



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2025.6887

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Atambua Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Titiek Suheta, Novendra L Rivaldo Bere, Celestino Soares, Aji Indra Pratama
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi ITATS
e-mail: hita@itats.ac.id, valdobere99@gmail.com, soarescheles@gmail.com

ABSTRACT

The reliability of a distribution system refers to the probability that a component or distribution system will fulfill its required function over a specified period. The increasing demand for electricity necessitates a distribution system with a high level of reliability. Reliability levels can be determined by the duration of power outages and the time required to restore service after an outage. The purpose of this study is to analyze the reliability indices SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SAIDI (System Average Interruption Duration Index), CAIDI (Consumer Average Interruption Duration Index), and ASAI (Average Service Availability Index) using the FMEA (Failure Modes Effects Analysis) method at PT. PLN (Persero) Atambua Customer Service Unit. The results of the study show that for the Atapupu feeder, SAIFI = 6.5330 interruptions/customer/year, which does not meet the standard due to the frequent occurrence of disturbances during the year and the length of the line exceeding 1-2 km. However, SAIDI = 20.2244 hours/customer/year, CAIDI = 3.0956 hours/year, and ASAI = 99.77% still meet the SPLN standards. Similarly, for the Haliwen feeder, SAIFI = 3.1061 interruptions/customer/year, SAIDI = 10.4879 hours/customer/year, CAIDI = 3.3764 hours/year, and ASAI = 99.88%, and for the Motabuik feeder, SAIFI = 3.1751 interruptions/customer/year, SAIDI = 10.4752 hours/customer/year, CAIDI = 3.2990 hours/year, and ASAI = 99.8772%.

Keywords: SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, FMEA

ABSTRAK

Keandalan suatu sistem distribusi adalah peluang suatu komponen atau sistem distribusi dalam memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu. Peningkatan kebutuhan akan listrik menuntut suatu sistem distribusi tenaga listrik yang mempunyai tingkat keandalan yang baik. Tingkat keandalan dapat ditentukan dengan durasi pemadaman listrik, dan waktu yang dibutuhkan untuk pulih dari pemadaman listrik. Tujuan penelitian ini menganalisa indeks keandalan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Consumer Average Interruption Duration Index*) dan ASAI (*Average Service Availability Index*) menggunakan metode FMEA (*Failure Modes Effect Analysis*) di

PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Atambua. Hasil penelitian menunjukkan, pada penyulang Atapupu SAIFI = 6,5330 kali/pelanggan/tahun, nilai tersebut belum memenuhi standar hal ini dikarenakan frekuensi gangguan sering terjadi selama satu tahun dan panjangnya saluran di atas 1 – 2 Kms. Namun untuk SAIDI = 20,2244 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,0956 (jam/tahun) dan ASAI = 99,77 % masih sesuai standar SPLN demikian juga untuk penyulang Haliwen SAIFI = 3,1061 kali/pelanggan/tahun, SAIDI = 10,4879 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,3764 (jam/tahun) dan ASAI 99,88 % dan penyulang Motabuik SAIFI = 3,1751 kali/pelanggan/tahun, SAIDI = 10,4752 jam/pelanggan/tahun, CAIDI = 3,2990 (jam/tahun) dan ASAI = 0,998772 %.

Kata Kunci : SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, FMEA

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat, untuk itu harus ditunjang dengan meningkatkan keandalan suatu alat di sistem distribusi. Keandalan tersebut dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa menyuplai secara kontinu dalam satu tahun ke konsumen. Namun permasalahan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan keandalan[1][2].

Untuk mengetahui keandalan suatu sistem maka ditetapkan pada indeks keandalan yang merupakan suatu parameter untuk menunjukkan tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai ke konsumen. Indeks-indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*), ASAI (*Average Service Availability Index*)[3][4][5].

