP2	1,5028	4,5384
3	LP3	1,5028	4,5384
4	LP4	1,5028	4,5384
5	LP5	1,5028	4,5384
6	LP6	1,5028	4,5384
7	LP7	1,5028	4,5384
8	LP8	1,5028	4,5384
9	LP9	1,5028	4,5384

Dari tabel diatas, hasilnya adalah nilai  $\lambda$  untuk LP1 sampai LP9 sebesar 1,5028 gangguan/tahun dan nilai U untuk LP1-LP9 sebesar 4,5384 jam/tahun.

Setelah itu dilakukannya perhitungan berdasarkan indeks SAIFI yaitu jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi pada pelanggan per tahun, dan perhitungan berdasarkan indeks SAIDI yaitu nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi pada pelanggan selama satu tahun.

Sebagai salah satu contoh, perhitungan SAIFI pada titik beban 1, dengan mengalikan jumlah pelanggan  $N_{LP1}$  pada titik beban tersebut dengan  $\lambda_{LP1}$ , lalu dibagi dengan total jumlah pelanggan pada *Section 1*. Perhitungannya sebagai berikut.

$$SAIFI_{LP1} = \frac{N_{LP1} \times \lambda_{LP1}}{N_{Section1}} = \frac{29 \times 1,5028}{730} = 0,157332852 \text{ f/customer.yr}$$

Sedangkan SAIDI pada titik beban 1 didapat dari perkalian jumlah konsumen  $N_{LP1}$  pada titik beban tersebut dengan  $U_{LP1}$  lalu dibagi dengan total jumlah pelanggan pada *Section 1*. Perhitungannya sebagai berikut.

$$SAIDI_{TBI} = \frac{N_{LP1} \times U_{LP1}}{N_{Section1}} = \frac{29 \times 4,5384}{730} = 0,475139354 \text{ hr/customer.yr}$$

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI dari setiap titik beban pada *Section 1*. Berikut ini tabel dari *Section 1*

TABEL. 9  
INDEKS KEANDALAN *SECTION 1*

No.	Titik Beban	SAIFI ( fault/cust.yr )	SAIDI ( hour/cust.yr )
1	LP1	0,157332852	0,475139354
2	LP2	0,005425271	0,016384116
3	LP3	1,406895307	1,928808664
4	LP4	0,292964621	2,884742238
5	LP5	0,005425271	0,916384116
6	LP6	0,092229603	1,278529964
7	LP7	0,217010835	1,655364621
8	LP8	0,260412996	2,786437545
9	LP9	0,065103249	0,996609386
Total		1,902800005	13,538400004

c) *Perhitungan Section 2 pada Penyulang Atapupu*  
Daftar kegagalan yang terdapat pada *Section 2* dapat dilihat pada *Section Technique Worksheet Section 2* berikut.

TABEL. 10  
SECTION TECHNIQUE WORKSHEET SECTION 2

No.	Daftar Peralatan Nama Peralatan	Efek Sistem Titik Beban Yang Dipengaruhi
1	TB 19/100	LP10
2	TBG – SKP – 05/50	LP11
3	TB 68/100	LP12
4	TB 10/100	LP13
5	SL 01/50	LP14
6	SL 02/50	LP15
7	SL 03/50	LP16
8	Saluran LP10	LP10 – LP16
9	Saluran LP11	LP10 – LP16
10	Saluran LP12	LP10 – LP16
11	Saluran LP13	LP10 – LP16
12	Saluran LP14	LP10 – LP16
13	Saluran LP15	LP10 – LP16
14	Saluran LP16	LP10 – LP16

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan  $\lambda$  dan lama kegagalan  $U$  tiap titik beban pada *Section 2*.

TABEL. 11  
NILAI FREKUENSI KEGAGALAN DAN LAMA  
KEGAGALAN TITIK BEBAN SECTION 2

No.	Peralatan	$\lambda$ ( fault/year )	$U$ ( hour/year )
1	LP10	0,1108	0,3324
2	LP11	0,1396	0,4188
3	LP12	0,029	0,087
4	LP13	0,38	1,14
5	LP14	0,32	0,96
6	LP15	0,36	1,08
7	LP16	0,3	0,9

Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI dari setiap titik beban pada *section 2*. Berikut ini adalah tabel dari *Section 2*.

TABEL. 12  
INDEKS KEANDALAN SECTION 2

No.	Titik Beban	SAIFI ( fault/cust.yr )	SAIDI ( hour/cust.yr )
1	LP10	0,702083002	0,106249007
2	LP11	0,003618985	1,810856954
3	LP12	0,003618985	1,810856954
4	LP13	0,441516115	1,724548344
5	LP14	1,814475938	1,943427815
6	LP15	0,086855629	2,960566887
7	LP16	0,387231347	1,161694043
Total		2,519400001	8,918200004

Setelah diketahui hasil dari indeks keandalan di setiap *Section* dan dengan menjumlahkan indeks keandalan dari tiap *Section* tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan hasil dari indeks keandalan pada penyulang Atapupu di PLN Rayon Atambua. Dapat disimak pada tabel berikut.

