

## OPTIMASI PENEMPATAN *RECLOSER* UNTUK KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV MATARAM-LOMBOK MENGGUNAKAN METODE *LOAD MODEL SECTION*

<sup>1</sup>M Teguh Septian Purnama, <sup>2</sup> Widodo Pudji Muljanto

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang Indonesia

<sup>1</sup>purnamateguh22@gmail.com, <sup>2</sup> widodo\_pm@lecturer.itn.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa keandalan sistem jaringan listrik 20 kv pada jaringan distribusi Lombok. Penelitian ini menggunakan data data yg diperoleh dari laporan gangguan yang terjadi selama rentan waktu yg telah ditentukan, guna meningkatkan keandalan dalam sistem penyaluran listrik ke konsumen maka harus diperhatikan kontinuitas penyalurannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan recloser memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keandalan sistem. Dengan penggunaan serta penempatan recloser dapat meningkatkan keandalan dalam mendistribusikan tegangan listrik, juga dapat menghemat tenaga bagi para pekerja ketika sedang terjadi gangguan di lapangan, karena sifat dari recloser itu sendiri yang bisa memutuskan dan menyambung secara otomatis setelah gangguan selesai.

**Kata Kunci:** *Recloser, keandalan sistem, sistem distribusi mataram*

### I. PENDAHULUAN

Seiring dengan kebutuhan energi listrik yang makin lama semakin meningkat maka penyuplai energi listrik dituntut untuk dapat bisa meningkatkan keandalan jaringan sistem tenaga listrik, yakni kontinuitas penyaluran energi listrik hingga ke pelanggan dapat tetap terjaga dengan baik. Namun terkadang tidak dalam kenyataannya, sistem penyaluran atau distribusi tenaga listrik yang kita tahu sendiri sangat rentan terhadap gangguan, baik itu gangguan dari luar atau gangguan dari sistem penyaluran itu sendiri. Dalam hal ini sistem distribusi yang paling dekat dengan pelanggan, sehingga keandalan dalam sistem akan langsung berdampak kepada pelanggan. Untuk mengatasi hal ini dibutuhkan suatu sistem proteksi pada sistem distribusi. Dengan adanya sistem proteksi ini diharapkan setiap gangguan dapat diselesaikan dengan cepat dan kerugian yang diakibatkan oleh gangguan yang terjadi dapat diminimalisir. Apabila terjadi gangguan

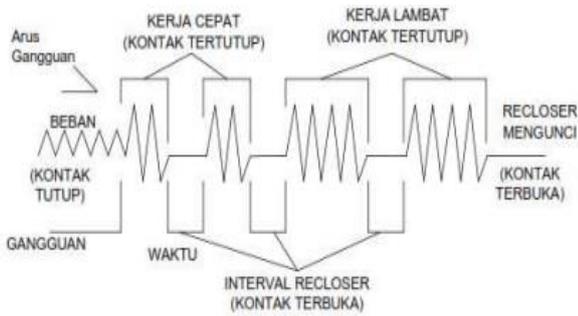
pada sistem penyaluran listrik atau pada sistem distribusi listrik yang menuju ke pelanggan maka dituntut agar pemadaman tidak terlalu lama. Indeks yang menunjukkan tingkat keandalan dari suatu sistem distribusi itu sendiri diantaranya adalah SAIDI (Sistem Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (Sistem Average Interruption Frequency Index).

SAIDI merupakan indeks yang menghitung rata - rata durasi kegagalan yang dialami pelanggan, Sedangkan SAIFI merupakan indeks yang menghitung rata-rata jumlah kegagalan yang terjadi per pelanggan dalam satuan waktu tertentu. Penulis memberi saran untuk memaksimalkan keandalan sistem perlu dilakukan penempatan penambahan recloser yang lebih optimal. Jadi, penelitian ini mencoba untuk mengkaji penempatan recloser baru menggunakan metode load model section

### II. KAJIAN PUSTAKA

#### A. Recloser

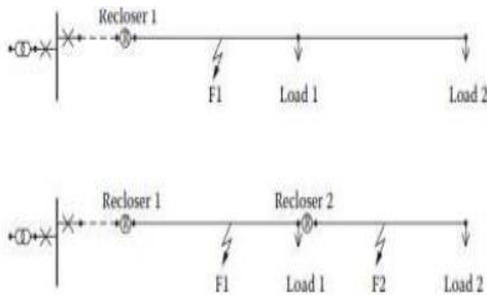
Recloser merupakan suatu peralatan proteksi atau pengaman pada sistem penyaluran energi listrik yang fungsinya untuk meminimalisir area yang terkena dampak dari gangguan. Alat ini bekerja untuk mengamankan jaringan dari berbagai gangguan, contohnya hubung singkat, gangguan antar fasa maupun gangguan fasa ke tanah. Berikut gambar dibawah merupakan alur kerja dari alat pengaman recloser



Gambar 1. Interval Waktu Kerja Recloser

### B. Pengaruh Posisi Recloser

Tujuan dari pemasangan recloser pada sistem penyaluran listrik adalah untuk meminimalkan daerah yang terkena dampak gangguan. Oleh karena itu posisi recloser sangat berpengaruh terhadap beban saat terjadi gangguan di jaringan. Berikut gambar dibawah ini adalah merupakan contoh jaringan distribusi yang dilengkapi dengan recloser



Gambar 2. Pemasangan Recloser Pada Jaringan

Pada gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa terdapat 2 jaringan distribusi yang masing masing memiliki 1 dan 2 buah recloser. Jika gangguan terjadi di F01 maka recloser 01 akan beroperasi sehingga beban 1 (load 1) dan beban 2 (load 2) akan secara langsung mengalami pemadaman. Penambahan recloser 2 akan meminimalisir jumlah beban yang terkena dampak gangguan. Apabila gangguan terjadi di F02 maka hanya recloser 02 saja yang beroperasi dan beban 2 secara otomatis terputus dari suplai listrik. sedangkan beban 1 tidak mengalami pemadaman. Maka semakin banyak recloser yang dipasang semakin banyak beban yang dapat dihindari dari gangguan atau pemadaman.

