

Reliability analysis of 20 kV electric power distribution system based on SAIFI, SAIDI, CAIDI, MAIFI, ASAI and ASUI at PT. PLN Rayon Samalanga

Muhammad Iqbal^{1*}, Salahuddin²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: mhdiqballe28@gmail.com

ABSTRACT

The reliability index of the distribution system is a measure of the system's ability to continuously supply electrical energy to loads over a specific period and under certain conditions. PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga, as the electricity service provider in Bireun Regency, adheres to service standards in accordance with SPLN 59:1985 and the IEEE Reliability Index standard 1366-2003. This research analyzes the reliability level of PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga's distribution network on six feeders: feeder SL-1, feeder SL-2, feeder SL-3, feeder SL-4, feeder SL-5, and feeder SL-6. The reliability index calculation is based on the estimated failure rate (λ) and the estimated interruption duration (U) for each installed component. The calculation results show that the distribution lines of PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga are categorized as reliable according to SPLN 59:1985 and the IEEE Reliability Index standard 1366-2003, with the highest reliability index on feeder SL-4 at SAIFI = 2.04 times/failure; the best SAIDI value is on feeder SL-3 with SAIDI = 2.06852 hours/year; the best CAIDI value is on feeder SL-3 with CAIDI = 0.21 times/failure; the best MAIFI value is on feeder SL-2 with MAIFI = 14.82 times/customer; the best ASAI value is on feeder SL-3 with ASAI = 0.99999684, and the best ASUI value is on feeder SL-2 with ASUI = 0.0000081.

Keywords: SAIFI, SAIDI, CAIDI, MAIFI, ASAI, and ASUI, Reliability.

ABSTRAK

Indeks keandalan sistem distribusi adalah tolak ukur dari sistem untuk terus menyalurkan energi listrik ke beban dalam periode waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu secara berkelanjutan. PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga sebagai penyedia layanan listrik di Kabupaten Bireun memiliki standar pelayanan sesuai dengan SPLN 59 :1985 dan Indeks Keandalan IEEE std 1366 – 2003 Penelitian ini menganalisis tingkat keandalan jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga pada enam (6) penyulang yaitu penyulang SL-1, penyulang SL-2, penyulang SL-3, penyulang SL-4, penyulang SL-5 dan penyulang SL-6. Perhitungan indeks keandalan didasarkan pada perkiraan laju kegagalan (λ) dan perkiraan durasi gangguan (U) tiap komponen terpasang Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa saluran distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Samalanga dikategorikan andal sesuai dengan SPLN 59 :1985 dan Indeks Keandalan IEEE std 1366 – 2003 dengan indeks keandalan tertinggi adalah pada penyulang SL-4 yaitu SAIFI=2.04 kali/gangguan; untuk nilai SAIDI terbaik ada pada penyulang SL-3 SAIDI=2,06852 jam/tahun; untuk nilai CAIDI terbaik ada pada penyulang SL-3 CAIDI=0,21 kali/gangguan; untuk nilai MAIFI terbaik ada pada penyulang SL-2 MAIFI=14,82 kali/pelanggan; untuk nilai ASAI terbaik ada pada penyulang SL-3 ASAI=0,99999684 dan untuk nilai ASUI terbaik ada pada penyulang SL-2 ASUI=0,0000081.

Kata kunci: SAIFI, SAIDI, CAIDI, MAIFI, ASAI DAN ASUI, Keandalan.



1. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi energi listrik merupakan komponen utama dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari sumber pembangkitan ke beban oleh karena itu jaringan distribusi harus dapat memenuhi syarat andal agar dapat terus menyalurkan energi listrik dengan optimal [1,2,6]. Jaringan distribusi dapat terdiri dari distribusi primer, dan distribusi sekunder. Distribusi primer adalah jaringan distribusi daya listrik yang bertegangan menengah (20kV). Jaringan distribusi primer tersebut merupakan jaringan penyulang. Jaringan ini berawal dari sisi sekunder trafo daya yang terpasang pada gardu induk hingga ke sisi primer trafo distribusi yang terpasang pada tiang-tiang saluran [2].

