

Penggunaan Metode *Reliability Network Equivalent Approach* untuk mengevaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV

Marwan Marwan¹⁾, Alimin²⁾, Andi Eka Triana Putri³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang,
email: Marwan@poliupg.ac.id¹⁾



Abstract

Salahsatu tolak ukur unjuk kerja dari system tenaga listrik adalah dengan mengetahui system keandalan pada jaringan distribusi. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) dan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) adalah indeks yang digunakan untuk mengukur keandalan system distribusi tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi indeks keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV. Nilai SAIDI dan SAIFI akan dibandingkan dengan nilai standar yang digunakan oleh PT. PLN (SPLN). Untuk mencapai tujuan penelitian, metode yang digunakan adalah *Reliability Network Equivalent Approach* (RNEA). Metode ini dilakukan untuk mengevaluasi indeks keandalan pertitik beban. Metode ini melakukan pendekatan dengan menggunakan proses berulang dan berurutan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SAIFI sebesar 3,41 kegagalan/pelanggan/tahun dan nilai SAIDI sebesar 9.13 jam/pelanggan/tahun. Dengan demikian berdasarkan hasil perbandingan menunjukkan bahwa maka nilai SAIFI sudah melebihi standar PLN (SPLN=2,88). Sebaliknya nilai SAIDI masih dalam batas nilai standar PLN (SPLN=15,36). Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (persero) ULP Daya Penyulang Paccerakkang.

Keywords: Keandalan, SAIFI, SAIDI, Sistem Distribusi, RNEA

I. PENDAHULUAN

Saat ini, seiring dengan perkembangan jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan listrik yang semakin meningkat [1, 2]. Dalam meningkatkan system pelayanan dan menjaga kestabilan pelayanan kepada masyarakat maka keandalan system tenaga listrik perlu dievaluasi. Dalam jaringan distribusi, kualitas pelayanan dapat diukur dari lama dan seringnya pemadaman yang terjadi dalam satuan waktu, seperti: perbulan dan pertahun.

Dalam rangka memberikan pelayanan yang terbaik kepada masyarakat. PT. PLN telah berkomitmen dengan mengembangkan beberapa strategi yang tepat terhadap perubahan perilaku konsumen dan kapasitas daya yang tersedia. Perubahan perilaku konsumen disebabkan oleh gaya hidup dan kebutuhan mendasar bagi semua pelanggan. Strategi yang saat ini dikembangkan oleh pihak PLN adalah dengan pegoptimalkan pelayanan publik berupa peningkatan fasilitas, prosedur dan perilaku para petugas [3].

Penyebab lain yang mengakibatkan terganggunya system pada jaringan distribusi adalah faktor cuaca dan suhu. Pemadaman yang sering terjadi saat ini lebih banyak

disebabkan karena faktor suhu dan cuaca yang ekstrim. Faktor ini sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan pada jaringan distribusi. Ketersediaan energi listrik yang cukup tidak bisa menjamin akan tidak terjadinya pemadaman. Seperti yang terjadi saat ini di Sulawesi Selatan khususnya di kota Makassar.

Disisi lain, kota Makassar sebagai pusat ibu kota menjadi pusat administrasi pemerintahan, perdagangan dan transaksi jual beli menyebabkan kebutuhan listrik akan meningkat setiap saat. PT. PLN sebagai penyedia listrik dituntut untuk bisa memberikan pelayanan secara kontinuitas kepada konsumen. Kebutuhan listrik sudah menjadi kebutuhan pokok yang harus terpenuhi setiap waktu.

Pengadaan sumber energi terbarukan dan atau genset sebagai sumber energi cadangan tidak bisa memberikan jaminan kelangsungan kebutuhan listrik setiap saat. Beberapa industri di kota Makassar hanya menjadikan sumber energi listrik dari PLN sebagai satu-satunya sumber utama. Keberadaan sumber energi terbarukan dan genset hanya untuk melayani operasional administrasi saja.

Dengan demikian, untuk menjaga kestabilan dan peningkatan pelayanan secara

kontinyu maka perlu dilakukan evaluasi secara berkala tentang keandalan sistem tenaga listrik pada jaringan distribusi. Pemilihan jaringan distribusi 20 kV di area PT. PLN (Persero) ULP Daya penyulang Paccerakkang karena melayani beberapa industry yang ada dikota Makassar. Tabel berikut ini digambarkan secara umum panjang penghantar penyulang Paccerakkang.