### C. Penempatan Optimal Recloser

Alasan utama perusahaan distribusi penyalur listrik menginstal recloser adalah untuk meningkatkan sistem keandalan. Oleh karena itu penempatan pemasangan recloser selain melihat indeks keandalan dari sistem distribusi itu sendiri perlu diperhatikan posisi jaringan distribusi tersebut, biasanya penempatan pemasangan recloser itu sendiri pada tempat tempat yang susah dijangkau oleh tim unit pelayanan jaringan, yang sekiranya membutuhkan waktu lama untuk mencapai tempat tersebut untuk perbaikan. Selanjutnya pada daerah yang rawan terjadinya pohon

tumbang yang akan menyebabkan terganggunya sistem jaringan

### D. Metode Section

Section Technique merupakan suatu metode terstruktur yang bertujuan untuk menganalisis suatu sistem. Metode ini mengevaluasi keandalan sistem distribusi berdasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari suatu peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek atau konsekuensi dari gangguan individual peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan penganalisisan apa yang terjadi jika gangguan terjadi. Kemudian dari masing-masing kegagalan peralatan tersebut dianalisis dari semua titik beban (load point). Indeks keandalan yang dihitung antara lain adalah indeks-indeks titik beban (load point) dan indeks-indeks sistem, baik secara section maupun keseluruhan. Indeks titik beban itu sendiri antara lain.

- Frekuensi gangguan (failure rate)

$$\lambda_{LP} = \sum_{i=K} \lambda_i \quad (1)$$

Dimana:

$\lambda_i$  = laju kegagalan untuk peralatan

K = semua peralatan yang berpengaruh terhadap load point

- Lama/durasi gangguan tahunan rata-rata untuk load point  $\lambda_{LP}$  dengan persamaan ULP

$$\sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i x r_j \quad (2)$$

Dimana:

$r_j$  = waktu perbaikan (repairing time atau switching time)

- SAIFI (Sistem Average Interruption Frequency Index) Sistem Average Interruption Frequency Index merupakan indeks yang digunakan untuk menilai tingkat keandalan dari sistem penyaluran listrik, dimana indeks ini menghitung rata – rata jumlah pemadaman yang dirasakan per pelanggan dalam selang waktu tertentu.

$$SAIFI = \frac{\sum (\text{kali padam} \times \sum \text{pelanggan padam})}{\sum \text{Pelanggan dalam satu periode}} \times 100 \%$$

$$SAIFI = \frac{\sum \alpha \times N^i}{\sum N^i} \quad (3)$$

Dengan :  $\alpha$  adalah failure rate,  $N_i$  adalah jumlah pelanggan yang dilayani pada titik  $i$ . nilai SAIFI dapat digambarkan sebagai besarnya failure rate ( $\lambda$ ) sistem distribusi keseluruhan ditinjau dari sisi pelanggan.

- SAIDI (Sistem Average Interruption Duration Index) Menggambarkan durasi atau lama pemadaman rata-rata yang dialami pelanggan. Indeks ini dirumuskan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\sum (\text{kali padam} \times \sum \text{pelanggan padam})}{\sum \text{Pelanggan dalam satu periode}} \times 100 \%$$

$$SAIDI = \frac{\sum U^i N^i}{\sum N^i} \quad (4)$$

U<sup>i</sup> adalah durasi pemadaman dalam satu tahun pada beban titik i

### E. Konsep Dasar Keandalan Sistem Distribusi

Adapun teori dan tipe – tipe penunjang yang digunakan penulis untuk mengerjakan Penelitian ini, antara lain:

1. Sistem Radial
2. Sistem Spindle
3. Sistem Ring/Loop
4. Sistem Cluster
5. Sistem Mesh

#### 1. Sistem Radial

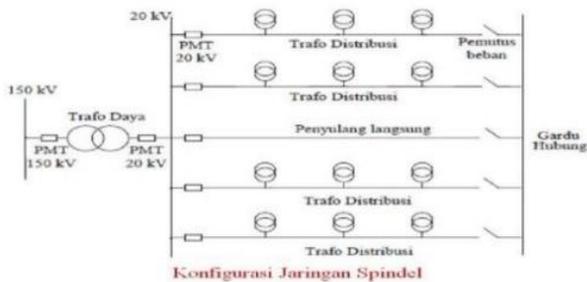
Merupakan suatu jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan murah biaya investasinya. Pada jaringan ini arus yang paling besar adalah arus yang paling dekat dengan Gardu Induk.



Gambar 3. Sistem Distribusi Radial

#### 2. Sistem Spindle

Jaringan ini merupakan jaringan distribusi tipe primer. gabungan dari struktur radial yang ujung-ujungnya bisa disatukan dengan gardu hubung dan terdapat penyulang ekspres.



Gambar 4. Sistem Distribusi Spindle

#### 3. Sistem Ring / Loop

Tipe jaringan ini merupakan jaringan distribusi primer, gabungan dari dua tipe jaringan radial yang ujung kedua

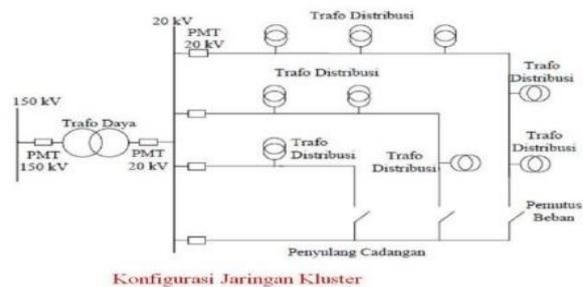
jaringan ini dipasangkan PMT. Dalam keadaan normal jaringan ini bekerja secara radial dan pada saat terjadinya gangguan, PMT bisa dioperasikan sehingga gangguan dapat terlokalisasi.



