

ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 kV PADA PENYULANG KAYUTANGI MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY NETWORK EQUIVALENT APPROACH (RNEA)*

¹Muhammad Fajar Adiguna,

² (Irrine Budi Sulistiawati) Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional Malang

¹aldhes14.fa@gmail.com, ² irrine@lecturer.itn.ac.id

Abstract— Keandalan dalam penyediaan dan penyaluran merupakan tuntutan suatu sistem jaringan distribusi untuk menyalurkan energi listrik ke pelanggan. Kualitas keandalan pelayanan energi listrik dapat dilihat dari lamanya pemadaman dan seberapa sering pemadaman terjadi dalam kurun waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi keandalan sistem distribusi PT. PLN (Persero) Kota Banjarmasin pada Penyulang Kayutangi dan melakukan upaya peningkatan indeks keandalan. Metode yang dipilih dalam pengerjaan penelitian ini untuk menentukan indeks keandalan adalah metode RNEA, mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,553 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 10,347 (jam/pelanggan/tahun) sedangkan dengan Software ETAP mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,546 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 12,641 (jam/pelanggan/tahun). Untuk meningkatkan keandalan dilakukan implementasi Recloser pada sistem dan diperoleh indeks keandalan SAIFI 3,176 (kali/pelanggan/tahun) dan SAIDI 10,941 (jam/pelanggan/tahun).

Kata Kunci— RNEA, Indeks Keandalan, ETAP, Jaringan Distribusi 20 kV

I. PENDAHULUAN

Secara umum keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan dari sistem tersebut untuk memberikan pasokan tenaga listrik yang cukup dengan kualitas yang memuaskan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan tenaga listrik, maka tuntutan pada sistem tenaga listrik yang memiliki keandalan dalam penyediaan dan penyaluran daya pada jaringan distribusi. Sebuah

sistem distribusi tentunya mempunyai nilai keandalan tertentu, yang mana nilai keandalan tersebut diperoleh dengan menghitung indeks keandalannya, Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat pada keandalan sistem distribusi antara lain adalah indeks SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) (Brown, R.E. 2009).

Teknik Analisis yang digunakan untuk mengevaluasi keandalan sistem distribusi telah berkembang pesat, dan salah satunya adalah Metode pendekatan ekuivalen keandalan jaringan (*Reliability Network Equivalent Approach*) Metode pendekatan ekuivalen keandalan jaringan digunakan untuk menganalisis sistem distribusi radial yang besar dan kompleks secara sederhana. Prinsip utama 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 yang menggunakan proses berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per titik beban (*load point*). Metode 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 tugas akhir ini, analisis yang dilakukan adalah analisis keandalan sistem distribusi 20 kV pada PT. PLN (Persero) Kota Banjarmasin penyulang Kayutangi. Karena pada penyulang tersebut dalam beberapa tahun terakhir kebutuhan akan sumber daya energi listrik terus meningkat, hal ini disebabkan oleh pesatnya pembangunan kompleks perumahan perumahan baru. Sehingga dapat mempengaruhi keandalan pada sistem. Penelitian juga ini mensimulasikan penambahan ACR pada penyulang yang bertujuan untuk meningkatkan keandalan pada sistem distribusi 20 kV pada penyulang Kayutangi.

II. TINJAUAN 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:

a. Frekuensi pemadaman (*Outage*)

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

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

dimana :

λ_{LP} = Frekuensi gangguan Load Point
 λ_i = Laju kegagalan untuk peralatan K
 K = Peralatan berpengaruh terhadap titik beban

b. 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 :

$$U_{LP} = \sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i \times r_i \quad (2)$$

dimana :

U_{LP} = lama kegagalan pertahun

r_i = *repairing time*

Berdasarkan indeks-indeks *load point*, diperoleh jumlah indeks kegagalan untuk menentukan indeks keandalan 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.

$$SAIDI = \frac{\sum N_i \times U_i}{\sum N} \quad (3)$$

dimana :

U_i = Lama ketidakersediaan pada *load point*

N_i = 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.

$$SAIFI = \frac{\sum N_i \times \lambda_i}{\sum N} \quad (4)$$

dimana :

