Magnetika

METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT APPROACH* UNTUK PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN KOTA TANJUNG

[1]Dhilah Danumerta Subeki,, [2]Abraham Lomi, [3]Awan Uji Krismanto
[1,2,3]Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang Indonesia
[1] dhilahdanu@gmail.com, [2] abraham@lecturer.itn.ac.id, [3] awan_uji_krismanto@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan dari sistem tersebut untuk memberikan pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Semakin meningkatnya kebutuhan tenaga listrik, maka tuntutan pada sistem tenaga listrik yang memiliki keandalan dalam penyediaan dan penyaluran daya pada jaringan distribusi. Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat pada keandalan sistem distribusi antara lain adalah indeks SAIFI dan SAIDI. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keandalan sistem jaringan distribusi PT. PLN Kota Tanjung Kalimantan Selatan melakukan upaya peningkatan indeks keandalan pada feeder TJ 02 Gardu Induk Tanjung. Metode yang dalam penelitian ini menggunakan Metode RNEA untuk menentukan indeks keandalan dengan pendekatan Ekuivalen menggunakan keandalan jaringan untuk menganalis sistem distribusi radial yang besar dan kompleks secara sederhana. Dengan menggunakan pendekatan berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per titik beban (load point). Penelitian pada feeder TJ 02 Gardu Induk Tanjung, dengan metode RNEA mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,396 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 9,936 (jam/pelanggan/tahun) sedangkan dengan Software ETAP mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,492 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 10,074 (jam/pelanggan/tahun) Untuk meningkatkan keandalan dilakukan implementasi Recloser pada sistem dan diperoleh indeks keandalan SAIFI 3,167 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 7,791 (jam/pelanggan/tahun).

Kata Kunci: *Indeks Keandalan Distribusi 20 Kv, RNEA, ETAP*

I. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya kebutuhan tenaga listrik, maka tuntutan pada sistem tenaga listrik yang memiliki keandalan dalam penyediaan dan penyaluran daya pada jaringan distribusi. Keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan dari sistem tersebut untuk memberikan pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat pada keandalan sistem distribusi antara lain adalah indeks SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) (Brown, R.E. 2009).

Metode pendekatan Ekuivalen menggunakan keandalan jaringan untuk menganalis sistem distribusi radial yang besar dan kompleks secara sederhana. Metode ini menggunakan pendekatan Ekuivalen keandalan jaringan RNEA (*Reliability Network Equivalent Approach*). Dengan menggunakan pendekatan berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per titik beban (load point). Prinsip utama dalam metode ini adalah Elemen Ekuivalen dapat digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi yang besar kedalam bentuk seri dan sederhana. Pendekatan Ekuivalen keandalan jaringan ini merupakan penyederhanaan dari metode FMEA, dan merupakan solusi dari masalah yang dihadapi metode FMEA (Billinton. R, Wang. P. 1998).

Dalam penelitian ini, analisis yang dilakukan adalah analisis keandalan sistem distribusi 20 kV pada PT. PLN (Persero) Kota Tanjung pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung. Dikarenakan pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung merupakan *feeder* yang mendistribusikan energi ke Kawasan Pemukiman. Pesatnya pembangunan komplek perumahan baru, perindustrian, perkantoran, rumah sakit serta perhotelan pada kawasan tersebut, faktor ini dapat mempengaruhi indeks keandalan pada sistem distribusi pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung yang dikarenakan Penambahan titik titik beban baru pada sistem. Maka dari itu penulis melakukan pengkajian guna menganalisa keandalan pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung serta melakukan upaya peningkatan keandalan dengan simulasi Penambahan *Recloser* pada sistem Distribusi 20 kV pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Indeks Keandalan

Indeks keandalan merupakan suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas. Sejumlah indeks sudah dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka untuk mengevaluasi keandalan sistem tenaga (Billinton & Allan, 1996). Evaluasi keandalan sistem distribusi terdiri dari indeks load point dan indeks sistem. Indeks keandalan Load point antara lain:

1. Frekuensi pemadaman (*Outage*)

Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya, diakibatkan kerena beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. Untuk menghitung frekuensi pemadaman digunakan persamaan berikut:

$$\lambda \text{ LP} = \sum_{i=K} \lambda i \qquad (1)$$

dimana :

λ LP = Frekuensi gangguan Load Point
λi = Laju kegagalan untuk peralatan K
K = Peralatan berpengaruh terhadap titik beban

2. Lama pemadaman (*Outage Duration*)

Periode dari satu permulaan komponen keluar sampai saat dapat digunakan atau dioperasikan kembali sesuai dengan fungsinya (SPLN 59, 1985) untuk menghitung lama pemadaman digunakan persamaan berikut :

$$\text{U LP} = \sum_{i=K} \text{Ui} = \sum_{i=K} \lambda i \times ri \qquad (2)$$

dimana :

U LP = lama kegagalan pertahun
ri = *repairing time*

Berdasarkan indeks-indeks *load point*, diperoleh jumlah indeks kegagalan unutuk menentukan indeks keadalan sistem secara keseluruhan yang dapat mengevaluasi dengan lengkap mengenai kinerja sistem. Indeks-indeks ini adalah indeks SAIDI dan SAIFI.

a. SAIDI *(System Average Interruption Duration Index)*
Indeks SAIDI adalah nilai rata-rata dari lamanya kegagalan yang terjadi untuk setiap pelanggan selama satu tahun.

$$\text{SAIDI} = \frac{\Sigma Ni \times Ui}{\Sigma N} \qquad (3)$$

dimana :

Ui = Lama ketidaktersedian pada load point
Ni = Banyak Pelanggan pada load point
N = Banyak Pelanggan pada sistem

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

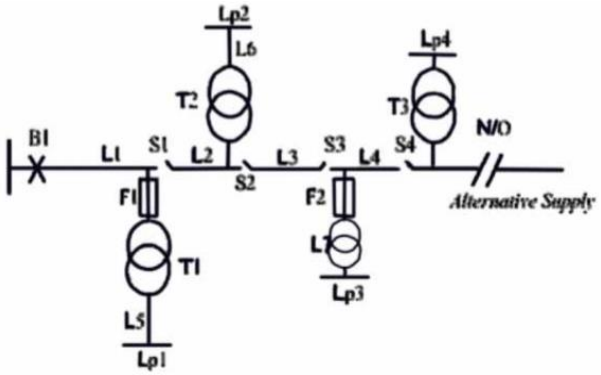
$$\text{SAIFI} = \frac{\Sigma Ni \times \lambda i}{\Sigma N} \qquad (4)$$

dimana :

λi = frekuensi padam pada load point
Ni = Banyak Pelanggan pada load point
N = Banyak Pelanggan pada sistem

B. Reliability Network Equivalent Approach (RNEA)

Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) merupakan penyederhanaan dari metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode RNEA digunakan untuk menganalis sistem distribusi radial yang kompleks secara sederhana. Prinsip utama pada metode ini adalah elemen ekuivalen dapat digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi yang besar kedalam bentuk seri dan sederhana. Metode ini merupakan metode pendekatan untuk mengevaluasi sistem distribusi yang menggunakan proses berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per titik beban (Billinton & Wang, 1998). Metode Reliability Network Equivalent Approach merupakan penyederhanaan dari metode FMEA, dan merupakan solusi dari masalah yang dihadapi metode FMEA Metode FMEA menggunakan perhitungan yang sangat banyak, sehingga membutuhkan waktu perhitungan yang lama.