Gambar 5. Sistem Distribusi Loop

#### 4. Sistem Cluster

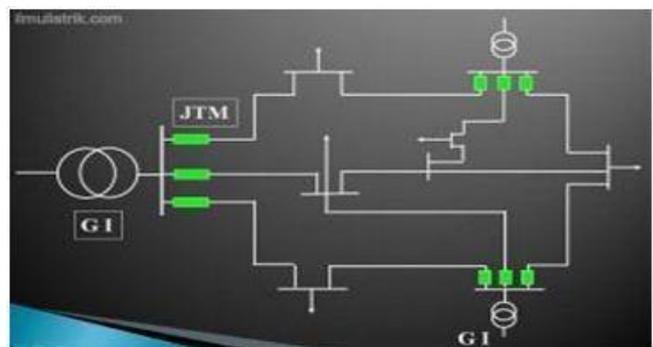
Tipe sistem jaringan ini pada dasarnya sama dengan jaringan spindle, tetapi gardu hubungnya lebih dari satu. Biaya investasi pembangunannya lebih mahal dari struktur spindle, akan tetapi keandalannya juga lebih tinggi.



Gambar 6. Sistem Distribusi Cluster

#### 5. Sistem Mesh

Struktur jaringan distribusi primer tipe ini dibentuk dari beberapa Gardu Induk yang saling dihubungkan sehingga daya beban disuplai oleh lebih dari satu gardu Induk dibandingkan dengan dua tipe sebelumnya, tipe ini lebih handal namun biaya investasinya juga lebih mahal.



Gambar 7. Sistem Distribusi Mesh

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam menganalisa Indeks Keandalan Sistem pada Jaringan Distribusi 20 KV di PT. PLN Rayon Mataram penelitian ini dimulai dengan survey data. Data yang diperoleh kemudian dilakukkann perhitungan menggunakan metode Section untuk memperoleh nilai SAIFI dan SAIDI, serta mengimplentasikan pemasangan Recloser dengan mensimulasikannya pada Software ETAP Power Station.

#### A. Lokasi Penelitian

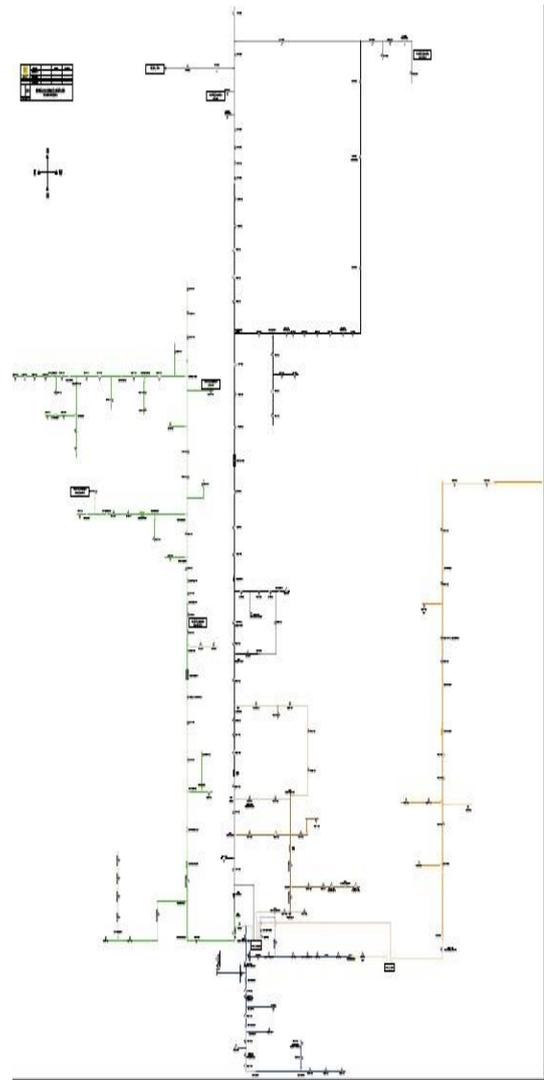
Lokasi penelitian merupakan tempat penelitian turun ke lapangan guna melakukan penelitian dan pengumpulan data. Lokasi tempat penelitian adalah system distribusi listrik 20KV Mataram-Lombok

#### B. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif ,yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan cara pengumpulan data secara langsung dan menganalisisnya serta mengambil suatu kesimpulan yang dapat di gunakan sebagai dasar pertimbangan.

#### C. Analisa Pengolahan Data

Yaitu menganalisa kembali data – data yang di peroleh dari berbagai sumber dengan metode yang digunakan, data hasil studi lapangan dan studi literatur yang sesuai dengan permasalahan dikaji dan dibahas dengan menggunakan software. Berikut merupakan beberapa data yang didapatkan atau dikumpulkan



Gambar 8. Single Line Diagram PT.PLN Mataram

Tabel 1. Panjang Saluran Dan Jumlah Pelanggan Tiap Titik  
Beban Penyulang Cemara

No.	Penyulang Cemara			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	28	Line1	0,557
2	LP2	1	Line2	1,1
3	LP3	74	Line3	0,146
4	LP4	56	Line4	1,5
5	LP5	1	Line5	0,648
6	LP6	15	Line6	0,218
7	LP7	42	Line7	1,3
8	LP8	47	Line8	0,847
9	LP9	13	Line9	1,2
10	LP10	190	Line10	0,553
11	LP11	14	Line11	0,697
12	LP12	1	Line12	0,148
13	LP13	123	Line13	1,9
14	LP14	4	Line14	1,6
15	LP15	25	Line15	1,8
16	LP16	104	Line16	1,5
17	LP10	197	Line17	0,554
Total		936		