Penelitian berdasarkan hasil analisa dan simulasi sistem distribusi 20 kV pada UPJ Mojokerto menggunakan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada penyulang Gading didapatkan hasil nilai SAIFI 3,80237 dan 3,8174, nilai SAIDI 11,9697 dan 12,1197. Penyulang Bangsal nilai SAIFI 6,82974 dan 6,4743, SAIDI 13,9370443 dan 14,5671. Kedua penyulang tersebut nilai indeksnya belum memenuhi standart yang di tetapkan oleh PT. PLN (persero), untuk perlu itu di tingkatkan keandalan sistem distribusi yang lebih baik[6].

Penelitian dengan metode FMEA (Failure Mode and Effect) didapatkan hasil pada penyulang A nilai SAIFI 2,4534 dan SAIDI 4,4765, namun setelah dilakukan penambahan sectionalizer dan fuse, maka didapat hasil perbaikan SAIFI 2,2640 dan SAIDI 3,2851[7].

Dengan cara memasang peralatan sectionalizer dan fuse berdasarkan metode FMEA didapatkan hasil pada penyulang Blora 5 SAIFI 13,35 mengalami penurunan menjadi 12,12, sedangkan SAIDI 19,13 membaik menjadi 18,19[8].

Hasil analisa perbandingan metode *Failure Modes And Effect Analysis* (FMEA), standar SPLN dan IEEE untuk nilai indeks SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, dan ASUI memberikan hasil 1,317200 kali/pelanggan/tahun, 2,483546 jam/pelanggan/tahun, 1,859481 jam/gangguan, 0,999629, 0,000371. Dari perhitungan menunjukkan bahwa penyulang Kacer berdasarkan standar SPLN masih stabil, namun berdasarkan standar IEEE nilai SAIFI, ASAI, dan ASUI sudah termasuk andal, tidak dengan SAIDI dan CAIDI belum termasuk andal.

Pada penelitian menentukan nilai keandalan dan berbagai indeks yang berhubungan dengan kualitas pelayanan terhadap pelanggan PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Atambua. Dengan cara melihat seberapa banyak dan seberapa besar gangguan yang mempengaruhi penyaluran tenaga listrik pada konsumen serta mengevaluasi kembali indeks keandalan sistem tenaga listrik jaringan distribusi 20 kV dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) karena metode tersebut merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem dan dampak yang ditimbulkan sebelum benar-benar terjadi, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil lebih awal.

METODE

A. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah saluran distribusi 20 kV Kota Atambua yang melayani penyulang Atapupu, Haliwen dan Motabuik.

B. Data Penelitian

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu Single line diagram, jumlah pelanggan, panjang saluran dan gangguan setiap penyulang.

C. Analisa Data

Mengitung nilai-nilai indeks yang diinginkan menggunakan persamaan (1)-(6) dibawah ini :

1. Menghitung frekuensi gangguan[9][10]

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

2. Menghitung Waktu/Durasi Gangguan[11][5]

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

3. Menghitung SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)[4][2][12][13]

$$SAIFI = \frac{\text{Total jumlah pelanggan yang mengalami gangguan}}{\text{jumlah pelanggan}} = \frac{\sum (\lambda_i \times N_i)}{\sum N} \quad (3)$$

4. Menghitung SAIDI (System Average Interruption Duration Index)[14][15][16]

$$SAIDI = \frac{\text{Total lamanya gangguan pelanggan}}{\text{Jumlah total pelanggan}} = \frac{\sum (U_i \times N_i)}{\sum N} \quad (4)$$

5. Menghitung CAIDI (Consumer Average Interruption Duration Index)[3][9][14]

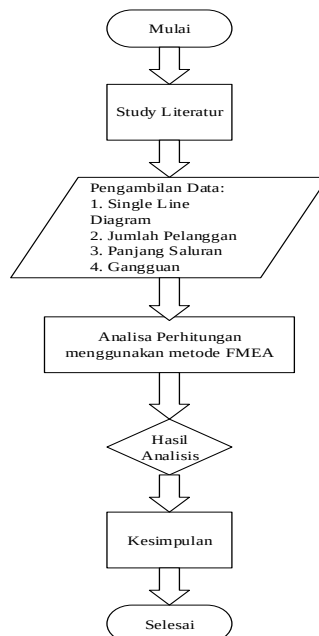
$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (5)$$