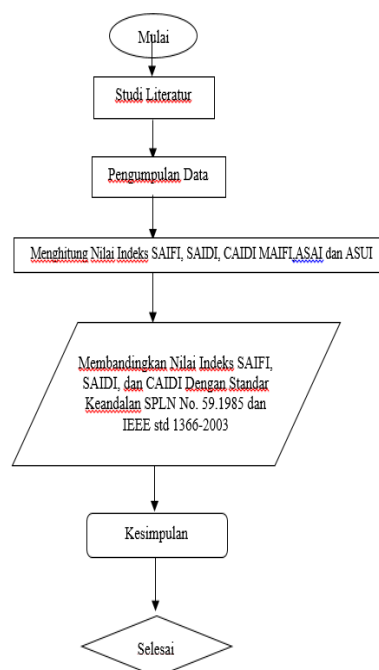
Distribusi sekunder adalah jaringan daya listrik yang termasuk dalam kategori tegangan rendah (380/220 Volt), yaitu rating yang sama dengan tegangan peralatan yang dilayani. Jaringan distribusi sekunder bermula dari sisi sekunder trafo distribusi dan berakhir hingga ke alat ukur (kWh meter) pelanggan [2].

Keandalan suatu sistem distribusi adalah salah satu tolak ukur untuk menentukan kinerja dari sistem tersebut [1,3]. Keandalan jaringan distribusi dapat dinilai dari sejauh mana sistem tersebut dapat menyuplai listrik ke beban secara berkelanjutan selama kurun waktu tertentu.

Untuk dapat mengetahui tingkat keandalan suatu jaringan listrik maka, PT. PLN (Persero) sebagai penyedia jasa layanan energi listrik menggunakan indeks keandalan yang meliputi Sistem Average Interruption Frequency Index (SAIFI), Sistem Average Interruption Duration Index (SAIDI), Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI), Momentary Average Interruption Frequency Index (MAIFI) Average Service Availability Index (ASAI) dan Average Service Unavailability Index (ASUI) [3,4]. Untuk dapat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat dengan baik PT. PLN (Persero) menetapkan suatu standar yang mengatur tentang "Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik" yang dimuat dalam SPLN 59 :1985 dan Indeks Keandalan IEEE std 1366 – 2003.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu, studi awal, pengumpulan data, dan perhitungan secara manual seperti ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1, Tahapan metodologi penelitian.

2.1 Pengumpulan Data

a. Data jumlah pelanggan setiap Penyulang di PT. PLN Rayon Samalanga

Tabel 1, Jumlah data pelanggan

NO	PENYULANG	JUMLAH PELANGGAN
1	SL-1	4.744
2	SL-2	9.646
3	SL-3	5.001
4	SL-4	9.808
5	SL-5	1.903
6	SL-6	2.410
TOTAL PELANGGAN		33512

b. Data Jumlah gangguan pemadaman sementara dan jumlah pelanggan yang terkena gangguan

Tabel 1, pemadaman untuk setiap peristiwa gangguan tetap selama laporan berlangsung di PT. PLN Rayon Samalanga tahun 2019

NO	PENYULANG	JUMLAH GANGGUAN PEMADAMAN SEMENTARA	JUMLAH PELANGGAN YANG TERKENA GANGGUAN
1	PENYULANG SL-1	8 KALI	4.163
2	PENYULANG SL-2	17 KALI	8.411
3	PENYULANG SL-3	13 KALI	2.635
4	PENYULANG SL-4	3 KALI	6.314
5	PENYULANG SL-5	6 KALI	1.456
6	PENYULANG SL-6	7 KALI	2.319
TOTAL		54	25298

Tabel 3, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-1 PT. PLN Rayon Samalanga tahun 2019

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-1	06-Jan-19	21:32	21:40	8	-
2	SL-1	09-Jan-19	23:08	23:10	2	Pohon
3	SL-1	18-Jan-19	15:26	15:27	1	Pohon
4	SL-1	04-Feb-19	6:43	6:46	3	Pohon
5	SL-1	23-Feb-19	7:03	7:16	13	Pohon
6	SL-1	10-Mar-19	23:26	23:28	2	Pohon
7	SL-1	11-Mar-19	7:33	7:37	4	Binatang
8	SL-1	30-Mar-19	19:15	19:16	1	Layangan
9	SL-1	16-Apr-19	20:58	20:59	1	-
10	SL-1	20-Apr-19	8:26	8:27	1	Pohon
11	SL-1	24-Apr-19	12:33	12:35	2	Pohon
12	SL-1	11-Mei-19	8:14	8:16	2	Binatang
13	SL-1	12-Mei-19	10:59	11:00	1	Pohon