Gambar 1. Sistem Distribusi Tipe Radial

Keterangan:
S = Disconnecting Switch
T = Transformator
L = Line
F = Fuse
B = Breaker

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa sistem distribusi radial yang terdiri dari Transformator, Saluran, Breaker,

Fuse, dan Disconnecting Switch. S1, L1 disebut sebagai seksi utama (main section) yang menyalurkan energi ke lokasi beban. Beban (*load point*) pada kondisi normal terhubung langsung dengan Transformator. Fuse F1 dan saluran cabang T1 dan L5 disebut sebagai seksi cabang (*lateral section*) (Billinton. R & Wang. P, 1998). Berdasarkan data elemen dan konfigurasi pada Penyulang umum, didapatkan formula untuk menghitung tiga indeks titik beban (load point indexes) Sesuai dengan persamaan :

$$\lambda = \lambda sj + \sum_{i=1}^{n} \lambda ij + \sum_{k=1}^{n} Pkj\lambda kj \quad (5)$$

$$Uj = \lambda sjrsj + \sum_{i=1}^{n} \lambda ijrij + \sum_{k=1}^{n} Pkj\lambda kjrkj \quad (6)$$

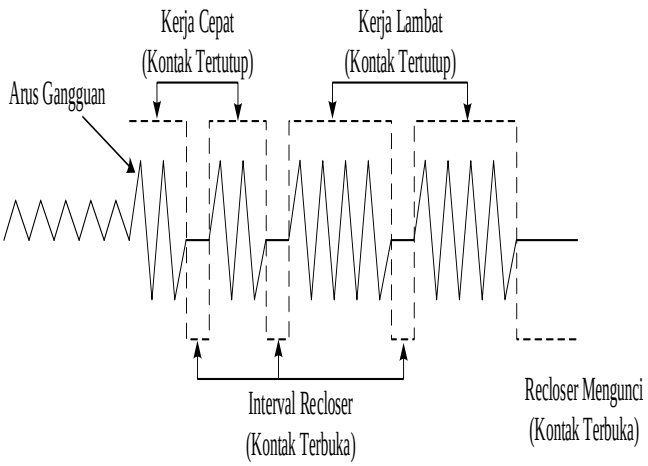
$$rj = \frac{uj}{\lambda j} \quad (7)$$

Dimana :

λj = laju kegagalan pada load point j
Uj = rata – rata ketidaktersediaan tahunan load point j
rsj = rata – rata lama padam pada load point j
λsj = laju kegagalan komponen seri terhadap load point j
λij = laju kegagalan seksi utama i terhadap load point j
λkj = laju kegagalan seksi cabang k terhadap load pointj
Pkj = parameter kontrol seksi cabang k pada load point j
rij = waktu switching atau waktu perbaikan load point j pada main section
rsj = waktu perbaikan untuk elemen seri terhadap load point j
rkj = waktu switching atau waktu perbaikan load point j pada lateral section

C. *Recloser*

Recloser pada dasarnya adalah suatu alat yang berfungsi memutus arus normal yang relatif rendah dan arus hubung singkat. Recloser dapat bekerja secara otomatis untuk mengamankan sistem dari arus lebih, yang diakibatkan oleh gangguan hubung singkat. Selang waktu recloser dapat diatur untuk menutup balik dan membuka secara otomatis. Ketika terjadi gangguan yang bersifat sementara, recloser akan memisahkan daerah yang mengalami gangguan sampai gangguan tersebut hilang, barulah recloser akan masuk kembali sesuai settingannya, sehingga jaringan akan aktif secara otomatis. Untuk gangguan yang bersifat permanen, recloser akan memisahkan jaringan yang mengalami gangguan secara cepat sehingga dapat memperkecil luas daerah gangguan (Mir'atussaada. A, 2015).