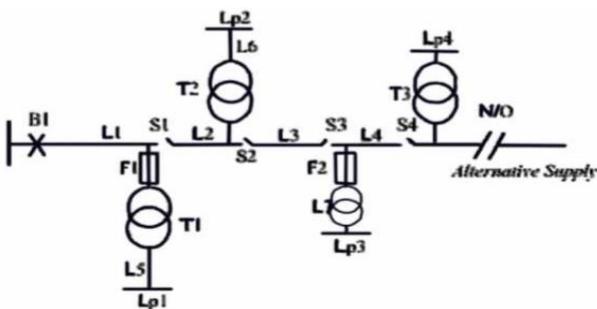
λ_i = frekuensi padam pada *load point*

N_i = Banyak Pelanggan pada *load point*

N = Banyak Pelanggan pada sistem

B. Reliability Network Equivalent Approach (RNEA)

Metode Reliability Network Equivalent Approach digunakan untuk menganalisis sistem distribusi radial yang kompleks secara sederhana. Prinsip utama metode ini adalah elemen ekuivalen dapat digunakan untuk mengganti bagian jaringan distribusi dan menyusun kembali sistem distribusi yang besar ke dalam bentuk seri dan sederhana. Metode ini merupakan metode pendekatan untuk mengevaluasi sistem distribusi yang menggunakan proses berulang dan berurutan untuk mengevaluasi indeks keandalan per load point. 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 (Billinton & Wang, 1998). Metode Reliability Network Equivalent Approach digunakan untuk menganalisis sistem distribusi radial yang kompleks secara sederhana. Sistem distribusi radial terdiri dari Transformator, Saluran, Breaker, Fuse, dan Disconnecting Switch.



Gambar 1. Sistem Distribusi Tipe Radial

Keterangan:

B = Breaker

T = Transformator

L = Line

S = Disconnecting Switch

F = Fuse

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). Berdasarkan data elemen dan konfigurasi pada Penyulang, didapatkan formula untuk menghitung tiga indeks keandalan titik beban, dengan persamaan :

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

$$U_j = \lambda_{sj} r_{sj} + \sum_{i=1}^n \lambda_{ij} r_{ij} + \sum_{k=1}^n P_{kj} \lambda_{kj} r_{kj} \quad (6)$$

$$r_j = \frac{U_j}{\lambda_j} \quad (7)$$

Dimana :

λ_j = laju kegagalan pada load point j

U_j = rata – rata ketidakterersediaan tahunan load point j

r_{sj} = rata – rata lama padam pada load point j

λ_{sj} = laju kegagalan komponen seri terhadap load point j

λ_{ij} = laju kegagalan seksi utama i terhadap load point j

λ_{kj} = laju kegagalan seksi cabang k terhadap load point j

P_{kj} = parameter kontrol seksi cabang k pada load point j

r_{ij} = waktu switching atau waktu perbaikan load point j pada main section.

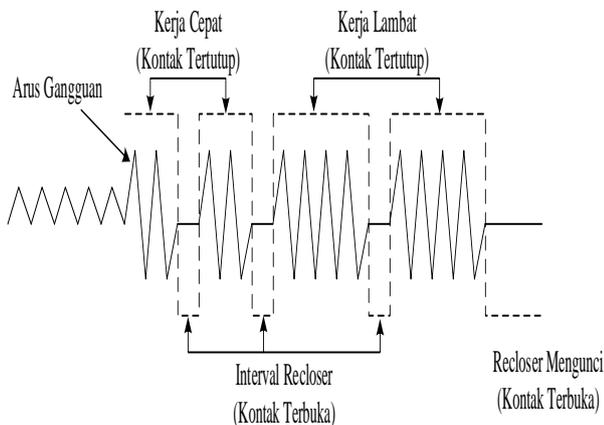
r_{sj} = waktu perbaikan untuk elemen seri terhadap load point j

r_{kj} = 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).