14	SL-1	31-Mei-19	6:25	6:26	1	Binatang
15	SL-1	05-Jun-19	0:58	0:59	1	Pohon
16	SL-1	12-Jun-19	6:58	6:59	1	Binatang
17	SL-1	15-Jun-19	7:01	7:02	1	Pohon
18	SL-1	16-Jun-19	18:16	18:17	1	Binatang
19	SL-1	02-Jul-19	6:48	6:49	1	-
20	SL-1	13-Jul-19	12:52	12:54	2	Pohon
21	SL-1	17-Jul-19	9:35	9:37	2	Pohon
22	SL-1	23-Jul-19	6:19	6:20	1	-
23	SL-1	26-Jul-19	16:36	16:38	2	Pihak Ketiga
24	SL-1	06-Ags-19	8:03	8:05	2	Pohon
25	SL-1	12-Ags-19	9:27	9:28	1	Pihak Ketiga
26	SL-1	16-Ags-19	8:59	9:00	1	Binatang
27	SL-1	19-Sep-19	18:18	18:21	3	Pohon
28	SL-1	10-Okt-19	13:26	13:29	3	Pohon
29	SL-1	17-Okt-19	12:35	12:51	16	Pohon
30	SL-1	20-Okt-19	16:11	16:12	1	Binatang
31	SL-1	06-Des-19	23:44	23:45	1	Pohon
32	SL-1	08-Des-19	17:16	17:17	1	Pohon
33	SL-1	12-Des-19	8:53	8:57	4	Layangan
34	SL-1	13-Des-19	9:18	9:19	1	-
Total Frekuensi Pemadaman		34	Total Lama Pemadaman		88	

Tabel 4, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-2 PT. PLN Rayon Samalangan tahun 2018

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-2	04-Jan-19	9:33	9:36	3	Binatang
2	SL-2	08-Jan-19	6:51	6:53	2	Pohon
3	SL-2	19-Jan-19	9:00	9:04	4	Bintang
4	SL-2	08-Feb-19	6:51	6:53	2	-
5	SL-2	17-Feb-19	6:48	6:49	1	Pihak Tetiga
6	SL-2	23-Feb-19	10:29	12:31	122	Material
7	SL-2	25-Feb-19	11:51	12:36	45	Binatang
8	SL-2	26-Feb-19	20:15	20:16	1	Binatang
9	SL-2	06-Mar-19	6:48	6:49	1	Binatang
10	SL-2	26-Mar-19	6:44	6:45	1	-
11	SL-2	28-Mar-19	15:06	15:07	1	Kawat Rantas
12	SL-2	30-Mar-19	6:28	6:29	1	Binatang
13	SL-2	03-Apr-19	5:22	5:24	2	Kawat Rantas
14	SL-2	05-Apr-19	10:01	10:03	2	Binatang
15	SL-2	08-Apr-19	7:58	7:59	1	Binatang
16	SL-2	12-Apr-19	7:40	7:41	1	Layangan
17	SL-2	14-Apr-19	6:50	6:52	2	Pohon
18	SL-2	17-Apr-19	7:09	7:10	1	Material
19	SL-2	26-Apr-19	14:31	14:32	1	Binatang
20	SL-2	03-Mei-19	7:21	7:23	2	Binatang

21	SL-2	04-Mei-19	2:35	2:38	3	Binatang
22	SL-2	17-Mei-19	7:11	7:13	2	Pohon
23	SL-2	17-Mei-19	11:46	11:47	1	Binatang
24	SL-2	21-Mei-19	3:50	3:52	2	Binatang
25	SL-2	28-Mei-19	15:27	15:30	3	Binatang
26	SL-2	13-Jun-19	0:23	0:24	1	Binatang
27	SL-2	06-Jul-19	6:15	6:17	2	Pohon
28	SL-2	31-Jul-19	7:54	7:55	1	Binatang
29	SL-2	12-Ags-19	7:31	7:34	3	Binatang
30	SL-2	28-Ags-19	6:42	6:43	1	Binatang
31	SL-2	20-Sep-19	2:07	2:08	1	Pohon
32	SL-2	22-Sep-19	6:40	6:43	3	Pohon
33	SL-2	23-Sep-19	7:06	7:09	3	Binatang
34	SL-2	23-Okt-19	0:51	0:53	2	Binatang
35	SL-2	25-Okt-19	8:07	8:09	2	Binatang
36	SL-2	15-Nov-19	19:11	19:14	3	Binatang
37	SL-2	19-Nov-19	7:14	7:15	1	Binatang
38	SL-2	24-Nov-19	7:14	7:15	1	Binatang
39	SL-2	10-Des-19	6:38	6:40	2	Binatang
40	SL-2	12-Des-19	1:35	1:36	1	Layangan
41	SL-2	27-Des-19	9:56	10:01	5	Binatang
Total Frekuensi Pemadaman		41	Total Lama Pemadaman		239	