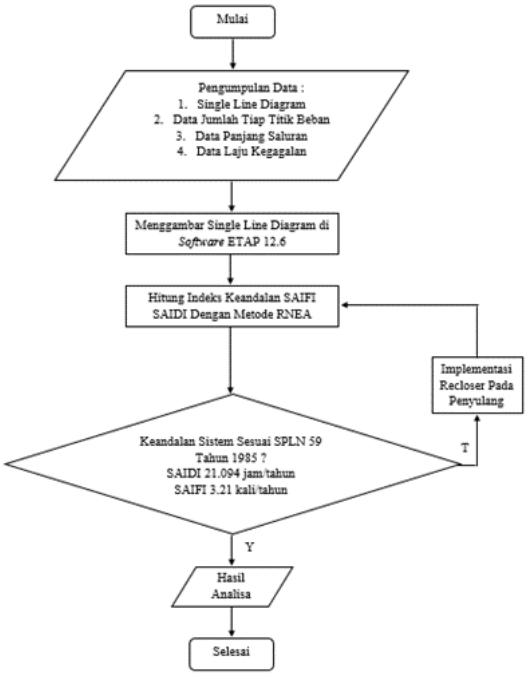


Gambar 2. Cara Kerja *Recloser* Pada Saat Terjadi Gangguan

III. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan Ekuivalen dengan keandalan jaringan (*Reliability Network Equivalent Approach*) untuk menganalis sistem distribusi radial yang besar dan kompleks secara sederhana. Dengan menggunakan pendekatan berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per titik beban (load point). Metode ini dapat digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi yang besar kedalam bentuk seri dan sederhana. Pendekatan Ekuivalen keandalan jaringan ini merupakan penyederhanaan dari metode FMEA.

Standar yang digunakan untuk analisis indek keandalan sistem jaringan distribusi ini menggunakan acuan dari standar PLN No.59 : 1985 untuk keandalan 20 kV dan 6 kV. Penelitian ini dimulai dengan survey data pada PT. PLN (Persero) Kota Tanjung, data yang dibutuhkan adalah single line diagram, panjang saluran, banyak pelanggan pada sistem



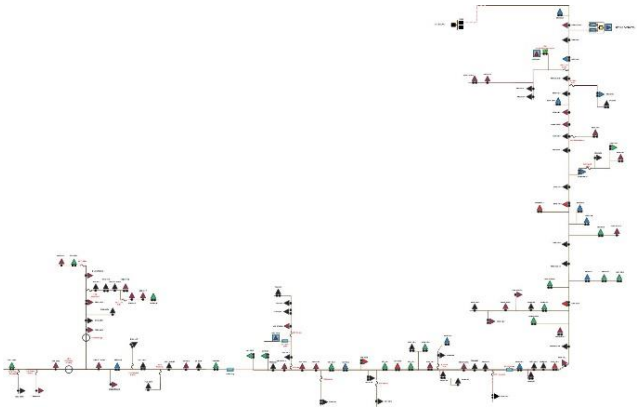
Gambar 3. Flowchart

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV serta mengetahui perbandingan perhitungan indeks keandalan menggunakan metode RNEA dengan *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP) pada PT. PLN (Persero) Kota Tanjung pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung, yang nantinya akan dilakukan dimulasi peningkatan keandalan sistem dengan penambahan recloser pada sistem.

A. Perhitungan Metode RNEA.

Perhitungan dimulai dengan menganalisa single line diagram sistem distribusi radial *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung untuk menentukan jumlah *feeder* cabang (*lateral section*) pada sistem. Penentuan *feeder* cabang (*lateral section*) menggunakan parameter letak dari sebuah pemisah. pemisah digunakan untuk memisahkan antara *feeder* cabang dengan *feeder* utama.



Gambar 4. Single Line Diagram

Pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung terdapat 113 load point, dengan kapasitas trafo yang berbeda beda tiap load point, Jumlah pelanggan yang terdapat pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung adalah sebanyak 8499 pelanggan, trafo dengan jumlah 1 merupakan pelanggan khusus, sedangkan trafo dengan jumlah pelanggan lebih banyak, merupakan pelanggan umum *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung

Pada sistem *jaringan* distribusi 20 kV *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung terdapat saluran yang menghubungkan satu komponen dengan komponen yang lainnya, berikut data panjang tiap saluran pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung ditunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Panjang Saluran *feeder* TJ 02