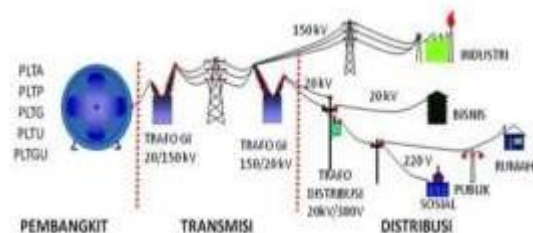
Tabel I. Panjang penghantar penyulang Paccerakkang

Penghantar (km)	Penghantar (km)	Penghantar (km)	Penghantar (km)
Line 1	0.9	Line 35	0.06
Line 2	0.023	Line 36	0.04
Line 3	0.155	Line 37	0.17
Line 4	0.106	Line 38	0.07
Line 5	0.125	Line 39	0.11
Line 6	0.1	Line 40	0.18
Line 7	0.537	Line 41	0.2
Line 8	0.02	Line 42	0.02
Line 9	0.097	Line 43	0.05
Line 10	0.08	Line 44	0.2
Line 11	0.52	Line 45	0.092
Line 12	0.02	Line 46	0.252
Line 13	0.14	Line 47	0.122
Line 14	0.05	Line 48	0.18
Line 15	0.05	Line 49	0.29
Line 16	0.15	Line 50	0.05
Line 17	0.03	Line 51	0.11
Line 18	0.27	Line 52	0.16
Line 19	0.5	Line 53	0.14
Line 20	0.33	Line 54	0.1
Line 21	0.212	Line 55	0.04
Line 22	0.03	Line 56	0.15
Line 23	0.03	Line 57	0.18
Line 24	0.04	Line 58	0.16
Line 25	0.09	Line 59	0.095
Line 26	0.235	Line 60	0.038
Line 27	0.15	Line 61	0.33
Line 28	0.25	Line 62	0.042
Line 29	0.083	Line 63	0.520
Line 30	0.04	Line 64	0.603
Line 31	0.05	Line 65	0.093
Line 32	0.01	Line 66	0.287
Line 33	0.11	Line 67	0.09
Line 34	0.16	Line 68	0.019
Line 69	0.016	Line 111	0.072
Line 70	0.011	Line 112	0.09
Line 71	0.145	Line 113	0.033
Line 72	0.018	Line 114	0.035
Line 73	0.012	Line 115	0.02
Line 74	0.428	Line 116	0.053
Line 75	0.058	Line 117	0.255
Line 76	0.151	Line 118	0.098
Line 77	0.35	Line 119	0.2
Line 78	0.095	Line 120	0.27
Line 79	0.019	Line 121	0.301

Penghantar (km)	Penghantar (km)	Penghantar (km)	Penghantar (km)
Line 80	0.092	Line 122	0.137
Line 81	0.039	Line 123	0.073
Line 82	0.051	Line 124	0.012
Line 83	0.238	Line 125	0.04
Line 84	0.252	Line 126	0.083
Line 85	0.22	Line 101	0.095
Line 86	0.033	Line 102	0.183
Line 87	0.04	Line 103	0.163
Line 88	0.16	Line 104	0.037
Line 89	0.06	Line 105	0.22
Line 90	0.25	Line 106	0.25
Line 91	0.033	Line 107	0.06
Line 92	0.272	Line 108	0.066
Line 93	0.112	Line 109	0.128
Line 94	0.118	Line 110	0.351
Line 95	0.04	Line 111	0.072
Line 96	0.033	Line 112	0.09
Line 97	0.032	Line 113	0.033
Line 98	0.065	Line 114	0.035
Line 99	0.05	Line 115	0.02
Line 100	0.097	Line 116	0.053
Line 101	0.095	Line 117	0.255
Line 102	0.183	Line 118	0.098
Line 103	0.163	Line 119	0.2
Line 104	0.037	Line 120	0.27
Line 105	0.22	Line 121	0.301
Line 106	0.25	Line 122	0.137
Line 107	0.06	Line 123	0.073
Line 108	0.066	Line 124	0.012
Line 109	0.128	Line 125	0.04
Line 110	0.351	Line 126	0.083

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai komponen utama dalam system ketenagalistrikan system distribusi berfungsi untuk menyalurkan daya listrik ke konsumen [4]. Sisem tenaga listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit disalurkan melalui saluran transmisi ke jaringan distribusi. Jaringan distribusi ini yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke masing-masing konsumen melalui gardu distribusi. Gambar berikut ini menunjukkan diagram satu garis system ketenaga listrikan.