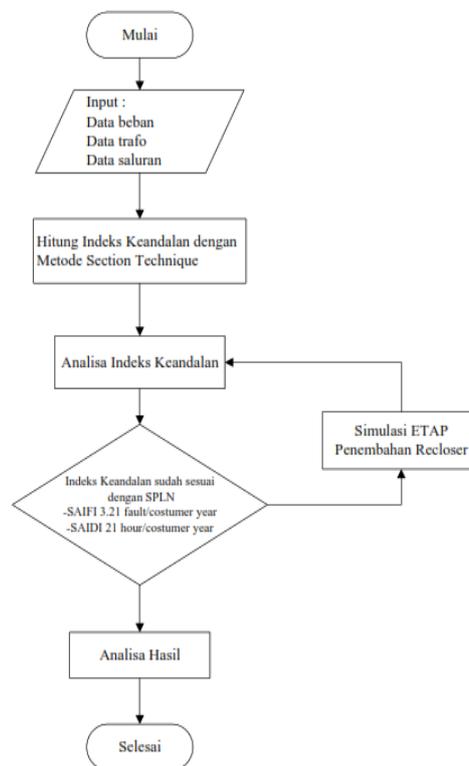
Tabel 2. Panjang Saluran Dan Jumlah Pelanggan Tiap Titik Beban Penyulang Gomong

No.	Penyulang Gomong			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	250	Line1	0,9
2	LP2	10	Line2	0,76
3	LP3	1	Line3	0,353
4	LP4	200	Line4	0,109
5	LP5	24	Line5	0,25
6	LP6	105	Line6	0,112
7	LP7	75	Line7	1,3
8	LP8	29	Line8	0,480
9	LP9	214	Line9	1,3
10	LP10	210	Line10	0,437
11	LP11	1	Line11	1,5
12	LP12	210	Line12	1,5
13	LP13	1	Line13	0,330
14	LP14	112	Line14	0,553
15	LP15	11	Line15	0,064
16	LP16	240	Line16	0,117
17	LP10	208	Line17	1,3
18	LP18	94	Line18	0,166
19	LP19	60	Line19	1,4
20	LP20	69	Line20	0,636
21	LP21	1	Line21	0,036
22	LP22	64	Line22	1,4
23	LP23	22	Line23	0,049
24	LP24	1	Line24	0,31
25	LP25	90	Line25	0,370
26	LP26	19	Line26	1,4
27	LP27	146	Line27	0,312
Total		2.467		

Tabel 3. Panjang Saluran Dan Jumlah Pelanggan Tiap Titik Beban Penyulang Pejangik

No.	Penyulang pejangik			
	Titik Beban	Jumlah Pelanggan	Saluran Penyulang	Panjang ( km )
1	LP1	380	Line1	0,954
2	LP2	199	Line2	0,753
3	LP3	126	Line3	0,554
4	LP4	85	Line4	1,1
5	LP5	67	Line5	0,754
6	LP6	1	Line6	0,613
7	LP7	37	Line7	1,3
8	LP8	428	Line8	0,981
9	LP9	31	Line9	0,964
10	LP10	220	Line10	1,3
11	LP11	178	Line11	1,5
12	LP12	41	Line12	1,6
13	LP13	124	Line13	0,954
14	LP14	1	Line14	1,5
15	LP15	12	Line15	1,7
16	LP16	75	Line16	1,3
17	LP10	225	Line17	1,2
18	LP18	31	Line18	1,4
19	LP19	1	Line19	1,1
Total		2.262		

D. Gambar Flowchart Penyelesaian Masalah



Gambar 9. Flowchart Penelitian

#### IV. SIMULASI DAN ANALISA

Pada bagian ini membahas mengenai keandalan dari tiga penyulang penyaluran distribusi. Ketiga penyulang tersebut

antara lain yang pertama penyulang cemara ,kedua yaitu penyulang gomong dan yang terakhir adalah penyulang pejanggik.

**A. Perhitungan Menggunakan Metode Load Model Section**

Dalam menganalisa keandalan sistem pada jaringan distribusi 20 kV Mataram-Lombok menggunakan metode load model Section yaitu dengan membagi penyulang menjadi beberapa section. Setelah terbagi menjadi beberapa section, kemudian menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi kegagalan (U) tiap-tiap load point pada setiap section.

Standar yang digunakan dalam perhitungan yaitu standar PLN 59 : 1985 untuk laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan 20 KV. Berikut perhitungan keandalan tiap section pada tiga penyulang di system distribusi 20KV Mataram

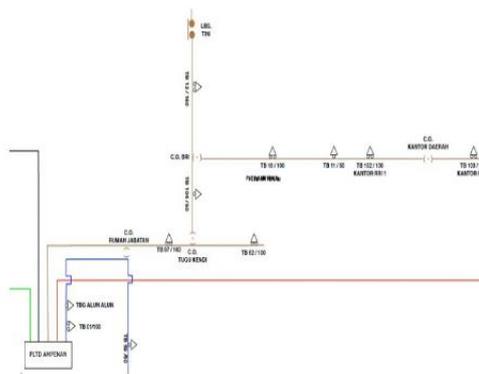
**1) Penyulang 1 (Cemara)**

Penyulang Cemara sendiri dibagi menjadi 2 section. Berikut ini adalah hasil perhitungan pada penyulang Cemara untuk masing-masing section. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari suatu kegagalan peralatan dalam sistem distribusi dapat dilihat dalam daftar mode kegagalan pada Section I ini akan ditampilkan dalam Section Worksheet Section I pada tabel berikut.

Tabel 4. Section Worksheet

No.	Daftar Peralatan Nama Peralatan	Efek Sistem Titik Beban Yang Dipengaruhi
1	CB	TB 01 - TB 19
2	LBS	TB 01 - TB 19
3	TB 07/160	LP1
4	TB 82/100	LP2
5	TB 104/50	LP3
6	TB 18/100	LP4
7	TB 11/50	LP5
8	TB 102/100	LP6
9	TB 103/100	LP7
10	TB 12/160	LP8
11	TB 74/50	LP9
12	TB 27/100	LP10
13	TB 33/160	LP11
14	TB 79/50	LP12
15	Saluran L1	LP1 -LP12
16	Saluran L2	LP1 -LP12
17	Saluran L3	LP1 -LP12
18	Saluran L4	LP1 -LP12
19	Saluran L5	LP1 -LP12
20	Saluran L6	LP1 -LP12
21	Saluran L7	LP1 -LP12
22	Saluran L8	LP1 -LP12
23	Saluran L9	LP1 -LP12
24	Saluran L10	LP1 -LP12
25	Saluran L11	LP1 -LP12
26	Saluran L12	LP1 -LP12

Perhitungan Section 1 pada penyulang Cemara Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan  $\lambda$  dan lama kegagalan U tiap titik beban.