6. Menghitung ASAI (Average Service Availability Index)[14][4][17]

$$ASAI = \frac{\text{Jam ketersediaan pelayanan}}{\text{kebutuhan jam pelayanan pelanggan}} = \frac{\sum \frac{N_i \times 8760 - \sum U_i \times N_i}{\sum N_i \times 8760}} \quad (6)$$

D. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini seperti yang ditampilkan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyulang Atapupu

• Besarnya frekuensi gangguan pada *Load poin 1*

λ dari load 1 adalah = $0,095 + 0,003 + 5,9424 + 0,004 = 6,0444$ kali/tahun

• Durasi gangguan

$$U_{LP} = \sum_{i=k} \lambda_i \times r_i = 0,95 + 0,03 + 17,8272 + 0,04 = 18,8472 \text{ jam/tahun}$$

• Nilai Indeks Keandalan dengan FMEA(*Failure Modes And Effects Analysis*)

Dengan jumlah pelanggan pada penyulang Atapupu 537 dan total pelanggan semua penyulang sebesar 17.682, hasil perhitungan ditunjukkan maka tabel 1.

Tabel 1. Nilai Indeks Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	6,0444	18,8472	537	0,183568	0,572387	3,11812	0,997848
LP2	6,0444	18,8472	398	0,136052	0,424227	3,11817	0,997848
LP3	6,0444	18,8472	562	0,192114	0,599034	3,11812	0,997848
LP4	7,3646	22,9828	559	0,191088	0,72658	3,80233	0,997376
LP5	7,3646	22,9828	498	0,207418	0,647293	3,12072	0,997376
LP6	7,3646	22,9828	598	0,249069	0,777271	3,12071	0,997376
LP7	7,3646	22,9828	569	0,23699	0,739578	3,17654	0,997376
LP8	7,3646	22,9828	559	0,232825	0,72658	3,12038	0,997376
LP9	6,0444	18,8472	477	0,163057	0,508433	3,11813	0,997848
LP10	6,0444	18,8472	587	0,20066	0,62568	3,11811	0,997848
LP11	7,2378	22,5674	361	0,240278	0,460742	1,91754	0,997376
LP12	7,2378	22,5674	466	0,190748	0,594752	3,118	0,997376
LP13	7,2378	22,5674	375	0,153499	0,47861	3,118	0,997376
LP14	7,2378	22,5674	569	0,23291	0,72621	3,11799	0,997376
LP15	6,0444	18,8472	441	0,150751	0,470061	3,11813	0,997848
LP16	6,0444	18,8472	579	0,197925	0,617155	3,11813	0,997848
LP17	6,0444	18,8472	355	0,121353	0,378394	3,11813	0,997848
LP18	6,0444	18,8472	351	0,119986	0,37413	3,11811	0,997848
LP19	6,0444	18,8472	598	0,20442	0,637407	3,11812	0,997848
LP20	6,0444	18,8472	555	0,189721	0,591573	3,11812	0,997848
LP21	6,0444	18,8472	598	0,20442	0,637407	3,11812	0,997848
LP22	6,295	19,634	524	0,18655	0,581847	3,11899	0,997759
LP23	6,0444	18,8472	539	0,184251	0,574519	3,11813	0,997848
LP24	6,0444	18,8472	540	0,184593	0,575585	3,11813	0,997848
LP25	6,0444	18,8472	599	0,204762	0,638473	3,11812	0,997848
LP26	6,0444	18,8472	480	0,164083	0,511631	3,11812	0,997848
LP27	6,0444	18,8472	564	0,192797	0,601166	3,11813	0,997848
LP28	6,0444	18,8472	424	0,14494	0,451941	3,11812	0,997848
LP29	6,0444	18,8472	551	0,188353	0,58731	3,11813	0,997848
LP30	6,3118	19,9844	527	0,188119	0,595621	3,16619	0,997719
LP31	6,7492	21,0316	5	0,001908	0,005947	3,11687	0,997599
LP32	6,7492	21,0316	454	0,173291	0,540004	3,11617	0,997599
LP33	6,9046	21,5328	398	0,155414	0,484677	3,11862	0,997599
LP34	6,9046	21,5328	385	0,150338	0,468846	3,11861	0,997599
LP35	6,9046	21,5328	571	0,222968	0,695353	3,11862	0,997599
LP36	6,4132	19,9886	529	0,191866	0,598008	3,1168	0,997599