Tabel 5, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-3PT. PLN Rayon Samalanga tahun 2019

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-3	01-Jan-19	12:51	12:52	1	Pohon
2	SL-3	03-Jan-19	8:35	8:37	2	Binatang
3	SL-3	04-Jan-19	7:21	7:23	2	Pohon
4	SL-3	10-Jan-19	13:21	13:24	3	Pohon
5	SL-3	13-Jan-19	15:11	16:23	72	Pohon
6	SL-3	15-Jan-19	20:34	20:37	3	Pohon
7	SL-3	24-Jan-19	3:31	3:33	2	Pohon
8	SL-3	10-Feb-19	1:55	1:57	2	Pohon
9	SL-3	10-Feb-19	21:03	21:08	5	Material
10	SL-3	13-Feb-19	7:27	7:28	1	Pohon
11	SL-3	18-Feb-19	20:37	20:38	1	Binatang
12	SL-3	22-Feb-19	20:15	20:16	1	Binatang
13	SL-3	23-Feb-19	10:15	10:17	2	Pohon
14	SL-3	24-Feb-19	20:05	20:07	2	Pohon
15	SL-3	03-Mar-19	8:12	8:13	1	Pohon
16	SL-3	05-Mar-19	21:50	21:53	3	Pohon
17	SL-3	08-Mar-19	7:18	7:20	2	Pohon
18	SL-3	09-Mar-19	7:39	7:40	1	Binatang
19	SL-3	12-Mar-19	15:48	15:49	1	-
20	SL-3	15-Mar-19	11:39	11:41	2	Pohon

21	SL-3	17-Mar-19	14:37	15:16	39	Pihak Ketiga
22	SL-3	21-Mar-19	14:50	14:51	1	Pohon
23	SL-3	22-Mar-19	4:26	4:28	2	Pohon
24	SL-3	25-Mar-19	14:15	14:17	2	Binatang
25	SL-3	28-Mar-19	12:18	12:20	2	Pohon
26	SL-3	29-Mar-19	17:50	17:52	2	Pohon
27	SL-3	30-Mar-19	7:46	7:47	1	Binatang
28	SL-3	03-Apr-19	20:25	20:26	1	-
29	SL-3	04-Apr-19	6:43	6:46	3	Binatang
30	SL-3	10-Apr-19	9:09	9:41	32	Binatang
31	SL-3	24-Apr-19	6:34	6:35	1	Pohon
32	SL-3	30-Apr-19	15:52	16:03	11	Pohon
33	SL-3	01-Mei-19	22:19	22:25	6	Pohon
34	SL-3	02-Mei-19	8:22	8:23	1	Pohon
35	SL-3	07-Mei-19	11:42	11:45	3	Pohon
36	SL-3	12-Mei-19	6:41	6:43	2	Binatang
37	SL-3	13-Mei-19	8:01	8:03	2	Binatang
38	SL-3	16-Mei-19	9:16	9:18	2	Pihak Ketiga
39	SL-3	16-Mei-19	18:55	19:17	22	Binatang
40	SL-3	26-Mei-19	17:59	18:00	1	Pohon
41	SL-3	31-Mei-19	20:42	20:43	1	Material
42	SL-3	31-Mei-19	22:57	22:58	1	Binatang
43	SL-3	02-Jun-19	7:18	7:19	1	Pohon
44	SL-3	07-Jun-19	4:12	4:13	1	Binatang
45	SL-3	09-Jun-19	16:15	16:16	1	Material
46	SL-3	19-Jun-19	9:00	9:01	1	Binatang
47	SL-3	22-Jun-19	9:04	9:05	1	Pihak Ketiga
48	SL-3	23-Jun-19	7:31	7:32	1	Pohon
49	SL-3	26-Jun-19	2:10	4:10	120	Material
50	SL-3	27-Jun-19	12:31	12:34	3	Pihak Ketiga
51	SL-3	28-Jun-19	11:00	11:03	3	Pohon
52	SL-3	01-Jul-19	15:45	15:46	1	Pohon
53	SL-3	08-Jul-19	18:42	20:22	100	Pohon
54	SL-3	12-Jul-19	7:36	7:38	2	Pohon
55	SL-3	14-Jul-19	21:11	21:35	24	Material
56	SL-3	25-Jul-19	12:50	12:52	2	Pohon
57	SL-3	09-Aug-19	6:01	6:02	1	Pohon
58	SL-3	09-Aug-19	6:43	6:45	2	Pohon
59	SL-3	10-Aug-19	7:00	7:01	1	Binatang
60	SL-3	13-Aug-19	21:27	21:28	1	Material
61	SL-3	20-Aug-19	15:18	21:28	370	Pohon
62	SL-3	28-Aug-19	8:15	8:18	3	Kawat Rantas
63	SL-3	31-Aug-19	7:09	7:09	0	Pohon
64	SL-3	03-Sep-19	8:15	8:18	3	Material
65	SL-3	05-Sep-19	10:05	10:06	1	Pihak Ketiga
66	SL-3	09-Okt-19	18:10	18:37	27	Pohon
67	SL-3	20-Okt-19	17:01	17:02	1	Pohon
68	SL-3	18-Nov-19	13:55	13:58	3	Pohon
69	SL-3	18-Nov-19	8:12	8:14	2	Pohon
70	SL-3	28-Nov-19	22:40	22:43	3	Pohon