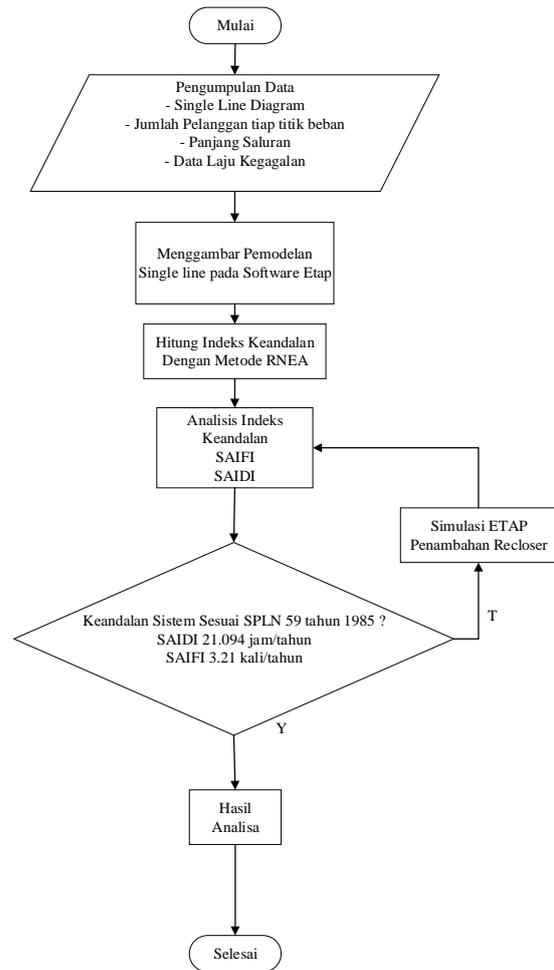
Gambar 2. Cara kerja *recloser* pada saat terjadi gangguan

III. METODE PENELITIAN

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Standar yang digunakan untuk analisis indeks keandalan sistem distribusi ini menggunakan acuan standar PLN No.59 : 1985 untuk keandalan 20 kV dan 6 kV. Penelitian ini dimulai dengan survey data pada PT. PLN Kota Banjarmasin, Selama 1 bulan, data yang dibutuhkan adalah single line diagram, panjang saluran, banyak pelanggan pada sistem. kemudian akan dilakukan perhitungan menggunakan metode RNEA dan akan disimulasikan pada software ETAP Power Station 12.6 untuk meningkatkan indeks keandalan sistem.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

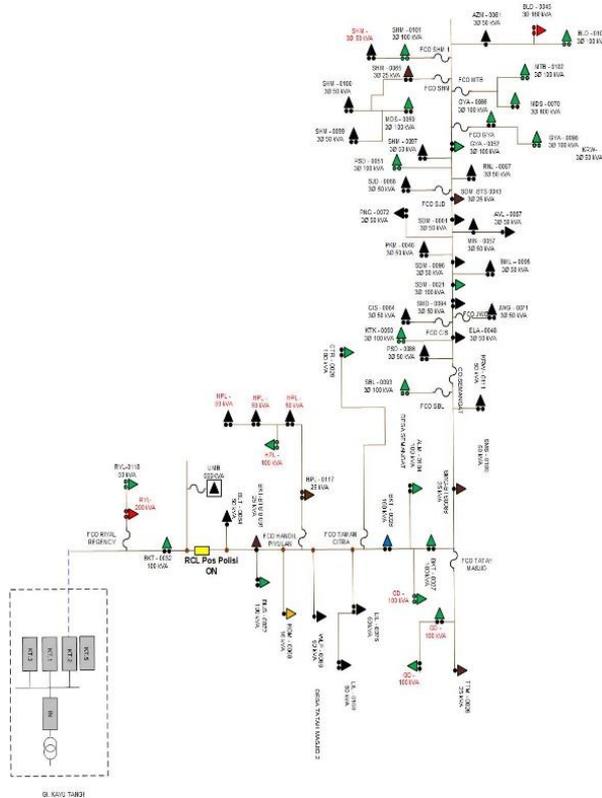


Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV serta mengetahui perbandingan perhitungan indeks keandalan menggunakan metode RNEA dengan *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP) pada PT. PLN Kota Banjarmasin yaitu penyulang Kayutangi, yang nantinya akan dilakukan simulasi peningkatan keandalan sistem dengan penambahan recloser pada sistem.

A. Perhitungan Metode RNEA

Perhitungan dimulai dengan menganalisis single line radial penyulang kayutangi untuk menentukan jumlah penyulang cabang di kedua penyulang tersebut. Penentuan penyulang cabang dengan menggunakan parameter letak dari pemisah. Jadi pemisah digunakan untuk

memisahkan antara penyulang cabang dengan penyulang utama.