Gambar 10. Section 1 Pada Penyulang Cemara

Tabel 5. Titik beban, Nama trafo dan Jumlah pelanggan pada penyulang Cemara Section 1

No	Titik Beban	Trafo Distribusi	Jumlah Pelanggan
1	LP1	TB 07/160	383
2	LP2	TB 82/100	200
3	LP3	TB 104/50	122
4	LP4	TB 18/100	93
5	LP5	TB 11/50	57
6	LP6	TB 102/100	1
7	LP7	TB 103/100	38
8	LP8	TB 12/160	428
9	LP9	TB 74/50	30
10	LP10	TB 27/100	216
11	LP11	TB 33/160	182
12	LP12	TB 79/50	40
Total			1.790

Diambil dari satu kasus percobaan pada titik beban 01 LP1,  $\lambda_{LP1}$  diperoleh dari penjumlahan failure rate peralatan yang mempengaruhi LP1 dan perkalian failure rate pada saluran udara dengan panjang salurannya dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 6. Perhitungan ( $\lambda$ ) Titik Beban

No.	Peralatan	Failure Rate Peralatan	Panjang Saluran	$\lambda$ (fault/year)
1	CB	0,004	-	0,004
2	LBS	0,003	-	0,003
3	LP1	0,2	0,954	0,1908
4	LP2	0,2	0,753	0,1506
5	LP3	0,2	0,554	0,1108
6	LP4	0,2	1,1	0,22
7	LP5	0,2	0,754	0,1508
8	LP6	0,2	0,613	0,1226
9	LP7	0,2	1,3	0,26
10	LP8	0,2	0,981	0,1962
11	LP9	0,2	0,964	0,1928
12	LP10	0,2	1,3	0,26
13	LP11	0,2	1,5	0,3
14	LP12	0,2	1,6	0,32
Total				2,4746

Diambil dari satu kasus pada titik beban 01 LP1, (U) diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian ( $\lambda$ ) dengan waktu perbaikan ( repair time ). Dapat dilihat pada tabel dibawah berikut ini

Tabel 7. Perhitungan (U) Titik Beban

No.	Peralatan	$\lambda$ ( <i>fault/year</i> )	Waktu Perbaikan ( <i>hour/year</i> )	U ( <i>hour/year</i> )
1	CB	0,004	10	0,04
2	LBS CM	0,003	10	0,03
3	LP1	0,1908	3	0,5724
4	LP2	0,1506	3	0,4518
5	LP3	0,1108	3	0,3324
6	LP4	0,22	3	0,66
7	LP5	0,1508	3	0,4524
8	LP6	0,1226	3	0,3678
9	LP7	0,26	3	0,78
10	LP8	0,1962	3	0,5886
11	LP9	0,1928	3	0,5784
12	LP10	0,26	3	0,78
13	LP11	0,3	3	0,9
14	LP12	0,32	3	0,96
Total				7,4238

Dari tabel 7 diatas, diperoleh nilai  $\lambda$  untuk LP01 sampai LP012 sebesar 2,4746 gangguan/tahun dan nilai U untuk LP01 sampai LP012 sebesar 7,4232 jam/tahun.

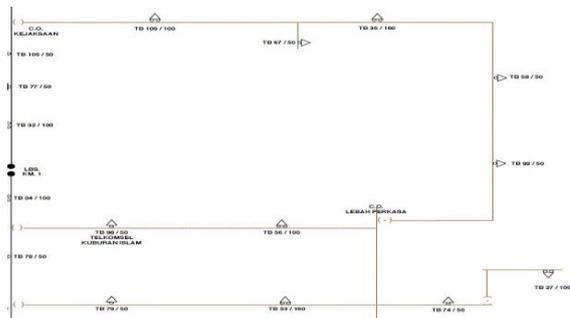
Selanjutnya melakukan perhitungan nilai SAIFI (SystemAverage Interruption Frequency Index) yaitu jumlah rata - rata kegagalan yang terjadi pada tiap pelanggan dalam kurun waktu satu tahun, dan nilai SAIDI (System Average Interruption Duration Index) yaitu nilai rata - rata dari lamanya atau durasi dari kegagalan yang terjadi untuk setiap pelanggan selama satu tahun.

Tabel 8. Indeks Keandalan Section 1

No	Titik Beban	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
1	LP1	0,532649327	1,597947982
2	LP2	0,277421525	0,832264574
3	LP3	0,167840022	0,503520067
4	LP4	0,131775224	0,395325673
5	LP5	0,079065135	0,237195404
6	LP6	0,001387108	0,004161323
7	LP7	0,049935874	0,149807623
8	LP8	1,240074215	3,720222646
9	LP9	0,040226121	0,120678363
10	LP10	0,302389462	0,907168386
11	LP11	0,249679372	0,749038117
12	LP12	0,055484305	0,166452915
Total		3,12792769	9,383783073

2) Section 2 pada penyulang gomong

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai frekuensi kegagalan ( $\lambda$ ) dan lama kegagalan (U) pada tiap-tiap atau masing-masing titik beban pada Section 2.