71	SL-3	06-Dec-19	9:48	9:51	3	Binatang
72	SL-3	24-Dec-19	8:17	8:19	2	Pohon
73	SL-3	26-Dec-19	7:01	7:02	1	Pohon
Total Frekuensi Pemadaman		73	Total Lama Pemadaman		932	

Tabel 6, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-4 PT. PLN Rayon Samalanga tahun 2019

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-4	05-Jan-19	6:37	6:39	2	Binatang
2	SL-4	06-Feb-19	6:35	6:37	2	Binatang
3	SL-4	23-Apr-19	6:53	6:54	1	Binatang
4	SL-4	05-Jul-19	21:11	21:12	1	Pohon
5	SL-4	04-Ags-19	8:00	8:01	1	Binatang
6	SL-4	24-Ags-19	4:08	4:09	1	Material
7	SL-4	02-Dec-19	23:29	23:30	1	Binatang
Total Frekuensi Pemadaman		7	Total Lama Pemadaman		9	

Tabel 7, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-5 PT. PLN Rayon Samalanga tahun 2019

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-5	06-Jan-19	15:04	15:05	1	Pohon
2	SL-5	09-Jan-19	8:34	8:36	2	Pohon
3	SL-5	10-Jan-19	0:11	0:14	3	-
4	SL-5	11-Jan-19	0:17	0:19	2	Pohon
5	SL-5	13-Jan-19	13:39	13:41	2	Pohon
6	SL-5	14-Jan-19	11:14	11:15	1	Pohon
7	SL-5	27-Jan-19	7:26	7:30	4	Pohon
Total Frekuensi Pemadaman		7	Total Lama Pemadaman		15	

Tabel 8, Jumlah frekuensi pemadaman, lama pemadaman dan penyebab pemadaman penyulang SL-6 PT. PLN Samalanga tahun 2019

No	Penyulang	Tanggal	Jam Padam	Jam Nyala	Lama Padam (Menit)	Penyebab Padam
1	SL-6	01-Feb-19	8:00	8:02	2	Pohon
2	SL-6	02-Feb-19	16:28	16:30	2	Pohon
3	SL-6	13-Feb-19	14:20	14:23	3	Pohon
4	SL-6	16-Feb-19	22:22	22:24	2	Layangan
5	SL-6	19-Feb-19	8:47	9:27	40	Pohon
6	SL-6	21-Feb-19	17:10	17:11	1	Pohon