Gambar 1. Diagram system tenaga listrik [5]

Dalam menjaga system penyaluran listrik secara kontinuitas maka system evaluasi keandalan pada system distribusi sangat diperlukan. Untuk melakukan evaluasi terhadap system distribusi, System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) dan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur keandalan system distribusi tenaga listrik. Menurut [6, 7] secara umum untuk menilai system keandalan pasokan listrik dengan menggunakan metode SAIFI dan SAIDI.

Menurut [8, 9] SAIFI dan SAIDI adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisa kualitas pelayanan system ketenagalistrikan. SAIFI dan SAIDI adalah indeks rata-rata frekuensi gangguan pada system [10]. Bahkan dalam beberapa negara maju, SAIFI dan SAIDI digunakan sebagai indicator bagi perusahaan listrik dalam menentukan tarif listrik.

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya untuk mengetahui system keandalan pada jaringan distribusi dengan menggunakan metode SAIFI dan SAIDI.

SAIDI dan SAIFI digunakan untuk menganalisis system keandalan pada jaringan distribusi. Metodology yang dikembangkan untuk menghitung nilai keandalan system dengan melakukan simulasi menggunakan model Sequential Monte Carlo. Dalam penelitian ini terdiri dari empat jaringan distribusi dan 24 gardu induk yang saling terhubung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini sangat effective dalam melakukan analisis keandalan. Penelitian ini dilakukan di negara Brasil bagian selatan dengan total daya 335 MW untuk melayani konsumen sebanyak 116 konsumen [11].

Penelitian lain juga telah dilakukan dengan menggunakan SAIFI dan SAIDI sebagai indeks keandalan dalam system tenaga. Penelitian ini dilakukan pada PT PLN Surakarta ULP Manahan. Data yang digunakan pada tahun 2018. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks

kekuatan system pada jaringan distribusi tersebut kurang andal. Hal ini disebabkan karena nilai SAIFI dan SAIDI melebihi batas maksimum [12].

Penggunaan SAIFI dan SAIDI untuk mengevaluasi keandalan system juga dilakukan sebelumnya oleh [13]. Penelitian

dilakukan pada system didtribusi 20 kV PT PLN rayon Bengklias. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai SAIFI dan SAIDI pada tahun 2017 dan 2018 memenuhi standar PLN. Dengan demikian dianggap jaringan distribusi 20 kV msih handal dalam meberikan pelayanan kepada konsumen.

Untuk mendapatkan hasil yang optimal beberapa metode pendekatan yang telah dilakukan sebelumnya dalam menghitung nilai SAIFI dan SAIDI diantaranya adalah dengan menggunakan metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) [14, 15], dan Waveform Distortions [16]

Menurut [17] RNEA adalah metode yang digunakan untuk mengevaluais kendalan system distribusi dengan pendekatan elemen ekuivalen. Jaringan distribusi diganti dengan rangkaian ekuivalen kemudian disusun kembali dalam bentuk seri dan sederhana. Dalam melakukan evaluasi pertitik beban (load point) metode ini menggunakan proses berulang dan dan beurutan.

Dalam melakukan evaluasi keandalan system, penggunaan Waveform Distortions dilakukan untuk mengevaluasi keandalan system secara real time pada IEEE-34 bus. Metode pendekatan ini dilakukan karena terjadinya peningkatan pemadaman secara rata-rata. Terjadinya pemadaman karena seringnya terjadi kegagalan system yang tidak bisa terdeteksi secara konvensional. Penggunaan metode ini untuk mendeteksi distorsi gelombang arus dan tegangan. Hal ini dijadikan sebagai acuan dalam mendeteksi kejadian kegagalan sebelum terjadi kerusakan lebih lanjut yang menyebabkan pemadaman pada system tenaga listrik [16].

III. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan evaluasi keandalan pada system distribusi beberapa tahapan telah dilakukan seperti yang dijelaskan berikut ini:

1. Indeks Keandalan

Untuk menghitung frekuensi dan lama pemadaman digunakan persamaan berikut ini [15] :

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

$$U_{LP} = \sum_{i=k} \lambda_i \cdot r_j \quad (2)$$

Dimana:

λ_{LP} = frekuensi gangguan *load point*.

λ_i = laju kegagalan tiap peralatan K.

k = semua jenis peralatan yang berpengaruh terhadap *load point*.

U_{LP} = rata – rata gangguan tahunan

r_j = waktu perbaikan (*repairing time*)

Untuk mengetahui indeks keandalan system secara keseluruhan, berikut ini dijelaskan persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai SAIFI dan SAIDI [18] .