Gambar 11. Section 2 Pada Penyulang gomong

Tabel 9. Titik beban, Nama Trafo dan Jumlah pelanggan Penyulang Gomong ( Section 2 )

No	Titik Beban	Trafo Distribusi	Jumlah Pelanggan
1	LP13	TB 56/100	125
2	LP14	TB 98/50	1
3	LP15	TB 92/50	15
4	LP16	TB 58/50	72
5	LP17	TB 35/160	227
6	LP18	TB 67/50	29
7	LP19	TB 109/100	1
Total			470

Diambil satu kasus pada titik beban 01 LP01,  $\lambda$ LP01 diperoleh dari penjumlahan failure rate peralatan yang mempengaruhi LP01 dan perkalian failure rate saluran udara dengan panjang salurannya. Dapat dilihat pada tabel

Diambil dari satu kasus pada titik beban 01 LP01,  $\lambda$ LP01 diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian  $\lambda$  dengan waktu perbaikan ( repair time ). Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Perhitungan( $\lambda$ ) Titik Beban

No.	Peralatan	Failure Rate Peralatan	Panjang Saluran	$\lambda$ ( <i>fault/year</i> )
1	LP13	0,2	0,954	0,108
2	LP14	0,2	1,5	0,3
3	LP15	0,2	1,7	0,1
4	LP16	0,2	1,3	0,2
5	LP17	0,2	1,2	0,24
6	LP18	0,2	1,4	0,2
7	LP19	0,2	1,1	0,22
Total				1,368

Diambil dari satu kasus pada titik beban 01 LP01,  $\lambda$ LP01 diperoleh dari penjumlahan hasil perkalian  $\lambda$  dengan waktu perbaikan ( repair time ). Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11. Perhitungan(U)Titik Beban

No.	Peralatan	$\lambda$ ( <i>fault/year</i> )	Waktu Perbaikan	$U$ ( <i>hour/year</i> )
1	LP13	0,1908	3	1,22
2	LP14	0,3	3	3,5
3	LP15	0,34	3	2,1
4	LP16	0,26	3	1,9
5	LP17	0,24	3	1,6
6	LP18	0,28	3	1,2
7	LP19	0,22	3	1,3
Total				12,82

Berdasarkan pada perhitungan diatas, maka dapat diperoleh SAIFI dan SAIDI di tiap titik beban serta SAIFI dan SAIDI pada Section 2. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Indexs Keandalan Section 2

No	Titik Beban	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
1	LP13	0,363829787	3,409574468
2	LP14	0,002910638	0,027276596
3	LP15	0,043659574	0,409148936
4	LP16	0,209565957	1,963914894
5	LP17	0,660714894	6,191787234
6	LP18	0,084408511	0,791021277
7	LP19	0,002910638	0,027276596
Total		1,367999999	12,82

Setelah mengetahui nilai indeks keandalan pada tiap-tiap Section, maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan penyulang gomong di PLN Rayon Mataram dengan menjumlahkan indeks keandalan tiap Section. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Indeks Keandalan System Per Section

Section	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
1	3,12792769	9,383783073
2	1,367999999	12,82
Total	4,495927689	22,20378307

Pada penyulang Cemara yang dianalisis diperoleh nilai SAIFI Sebesar 4,495927689 (f/customer.yr) dan nilai SAIDI sebesar 22,20378307 (hr/customer.yr).

Tabel 14. Indeks Kandalan Metode Sections

No.	Nama Penyulang	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
1	CEMARA	4,495927689	22,20378307
2	GOMONG	4,741995966	18,67267722
3	PEJANGGIK	4,495927689	22,20378307

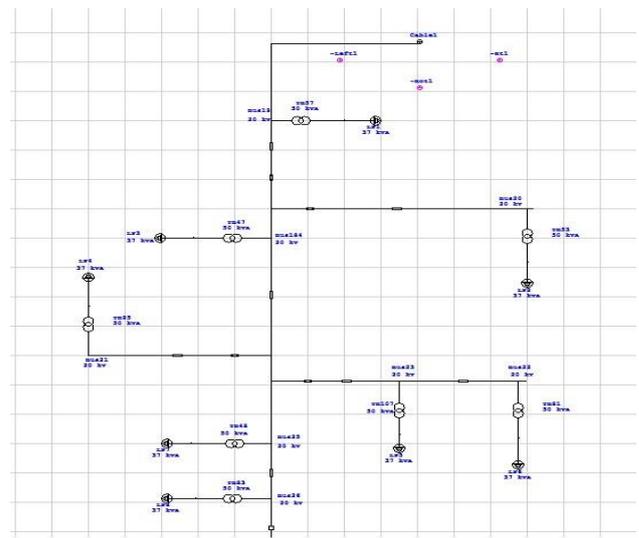
**B. Simulasi Percobaan Menggunakan Aplikasi atau Software Etap**

Setelah mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI yang tidak sesuai SPLN, maka dilakukan simulasi penambahan Recloser dengan melakukan percobaan 1–3 untuk meningkatkan keandalan dan mendapatkan hasil dari simulasi pada software ETAP eksisting 1 – 3 serta membandingkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Section pada 3 penyulang.

**A. Running Reability assessment Sebelum pemasangan Recloser pada tiga penyulang disistem distribusi 20 kv Mataram – Lombok**

**1. Penyulang Cemara**

Percobaan pada Software ETAP Power Station dengan menganalisa penyulang cemara sebelum pemasangan Recloser untuk melihat kondisi awal nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang ini.



Gambar 12. Single Line Penyulang Cemara Sebelum Pemasangan Recloser

Dari simulasi awal di atas, hasil nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang Cemara sebelum pemasangan Recloser sebagai berikut

**SUMMARY**

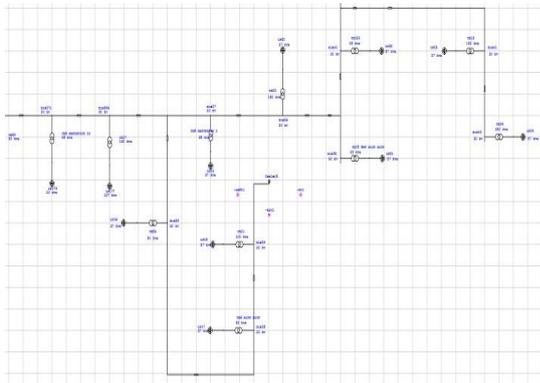
**System Indexes**

SAIFI	4.5196 f / customer.yr
SAIDI	23.1499 hr / customer.yr
CAIDI	5.122 hr / customer interruption
ASAI	0.9974 pu
ASUI	0.00264 pu
EENS	11.660 MW hr / yr
ECOST	0.00 \$ / yr
AENS	0.7287 MW hr / customer.yr
IEAR	0.000 \$ / kW hr

Gambar 13. Hasil Simulasi ETAP Sebelum Pemasangan Recloser Pada Penyulang Cemara

**2. Penyulang Gomong**

Percobaan pada Software ETAP Power Station dengan menganalisa penyulang Gomong sebelum pemasangan Recloser guna melihat kondisi awal nilai SAIFI dan SAIDI.