7	SL-6	2	9:10	9:11	1	Binatang
8	SL-6	27-Feb-19	15:10	16:19	69	Pohon
9	SL-6	08-Mar-19	21:48	22:17	29	-
10	SL-6	11-Mar-19	12:36	12:37	1	Pohon
11	SL-6	17-Mar-19	6:32	6:33	1	Pohon
12	SL-6	18-Mar-19	9:06	9:07	1	Pohon
13	SL-6	19-Mar-19	8:28	8:29	1	Pohon
14	SL-6	20-Mar-19	19:02	19:04	2	Pohon
15	SL-6	21-Mar-19	10:20	10:42	22	Pohon
16	SL-6	24-Mar-19	10:06	10:08	2	Binatang
17	SL-6	25-Mar-19	14:56	14:59	3	Pohon
18	SL-6	28-Mar-19	6:45	6:48	3	Binatang
19	SL-6	29-Mar-19	13:33	13:34	1	Pohon
20	SL-6	29-Mar-19	19:33	19:36	3	Pohon
21	SL-6	30-Mar-19	7:12	7:14	2	Pohon
22	SL-6	01-Apr-19	10:27	10:28	1	Pohon
23	SL-6	07-Apr-19	13:48	13:50	2	Pohon
24	SL-6	10-Apr-19	6:58	7:00	2	Pohon
25	SL-6	12-Apr-19	5:28	5:32	4	Pohon
26	SL-6	14-Apr-19	8:52	8:54	2	Binatang
27	SL-6	15-Apr-19	0:40	0:42	2	Binatang
28	SL-6	15-Apr-19	23:00	23:02	2	Binatang
29	SL-6	30-Apr-19	1:26	1:28	2	-
30	SL-6	01-Mei-19	6:54	6:56	2	Binatang
31	SL-6	10-Mei-19	7:36	7:37	1	-
32	SL-6	17-Mei-19	14:13	14:14	1	-
33	SL-6	26-Mei-19	6:53	7:38	45	Material
34	SL-6	30-Mei-19	17:33	18:00	27	Pohon
35	SL-6	01-Jun-19	17:55	17:57	2	Pohon
36	SL-6	04-Jun-19	16:58	16:59	1	Pohon
37	SL-6	11-Jun-19	23:27	23:59	32	Material
38	SL-6	22-Jun-19	11:41	11:43	2	Pohon
39	SL-6	28-Jun-19	17:37	17:57	20	Pohon
40	SL-6	02-Jul-19	8:52	8:53	1	Pohon
41	SL-6	05-Jul-19	12:04	12:26	22	Binatang
42	SL-6	14-Jul-19	14:17	14:33	16	Pohon
43	SL-6	12-Sep-19	8:46	8:47	01	Layangan
44	SL-6	17-Sep-19	16:51	17:10	19	Binatang
45	SL-6	18-Sep-19	10:10	10:13	3	Binatang
46	SL-6	19-Nov-19	7:58	8:00	2	Tanah Longsor
47	SL-6	28-Nov-19	10:22	10:25	3	Binatang
48	SL-6	05-Dec-19	18:24	18:25	1	Pohon
49	SL-6	06-Dec-19	6:57	6:58	1	Pohon
50	SL-6	12-Dec-19	8:20	8:21	1	Pohon
51	SL-6	16-Dec-19	14:00	16:30	150	Gangguan Alam
52	SL-6	17-Dec-19	15:09	15:10	1	Pohon
Total Frekuensi Pemadaman		52	Total Lama Pemadaman		562	

2.2 Perhitungan

Variabel perhitungan dalam penelitian ini adalah, system average interruption frequency index, system average interruption duration index, costumer average interruption duration index, momentary average interuption frequency index, dan average service availability/unavailability index.

a. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{N_t} \text{ (kali/pelanggan/tahun)}$$

Keterangan:

λ_i = Frekuensi gangguan pemadaman

N_i = Jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman

N_t = Jumlah total pelanggan yang dilayani

b. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{N_t} \text{ (Jam/pelanggan/tahun)}$$

Keterangan:

U_i = Durasi pemadaman

N_i = Jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman

N_t = Jumlah total pelanggan yang dilayani

c. Costumer Average Interruption Duration Index (CAIDI)

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ (Jam/Tahun)}$$

d. Momentary Average Interruption Frequency Index (MAIFI)

$$MAIFI = \frac{\sum IM_i \cdot N_{mi}}{N_t}$$

Keterangan :

IM_i = Jumlah gangguan pemadaman sementara

N_{mi} = Jumlah pelanggan yang terkena gangguan untuk setiap peristiwa

N_t = Jumlah total pelanggan yang dilayani

e. Average Service Availability/Unavailability Index (ASAI / ASUI)

$$ASAI = \frac{N_t \times (\text{Jumlah/Tahun}) - \sum r_i N_i}{N_t \times (\text{Jumlah/Tahun})}$$

Keterangan :

N_t = Jumlah total pelanggan yang dilayani

$\sum r_i$ = Durasi pemadaman

N_i = Jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman

Sedangkan untuk nilai ASUI (ASUI= 1-ASAI)

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Nilai indeks SAIFI

No	Penyulang	Frekuensi Padam	Pelanggan	SAIFI
1	SL-1	34	4744	4,81
2	SL-2	41	9646	11,80
3	SL-3	73	5001	10,89
4	SL-4	7	9808	2,04
5	SL-5	7	1903	0,39
6	SL-6	52	2410	3,73
Total			33512	33,69

Menghitung nilai SAIFI pada Penyulang SL-1:

$$\begin{aligned} SAIFI \text{ SL-1} &= \frac{34 \times 4744}{33512} \\ &= 4,81 \text{ kali/pelanggan/tahun} \end{aligned}$$