Line	L (km)	Line	L (km)
L1	0,095	L82	0,086
L2	0,201	L83	0,086
L3	0,025	L84	0,01
L4	0,198	L85	0,067
L5	0,127	L86	0,49
L6	0,021	L87	0,49
L7	0,268	L88	0,94
L8	0,049	L89	0,055
L9	0,051	L90	0,214
L10	0,018	L91	0,025
L11	0,047	L92	0,021
L12	0,031	L93	0,204
L13	0,105	L94	0,087
L14	0,054	L95	0,259
L15	0,024	L96	0,012
L16	0,022	L97	0,046
L17	0,147	L98	0,226
L18	0,128	L99	0,02
L19	0,34	L100	0,017
L20	0,18	L101	0,025
L21	0,62	L102	0,017
L22	0,53	L103	0,025
L23	0,073	L104	0,025
L24	0,62	L105	0,025
L25	0,62	L106	0,029
L26	0,62	L107	0,372
L27	0,123	L108	0,062
L28	0,45	L109	0,036
L29	0,108	L110	0,207
L30	0,02	L111	0,057
L31	0,106	L112	0,104
L32	0,118	L113	0,077
L33	0,162	L114	0,02
L34	0,15	L115	0,05
L35	0,087	L116	0,095
L36	0,049	L117	0,095
L37	0,111	L118	0,027
L38	0,03	L119	0,04
L39	0,055	L120	0,053
L40	0,065	L121	0,072
L41	0,049	L122	0,113
L42	0,034	L123	0,049
L43	0,063	L124	0,171
L44	0,107	L125	0,232
L45	0,108	L126	0,058
L46	0,027	L127	0,032
L58	0,167	L139	0,106
L59	0,008	L140	0,158
L60	0,104	L141	0,136
L61	0,052	L142	0,128
L62	0,101	L143	0,145
L63	0,008	L144	0,042
L64	0,144	L145	0,025
L65	0,007	L146	0,019
L66	0,106	L147	0,019
L69	0,105	L150	0,031
L70	0,102	L151	0,031
L74	0,014	L155	0,052
L75	0,29	L156	0,052
L76	0,062	L157	0,143
L77	0,097	L158	0,186
L78	0,024	L159	0,188
L79	0,103	L160	0,252
L80	0,04	L161	0,208
L81	0,1	TOTAL	19,843

B. Menentukan Laju Kegagalan

Laju kegagalan didefinisikan sebagai nilai atau jumlah dari gangguan dalam suatu interval waktu tertentu. Perhitungan biasanya dilakukan dalam selangg waktu selama satu tahun. Sehingga hasil yang akan ddiperoleh menunjukan kehandalan sistem dalam kurun waktu satu tahun. Sedangkan durasi pemadaman dalam kurun waktu satu tahun disimbolkan dengan U, ini merupakan fungsii waktu dari sistem selama sistem beroperasi. Untuk menghitung nilai indek kegagalan pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung, pertama kita menghitung laju kegagalan (λ) setiap komponens yang ada didalamnya dengan memasukkan panjang penghantar nantinya yang akan dikali dengan indek kegagalan./tahun, baik itu kabel tanah ataupun saluran udara. Sehingga akan diperoleh banyak pemadamann dalam satu tahun pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung. Setelah itu menghitung nilai U. pada *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung dengan mengalikan laju kegagalan (λ) setiap komponens tersebut dengan waktu perbaikan *(repair time)* yang disimbolkan dengan r. Perhitungan pada cabang 1 *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung sebagai berikut.

Tabel. 3. Perhitungan λ seksi. cabang 1 *feeder* TJ 02

Komponen	L	Angka Keluar (fault/years/km)	λ Fault/year
L10	0,018	0,2	0,0036
L11	0,047	0,2	0,0094
L12	0,031	0,2	0,0062
L13	0,105	0,2	0,021
L14	0,054	0,2	0,0108
L15	0,024	0,2	0,0048
L16	0,022	0,2	0,0044
LP6		0,005	0,005
LP7		0,005	0,005
LP8		0,005	0,005
LP9		0,005	0,005
LP10		0,005	0,005
	JUMLAH		0,0852

Tabel. 4. Perhitungan U seksi cabang. 1 *feeder* TJ 02

Komponen	λ (Fault/year)	r (jam)	U
L10	0,0036	3	0,0108
L11	0,0094	3	0,0282
L12	0,0062	3	0,0186
L13	0,021	3	0,063
L14	0,0108	3	0,0324
L15	0,0048	3	0,0144
L16	0,0044	3	0,0132
LP6	0,005	10	0,05
LP7	0,005	10	0,05
LP8	0,005	10	0,05
LP9	0,005	10	0,05
LP10	0,005	10	0,05
	JUMLAH		0,4306