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N} \quad (3)$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N} \quad (4)$$

Dimana:

λ_i = frekuensi padam

N_i = jumlah pelanggan pada saluran

N = jumlah pelanggan pada sistem

U_i = waktu padam dalam periode tertentu

2. Reliability Network Equivalent Approach (RNEA)

Persamaan berikut ini digunakan untuk menghitung laju kegagalan dengan metode RNEA [19] .

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

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

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

Dimana:

λ_j = laju kegagalan pada *load point j*

U_j = rata – rata ketidaktersediaan tahunan *load point j*

r_j = 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*

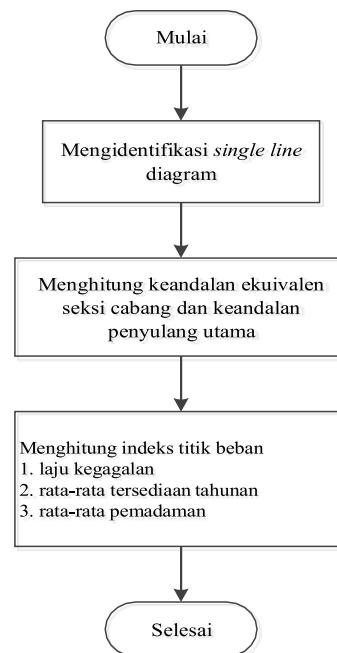
r_{ij} = *Switching* atau waktu perbaikan *load point j* pada *main section*

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

r_{kj} = *Switching* atau waktu perbaikan *load point j* pada *internal section*

Untuk mengetahui tingkat keandalan, maka nilai SAIFI dan SAIDI yang diperoleh akan dibandingkan dengan nilai standar SPLN, yaitu: 2.88 kali/ pelanggan/ tahun untuk SAIFI dan 15,36 jam/pelanggan/tahun untuk SAIDI [20].

1. Untuk memudahkan langkah-langkah seperti yang dijelaskan diatas maka berikut ini digambarkan flowchart penelitian yang menjadi landasan dalam melakukan penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keandalan sistem distribusi 20 kV dengan menggunakan Metode RNEA. Untuk memudahkan dalam melakukan

evaluasi maka software Matlab digunakan dalam melakukan analisis data.

1. Menghitung Laju Kegagalan

Untuk mencari nilai indeks keandalan pada penyulang Paccerakkang, Langkah pertama yang dilakukan dengan menghitung nilai laju kegagalan (λ) tiap komponen dengan mempertimbangkan nilai indeks kegagalan /tahun, baik itu saluran udara ataupun kabel tanah. Dengan demikian banyaknya nilai pemadaman dalam satu tahun pada penyulang Paccerakkang dapat diketahui. Langkah kedua dengan menghitung nilai U, nilai tersebut diperoleh dengan cara mengalikan laju kegagalan (λ) tiap komponen dengan waktu perbaikan yang disimbolkan dengan r.

Dengan menggunakan persamaan (1) diatas maka besarnya nilai λ dapat diketahui seperti yang dijelaskan melalui Table 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil perhitungan Perhitungan (λ)

No	Komponen	L (Km)	Angka Keluar (Kegagalan / Tahun/Km)	Laju Kegagalan λ (Kegagalan/Tahun)
1	2	3	4	5
1	FCO	-	0.003	0.003
2	Line 13	0.14	0.2	0.028
3	Line 14	0.05	0.2	0.01
4	Line 15	0.05	0.2	0.01
5	Line 16	0.15	0.2	0.03
6	Line 17	0.03	0.2	0.006
7	LP10	-	0.005	0.005
8	LP11	-	0.005	0.005
9	LP12	-	0.005	0.005
10	LP13	-	0.005	0.005
Jumlah				0.107

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung besarnya nilai U, seperti yang dijelaskan melalui Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai U

No	Komp	λ	r (Jam)	U
1	2	3	4	5
1	LP1	3.3818	0.977349	3.3052
2	LP2	3.3818	0.977349	3.3052
3	LP3	3.3818	0.977349	3.3052
4	LP4	3.3818	0.977349	3.3052
5	LP5	3.3818	0.977349	3.3052
6	LP6	3.3818	0.977349	3.3052
7	LP7	3.3818	0.977349	3.3052
8	LP8	3.3818	0.977349	3.3052
9	LP9	3.3818	0.977349	3.3052
10	LP10	3.489	1.085469	3.7872
11	LP11	3.489	1.085469	3.7872
12	LP12	3.489	1.085469	3.7872