Gambar 14. Single Line Penyulang Gomong Sebelum Pemasangan Recloser

Dari simulasi di atas, hasil nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang Gomong sebelum pemasangan Recloser sebagai berikut.

**SUMMARY**

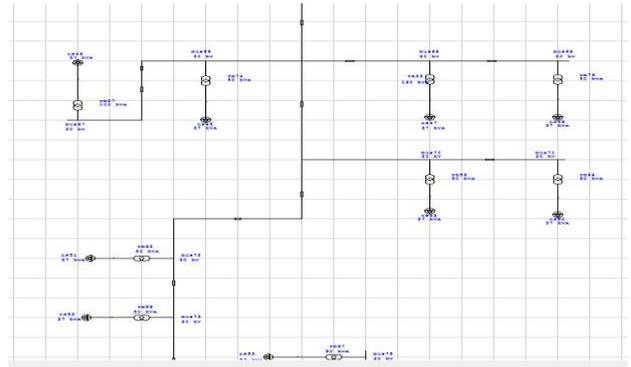
**System Indexes**

SAIFI	4.8364 f / customer.yr
SAIDI	19.9709 hr / customer.yr
CAIDI	4.129 hr / customer interruption
ASAI	0.9977 pu
ASUI	0.00228 pu
EENS	19.412 MW hr / yr
ECOST	0.00 \$ / yr
AENS	0.7189 MW hr / customer.yr
IEAR	0.000 \$ / kW hr

Gambar 15. Hasil Simulasi Sebelum Pemasangan recloser Pada Penyulang Gomong

**3. Penyulang Pejanggih**

Percobaan pada Software ETAP Power Station dengan menganalisa penyulang Pejanggih sebelum pemasangan Recloser untuk melihat kondisi awal nilai SAIFI dan SAIDI.



Gambar 16. Single Line penyulang Pejanggih sebelum pemasangan Recloser

Dari simulasi awal di atas, hasil nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang Pejanggih sebelum pemasangan Recloser sebagai berikut.

**SUMMARY**

**System Indexes**

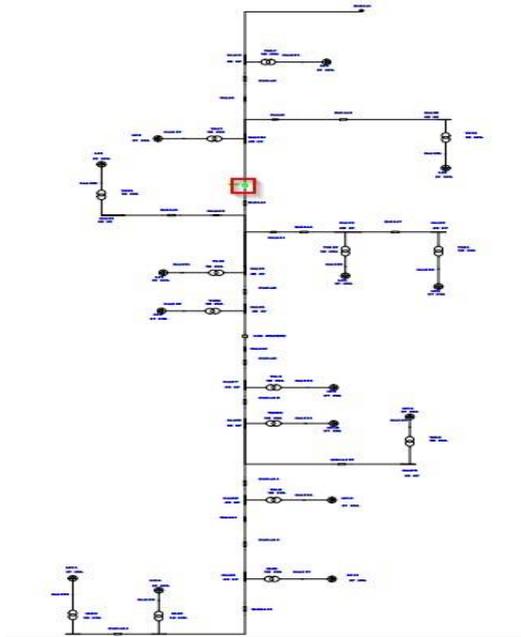
SAIFI	4.6310 f / customer.yr
SAIDI	24.7972 hr / customer.yr
CAIDI	5.355 hr / customer interruption
ASAI	0.9972 pu
ASUI	0.00283 pu
EENS	15.376 MW hr / yr
ECOST	0.00 \$ / yr
AENS	0.8093 MW hr / customer.yr
IEAR	0.000 \$ / kW hr

Gambar 17. Hasil simulasi sebelum pemasangan Recloser pada penyulang Pejanggih

Dari ketiga penyulang hasilnya masih tidak sesuai dengan SPLN. Oleh karena itu, pada simulasi selanjutnya akan ada pemasangan Recloser agar sesuai dengan SPLN.

B. Running Reability Assessment Sesudah Pemasangan Recloser Pada Tiga Penyulang Yang ada pada system jaringan distribusi 20 kv Mataram – Lombok

## 1. Penyulang Cemara



Gambar 17. Percobaan Penempatan Recloser Pada Penyulang Cemara

Tabel 15. Perbandingan Indeks Keandalan berdasarkan metode Section Software ETAP kondisi Eksiting dan Percobaan 1-3

Penyulang Cemara		
Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
Standar PLN	3,21	21,094
Metode Section	4,4942	22,2035
ETAP Eksisting	4,5196	23,1499
Percobaan 1	3,8135	22,5740
Percobaan 2	3,2977	21,0076
Percobaan 3	3,4820	21,8007

Pada percobaan pemasangan Recloser mendapatkan hasil yang lebih optimal mendekati standar SPLN yaitu pada percobaan ke - 2, Recloser di pasang pada line 4 antara TB47 dan TB48.