Untuk menghitung indeks keandalan *load. point* maka harus diperhatikan letak dari *load point* tersebut. Apabila *load. point* tersebut terletak pada seksi cabang maka laju kegagalan *feeder* utama harus ditambahkan dengan laju kegagalan ekivalen *feeder* cabang letak dari *load. point* tersebut. Besarnya laju kegagalan *feeder* TJ 02 Gardu Induk Tanjung diuraikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Laju kegagalan *feeder* TJ 02

Komponen	λ (fault / years)	r	U
LP1	3,3708	2,222558443	7,4918
LP2	3,3708	2,222558443	7,4918
LP3	3,3708	2,222558443	7,4918
LP4	3,3708	2,222558443	7,4918
LP5	3,3708	2,222558443	7,4918
LP6	3,456	2,292361111	7,9224
LP7	3,456	2,292361111	7,9224
LP8	3,456	2,292361111	7,9224
LP9	3,456	2,292361111	7,9224
LP10	3,456	2,292361111	7,9224
LP11	3,3708	2,222558443	7,4918
LP12	3,4848	2,268078512	7,9038
LP13	3,4848	2,268078512	7,9038
LP14	3,3708	2,222558443	7,4918
LP15	3,3708	2,222558443	7,4918
LP16	3,3708	2,222558443	7,4918
LP17	3,3708	2,222558443	7,4918
LP18	3,4004	2,239618868	7,6156
LP19	3,3708	2,222558443	7,4918
LP20	3,3708	2,222558443	7,4918
LP21	3,3708	2,222558443	7,4918
LP22	3,4892	2,279032443	7,952
LP23	3,4892	2,279032443	7,952
LP24	3,4892	2,279032443	7,952
LP25	3,3708	2,222558443	7,4918
LP26	3,3708	2,222558443	7,4918
LP27	3,3708	2,222558443	7,4918
LP28	3,3708	2,222558443	7,4918
LP29	3,3708	2,222558443	7,4918
LP30	3,3708	2,222558443	7,4918
LP31	3,3708	2,222558443	7,4918
LP32	3,3708	2,222558443	7,4918
LP33	3,3708	2,222558443	7,4918
LP34	3,3708	2,222558443	7,4918
LP46	3,3708	2,222558443	7,4918
LP47	3,3708	2,222558443	7,4918
LP89	3,3708	3,493948024	11,7774
LP109	3,4218	3,790811853	12,9714
LP110	3,3708	3,964340809	13,363
LP111	3,413	3,962672136	13,5246
LP112	3,4262	3,958963283	13,5642
LP113	3,3708	3,964340809	13,363
Rata-rata	3,400248496		

C. Menentukan Saifi. dan Saidi

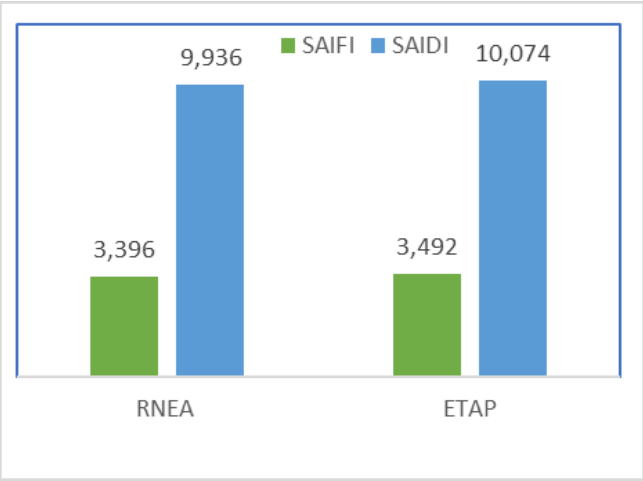
Besarnya nilai SAIFI. dan SAIDI. tertera pada tabel 6. sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Sistem