Gambar 3. Single Line Diagram

Pada penyulang Kayutangi terdapat 55 *load point*, dengan kapasitas trafo yang berbeda beda tiap *load point*, Jumlah pelanggan yang terdapat pada penyulang Kayutangi adalah sebanyak 4937 pelanggan, trafo dengan jumlah 1 merupakan pelanggan khusus, sedangkan trafo dengan jumlah pelanggan lebih banyak, merupakan pelanggan umum penyulang Kayutangi

Pada sistem jaringan distribusi 20 kV penyulang Kayutangi terdapat saluran yang menghubungkan satu komponen dengan komponen yang lainnya, berikut data panjang tiap saluran pada penyulang Kayutangi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang Saluran Penyulang Kayutangi

Line	L (km)	Line	L (km)
L1	0,21	L47	0,05
L2	0,287	L48	0,297
L3	0,478	L49	0,211
L4	0,855	L50	0,121
L5	0,14	L51	0,249
L6	1,8	L52	0,106

L7	0,163	L53	0,08
L8	0,05	L54	0,072
L9	0,097	L55	0,225
L10	0,605	L56	0,805
L11	0,805	L57	0,25
L12	0,05	L58	0,182
L13	0,171	L59	0,111
L14	0,22	L60	0,176
L15	0,25	L61	0,104
L16	0,464	L62	0,12
L17	0,921	L63	0,07
L18	0,35	L64	0,68
L19	0,088	L65	0,201
L20	0,21	L66	0,265
L21	0,221	L67	0,06
L22	0,071	L68	0,254
L23	0,181	L69	0,187
L24	0,404	L70	0,088
L25	0,72	L71	0,03
L26	0,561	L72	0,267
L27	0,104	L73	0,397
L28	0,09	L74	0,184
L29	0,343	L75	0,112
L30	0,095	L76	0,235
L31	0,726	L77	0,22
L32	0,432	L78	0,098
L33	1,109	L79	0,211
L34	0,086	L80	0,135
L35	0,294	L81	0,38
L36	0,604	L82	0,205
L37	0,04	L83	0,44
L38	0,514	L84	0,098
L39	0,052	L85	0,365
L40	0,05	L86	0,205
L41	0,157	L87	0,094
L42	0,145	L88	0,304
L43	0,188	L89	0,2
L44	0,705	L90	0,136
L45	0,05	L91	0,125
L46	0,267	TOTAL	25,828

B. Menentukan Laju Kegagalan

Laju kegagalan didefinisikan sebagai nilai atau jumlah dari gangguan dalam suatu interval waktu tertentu. Perhitungan biasanya dilakukan dalam selang waktu selama satu tahun. Sehingga hasil yang diperoleh menunjukkan keterandalan sistem dalam selang waktu satu tahun tersebut. Sedangkan durasi pemadaman rata-rata dalam selang waktu satu tahun disimbolkan dengan U, ini merupakan fungsi waktu dari sistem selama sistem beroperasi. Untuk mencari nilai indeks kegagalan pada penyulang Kayutangi, pertama kita menghitung laju kegagalan (λ) tiap komponen yang

ada didalamnya dengan memasukkan panjang penghantar yang dikalikan dengan indeks kegagalan/tahun, baik itu saluran udara ataupun kabel tanah. Sehingga diperoleh banyaknya pemadaman dalam satu tahun pada penyulang Kayutangi. Setelah itu menghitung nilai U yang ada pada penyulang Kayutangi dengan mengalikan laju kegagalan (λ) tiap komponen tersebut dengan waktu perbaikan yang disimbolkan dengan r. Perhitungan pada cabang 1 penyulang Kayutangi sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan λ seksi cabang 1 Penyulang Kayutangi

Komponen	L (km)	Angka Keluar (fault/years/k m)	λ (fault/year)
L2	0,287	0,2	0,0574
L3	0,478	0,2	0,0956
LP1		0,005	0,005
LP2		0,005	0,005
Jumlah			0,163

Tabel 4. Perhitungan U seksi cabang 1 Penyulang Kayutangi

Komponen	λ (fault/year)	r (jam)	U
L2	0,0574	3	0,1722
L3	0,0956	3	0,2868
LP1	0,005	10	0,05
LP2	0,005	10	0,05
Jumlah			0,559