2. Penyulang Haliwen

Total λ dari *load poin 1* 2,9492 kali/tahun dan durasi gangguan 9,7016 jam/tahun, seperti yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	2,9492	9,7016	213	0,065978	0,21704	3,28958	0,998892
LP2	2,9492	9,7016	204	0,06319	0,20787	3,2896	0,998892
LP3	2,9492	9,7016	121	0,03748	0,123295	3,28962	0,998892
LP4	2,9492	9,7016	271	0,083944	0,27614	3,28957	0,998892
LP5	2,9492	9,7016	214	0,066288	0,218059	3,28957	0,998892
LP6	2,9492	9,7016	251	0,077749	0,255761	3,28957	0,998892
LP7	2,9492	9,7016	210	0,065049	0,213983	3,28957	0,998892
LP8	2,9492	9,7016	221	0,068456	0,225192	3,28959	0,998892
LP9	2,9492	9,7016	180	0,055756	0,183414	3,28958	0,998892
LP10	2,9492	9,7016	200	0,061951	0,203794	3,2896	0,998892
LP11	3,5272	11,5056	130	0,04816	0,157098	3,262	0,998686
LP12	3,5272	11,5056	251	0,092986	0,30332	3,262	0,998686
LP13	3,0152	9,9346	221	0,069988	0,2306	3,29485	0,998865
LP14	2,9492	9,7016	141	0,043675	0,143675	3,28964	0,998892
LP15	2,9492	9,7016	127	0,039339	0,129409	3,28959	0,998892
LP16	2,9492	9,7016	263	0,081466	0,267989	3,28958	0,998892
LP17	3,159	10,0846	234	0,077639	0,247852	3,19236	0,998848
LP18	3,159	10,0846	7	0,002322	0,007414	3,19294	0,998848
LP19	3,159	10,0846	150	0,049768	0,158879	3,19239	0,998848
LP20	3,159	10,0846	230	0,076312	0,243615	3,19236	0,998848
LP21	2,9492	9,7016	598	0,065668	0,216021	3,28959	0,998892
LP22	2,9492	9,7016	212	0,04987	0,164054	3,28963	0,998892
LP23	2,9492	9,7016	161	0,043366	0,142656	3,28958	0,998892
LP24	3,3834	11,1092	140	0,078179	0,256698	3,28346	0,998731
LP25	3,3834	11,1092	220	0,074981	0,246197	3,28346	0,998731
LP26	3,3834	11,1092	211	0,089195	0,292869	3,28347	0,998731
LP27	2,9492	9,7016	251	0,059163	0,194623	3,28961	0,998892
LP28	3,1492	10,3716	191	0,076737	0,252727	3,29342	0,998816
LP29	3,1492	10,3716	232	0,07376	0,242923	3,29342	0,998816
LP30	2,9492	9,7016	223	0,096024	0,31588	3,28959	0,998892
LP31	2,9492	9,7016	310	0,065049	0,213983	3,28957	0,998892
LP32	2,9492	9,7016	210	0,068146	0,224173	3,2896	0,998892
LP33	2,9492	9,7016	220	0,046773	0,153864	3,28959	0,998892
LP34	2,9492	9,7016	151	0,080536	0,264932	3,28961	0,998892
LP35	2,9492	9,7016	260	0,083634	0,275122	3,2896	0,998892
LP36	3,2896	10,8278	270	0,097433	0,320706	3,29155	0,998763
LP37	3,2896	10,8278	282	0,079812	0,262706	3,29156	0,998763
LP38	3,2896	10,8278	231	0,086377	0,284314	3,29155	0,998763
LP39	3,7498	12,3484	250	0,009846	0,324241	3,29312	0,99859
LP40	3,7498	12,3484	250	0,091372	0,300896	3,29309	0,99859
LP41	3,7498	12,3484	232	0,122486	0,403356	3,29308	0,99859
LP42	3,7498	12,3484	311	0,12603	0,415029	3,2931	0,99859
LP43	3,7498	12,3484	320	0,078769	0,259393	3,29308	0,99859
LP44	3,7498	12,3484	200	0,087039	0,286629	3,29311	0,99859
LP45	3,7498	12,3484	221	0,048443	0,159527	3,29309	0,99859