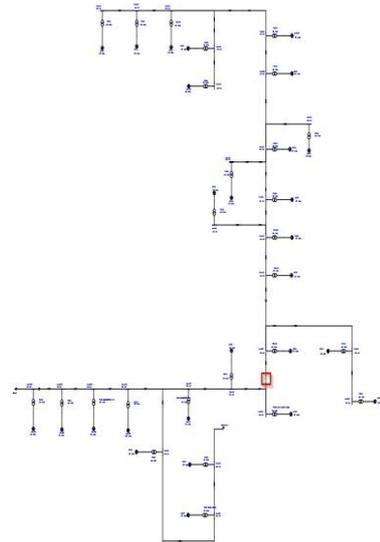
### SUMMARY

#### 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 18. Nilai SAIFI dan SAIDI sesudah pemasangan Recloser pada penyulang cemara

## C. Penyulang Gomong



Gambar 19. Percobaan Penempatan Recloser Pada Penyulang Gomong

Tabel 16. Perbandingan Indeks Keandalan berdasarkan metode Section Software ETAP kondisi Eksiting dan Percobaan 1-3

Penyulang Gomong		
Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
Standar PLN	3,21	21,094
Section Technique	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

Pada percobaan pemasangan Recloser mendapatkan hasil yang lebih optimal yaitu pada percobaan ke - 3, Recloser di pasang pada line 21 antara TB05 dan TB122.

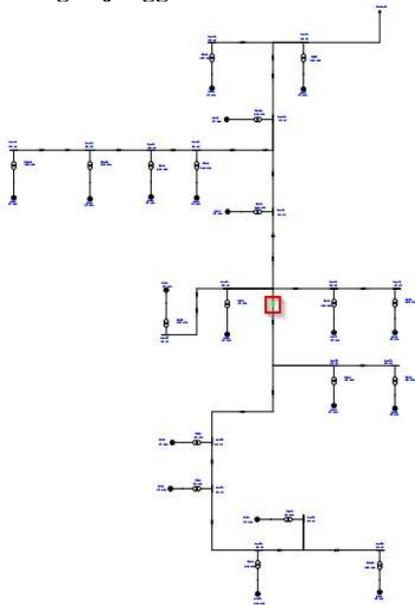
### SUMMARY

#### 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 20. Nilai SAIFI Dan SAIDI Sesudah Pemasangan Recloser Pada Penyulang Gomong

#### D. Penyulang Pejanggik



Gambar 21. Percobaan Penempatan Recloser Pada Penyulang Pejanggik

Tabel 17. Perbandingan Indeks Keandalan berdasarkan metode Section ETAP kondisi Eksiting dan Percobaan 1-3

Penyulang Pejanggik		
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	4,1991	22,1170
Percobaan 2	3,8220	21,1175
Percobaan 3	3,5683	19,5924

Pada percobaan pemasangan Recloser mendapatkan hasil yang mendekati standar yaitu pada percobaan ke - 3, Recloser di pasang pada line 41 antara 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 22. Nilai SAIFI dan SAIDI Sesudah Pemasangan Recloser

Tabel 18. Perbandingan Indeks Keandalan Pada Tiga Penyulang

Penyulang	Kondisi	SAIFI ( <i>fault/cust.yr</i> )	SAIDI ( <i>hour/cust.yr</i> )
		Standar PLN	3,21
Penyulang Cemara	Metode Section	4,4942	22,2035
	ETAP Eksisting	4,5196	23,1499
	Percobaan Paling Optimal	3,2977	21,0076
Penyulang Gomong	Metode Section	4,7419	18,6726
	ETAP Eksisting	4,8364	19,9709
	Percobaan Paling Optimal	3,4392	18,9950
Penyulang Pejanggik	Metode Section	4,4959	22,2037
	ETAP Eksisting	4,6310	24,7972
	Percobaan Paling Optimal	3,5683	19,5924

#### V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang pengkajian penempatan recloser pada system distribusi 20 kv mataram dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode section di tiap-tiap penyulang Pada system distribusi didapatkan nilai indeks keandalan system atau SAIFI dan SAIDI yang masih belum sesuai dengan standar SPLN. Oleh karena itu dilakukan percobaan simulasi penambahan recloser yang mana dari hasil simulasi didapatkan nilai peningkatan indeks keandalan yang cukup maksimal atau sesuai dengan standar SPLN. Pada percobaan simulasi penyulang pertama yaitu penyulang cemara didapatkan hasil SAIFI sebesar 3,2977 (f/customer.yr) dan nilai SAIDI sebesar 21,0076 (hour/cust.yr). pada percobaan simulasi kedua yaitu penyulang gomong didapatkan nilai SAIFI sebesar 3,4392 ( f/customer.yr ) dan nilai SAIDI sebesar 18,9950 (hour/cust.yr). selanjutnya pada percobaan simulasi yang terakhir yaitu pada penyulang pejanggik didapatkan nilai SAIFI sebesar 3,5683 (f/customer.yr) dan nilai SAIDI sebesar 19,5924 (hour/cust.yr).
2. Pada simulasi percobaan penempatan recloser menggunakan software etap dilakukan percobaan 1,2,dan 3 untuk mencari nilai indeks keandalan yang mendekati atau sesuai dengan SPLN yang ditetapkan yaitu dengan nilai SAIFI = 3,21 (f/customer.yr) dan nilai SAIDI = 21,094 (hour/cust.yr).
3. Pemasangan recloser dilakukan selain untuk meningkatkan keandalan system distribusi 20 kv pada system distribusi Mataram, juga untuk memudahkan tim pemeliharaan dalam perbaikan gangguan dikarenakan sifat dari recloser itu sendiri yang bekerja secara otomatis.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chowdhury. A. dan Koval. D., Power Distribution System Reliability Practical Methods and Applications, New Jersey,IEEE Press, 2009.
- [2] Short, Tom, Electric Power Distribution Handbook, Florida, 2004
- [3 ]Suhadi. dkk., Teknik Distribusi Tenaga Listrik, Jilid 1, Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [4] Brown.R., Electric Power Distribution Reliability, Second Edition, New York, CRC Press Tylor & Francis Group, 2009.
- [5] Hsieh, H. I., Lee T. P., Lee, T. S., 2011. A Hybrid Particle Swarm Optimization and Support Vector Regression Model for Financial Time Series Forecasting. International Journal of Business Administration Vol.2, No. 2; May 2011
- [6] Dezaki, H.H., H.A. Abyaneh, A. Agheli, dan K. Mazlumi. 2012. Optimized SwitchAllocation to Improve The Restoration Energy in Distribution Systems. Journal of Electrical Engineering 63(1) : 47 – 52