Untuk menghitung indeks keandalan *load point* maka harus memperhatikan letak dari *load point* tersebut. Apabila *load point* tersebut terletak pada seksi cabang maka laju kegagalan penyulang utama harus ditambahkan dengan laju kegagalan ekivalen penyulang cabang letak dari *load point* tersebut. Besarnya laju kegagalan penyulang Kayutangi diuraikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Laju kegagalan penyulang Kayutangi

Komponen	λ	r	U
LP1	3,6354	0,682730924	2,482
LP2	3,6354	0,682730924	2,482
LP3	3,4724	0,553795646	1,923
LP4	3,48881	0,598226903	2,0871
LP5	3,4724	1,939753485	6,7356
LP6	3,4724	1,939753485	6,7356
LP7	3,4724	1,939753485	6,7356

LP8	3,4724	1,939753485	6,7356
LP9	3,852	2,071495327	7,9794
LP10	3,852	2,071495327	7,9794
LP11	3,852	2,071495327	7,9794
LP12	3,4724	1,939753485	6,7356
LP13	3,4724	1,939753485	6,7356
LP14	3,4724	1,939753485	6,7356
LP15	3,5896	1,984120793	7,1222
LP16	3,4724	1,939753485	6,7356
LP17	3,4724	1,939753485	6,7356
LP18	3,4724	1,939753485	6,7356
LP19	3,6992	2,014219291	7,451
LP20	3,4724	1,939753485	6,7356
LP21	3,4724	1,939753485	6,7356
LP22	3,5802	1,98145355	7,094
LP23	3,4724	3,394251814	11,7862
LP24	3,4724	3,394251814	11,7862
LP25	3,4724	3,394251814	11,7862
LP26	3,5308	3,397643594	11,9964
LP27	3,5368	3,396969012	12,0144
LP28	3,4724	3,394251814	11,7862
LP29	3,4724	3,394251814	11,7862
LP30	3,4724	3,394251814	11,7862
LP31	3,4724	3,394251814	11,7862
LP32	3,4724	3,394251814	11,7862
LP33	3,4724	3,394251814	11,7862
LP34	3,4724	3,394251814	11,7862
LP35	3,4724	3,394251814	11,7862
LP36	3,4724	3,394251814	11,7862
LP37	3,4724	3,394251814	11,7862
LP38	3,4724	3,394251814	11,7862
LP39	3,4724	3,394251814	11,7862
LP40	3,4724	3,394251814	11,7862
LP41	3,4724	3,394251814	11,7862
LP42	3,4724	3,394251814	11,7862
LP43	3,6152	3,398041602	12,2846
LP44	3,6152	3,398041602	12,2846
LP45	3,5908	3,404923694	12,2264
LP46	3,5908	3,404923694	12,2264
LP47	3,7666	3,40062656	12,8088
LP48	3,7666	3,40062656	12,8088
LP49	3,7666	3,40062656	12,8088
LP50	3,7666	3,40062656	12,8088
LP51	3,5964	3,400122345	12,2282
LP52	3,5964	3,400122345	12,2282
LP53	3,4724	3,394251814	11,7862
LP54	3,4724	3,394251814	11,7862
LP55	3,4724	3,394251814	11,7862
Rata Rata	3,545182		

C. Menentukan Saifi dan Saidi

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

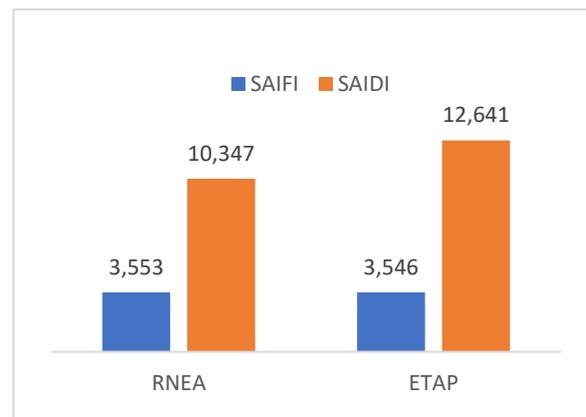
Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Keandalan Sistem