3.2 Perhitungan Nilai indeks SAIDI

No	Penyulang	Lama Padam (menit)	Lama Padam (jam)	Pelanggan	SAIDI
1	SL-1	88	1,46	4744	0,20
2	SL-2	239	3,98	9646	1,14
3	SL-3	932	15,53	5001	2,31
4	SL-4	9	0,15	9808	0,04
5	SL-5	15	0,25	1903	0,01
5	SL-6	562	9,36	2410	0,67
TOTAL				33512	4,37

Menghitung nilai SAIDI pada Penyulang SL-1 :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI SL-1} &= \frac{1,46 \times 4744}{33512} \\ &= 0,20 \text{ jam/pelanggan/tahun} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Nilai Indeks Keandalan CAIDI

NO	Penyulang	SAIDI	SAIFI	CAIDI
1	SL-1	0,20	4,81	0,04
2	SL-2	1,14	11,80	0,09
3	SL-3	2,31	10,89	0,21
4	SL-4	0,04	2,04	0,01
5	SL-5	0,01	0,39	0,02
6	SL-6	0,67	3,73	0,17
Total			33,69	0,54

Menghitung nilai CAIDI pada Penyulang SL-1 :

$$\begin{aligned} \text{CAIDI SL-1} &= \frac{0,20}{4,81} \\ &= 0,04 \text{ jam/tahun} \end{aligned}$$

3.4 Perhitungan Nilai Indeks Keandalan MAIFI

NO	Penyulang	Imi	Nmi	MAIFI
1	SL-1	8 Kali	4163	7,02
2	SL-2	17 Kali	8411	14,82
3	SL-3	13 Kali	2635	6,84
4	SL-4	3 Kali	6314	1,93
5	SL-5	6 Kali	1456	4,59
6	SL-6	7 Kali	2319	6,73
Total			25298	41,93

Menghitung nilai MAIFI pada Penyulang SL-1 :

$$\begin{aligned} \text{MAIFI SL-1} &= \frac{8 \times 4163}{4744} \\ &= 7,02 \text{ kali/tahun} \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Nilai Indeks Keandalan ASAI

NO	Penyulang	Pelanggan	SAIDI	ASAI
1	SL-1	4744	0,20	0,9999971
2	SL-2	9646	1,14	0,9999919
3	SL-3	5001	2,31	0,99999684
4	SL-4	9808	0,04	0,9999997
5	SL-5	1903	0,01	0,9999996
6	SL-6	2410	0,67	0,999998
Total			4,37	5,99998834

Menghitung nilai ASAI pada Penyulang SL-1

$$\begin{aligned} \text{ASAI SL-1} &= \frac{4744 \times 8760 - 720/60}{4744 \times 8760} \\ &= 0,9999971. \end{aligned}$$

3.6 Perhitungan Nilai Indeks Keandalan ASUI

NO	Penyulang	ASAI	ASUI
1	SL-1	0,9999971	0,0000029
2	SL-2	0,9999919	0,0000081
3	SL-3	0,99999684	0,00000494
4	SL-4	0,9999997	0,0000003
5	SL-5	0,9999996	0,0000004
6	SL-6	0,999998	0,000002
Total		5,99998834	0,00001864

Menghitung nilai ASUI pada Penyulang SL-1 :

$$\begin{aligned} \text{ASUI SL-1} &= 1 - 0,9999971 \\ &= 0,0000029 \end{aligned}$$

Jadi nilai ASUI untuk penyulang SL-1 adalah 0,0000029

Berdasarkan hasil penelitian sistem distribusi tenaga listrik 20 KV pada PT. PLN Rayon Samalanga didapatkan bahwa nilai SAIFI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, Penyulang SL-4 dan SL-5 dikategorikan masih andal menurut SPLN 59 : 1985. Dan penyulang SL-1, SL-2, SL-3, dan SL-5 dikategorikan tidak andal. Rata-rata penyebab pemadaman pada penyulang SL-2 adalah binatang dan penyebab pemadaman pada penyulang SL-1, SL-3, dan SL-6 adalah pohon. Untuk nilai SAIDI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, semua penyulang dikategorikan masih andal menurut SPLN 59 : 1985 karena nilainya masih di

bawah batas maksimum yakni 21,09 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan nilai SAIFI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, Penyulang SL-5, dikategorikan masih andal menurut IEEE std 1366 – 2003. Dan penyulang SL-1, SL-2, SL-3, SL-4, dan SL-6 dikategorikan tidak andal. Rata-rata penyebab pemadaman pada penyulang SL-2, SL-4 adalah binatang dan penyebab pemadaman pada penyulang SL-1, SL-3, dan SL-6 adalah pohon, untuk nilai SAIDI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, nilai SAIDI penyulang SL-3 dikategorikan tidak andal menurut IEEE std 1366 – 2003.