No	Komp	λ	r (Jam)	U
1	2	3	4	5
13	LP13	3.489	1.085469	3.7872
14	LP14	3.3818	0.977349	3.3052
15	LP15	3.3818	0.977349	3.3052
16	LP16	3.3818	0.977349	3.3052
17	LP17	3.3818	1.550653	5.244
18	LP18	3.3818	1.550653	5.244
19	LP19	3.3818	1.550653	5.244
20	LP20	3.3818	1.550653	5.244
21	LP21	3.3818	1.550653	5.244
22	LP22	3.3818	1.550653	5.244
23	LP23	3.3818	1.550653	5.244
24	LP24	3.3818	1.550653	5.244
25	LP25	3.3818	1.550653	5.244
26	LP26	3.3818	1.550653	5.244
27	LP27	3.3818	1.550653	5.244
28	LP28	3.3818	1.550653	5.244
29	LP29	3.3818	1.550653	5.244
30	LP30	3.3818	2.309539	7.8104
31	LP31	3.3818	2.309539	7.8104
32	LP32	3.3818	2.309539	7.8104
33	LP33	3.3818	2.309539	7.8104
34	LP34	3.3818	2.309539	7.8104
35	LP35	3.3818	2.309539	7.8104
36	LP36	3.3818	2.309539	7.8104
37	LP37	3.3818	2.309539	7.8104
38	LP38	3.3818	2.309539	7.8104
39	LP39	3.3818	2.309539	7.8104
40	LP40	3.3818	2.309539	7.8104
41	LP41	3.3818	2.309539	7.8104
42	LP42	3.3818	2.309539	7.8104
43	LP43	3.3818	2.309539	7.8104
44	LP44	3.3818	2.309539	7.8104
45	LP45	3.6194	2.380008	8.6142
46	LP46	3.6194	2.380008	8.6142
47	LP47	3.3818	2.309539	7.8104
48	LP48	3.3818	2.716394	9.1863
49	LP49	3.3818	2.716394	9.1863
50	LP50	3.3818	2.716394	9.1863
51	LP51	3.3818	2.716394	9.1863
52	LP52	3.3818	2.716394	9.1863
53	LP53	3.3818	2.716394	9.1863
54	LP54	3.3818	2.716394	9.1863
55	LP55	3.5866	2.787236	9.9967
56	LP56	3.5866	2.787236	9.9967
57	LP57	3.5866	2.787236	9.9967
58	LP58	3.5866	2.787236	9.9967
59	LP59	3.5866	2.787236	9.9967
60	LP60	3.3818	2.716394	9.1863
61	LP61	3.3818	2.716394	9.1863
62	LP62	3.3818	3.86522	13.0714
63	LP63	3.3818	3.86522	13.0714
64	LP64	3.3818	3.86522	13.0714
65	LP65	3.3818	3.86522	13.0714
66	LP66	3.3818	3.86522	13.0714
67	LP67	3.3818	3.86522	13.0714
68	LP68	3.3818	3.86522	13.0714
69	LP69	3.3818	3.86522	13.0714
70	LP70	3.3818	3.86522	13.0714
71	LP71	3.3818	3.86522	13.0714
72	LP72	3.3818	3.86522	13.0714
73	LP73	3.3818	3.86522	13.0714
74	LP74	3.3818	3.86522	13.0714

No	Komp	λ	r (Jam)	U
1	2	3	4	5
75	LP75	3.3818	3.86522	13.0714
76	LP76	3.3818	3.86522	13.0714
77	LP77	3.511	3.869154	13.5846
78	LP78	3.511	3.869154	13.5846
79	LP79	3.511	3.869154	13.5846
80	LP80	3.3818	3.86522	13.0714
81	LP81	3.3818	3.86522	13.0714
82	LP82	3.3818	3.86522	13.0714
83	LP83	3.3818	3.86522	13.0714
84	LP84	3.3818	3.86522	13.0714
85	LP85	3.3818	3.86522	13.0714
86	LP86	3.3818	3.86522	13.0714
87	LP87	3.3818	3.86522	13.0714
88	LP88	3.3818	3.86522	13.0714
89	LP89	3.3818	3.86522	13.0714
90	LP90	3.3818	3.86522	13.0714
91	LP91	3.3818	3.86522	13.0714
92	LP92	3.3818	3.86522	13.0714
Jumlah		3.407		

2. Menghitung Indeks SAIFI dan SAIDI

Persamaan (3) dan (7) digunakan untuk menghitung besarnya nilai SAIFI dan SAIDI dengan metode RNEA, seperti yang dijelaskan melalui Tabel 3 berikut ini:

Tabel 4. Indeks Keandalan Sistem SAIFI dan SAIDI

No	Kom	λ	r	U	SAIFI	SAIDI
1	LP1	3.3818	0.977 349	3.3052	3.3818	3.3052
2	LP2	3.3818	0.977 349	3.3052	3.3818	3.3052
3	LP3	3.3818	0.977 349	3.3052	3.3818	3.3052
4	LP4	3.3818	0.977 349	3.3052	290.834 8	284.24 72
5	LP5	3.3818	0.977 349	3.3052	328.034 6	320.60 44
6	LP6	3.3818	0.977 349	3.3052	3.3818	3.3052
7	LP7	3.3818	0.977 349	3.3052	243.489 6	237.97 44
8	LP8	3.3818	0.977 349	3.3052	226.580 6	221.44 84
9	LP9	3.3818	0.977 349	3.3052	263.780 4	257.80 56
10	LP10	3.489	1.085 469	3.7872	34.89	37.872
11	LP11	3.489	1.085 469	3.7872	272.142	295.40 16
12	LP12	3.489	1.085 469	3.7872	3.489	3.7872
13	LP13	3.489	1.085 469	3.7872	303.543	329.48 64
14	LP14	3.3818	0.977 349	3.3052	3.3818	3.3052
15	LP15	3.3818	0.977 349	3.3052	520.797 2	509.00 08
16	LP16	3.3818	0.977 349	3.3052	179.235 4	175.17 56
17	LP17	3.3818	1.550 653	5.244	3.3818	5.244
18	LP18	3.3818	1.550 653	5.244	182.617 2	283.17 6
19	LP19	3.3818	1.550 653	5.244	169.09	262.2
20	LP20	3.3818	1.550 653	5.244	3.3818	5.244
21	LP21	3.3818	1.550 653	5.244	727.087 6	1127.4 6
22	LP22	3.3818	1.550	5.244	534.324	828.55

No	Kom	λ	r	U	SAIFI	SAIDI
			653		4	2
23	LP23	3.3818	1.550 653	5.244	71.0178	110.12 4
24	LP24	3.3818	1.550 653	5.244	226.580 6	351.34 8
25	LP25	3.3818	1.550 653	5.244	152.181	235.98
26	LP26	3.3818	1.550 653	5.244	290.834 8	450.98 4
27	LP27	3.3818	1.550 653	5.244	6.7636	10.488
28	LP28	3.3818	1.550 653	5.244	348.325 4	540.13 2
29	LP29	3.3818	1.550 653	5.244	517.415 4	802.33 2
30	LP30	3.3818	2.309 539	7.8104	294.216 6	679.50 48
31	LP31	3.3818	2.309 539	7.8104	3.3818	7.8104
32	LP32	3.3818	2.309 539	7.8104	328.034 6	757.60 88
33	LP33	3.3818	2.309 539	7.8104	263.780 4	609.21 12
34	LP34	3.3818	2.309 539	7.8104	601.960 4	1390.2 51
35	LP35	3.3818	2.309 539	7.8104	294.216 6	679.50 48
36	LP36	3.3818	2.309 539	7.8104	341.561 8	788.85 04
37	LP37	3.3818	2.309 539	7.8104	551.233 4	1273.0 95
38	LP38	3.3818	2.309 539	7.8104	429.488 6	991.92 08
37	LP39	3.3818	2.309 539	7.8104	260.398 6	601.40 08
40	LP40	3.3818	2.309 539	7.8104	453.161 2	1046.5 94
41	LP41	3.3818	2.309 539	7.8104	294.216 6	679.50 48
42	LP42	3.3818	2.309 539	7.8104	500.506 4	1155.9 39
43	LP43	3.3818	2.309 539	7.8104	378.761 6	874.76 48
44	LP44	3.3818	2.309 539	7.8104	257.016 8	593.59 04
45	LP45	3.6194	2.380 008	8.6142	314.887 8	749.43 54
46	LP46	3.6194	2.380 008	8.6142	408.992 2	973.40 46
47	LP47	3.3818	2.309 539	7.8104	328.034 6	757.60 88
48	LP48	3.3818	2.716 394	9.1863	703.414 4	1910.7 5
49	LP49	3.3818	2.716 394	9.1863	226.580 6	615.48 21
50	LP50	3.3818	2.716 394	9.1863	432.870 4	1175.8 46
51	LP51	3.3818	2.716 394	9.1863	456.543	1240.1 51
52	LP52	3.3818	2.716 394	9.1863	3.3818	9.1863
53	LP53	3.3818	2.716 394	9.1863	196.144 4	532.80 54
54	LP54	3.3818	2.716 394	9.1863	145.417 4	395.01 09
55	LP55	3.5866	2.787 236	9.9967	200.849 6	559.81 52
56	LP56	3.5866	2.787 236	9.9967	512.883 8	1429.5 28
57	LP57	3.5866	2.787 236	9.9967	702.973 6	1959.3 53
58	LP58	3.5866	2.787 236	9.9967	347.900 2	969.67 99
59	LP59	3.5866	2.787 236	9.9967	369.419 8	1029.6 6
60	LP60	3.3818	2.716 394	9.1863	155.562 8	422.56 98
61	LP61	3.3818	2.716 394	9.1863	412.579 6	1120.7 29
62	LP62	3.3818	3.865 22	13.071 4	530.942 6	2052.2 1
63	LP63	3.3818	3.865	13.071	446.397	1725.4