TABEL. 13  
INDEKS KEANDALAN SISTEM PER SECTION

No.	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI ( fault/cust.yr )	SAIDI ( hour/cust.yr )
1	1,902800005	13,538400004
2	2,519400001	8,9182000042
Total	4,49422	22,230566

Pada penyulang Atapupu yang telah dievaluasi, diperoleh nilai SAIFI 4,622200006 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI 22,456600046 (*hr/customer.yr*).

TABEL. 14  
INDEKS KEANDALAN METODE SECTION  
TECHNIQUE

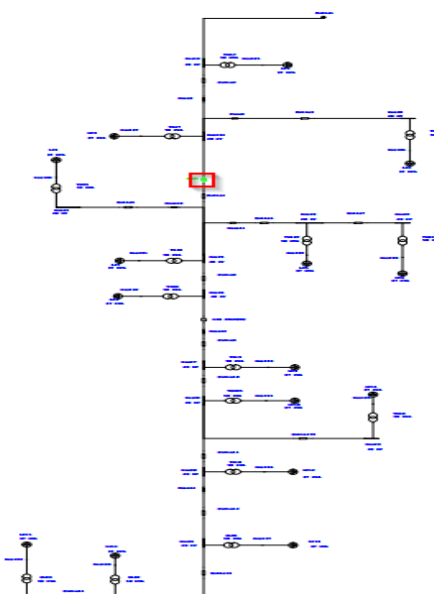
No.	Nama Penyulang	SAIFI ( fault/cust.yr )	SAIDI ( hour/cust.yr )
1	ATAPUPU	4,49422	22,230566
2	TINI	4,741995966	18,67267722
3	NAIMUTI	4,495927689	22,20378307

B. *Simulasi ETAP Peningkatan Indeks Keandalan*

Setelah memperoleh nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI yang belum mendekati SPLN, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah proses simulasi pemasangan *Recloser* pada *software ETAP* di penyulang Atapupu dengan melakukan percobaan 1–4 yang mana percobaan tersebut akan menentukan tempat yang paling strategis untuk pemasangan *Recloser* guna meningkatkan keandalan dan memperoleh hasil yang lebih efisien serta membandingkan hasil simulasi tersebut dengan perhitungan menggunakan metode *Section Technique*.

Perbandingan hasil dari perhitungan metode *Section Technique*, simulasi ETAP kondisi *eksisting* dan percobaan 1–4 pada 3 penyulang

a) Penyulang Atapupu



Gambar 4.1 Percobaan Penempatan *Recloser* Pada Penyulang Atapupu

TABEL. 15

Penyulang Atapupu		
Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
Standar PLN	3,21	21,094
<i>Section Technique</i>	4,4942	22,2035
ETAP Eksisting	4,5196	23,1499
Percobaan 1	3,8132	22,5734
Percobaan 2	3,2977	21,0076
Percobaan 3	3,4813	21,8006
Percobaan 4	3,5781	21,9651

Hasil paling optimal untuk meningkatkan keandalan dari simulasi pemasangan *Recloser* di penyulang Atapupu dengan *running* pada *software* ETAP terdapat pada percobaan 2. Dimana *Recloser* tersebut di pasang pada line 4 diantara TB47 dan TB48.

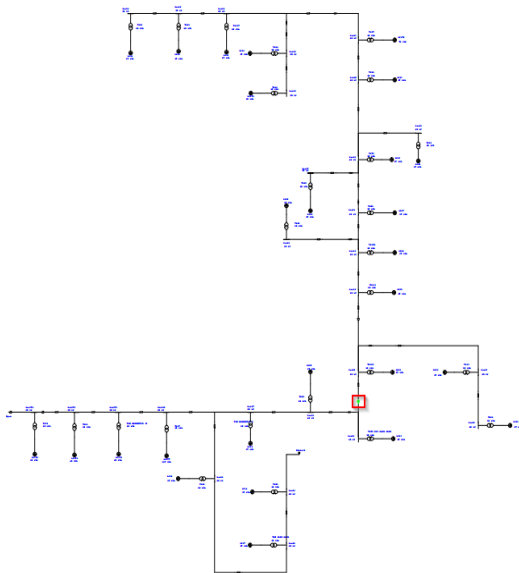
**SUMMARY**

System Indexes

SAIFI 3.2977 f / customer.yr  
SAIDI 21.0076 hr / customer.yr  
CAIDI 6.370 hr / customer interruption  
ASAI 0.9976 pu  
ASUI 0.00240 pu  
EENS 10.582 MW hr / yr  
ECOST 0.00 \$ / yr  
AENS 0.6614 MW hr / customer.yr  
IEAR 0.000 \$ / kW hr