Load Point	λ	r	U	JML H PLG	N PLG * λ (SAIFI)	N PLG * U (SAIDI)
LP1	3,3708	2,223	7,4918	1	3,3708	7,4918
LP2	3,3708	2,223	7,4918	1	3,3708	7,4918
LP3	3,3708	2,223	7,4918	1	3,3708	7,4918
LP4	3,3708	2,223	7,4918	76	256,1808	569,3768
LP5	3,3708	2,223	7,4918	144	485,3952	1078,8192
LP6	3,456	2,292	7,9224	1	3,456	7,9224
LP7	3,456	2,292	7,9224	94	324,864	744,7056
			JUMLAH	8499	28870,703	84450,4004
					3,3969530	**9,936510225**

D. Perbandingan Hasil Perhitungan Indeks keandalan Metode RNEA dengan Software ETAP

Perhitungan indeks keandalan sistem dengan menggunakan metode RNEA dan Software ETAP didapatkan hasil dilihat pada grafik berikut:

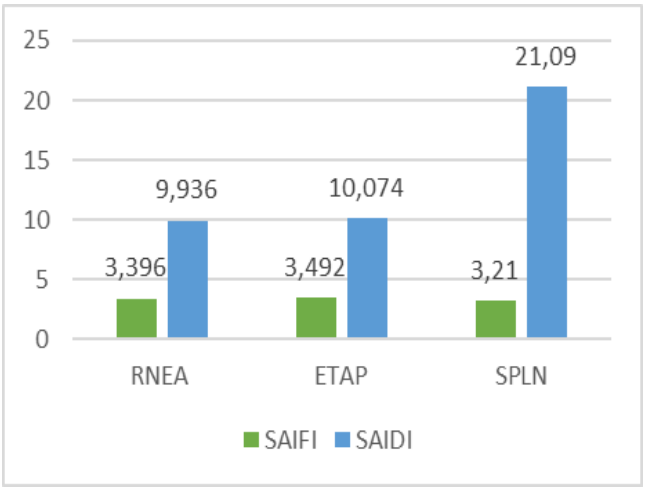


Gambar 5. Grafik Hasil perhitungan Menggunakan Metode RNEA dan *Software ETAP*.

Berdasarkan gambar 5 diatas maka terlihat selisih hasil perhitungan antara metode RNEA dan Software ETAP. Perbedaan perhitungan ini dikarenakan perbedaan metode yang digunakan sehingga menimbulkan selisih perhitungan. Hal ini dikarenakan pada perhitungan metode RNEA dilakukan penyederhanaan jaringan maka banyak hal-hal yang diabaikan.

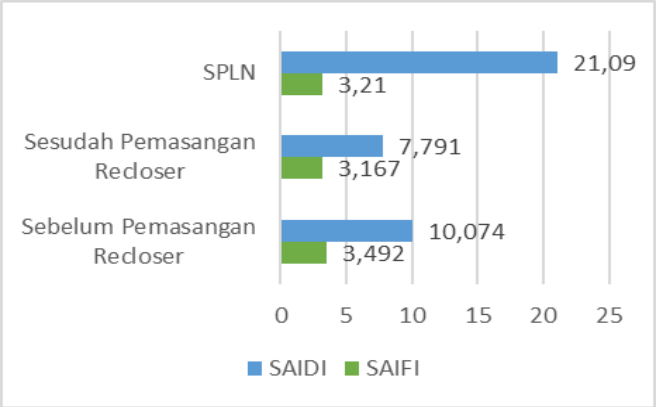
E. Percobaan Peningkatan Indeks Keandalan dengan Penambahan Recloser

Hasil perhitungan diatas terlebih dahulu akan dibandingkan dengan standar PLN untuk mengetahui apakah sistem sudah memenuhi standar atau tidak. Standar yang digunakan pada penelitian ini adalah SPLN 59 : 1985 yaitu SAIFI. 3,21 kali/pelanggan./tahun dan SAIDI. 21,09 Jam/pelanggan/tahun. Perbandingan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 6. Grafik Perbandingan SPLN