3. Penyulang Motabuik

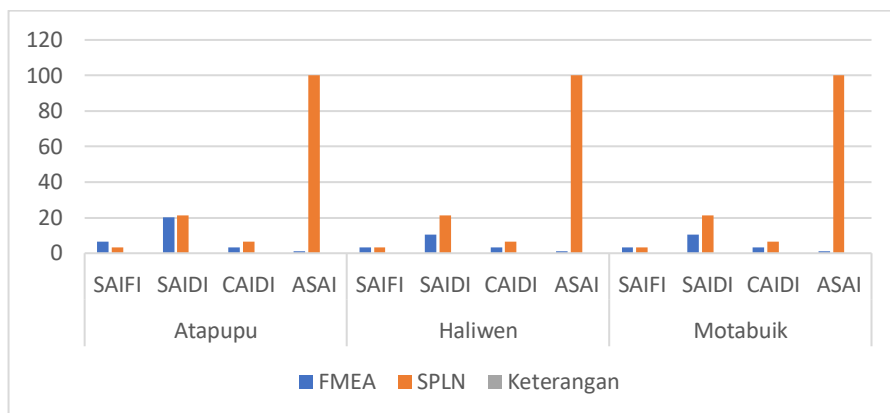
Total lamda dari *load poin* 1 3,0836 kali/tahun dan durasi gangguan 10,1748 jam/tahun seperti yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Indeks Nilai Keandalan