Gambar 4.2 Nilai SAIFI dan SAIDI sesudah pemasangan *recloser*

b) Penyulang Tini



Gambar 4.3 Percobaan Penempatan *Recloser* Pada Penyulang Tini

TABEL. 16

Penyulang Tini		
Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
Standar PLN	3,21	21,094
<i>Section Technique</i>	4,7419	18,6726
ETAP Eksisting	4,8364	19,9709
Percobaan 1	4,1093	19,8367
Percobaan 2	3,7953	19,4069
Percobaan 3	3,4392	18,9950
Percobaan 4	3,9807	19,7721

Hasil paling optimal untuk meningkatkan keandalan dari simulasi pemasangan *Recloser* di penyulang Tini dengan *running* pada *software* ETAP terdapat pada percobaan 3. Dimana *Recloser* di pasang pada line 21 diantara TB05 dan TB122.

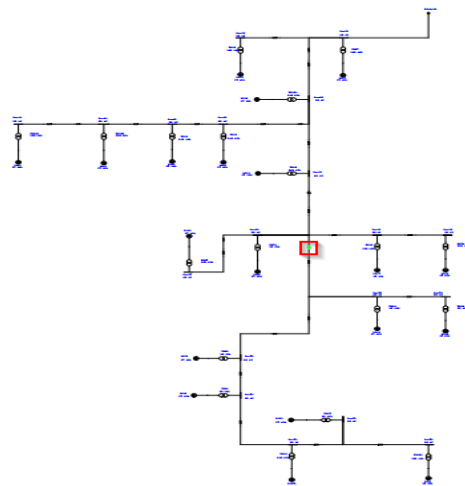
**SUMMARY**

System Indexes

SAIFI 3.4392 f / customer.yr  
SAIDI 18.9950 hr / customer.yr  
CAIDI 5.523 hr / customer interruption  
ASAI 0.9978 pu  
ASUI 0.00217 pu  
EENS 18.516 MW hr / yr  
ECOST 0.00 \$ / yr  
AENS 0.6858 MW hr / customer.yr  
IEAR 0.000 \$ / kW hr

Gambar 4.4 Nilai SAIFI dan SAIDI sesudah pemasangan *recloser*

c) Penyulang Naitimu



Gambar 4.5 Percobaan Penempatan *Recloser* Pada Penyulang Naitimu

TABEL. 17

Penyulang Naitimu		
Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
Standar PLN	3,21	21,094
Section Technique	4,4959	22,2037
ETAP Eksisting	4,6310	24,7972
Percobaan 1	4,1992	22,1173
Percobaan 2	3,8219	21,1173
Percobaan 3	3,7741	20,4391
Percobaan 4	3,5683	19,5924

Hasil paling optimal untuk meningkatkan keandalan dari simulasi pemasangan *Recloser* di penyulang Naitimu dengan *running* pada *software* ETAP terdapat pada percobaan 4. Dimana *Recloser* dipasang pada line 41 diantara TB50 dan TB56.

**SUMMARY**

**System Indexes**

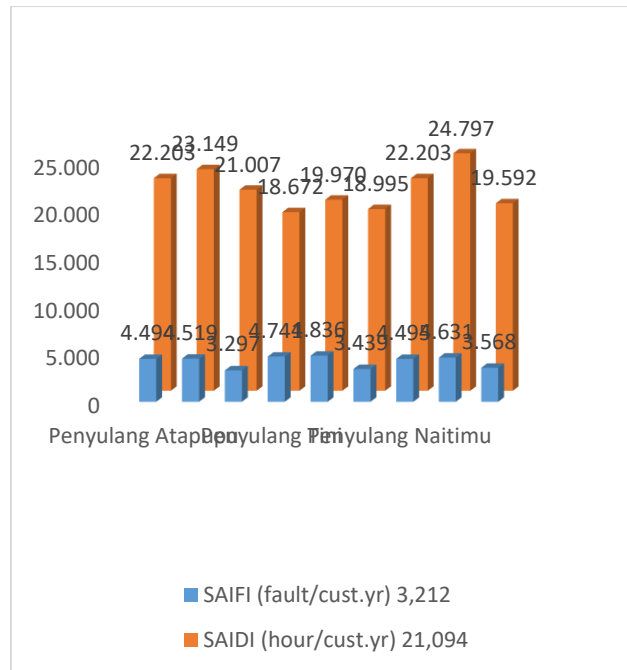
SAIFI	3.5683 f / customer.yr
SAIDI	19.5924 hr / customer.yr
CAIDI	5.491 hr / customer interruption
ASAI	0.9978 pu
ASUI	0.00224 pu
EENS	12.274 MW hr / yr
ECOST	0.00 \$ / yr
AENS	0.6460 MW hr / customer.yr
IEAR	0.000 \$ / kW hr