Load Point	λ	r	U	JLMH PLG	N PLG * λ (SAIFI)	N PLG * U (SAIDI)
LP1	3,635	0,683	2,482	92	334,4568	228,344
LP2	3,635	0,683	2,482	30	109,062	74,46
LP3	3,472	0,554	1,923	1	3,4724	1,923
LP4	3,489	0,598	2,087	1	3,48881	2,0871
LP5	3,472	1,94	6,736	1	3,4724	6,7356
LP6	3,472	1,94	6,736	123	427,1052	828,4788
LP7	3,472	1,94	6,736	1	3,4724	6,7356
LP8	3,472	1,94	6,736	27	93,7548	181,8612
LP9	3,852	2,072	7,979	37	142,524	295,2378
LP10	3,852	2,072	7,979	58	223,416	462,8052
LP11	3,852	2,072	7,979	95	365,94	758,043
LP12	3,472	1,94	6,736	13	45,1412	87,5628
LP13	3,472	1,94	6,736	157	545,1668	1057,489
LP14	3,472	1,94	6,736	113	392,3812	761,1228
LP15	3,59	1,984	7,122	232	832,7872	1652,35
LP16	3,472	1,94	6,736	144	500,0256	969,9264
LP17	3,472	1,94	6,736	92	319,4608	619,6752
LP18	3,472	1,94	6,736	97	336,8228	653,3532
LP19	3,699	2,014	7,451	28	103,5776	208,628
LP20	3,472	1,94	6,736	1	3,4724	6,7356
LP21	3,472	1,94	6,736	137	475,7188	922,7772
LP22	3,58	1,981	7,094	84	300,7368	595,896
LP23	3,472	3,394	11,79	94	326,4056	1107,903
LP24	3,472	3,394	11,79	199	691,0076	2345,454
LP25	3,472	3,394	11,79	76	263,9024	895,7512
LP26	3,531	3,398	12	34	120,0472	407,8776
LP27	3,537	3,397	12,01	37	130,8616	444,5328
LP28	3,472	3,394	11,79	43	149,3132	506,8066
LP29	3,472	3,394	11,79	54	187,5096	636,4548
LP30	3,472	3,394	11,79	45	156,258	530,379
LP31	3,472	3,394	11,79	57	197,9268	671,8134
LP32	3,472	3,394	11,79	61	211,8164	718,9582
LP33	3,472	3,394	11,79	94	326,4056	1107,903
LP34	3,472	3,394	11,79	41	142,3684	483,2342
LP35	3,472	3,394	11,79	53	184,0372	624,6686
LP36	3,472	3,394	11,79	34	118,0616	400,7308

LP37	3,472	3,394	11,79	1	3,4724	11,7862	
LP38	3,472	3,394	11,79	80	277,792	942,896	
LP39	3,472	3,394	11,79	118	409,7432	1390,772	
LP40	3,472	3,394	11,79	95	329,878	1119,689	
LP41	3,472	3,394	11,79	79	274,3196	931,1098	
LP42	3,472	3,394	11,79	180	625,032	2121,516	
LP43	3,615	3,398	12,29	175	632,66	2149,805	
LP44	3,615	3,398	12,29	198	715,8096	2432,351	
LP45	3,591	3,405	12,23	210	754,068	2567,544	
LP46	3,591	3,405	12,23	235	843,838	2873,204	
LP47	3,767	3,401	12,81	34	128,0644	435,4992	
LP48	3,767	3,401	12,81	158	595,1228	2023,79	
LP49	3,767	3,401	12,81	66	248,5956	845,3808	
LP50	3,767	3,401	12,81	120	451,992	1537,056	
LP51	3,596	3,4	12,23	204	733,6656	2494,553	
LP52	3,596	3,4	12,23	164	589,8096	2005,425	
LP53	3,472	3,394	11,79	150	520,86	1767,93	
LP54	3,472	3,394	11,79	147	510,4428	1732,571	
LP55	3,472	3,394	11,79	37	128,4788	436,0894	
				JUMLAH	4937	17545,02	51083,66
						3,553782	10,34711