Load Poin	Laju Kegagalan λ	Durasi Gangguan U	Jumlah Pelanggan	SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI (%)
LP1	3,0836	10,1748	130	0,071278	0,235193	3,29966	0,998838
LP2	3,0836	10,1748	139	0,076213	0,251475	3,29963	0,998838
LP3	3,0836	10,1748	127	0,069633	0,229765	3,29966	0,998838
LP4	3,202	10,565	425	0,241972	0,798386	3,2995	0,998794
LP5	3,0836	10,1748	35	0,01919	0,063321	3,29969	0,998838
LP6	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP7	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP8	3,0836	10,1748	290	0,159005	0,524661	3,29965	0,998838
LP9	3,0836	10,1748	10	0,005483	0,018092	3,29965	0,998838
LP10	3,0836	10,1748	75	0,041122	0,135688	3,29965	0,998838
LP11	3,0836	10,1748	69	0,037832	0,124833	3,29967	0,998838
LP12	3,182	10,505	225	0,127303	0,420275	3,30138	0,998801
LP13	3,0836	10,1748	306	0,167778	0,553608	3,29965	0,998838
LP14	3,0836	10,1748	355	0,194644	0,642257	3,29965	0,998838
LP15	3,6542	12,0266	15	0,009746	0,032077	3,2913	0,998627
LP16	3,6542	12,0266	85	0,055229	0,181768	3,29117	0,998627
LP17	3,6542	12,0266	2	0,0013	0,004277	3,29	0,998627
LP18	3,6542	12,0266	225	0,146194	0,48115	3,29118	0,998627
LP19	3,0836	10,1748	123	0,06744	0,222529	3,29966	0,998838
LP20	3,0836	10,1748	75	0,041122	0,135688	3,29965	0,998838
LP21	3,0836	10,1748	125	0,068537	0,226147	3,29963	0,998838
LP22	3,175	10,484	237	0,133797	0,441804	3,30205	0,998803
LP23	3,0836	10,1748	50	0,027415	0,090459	3,29962	0,998838
LP24	3,0836	10,1748	342	0,187516	0,618738	3,29965	0,998838
LP25	3,171	10,472	2	0,001128	0,003724	3,30142	0,998805
LP26	3,0836	10,1748	135	0,07402	0,244239	3,29964	0,998838
LP27	3,0836	10,1748	254	0,139266	0,45953	3,29966	0,998838
LP28	3,1816	10,5038	2	0,001131	0,003735	3,30239	0,998801
LP29	3,0836	10,1748	212	0,116238	0,383545	3,29965	0,998838
LP30	3,6846	12,1528	1	0,000655	0,002161	3,29924	0,998613
LP31	3,6846	12,1528	145	0,094998	0,313328	3,29826	0,998613
LP32	3,6846	12,1528	15	0,009827	0,032413	3,29836	0,998613
LP33	3,6846	12,1528	5	0,003276	0,010804	3,29792	0,998613
LP34	3,6846	12,1528	10	0,006552	0,021609	3,29808	0,998613
LP35	3,0836	10,1748	276	0,151329	0,499332	3,29965	0,998838
LP36	3,0836	10,1748	30	0,016449	0,054275	3,29959	0,998838
LP37	3,0836	10,1748	25	0,013707	0,045229	3,2997	0,998838
LP38	3,47	11,439	30	0,01851	0,061019	3,29654	0,998694
LP39	3,47	11,439	120	0,07404	0,244075	3,29653	0,998694
LP40	3,47	11,439	70	0,04319	0,142377	3,29653	0,998694
LP41	3,0836	10,1748	25	0,013707	0,045229	3,2997	0,998838
LP42	3,4166	11,2788	20	0,01215	0,04011	3,30124	0,998712
LP43	3,4166	11,2788	35	0,021263	0,070192	3,30113	0,998712
LP44	3,4166	11,2788	75	0,045563	0,150411	3,30117	0,998712
LP45	3,0836	10,1748	120	0,065795	0,217101	3,29966	0,998838

4. Hasil Perbandingan Indeks Keandalan

Hasil perbandingan Indeks Keandalan antara FMEA dengan Standar SPLN seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Perbandingan Indeks Keandalan antara FMEA dengan Standar SPLN