Sementara itu, untuk perhitungan nilai CAIDI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, semua penyulang dikategorikan masih andal menurut IEEE std 1366 – 2003 karena nilainya masih di bawah batas maksimum yakni 1,78 jam/tahun., dan nilai ASAI yaitu indeks yang menyatakan ketersediaan pelayanan rata rata lebih besar dibandingkan dengan ASUI dan nilai ASAI terbaik ada pada penyulang SL-3 dimana nilai ketersediaannya mencapai 0,99999684 atau 99,999684%.

4. KESIMPULAN

Sistem distribusi tenaga listrik 20 KV pada PT. PLN Rayon Samalanga didapatkan bahwa nilai SAIFI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, Penyulang SL-4 dan SL-5 dikategorikan masih andal menurut SPLN 59: 1985. Dan penyulang SL-1, SL-2, SL-3, dan SL-5 dikategorikan tidak andal. Untuk nilai SAIDI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, semua penyulang dikategorikan masih andal menurut SPLN 59: 1985 karena nilainya masih di bawah batas maksimum yakni 21,09 jam/pelanggan/tahun. Sedangkan nilai SAIFI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, Penyulang SL-5, dikategorikan masih andal menurut IEEE std 1366 – 2003. Dan penyulang SL-1, SL-2, SL-3, SL-4, dan SL-6 dikategorikan tidak andal, dan nilai SAIDI penyulang SL-3 dikategorikan tidak andal menurut IEEE std 1366 – 2003.

Nilai CAIDI dari masing-masing penyulang PT. PLN Rayon Samalanga, semua penyulang dikategorikan masih andal menurut IEEE std 1366 – 2003 karena nilainya masih di bawah batas maksimum yakni 1,78 jam/tahun, dan nilai ASAI yaitu indeks yang menyatakan ketersediaan pelayanan rata rata lebih besar dibandingkan dengan ASUI dan nilai ASAI terbaik ada pada penyulang SL-3 dimana nilai ketersediaannya mencapai 0,99999684 atau 99,999684%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SPLN 52-3 *"Pola Pengamanan Sistem Bagian Tiga: Sistem Distribusi 6 kV dan 20 kV"*. Jakarta. PT. PLN (Persero). 1983.
- [2] Jatmiko Aziz *"Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Penyulang Nusantara II di PT. PLN (Persero) Rayon Kroya Menggunakan Metode Section Technique"*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 2017.
- [3] Muhammad wahid Muntasyir *"Studi Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada PT. PLN Rayon Palur"*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [4] Aditya Teguh Prabowo, Bambang Winardi, dan Susatyo Handoko *"Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11"*. Jurnal Teknik Universitas Diponegoro Semarang, Vol. 2 No. 4, 2013.
- [5] SPLN 59 *"Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV"*. Jakarta. PT. PLN (Persero). 1985.
- [6] IEEE std 1366-2003 *"IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices"*. USA. 2003.
- [7] Hendro Tri Kurniawan, Bonar Sirait, dan Junaidi *"Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Indeks Saidi dan Saifi Pada PT. PLN (PERSERO) Area Pontianak"*. Jurnal Teknik Universitas Tanjungpura, 2014.

- [8] Achmad Fatoni, Rony Seto Wibowo, dan Adi Soeprijanto “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV PT. PLN Rayon Lumajang Dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)*”. Jurnal Teknik ITS, Vol.5 No.2, 2016.
- [9] SPLN 73, “*Komisioning Jaringan*”. Jakarta. PT. PLN (Persero). 1987
- [10] Wicaksono, J. E., & Suhardi, D. (2019). “*Analisis Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Lowokwaru Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assessment)*”. 1(2), 8.
- [11] Nugroho, A. S. (2012). “*Studi Keandalan Sistem Distribusi 20kV di Bengkulu dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*”. 1(1), 6.
- [12] Santoso, R. (2016). “*Evaluasi Tingkat Keandalan Jaringan Distribusi 20 kV Pada Gardu Induk Bangkinang Dengan Menggunakan Metode FMEA*”. 3, 7.
- [13] Prabowo, H., & Hakim, J. A. R. (2012). “*Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi PT Semen Gresik-Tuban Menggunakan Metode Reliability Index Assessment (RIA) dan Software ETAP (Electrical Transient Analysis Program)*”. 5.