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



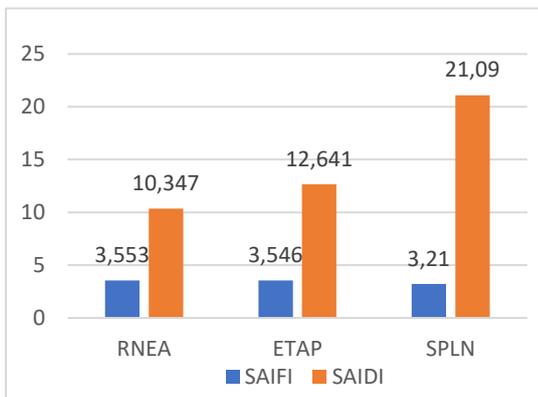
Gambar 4. Grafik Hasil perhitungan Menggunakan Metode RNEA dan Software ETAP.

Berdasarkan grafik 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.

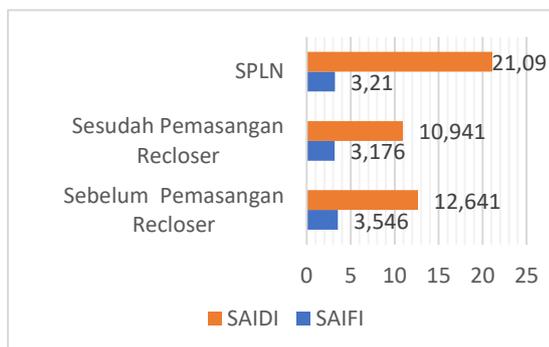
E. Percobaan Peningkatan Indeks Keandalan dengan Penambahan Recloser

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 5. Grafik Perbandingan SPLN

Pada grafik diatas terlihat bahwa penyulang kayutangi masih belum memenuhi SPLN maka dari itu diperlukan upaya untuk meningkatkan indeks keandalan pada penyulang Kayutangi agar memenuhi SPLN. Penambahan Recloser pada sistem dapat digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan indeks keandalan sistem, yang mana percobaan simulasi penambahan recloser dapat 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 grafik dibawah.

Gambar 6. Grafik Hasil Percobaan Simulasi

Berdasarkan hasil diatas, bahwa penggunaan recloser dapat mempengaruhi indeks keandalan sistem distribusi pada penyulang Kayutangi. Dengan adanya penambahan recloser, penyulang Kayutangi memenuhi SPLN dengan nilai indeks SAIFI 3,176 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 10,941 jam/pelanggan/tahun.

V. KESIMPULAN

Hasil Analisa keandalan sistem distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Kota Banjarmasin pada penyulang Kayutangi menggunakan metode RNEA didapatkan hasil indeks SAIFI 3,553 kali/perlanggan/tahun dan SAIDI 10,347 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan hasil dengan perhitungan menggunakan Software ETAP mendapatkan hasil indeks SAIFI 3,546 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 12,641 jam/pelanggan/tahun. Yang mana dari hasil tersebut dapat di ketahui bahwa keandalan pada penyulang Kayutangi 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 3,176 kali/pelanggan/tahun dan SAIDI 10,941 jam/pelanggan/tahun. Yang mana hasil dari simulasi tersebut sudah sesuai dengan SPLN 59 : 1985.

DAFTAR PUSTAKA

- Billinton, R & Wang, P, 1998. Reliability Network Equivalent Approach to Distribution System reliability evaluation. IEEE Proc-Gener. Distrib, vol. 145, no 2.
- SPLN 59 : 1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6kV. Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi, Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Sukerayasa, I Wayan. 2008. Evaluasi Penyulang dengan Metode Reliability Network Equivalent Approach. Teknologi Elektro. Vol. 7, no.1.
- Wisesa, Canggih P. 2014. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Di PT. PLN (Persero) APJ Banyuwangi dengan Metode Reliability Network Equivalent Approach. Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Nanzain, S & Wrahatnolo, T. Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (Rnea) Di Pt. Pln Rayon Mojokerto. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Sanaky, R. 2017. Peningkatan Indeks Keandalan dengan Penambahan Recloser pada Sistem Distribusi di PLTD Subaim Menggunakan Metode Section Technique. Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang.
- Mir'atussaada, A. (2015). Evaluasi Cara Kerja Auto Recloser Sebagai Pengaman Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Keramasan.
- Brown, E.R. (2009). Electric Power Distribution Reliability Second Edition. America : CRC Press Taylor & Francis Group.