Nilai SAIFI pada penyulang Atapupu berdasarkan perhitungan dengan metode FMEA besarnya melebihi standar SPLN, hal ini dikarenakan penyulang Atapupu setiap saluran mempunyai panjang 1 – 2 Kms dan frekuensi gangguan sering terjadi selama satu tahun.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan indeks keandalan dengan metode FMEA, dapat disimpulkan bahwa hanya pada penyulang Atapupu nilai SAIFI = 6,533085 melebihi standar SPLN karena masing-masing saluran pada penyulang tersebut mempunyai panjang 1 – 2 Kms dengan frekuensi gangguan yang sering terjadi selama satu tahun. Namun untuk nilai SAIDI, CAIDI dan ASAI sesuai standar, demikian juga untuk penyulang Haliwen dan Motabuik nilai indeks keandalan masih sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Santander, "ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK (STUDI KASUS DI PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK 150 KV GEJAYAN) TUGAS," *經濟志林*, vol. 87, no. 1,2, hal. 149–200, 2017.
- [2] K. Dan, K. Di, P. T. Pln, A. P. J. Jember, J. M. T. Haryono, dan A. K. S. Distribusi, "Martha Yudistya Perdana¹, Ir . Teguh Utomo , MT . ² , Dr . Ir . Harry Soekotjo D ., M . Sc . ³," *Anal. Keandalan Sist. Distrib. Tenaga List. Penyulang Jember Kota Dan Kalisat Di Pt.Pln Apj Jember*, hal. 1–9.
- [3] T. Arfianto, dan wahyu A. Purbandoko, "Studi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Dari Gangguan Faktor Alam Di Pt. Pln (Persero) Rayon Cimahi Selatan," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, 2018, doi: 10.33387/protk.v5i2.705.
- [4] T. Akhir, "STUDI KETERANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI UDARA 20 kV PADA GARDU HUBUNG KANDIS KOTA PADANG," 2008.
- [5] T. D. D. Bobo, W. F. Galla, dan E. R. Mauboy, "Analisis Keandalan Pada Jaringan Distribusi Penyulang Oesao, Camplong Dan Buraen," *J. Media Elektro*, vol. VIII, no. 1, hal. 63–71, 2019, doi: 10.35508/jme.v8i1.964.
- [6] A. F. Setiawan dan T. Suheta, "Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UPJ Mojokerto Menggunakan Metode FMEA (FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS)," *Cyclotron*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4304.
- [7] B. A. Izzaty, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Pada Pt . Pln (Persero) Unit Layanan Pelanggan Gedangan Dengan Metode Fmea (Failure Modes and Effects Analysis)," 2019.

-
- [8] M. U. Khusni NM, “Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN Rayon Blora dengan Metode FMEA,” *Skripsi. Dep. Tek. Elektro ITS*, 2017.
- [9] U. Usman, I. Indra, M. Thahir, S. Sofyan, A. R. Idris, dan S. Thaha, “Penentuan Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Penyulang Malili dengan Metode Section Technique dan FMEA,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, hal. 126, 2022, doi: 10.33387/protk.v9i2.4985.
- [10] Titiek Suheta dan Muhammad Faisal A, “Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Dan Rekonfigurasi Recloser Pada Penyulang Kamal,” *J. JEETech*, vol. 3, no. 2, hal. 64–70, 2022, doi: 10.48056/jeetech.v3i2.196.
- [11] N. I. Arifani dan H. Winarno, “Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 Kv Pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 Di Gi Pandean Lamper,” *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 3, hal. 131–134, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i3.8929.
- [12] S. Dan *et al.*, “EVALUASI KEANDALAN JARINGAN BERDASARKAN INDEKS KEANDALAN SAIDI DAN SAIFI PADA PT PLN (PERSERO),” 2019.
- [13] C. Wang, T. Zhang, F. Luo, P. Li, dan L. Yao, “Fault incidence matrix based reliability evaluation method for complex distribution system,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 33, no. 6, hal. 6736–6745, 2018, doi: 10.1109/TPWRS.2018.2830645.
- [14] D. Dasman dan H. Handayani, “Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, hal. 170–179, 2017, doi: 10.21063/jte.2017.3133623.
- [15] J. D. Haryantho dan H. H. Tumbelaka, “Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan P.T. PLN (Persero) Area Timika Berbasis SAIDI SAIFI,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, hal. 71–74, 2017, doi: 10.9744/jte.10.2.71-74.
- [16] R. Sulistyowati, T. Suheta, N. P. U. Putra, dan ..., “Keandalan Sistem Distribusi 20KV Pada Penyulang Sistem Distribusi PT. PLN UP3 Surabaya Utara Dengan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA),” ... *Nas. Sans dan ...*, hal. 1–8, 2022, [Daring].
Tersedia pada:
<http://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/3656%0Ahttp://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/3656/2802>.
- [17] S. Firdaus, D. Notosudjono, dan H. Soebagia, “Studi Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyulang Di Kecamatan Cisarua Kabupaten Bogor,” *Stud. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Pakuan Bogor*, hal. 1–11, 2017.