Gambar 4.6 Nilai SAIFI dan SAIDI sesudah pemasangan *Recloser*

TABEL. 18  
PERBANDINGAN INDEKS KEANDALAN

Penyulang	Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
	Standar PLN	3,21	21,094
Penyulang Atapupu	Section Technique	4,4942	22,2035
	ETAP Eksisting	4,5196	23,1499
	Percobaan Paling Optimal	3,2977	21,0076
Penyulang Tini	Section Technique	4,7419	18,6726
	ETAP Eksisting	4,8364	19,9709
	Percobaan Paling Optimal	3,4392	18,9950
Penyulang Naitimu	Section Technique	4,4959	22,2037
	ETAP Eksisting	4,6310	24,7972

	Percobaan Paling Optimal	3,5683	19,5924
--	--------------------------	--------	---------



Gambar 8. Grafik Perbandingan Indeks Keandalan

V. KESIMPULAN

Dari hasil dari perhitungan dan analisa pada penelitian ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Dengan menggunakan perhitungan metode *Section Technique* diperoleh indeks keandalan Penyulang Atapupu yaitu SAIFI = 4,4942 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 22,2035 (*hr/customer.yr*), Penyulang Tini yaitu SAIFI = 4,7419 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 18,6726 (*hr/customer.yr*) dan Penyulang Naitimu yaitu SAIFI = 4,4959 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 22,2037 (*hr/customer.yr*). Nilai SAIFI di ketiga penyulang masih belum sesuai dengan SPLN, tetapi sudah mendekati. Nilai SAIDI pada penyulang Tini sudah sesuai dan 2 penyulang lainnya sudah mendekati SPLN yang ada.
- Dari hasil perhitungan menggunakan ETAP kondisi *eksisting* diperoleh indeks keandalan Penyulang Atapupu SAIFI = 4,5196 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 23,1499 (*hr/customer.yr*). Penyulang Tini SAIFI = 4,8364 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 19,9709 (*hr/customer.yr*) dan Penyulang Naitimu SAIFI = 4,6310 (*f/customer.yr*) dan SAIDI = 24,7972 (*hr/customer.yr*). Dan setelah melakukan percobaan 1 – 4 didapatkan nilai paling optimal di penyulang Atapupu pada percobaan 2 dengan nilai SAIFI = 4,5196 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI = 23,1499 (*hr/customer.yr*). Di penyulang Tini pada percobaan 3 dengan nilai SAIFI = 3,4392 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI = 18,9950 (*hr/customer.yr*). Di penyulang Naitimu pada percobaan 4 dengan nilai SAIFI = 3,5683 (*f/customer.yr*) dan nilai SAIDI = 19,5924 (*hr/customer.yr*).
- Pemasangan *Recloser* sangat membantu dalam peningkatan indeks keandalan maupun faktor ekonomis sistem distribusi PLN Rayon Atambua, karena penggunaan *Recloser* mampu mengurangi atau mempercepat durasi gangguan. Seperti diketahui bahwa *Recloser* dapat bekerja secara otomatis dan dapat disetting 2 kali/lebih beroperasi pada saat terjadi gangguan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, E.R. (2009). *Electric Power Distribution Reliability Second Edition*. America : CRC Press Taylor & Francis Group.
- [2] Xie, K., Zhou, J dan Billinton, R. (2008). Fast algorithm for the reliability evaluation of large scale electrical distribution networks using the section technique. *IET Gener. Transm. Distrib., Vol.2, No.5, pp.701-707*.
- [3] Gonen, T. (1986). *Electric Power Distribution System Engineering*. Mc Graw-Hill.
- [4] Goenadi, C., Hernanda, S.N.G.I dan Penangsang, O. (2012). Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di PT. PLN Distribusi Jawa Timur Kediri dengan Metode Simulasi Section Technique. *Jurnal Teknik POMITS Vol.1, No.1*.
- [5] Mir'atussaada, A. (2015). Evaluasi Cara Kerja Auto Recloser Sebagai Pengaman Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Keramasan. *Laporan Akhir*.
- [6] Pansini, A.j (1992) *Electrical Distribution Engineering*. 2nd Ed.
- [7] PT. PLN ( Persero ) Wilayah Nusa Tenggara Timur. (2017). Data-Data Yang Digunakan PLTD Kota Atambua – Kab. Belu.
- [8] Wicaksono H P and Hernanda I G N S 2012 “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique” J. Tek. Its 1 ( 1 ) pp. 153 – 158.
- [9] Fangxing Li, Member, IEEE “Distributed Processing of Reliability Index Assessment and Reliability-Based Network Reconfiguration in Power Distribution Systems”