Pada gambar 6 diatas terlihat bahwa *feeder* TJ 02 masih belum memenuhi SPLN maka dari itu diperlukan upaya untuk meningkatkan indeks keandalan pada *feeder* TJ 02 agar memenuhi SPLN. Penambahan Recloser pada sistem dapat digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan indeks keandalan sistem, yang mana percobaan simulasi penambahan recloser dapat akan dilakukan pada Software ETAP. Berikut hasil dari Simulasi yang sudah dilakukan penulis. Sebelum dan Sesudah dilakukan upaya peningkatan indeks keandalan dengan penambahan recloser. Dapat dilihat pada gambar 7 dibawah.



Gambar 7. Grafik Hasil Percobaan Simulasi

Berdasarkan hasil diatas, bahwa penggunaan recloser dapat mempengaruhi indeks keandalan sistem distribusi pada *feeder* TJ 02. Dengan adanya penambahan recloser, *feeder* TJ 02 memenuhi SPLN dengan nilai indeks SAIFI 3,167 kali/pelanggan./tahun dan SAIDI 7,791 jam/pelanggan./tahun.

V. KESIMPULAN

Hasil Analisis keandalan sistem distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Kota Tanjung pada *feeder* TJ 02 menggunakan metode RNEA didapatkan hasil indeks SAIFI 3,396 kali/perlanggan/tahun dan SAIDI 9,936 jam/pelanggan./tahun. Sedangkan hasil dengan perhitungan menggunakan *Software ETAP* mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,492 kali/pelanggan./tahun dan SAIDI 10,074 jam/pelanggan/tahun. Yang mana dari hasil tersebut dapat di ketahui bahwa keandalan pada *feeder* TJ 02 masih belum sesuai SPLN 59 : 1985 yaitu SAIFI 3,21 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 21,09 jam/pelanggan/tahun.

Dilakukan upaya untuk meningkatkan indeks keandalan sistem dengan simulasi penambahan *Recloser* pada sistem yang di lakukan pada *Software ETAP* dan mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,167 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 7,791 jam/pelanggan/tahun. Yang mana hasil dari simulasi tersebut sudah sesuai dengan SPLN 59 : 1985.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Achmad Fatoni, dkk (2016). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv PT.PLN Rayon Lumajang Dengan Metode FMEA (Failure Modes And Effects Analysis). *Jurnal Teknik Its Vol. 5 No. 2.*

[2] Billinton. R, Wang. P (1998). "Reliability Equivalent Approach to Distribution System Reliability Evaluation".IEEE Proc-Gener. Distrib, vol.145, no.2.

[3] Billinton. R & Allan. R.N, (1996). Reliability Evaluation of Power System. Plenum press, New York.

[4] Brown, R.E. (2009). *Electric Power Distribution Reliability Second Edition*. America : CRC Press Taylor & Francis Group.

[5] Fadli Atmajaya (2017). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Pt. Pln (Persero) Area Pelayanan Jaringan (Apj) Pontianak Metode Reliability Network Equivalent Approach (Rnea). *Jurnal Teknik. Pages 1-9.*

[6] Gheschik Safiur Rahmat, dkk (2013). Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Surabaya Menggunakan Loop Restoration Scheme. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2.*

[7] Gonen, Turan (1986). Electric Power Distribution Sistem Engineering.USA : McGraw-Hill

[8] Kadir, Abdul (2000). Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik. Universitas Indonesia : Jakarta.

[9] Marsudi, Djiteng (2005), "Pembangkitan Energi Listrik". Jakarta: Erlangga

[10] Mir'atussaada, A. (2015). Evaluasi Cara Kerja Auto Recloser Sebagai Pengaman Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Keramasan. Laporan Akhir

[11] Putty Ika Dharmawati, dkk (2014). Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV PT. PLN (Persero) APJ Magelang Menggunakan Static Series Voltage Regulator (SSVR). Jurnal Teknik. Page 1-6.

[12] SPLN 52 (1985). Keandalan Sistem Pada Distribusi 20 KV dan 6KV. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik. Negara.