No	Kom	λ	r	U	SAIFI	SAIDI
			22	4	6	25
64	LP64	3.3818	3.865 22	13.071 4	84.545	326.78 5
65	LP65	3.3818	3.865 22	13.071 4	172.471 8	666.64 14
66	LP66	3.3818	3.865 22	13.071 4	561.378 8	2169.8 52
67	LP67	3.3818	3.865 22	13.071 4	514.033 6	1986.8 53
68	LP68	3.3818	3.865 22	13.071 4	463.306 6	1790.7 82
69	LP69	3.3818	3.865 22	13.071 4	152.181	588.21 3
70	LP70	3.3818	3.865 22	13.071 4	179.235 4	692.78 42
71	LP71	3.3818	3.865 22	13.071 4	324.652 8	1254.8 54
72	LP72	3.3818	3.865 22	13.071 4	679.741 8	2627.3 51
73	LP73	3.3818	3.865 22	13.071 4	16.909	65.357
74	LP74	3.3818	3.865 22	13.071 4	456.543	1764.6 39
75	LP75	3.3818	3.865 22	13.071 4	328.034 6	1267.9 26
76	LP76	3.3818	3.865 22	13.071 4	84.545	326.78 5
77	LP77	3.511	3.869 154	13.584 6	52.665	203.76 9
78	LP78	3.511	3.869 154	13.584 6	101.819	393.95 34
79	LP79	3.511	3.869 154	13.584 6	70.22	271.69 2
80	LP80	3.3818	3.865 22	13.071 4	118.363	457.49 9
81	LP81	3.3818	3.865 22	13.071 4	689.887 2	2666.5 66
82	LP82	3.3818	3.865 22	13.071 4	84.545	326.78 5
83	LP83	3.3818	3.865 22	13.071 4	158.944 6	614.35 58
84	LP84	3.3818	3.865 22	13.071 4	77.7814	300.64 22
85	LP85	3.3818	3.865 22	13.071 4	118.363	457.49 9
86	LP86	3.3818	3.865 22	13.071 4	561.378 8	2169.8 52
87	LP87	3.3818	3.865 22	13.071 4	453.161 2	1751.5 68
88	LP88	3.3818	3.865 22	13.071 4	179.235 4	692.78 42
89	LP89	3.3818	3.865 22	13.071 4	537.706 2	2078.3 53
90	LP90	3.3818	3.865 22	13.071 4	3.3818	13.071 4
91	LP91	3.3818	3.865 22	13.071 4	3.3818	13.071 4
92	LP92	3.3818	3.865 22	13.071 4	328.034 6	1267.9 26
Jumlah					25621 3.40718	68669 9.1339

Berdasarkan perhitungan indeks keandalan dengan Metode RNEA diperoleh nilai indeks SAIFI pada Penyulang Paccerakkang sebesar 3.41 kegagalan/ pelanggan/ tahun dan besarnya nilai SAIDI diperoleh 9.13 jam/ pelanggan/ tahun. Hal tersebut disebabkan karena penyulang Paccerakkang mempunyai panjang saluran yang lebih panjang, memiliki komponen (peralatan) yang lebih kompleks dan melayani beberapa konsumen dari kelompok industri.

3. Perbandingan Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa nilai SAIFI pada penyulang Paccerakkang belum dikategorikan handal karena nilai SAIFI pada penyulang ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan nilai SPLN. Maka dari itu perlu adanya perbaikan pada penyulang Paccerakkang sehingga dapat meningkatkan tingkat indeks keandalannya. Sebaliknya, indeks keandalan SAIDI masih di kategorikan handal karena nilainya masih sesuai SPLN.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI dengan menggunakan metode RNEA adalah 3.4079 kegagalan / pelanggan /tahun dan 9.1339 jam/pelanggan/tahun. Jika dibandingkan dengan nilai SPLN maka dapat disimpulkan bahwa nilai SAIFI penyulang Paccerakkang lebih besar dari SPLN sehingga dianggap perlu adanya perbaikan. Sebaliknya, nilai SAIDI yang diperoleh masih sesuai standar SPLN sehingga perlu tetap dipertahankan.

REFERENSI

- [1] Shetty, V.J., et al.(2019),Distribution system Network Reconfiguration for Voltage profile improvement and loss reduction Using BPSO,In: *2nd International Conference on Power and Embedded Drive Control (ICPEDC)*, Chennai India.
- [2] He, Y. (2020). Agricultural population urbanization, long-run economic growth, and metropolitan electricity consumption: An empirical dynamic general equilibrium model *Energy Strategy Reviews* 30, pp.1-9.
- [3] Wulan, S. (2011). Analisa kualitas pelayanan terhadap kepuasan pelanggan pada PT. Perusahaan listrik negara (Persero) cabang Tanjungpura, *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 1, pp.161-187.
- [4] Prakash, K., et al.(2016),Review of Power System Distribution Network Architecture,In: *3rd Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering (APWC on CSE)*, Nadi.
- [5] Febriana, R. *Pembagian Sistem Penyaluran Tenaga Listrik*. 2020 [cited 2021 17 Februari]; Available from:

- <https://www.warriornux.com/pembagian-sistem-penyaluran-tenaga-listrik/>.
- [6] Kornatka, M.(2017),Distribution of SAIDI and SAIFI indices and the saturation of the MV network with remotely controlled switches,In: *18th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)*, Kouty nad Desnou.
- [7] Sultana, A., A. Alam, and M. Zaid.(2019),A new model for optimal deployment of remote controlled switches in a radial distribution system using mixed-integer non-linear programming,In: *International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering*, Aligarh, India.
- [8] Mihai, C. and E. Helerea.(2019),Reliability and Continuity Indicators Estimation in System of Electrical Power Supply to the Consumer,In: *8th International Conference on Modern Power Systems (MPS)*, Cluj Napoca Romania.
- [9] PETLESHKOV, A. and Y. LOZANOV.(2019), Analysis of the interruptions in a section of power distribution network medium voltage 20 kV,In: *16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA)*, Varna, Bulgaria.
- [10] Senen, A., T. Ratnasari, and D. Anggaini. (2019). Studi Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Graphical User Interface Matlab pada PT PLN (Persero) Rayon Kota Pinang, *Energi dan Kelistrikan*, 11, pp.138-148.
- [11] Sousa, R.S.d., C.C. Martins, and M. Sperandio.(2019),Distribution System Reliability Assessment Using Sequential Monte Carlo Simulation,In: *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America)*, Gramado Brazil.
- [12] Khoiruddin, I., (2019), Analisa keandalan sistem distribusi tenaga listrik 20 kV dengan indeks SAIFI dan SAIDI pada PLN ULP Manahan, Institution Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta,
- [13] Abidin, Z. and A. Hadi. (2020). Analisis System Avarage Interruption Frequency Index dan System Average Interruption Duration Index Beroreantasi Pelanggan pada Gangguan Jaringan Tegangan Rendah dan Menengah, *Jurnal Inovtek Ser Elektro*, 2, pp.63-70.
- [14] kristyanto, I. and e. putra.(2020),Evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV menggunakan metode RNEA di PT. PLN area Madiun,In: *Seminar nasional teknik elektro*, Jakarta.
- [15] Adiguna, M.F., (2019), Analisa peningkatan keandalan sistem distribusi 20 kV dengan recloser di PT PLN kota Banjarmasin pada penyulang kayutangi menggunakan metode RNEA, Institution Teknik elektro, Institut Tehnologi Nasional Malang,
- [16] Bhandia, R., et al.(2020),Towards Improved Reliability Indices using Waveform Distortions in Distribution System,In: *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe)*, The Hague, Netherlands.
- [17] Sukerayasa, I.W. and Musthopa. (2008). Evaluasi keandalan penyulang dengan metod reliability network equivalent approach, *Tehnologi elektro*, 7, pp.30-39.
- [18] Fatoni, A., R.S. Wibowo, and A. Soeprijanto. (2016). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT.PLN Rayon Lumajang dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), *Jurnal teknik ITS*, 5, pp.462-467.
- [19] Nanzain, S. and T. Wrahatnolo. (2017). Evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi 20 kV menggunakan metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) di PT PLN rayon Mojokerto, *Teknik Elektro*, 6, pp.111-119.
- [20] Rahman, S., (2020), Pehitungan nilai SAIDI, SAIFI dan CAIDI pada jaringan distribusi, Institution Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya.