

Analisis Tingkat Keandalan Pada Jaringan *Express Feeder* SUTM A3CS Sebagai *Incoming* Baru

Fauzi

Program Studi Teknologi Listrik
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Aceh, Indonesia
fauzi_listrik@yahoo.co.id

Subhan

Program Studi Teknologi Listrik
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Aceh, Indonesia
subhan@pnl.ac.id

Muliadi

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Aceh, Indonesia
muliadi.tripa@gmail.com

Syukri

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Aceh, Indonesia
syukri0383@gmail.com

Teuku Murisal Asyadi

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Aceh, Indonesia
teukumurisal@gmail.com

Arief Setya Budi

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Iskandar Muda
Aceh, Indonesia
arief.setya@pln.ac.id

Diterima : November 2022
Disetujui : Desember 2022
Dipublikasi : Januari 2023

Abstrak—Salah satu parameter dalam penyaluran energi listrik adalah mutu dan keandalan yang harus memenuhi standar. Pada praktiknya, Perusahaan Listrik Negara (PLN) akan terus memperbaiki dan meningkatkan mutu dan keandalan jaringan listrik guna memberikan pelayanan terbaik bagi setiap pelanggan. Langkah yang diambil salah satunya yang dilakukan oleh Unit Layanan Pelanggan (ULP) Pantan Labu, yaitu dengan membangun jaringan baru agar dapat melayani beban yang semakin meningkat. Pembangunan jaringan baru dilakukan supaya dapat memperbaiki tegangan sistem melalui pembagian beban penyulang serta meningkatkan keandalan dalam mempermudah manuver ketika terjadi gangguan. Kondisi kelistrikan ULP. Pantan Labu disuplai dari Gardu Induk (GI) Pantan Labu terdiri dari 2 Trafo Daya (TD) yang masing masing berkapasitas 30 MVA. Beban puncak GI. Pantan Labu adalah sebesar 14,5 MW untuk TD 1 dan 6,5 MW untuk TD 2. GI. Pantan Labu salah satunya mensuplai Gardu Hubung (GH) Pantan Labu melalui penyulang PL 05. Namun, sebelumnya hanya terdapat 1 *incoming* yang masuk ke GH. Pantan Labu, padahal pada TD 2 GI. Pantan Labu masih terdapat 3 kubikel cadangan (*spare*) yang belum termanfaatkan dan juga pada kubikel di GH. Pantan Labu sudah terdapat *couple bus* dan 1 kubikel cadangan. Hal ini disebabkan karena belum adanya jaringan *express feeder* yang menyuplai dari GI. Pantan Labu ke GH. Pantan Labu sehingga apabila terjadi gangguan pada suplai utama penyulang PL 05 maka akan terjadi padam diseluruh kubikel GH. Pantan Labu. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan nilai SAIDI dan SAIFI sebelum dan setelah pembangunan *express feeder* SUTM A3CS 3x240 mm² sebagai *incoming* baru. Hasilnya, Mutu tegangan pada GH Pantan Labu sebelumnya sebesar 20,4 kV terjadi perbaikan menjadi 20,7 kV. Rekonfigurasi *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru dapat mengurangi durasi padam dengan indeks keandalan rata rata nilai SAIDI pada ULP. Pantan Labu turun dari 12,558 menit/pelanggan menjadi 6,205 menit/pelanggan.

Kata Kunci—*Express feeder; SUTM; Incoming; Gardu hubung*

Abstract— One of the parameters in the distribution of electrical energy is the quality and reliability that must meet the standards. In practice, the State Electricity Company (PLN) will continue to improve and increase the quality and reliability of the electricity network to provide the best service for each customer. One of the steps the Pantan Labu Customer Service Unit (ULP) takes is to build a new network to serve the increasing load. The construction of a new network is carried out to improve the system voltage by sharing the feeder load and increasing reliability in facilitating maneuvers when disturbances occur. ULP electrical conditions. Pantan Pumpkin is supplied from the Pantan Pumpkin Substation (GI) consisting of 2 Power Transformers (TD), each with a capacity of 30 MVA. GI peak load. Pantan Pumpkin is 14.5 MW for TD 1 and 6.5 MW for TD 2. GI. One is Pantan Labu supplying the Pantan Labu Switching Station (GH) via a PL 05 feeder. However, previously there was only 1 *incoming* to GH. Pantan Pumpkin, even though at TD 2 GI. Pantan Pumpkin still has 3 spare cubicles that have not been utilized and also in cubicles at GH. Pantan Pumpkin already has a couple of buses and 1 extra cubicle. This is because there is no *express feeder* network that supplies from GI. Pantan Pumpkin to GH. Pantan Pumpkin so that if there is a disturbance to the main supply of the PL 05 feeder, there will be blackouts throughout the GH cubicles. Pumpkin Pantone. The purpose of this study is to obtain SAIDI and SAIFI values before and after the construction of the A3CS A3CS 3x240 mm² *express feeder* as a new *incoming*. As a result, the voltage quality at the previous Pantan Pumpkin GH was 20.4 kV, an improvement became 20.7 kV. Reconfiguring the SUTM 3x240 mm² *express feeder* as a new *incoming* can reduce the blackout duration with the reliability index of the average SAIDI value on the ULP. Pantan Pumpkin decreased from 12,558 minutes/subscriber to 6,205 minutes/subscriber..

Keywords—*Express feeder; SUTM; Incoming; Substation*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya populasi penduduk, jumlah investasi, serta kemajuan teknologi yang menyebabkan

munculnya berbagai infrastruktur seperti gedung perkantoran, sekolah, tempat ibadah, dan lain sebagainya [1][2]. Mengingat energi listrik sangat penting dalam segala aspek kehidupan, maka perlu dilakukan upaya agar energi listrik tetap tersalurkan dengan baik ke konsumen dan tidak menyebabkan pemadaman listrik [3]. Oleh sebab itu, penyaluran energi listrik harus memiliki mutu dan tingkat kehandalan yang memenuhi standar.

Pada praktiknya, penyedia energi listrik atau Perusahaan Listrik Negara (PLN) akan terus melakukan perbaikan dan meningkatkan mutu serta kehandalan jaringan listrik supaya setiap pelanggan dapat terlayani dengan baik seperti yang dilakukan oleh Unit Layanan Pelanggan (ULP). Pantan Labu. Adapun salah satu upaya yang dilakukan oleh ULP. Pantan Labu yaitu dengan membangun jaringan baru agar dapat mensuplai energi listrik ke konsumen atau pelanggan listrik. Hal tersebut dilakukan untuk dapat menjaga nilai tegangan yang disuplai agar tidak turun (*drop voltage*) ketika dilakukan pembagian beban pada penyulang dan juga memudahkan dalam melakukan manuver ketika terjadinya gangguan sehingga dapat meningkatkan kehandalan pada sistem[4][5][6].

Saat ini, kondisi kelistrikan ULP. Pantan Labu disuplai melalui Gardu Induk (GI) Pantan Labu yang terdiri dari dua buah trafo daya, masing masing berkapasitas 30 MVA. Beban puncak GI. Pantan Labu pada masing-masing Trafo Distribusi (TD), yaitu pada TD 1 sebesar 14.5 MW dan 6.5 MW pada TD 2. GI. Suplai energi listrik dari Pantan Labu salah satunya kepada Gardu Hubung (GH) Pantan Labu melalui penyulang PL 05. *Incoming* yang masuk ke GH. Pantan Labu hanya satu buah, padahal pada TD 2 GI. Pantan Labu masih terdapat tiga buah kubikel cadangan (*spare*) yang belum dimanfaatkan dan pada kubikel yang melayani GH. Pantan Labu sudah terdapat *couple bus* dan satu buah kubikel cadangan. Hal ini disebabkan karena belum adanya jaringan *express feeder* yang menyuplai dari GI. Pantan Labu menuju ke GH. Pantan Labu, sehingga apabila terjadi gangguan pada suplai utama penyulang PL 05 maka akan terjadi padam diseluruh kubikel GH. Pantan Labu. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kehandalan sistem kelistrikan pada ULP. Pantan Labu maka perlu dibangun jaringan *express feeder* Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) A3CS 3x240 mm² dari GH. Pantan Labu – Simpang GH sepanjang 900 meter. Nantinya jaringan SUTM tersebut akan terhubung dengan jaringan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) cadangan yang telah dibangun sebelumnya dari GI. Pantan Labu – Simpang GH. Pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² dari GH. Pantanlabu – Simpang GH yang digunakan sebagai *incoming* baru untuk mensuplai bus II GH. Pantan Labu.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) sebelum dan setelah pembangunan *express feeder* SUTM A3CS 3x240 mm² sebagai *incoming* baru. Selanjutnya, manfaat penelitian ini adalah dapat meningkatkan kehandalan sistem penyaluran energi listrik yang terdapat pada layanan GH. Pantan labu.

II. METODE

Penelitian ini di lakukan di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Lhokseumawe ULP.

Pantan Labu yang berada di Tanah Jambo Aye, Kabupaten Aceh Utara. ULP. Pantan Labu merupakan salah satu dari 11 ULP yang ada di UP3 Lhokseumawe. Pada penelitian ini, untuk melihat mutu tegangan sebelum dan sesudah rekonfigurasi jaringan disimulasikan dengan menggunakan *software* Etap (*Electric Transient And Analysis*) 12.6. *Software* Etap yaitu suatu *software* yang dapat dipergunakan untuk menganalisa dan mensimulasikan serta merancang sistem kelistrikan [7][8]. Peralatan yang dibutuhkan agar dapat menjalankan simulasi Etap adalah HP Probook 440 G1 Intel core i7, RAM 8 Gb. Data yang diperlukan an antara lain berupa *one line diagram* penyulang ULP. Pantan Labu, kapasitas trafo, tegangan, panjang saluran dan jenis kabel yang digunakan.

Selanjutnya, untuk mendapatkan tingkat keandalan atau nilai SAIFI dan SAIDI pada jaringan *express feeder* SUTM A3CS 3 x 240 mm² sebagai *incoming* baru di GH. Pantan Labu dapat dianalisis dengan menggunakan formulasi matematis sebagai berikut:

1. SAIFI

Indeks frekuensi pemadaman rata-rata merupakan pemadaman rata-rata untuk setiap konsumen dalam waktu setahun pada suatu wilayah yang dianalisis dan dihitung dalam satuan kali/pelanggan. Persamaannya adalah sebagai berikut [9]:

$$SAIFI = \frac{\sum(\text{jumlah padam} \times \sum \text{pelanggan padam})}{\sum \text{total pelanggan dalam satu periode}} \quad (1)$$

atau secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\sum_n(\lambda_i \times N_i)}{N_t} \quad (2)$$

Dengan:

- i = Padam ke i
- n = Jumlah padam
- λ_i = Kali padam ke i
- N_i = Jumlah pelanggan padam gangguan ke i
- N_t = Total pelanggan dalam satu periode

2. SAIDI

Indeks duarasi pemadaman rata-rata merupakan durasi pemadaman rata-rata untuk setiap pelanggan dalam waktu setahun pada suatu wilayah yang dianalisis, yang dihitung dalam satuan menit/pelanggan. Persamaannya adalah sebagai berikut [9]:

$$SAIDI = \frac{\sum(\text{lama padam} \times \sum \text{pelanggan padam})}{\sum \text{total pelanggan dalam satu periode}} \quad (3)$$

atau secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\sum_n(\delta_i \times N_i)}{N_t} \quad (4)$$

Dengan:

- i = Padam ke i
- n = Jumlah padam
- δ_i = Lama (durasi) padam gangguan ke i
- N_i = Jumlah pelanggan padam gangguan ke i
- N_t = Total pelanggan dalam satu periode

Adapun data-data yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai indeks SAIDI dan SAIFI, yaitu data jumlah pelanggan, dan data gangguan yang terjadi pada penyulang ULP. Pantan Labu.

A. Sistem Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan suatu sarana yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari GI menuju para pelanggan melalui transformator distribusi (gardu distribusi) dengan mutu dan pelayanan yang sesuai standar [10] [11].

B. Konfigurasi Jaringan Distribusi

Sesuai dengan spesifikasi PLN, ada 4 (empat) jenis konfigurasi jaringan distribusi tegangan menengah, yaitu Konfigurasi jaringan radial, *loop*, *spindel*, dan gugus (*cluster*) [12][13] [14].

C. Peralatan Sistem Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik dapat dikatakan baik apabila memiliki komponen, peralatan, konstruksi dan proteksi yang sangat lengkap serta cukup. Peralatan-peralatan yang terdapat pada jaringan distribusi berupa tiang listrik, kawat penghantar, transformator, isolator, *fuse cut out* (FCO), *lightning arrester* (LA), *current transformer* (CT), dan *potential transformer* (PT) [11] [15].

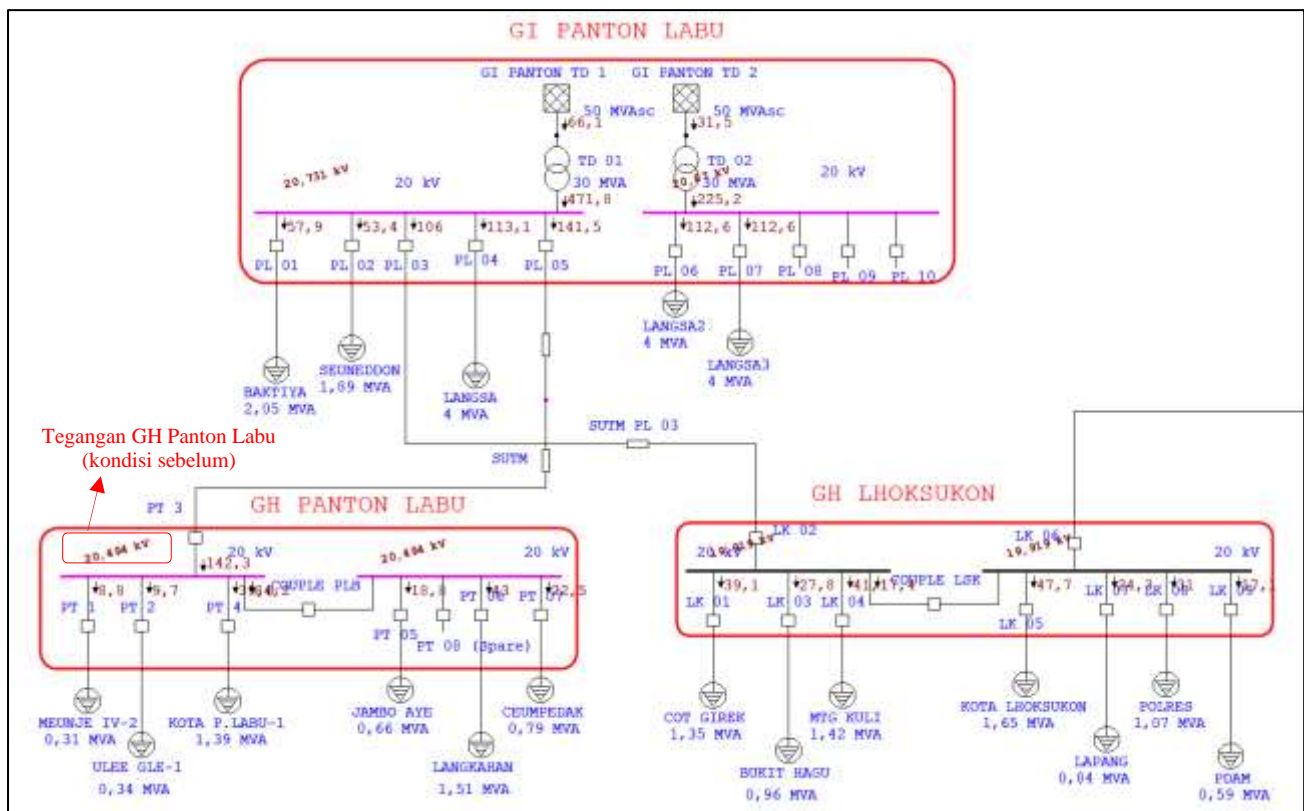
D. Macam-macam Gangguan pada Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi tenaga listrik terdiri dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Adapun gangguan yang terjadi pada JTM kebanyakan disebabkan dari alam (binatang, angin, petir, dan hujan) serta sebagian lagi oleh kerusakan material atau peralatan. Gangguan juga dapat disebabkan oleh faktor beban lebih, arus hubung singkat, dan ketidakstabilan (*instability*) sehingga pada jaringan distribusi menyebabkan banyaknya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Konfigurasi Jaringan Pada GH. Pantan Labu

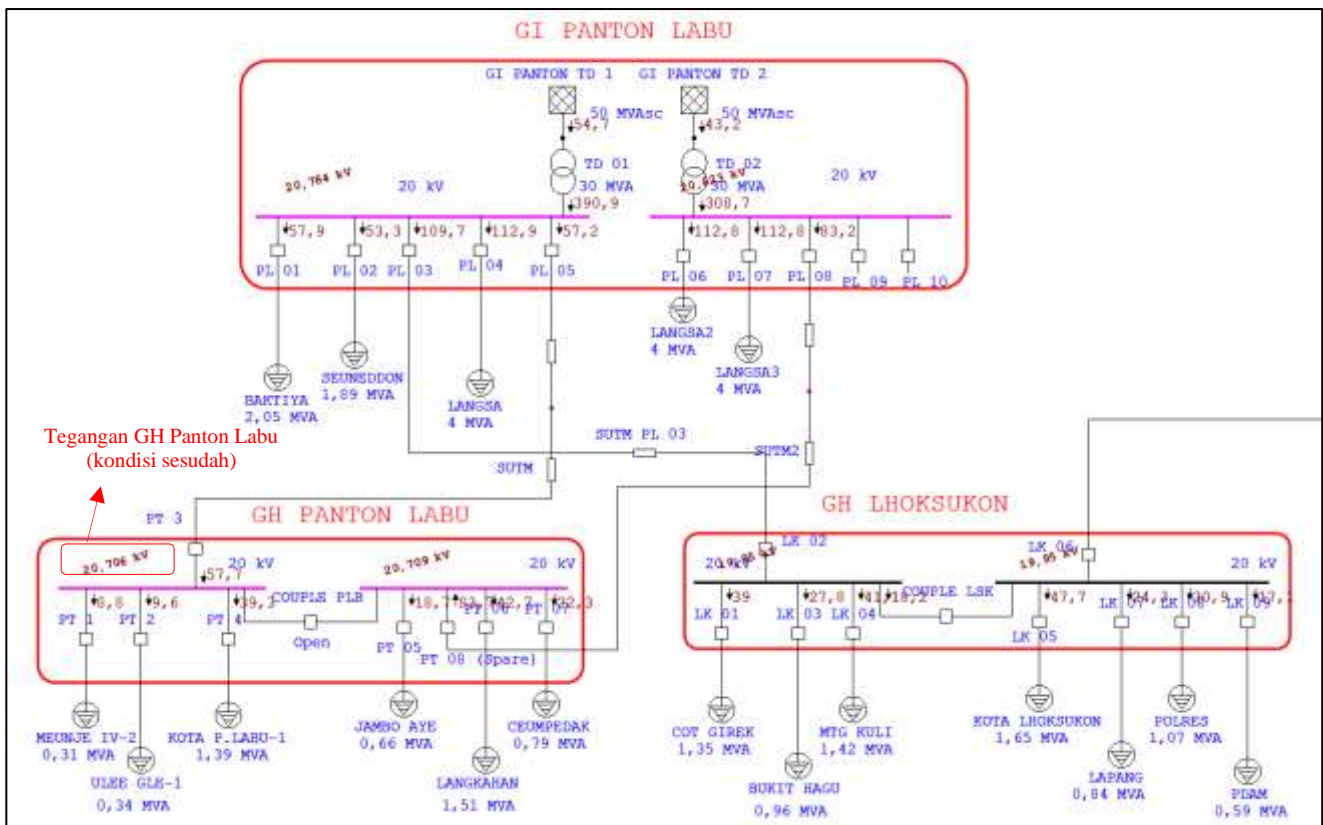
Bentuk konfigurasi jaringan pada GH. Pantan Labu dianalisis dengan menggunakan *software* Etap 12.6. Ini dilakukan untuk melihat mutu tegangan dan kehandalan jaringan sebelumnya sesudah dilakukan pembangunan *express feeder* SUTM 3 x 240 mm² sebagai *incoming* baru. Adapun konfigurasi jaringan pada GH. Pantan Labu sebelum dilakukan pembangunan *express feeder* adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi Jaringan Sebelum Dilakukan Pembangunan *Express Feeder* SUTM 3x240 mm² Sebagai *Incoming* Baru

Gambar 1 menunjukkan bahwa GH. Pantan Labu hanya disuplai dari 1 *incoming* yaitu PL 05 (TD 01) dengan tegangan terima pada GH. Pantan Labu sebesar 20,4 kV sehingga apabila terjadi gangguan pada penyulang PL 05, maka suplai daya listrik ke GH. Pantan Labu akan terganggu

atau padam. Selanjutnya untuk melihat mutu tegangan dan kehandalan, konfigurasi jaringan sesudah pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru dianalisis menggunakan *software* Etap 12.6, hasilnya seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Jaringan Sesudah Dilakukan Pembangunan Express Feeder SUTM 3x240 mm² Sebagai Incoming Baru

Berdasarkan hasil simulasi (Gambar 2), kondisi GH. Panton Labu sesudah pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru menunjukkan bahwa GH. Panton Labu disuplai dari 2 penyulang *incoming*, yaitu PL 05 (TD 01) dan PL 08 (TD 02). Penyulang PL 05 mensuplai bus I GH. Panton Labu, sedangkan penyulang PL 08 mensuplai pada bus II sehingga dengan adanya *double incoming* tersebut, maka kehandalan dan mutu tegangan pada GH Panton Labu akan semakin meningkat. Jadi, dengan pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru, maka tegangan terima pada GH. Panton Labu meningkat dari 20,4 kV menjadi 20,7 kV.

B. Perhitungan Indeks SAIDI dan SAIFI

Pada tahapan ini nilai SAIDI & SAIFI sebelum dan sesudah pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru dianalisis dengan melakukan perhitungan sesuai dengan persamaan (1) s.d. (4). Pada bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2021 merupakan kondisi sebelum pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru, sedangkan pada bulan Juli sampai dengan bulan Desember merupakan kondisi sesudah pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru.

Untuk mendapatkan nilai indeks SAIDI dan SAIFI, maka perlu diketahui jumlah pelanggan yang terdapat di ULP. Panton Labu, selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. DATA JUMLAH PELANGGAN ULP. PANTON LABU

No	Bulan	Jumlah Pelanggan
1	Januari	37.839
2	Februari	37.896
3	Maret	37.983

No	Bulan	Jumlah Pelanggan
4	April	38.036
5	Mei	38.091
6	Juni	38.177
7	Juli	38.242
8	Agustus	38.346
9	September	38.394
10	Oktober	38.558
11	November	38.687
12	Desember	38.786

Data jumlah pelanggan yang terdapat di ULP. Panton Labu (Tabel 1) diambil dari Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpadu (AP2T) mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2021.

Selanjutnya, diketahui data gangguan yang terjadi pada setiap penyulang, selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. DATA GANGGUAN PENYULANG ULP. PANTON LABU

Bulan Januari				
Tgl.	Waktu Padam	Penyulang	Jumlah Pelanggan Padam	Durasi (Menit)
1	19:33	PT 01 / Meunje 4	1752	5
6	06:26	PT 02 / Ulee Gle	1503	5
9	01:43	PT 05 / Jambo Aye	2520	5
10	08:37	PT 01 / Meunje 4	1752	5
14	07:44	PT 02 / Ulee Gle	2129	5
18	07:33	PT 07 / Ceumpedak	2514	5
31	07:35	PL 01 / Baktiyya	1752	4
Bulan Februari				
9	08:10	PT 01 / Meunje 4	1608	5

Bulan Januari				
<i>Tgl.</i>	<i>Waktu Padam</i>	<i>Penyulang</i>	<i>Jumlah Pelanggan Padam</i>	<i>Durasi (Menit)</i>
10	07:35	PT 07 / Ceumpeidak	2394	5
11	00:43	PT 04 / Panton	5154	3
11	00:53	PT 07 / Ceumpeidak	2394	5
13	03:49	PT 05 / Jambo Aye	2645	4
18	03:24	PT 05 / Jambo Aye	2645	5
26	06:28	PT 05 / Jambo Aye	2645	5
Bulan Maret				
4	16:26	PT 01 / Meunje 4	1608	35
11	18:12	PT 01 / Meunje 4	1608	5
12	20:29	PT 01 / Meunje 4	1608	81
19	19:12	PT 04 / Panton	5154	4
21	07:41	PT 02 / Ulee Gle	2027	5
27	17:15	PT 07 / Ceumpeidak	2394	44
Bulan April				
4	02:21	PT 07 / Ceumpeidak	2394	3
6	16:00	PT 02 / Ulee Gle	2027	23
8	06:33	PT 02 / Ulee Gle	1975	5
9	08:37	PL 01 / Baktiya	8839	5
10	06:29	PT 02 / Ulee Gle	2208	5
11	00:01	PT 01 / Meunje 4	1563	2
22	06:12	PT 01 / Meunje 4	1563	5
24	16:24	PT 01 / Meunje 4	1563	4
24	16:36	PT 04 / Panton	5683	159
26	06:00	PT 02 / Ulee Gle	2208	5
Bulan Mei				
1	11:44	PT 06 / Jambo Aye	4992	30
2	14:22	PT 06 / Jambo Aye	4992	25
3	22:32	PT 06 / Jambo Aye	4992	15
4	08:04	PT 06 / Jambo Aye	4992	10
5	08:04	PT 06 / Jambo Aye	4992	20
6	07:24	PT 06 / Jambo Aye	4992	25
7	15:33	PT 01 / Menje 4	1501	103
20	06:22	PT 01 / Menje 5	1501	4
23	08:14	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
29	03:52	PT 07 / Ceumpeidak	2235	5
Bulan Juni				
1	20:55	PT 06 / Jambo Aye	4784	25
2	06:27	PT 06 / Jambo Aye	4784	30
2	12:25	PT 06 / Jambo Aye	4784	20
4	20:30	PT 06 / Jambo Aye	4784	23
6	16:53	PT 06 / Jambo Aye	3088	5
12	06:08	PT 04 / Panton Labu	5546	4
17	11:53	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
25	13:42	PT 01 / Meunje 4	1501	4
Bulan Juli				
4	21:57	PT 02 / Ulee Gle	2113	4
5	01:00	PT 02 / Ulee Gle	4784	4
6	12:35	PT 02 / Ulee Gle	1501	5
9	10:36	PT 01 / Meunje 4	2113	4
10	06:22	PT 02 / Ulee Gle	2235	4
14	12:08	PT 07 / Ceumpeidak	1501	4
15	08:52	PT 01 / Meunje 4	3088	5
17	02:56	PT 05 / Jambo Aye	21268	5
18	21:15	PL 05 / Out GH PT 3	3088	2
22	15:15	PT 05 / Jambo Aye	1501	107

Bulan Januari				
<i>Tgl.</i>	<i>Waktu Padam</i>	<i>Penyulang</i>	<i>Jumlah Pelanggan Padam</i>	<i>Durasi (Menit)</i>
25	06:31	PT 04 / Panton Labu	5546	3
Bulan Agustus				
7	19:00	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
10	03:18	PT 05 / Jambo Aye	3088	4
10	13:08	PT 06 / Langkahhan	6784	4
13	06:19	PT 06 / Langkahhan	6784	5
13	08:23	PT 07 / Ceumpeidak	2235	4
14	18:31	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
16	06:52	PT 06 / Langkahhan	6784	5
22	06:20	PT 04 / Panton Labu	5546	5
28	06:14	PT 01 / Meunje 4	1501	3
29	17:44	PT 06 / Langkahhan	6784	5
Bulan September				
5	13:13	PT 01 / Meunje 4	1501	5
5	14:02	PT 07 / Ceumpeidak	2235	5
7	05:32	PL 05 / Out GH PT 3	9161	5
7	22:28	PT 01 / Meunje 4	1501	2
8	17:50	PT 01 / Langkahhan	6784	4
9	18:55	PL 05 / Out GH PT 3	9161	11
16	13:27	PT 01 / Meunje 4	1501	4
17	06:33	PT 01 / Meunje 4	1501	4
18	00:28	PL 01 / Baktiya	8668	3
21	07:28	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
26	13:25	PT 02 / Ulee Gle	2113	17
Bulan Oktober				
3	14:23	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
3	17:45	PL 08 / Out PT 08	12107	10
11	16:53	PT 01 / Meunje 4	1501	5
13	06:16	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
16	09:43	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
19	17:53	PT 06 / Langkahhan	6784	5
21	18:04	PT 06 / Langkahhan	6784	5
27	03:27	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
Bulan November				
3	11:29	PL 01 / Baktiya	8668	5
4	18:20	PT 04 / Panton Labu	5546	5
14	17:20	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
16	06:06	PT 07 / Ceumpeidak	2235	5
16	21:27	PT 01 / Meunje 4	1501	5
17	01:57	PL 05 / Out GH PT 3	9161	5
27	06:32	PT 07 / Ceumpeidak	2235	5
29	14:16	PT 02 / Ulee Gle	2113	5
Bulan Desember				
2	21:47	PT 05 / Jambo Aye	3088	5
22	11:03	PT 05 / Jambo Aye	2810	5
23	02:05	PT 07 / Ceumpeidak	2235	5
23	07:42	PT 05 / Jambo Aye	2810	5
24	22:30	PL 05 / Out GH PT 3	8772	4
27	18:00	PT 06 / Langkahhan	6395	3
28	07:30	PL 01 / Baktiya	8779	5
29	06:42	PT 01 / Meunje 4	1501	3

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa frekuensi gangguan sangat bervariasi setiap bulannya, ada yang 6 (enam) kali bahkan sampai 11 (sebelas) kali gangguan dengan jumlah

durasi pemadaman yang berbeda-beda. Dari data PT. PLN (Persero) ULP. Pantan Labu, penyebab terjadinya gangguan umumnya disebabkan oleh hewan (monyet, kecubung, tupai, musang, dan lain sebagainya) yang terkena Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), jumperan *Lightning Arrester* (LA) putus tersentuh *Fuse Cut Out* (FCO) trafo, layang-layang tersangkut, pelepah pinang dan ranting pohon jatuh, serta pohon tumbang.

Berdasarkan data gangguan dari Tabel 1 dan 2, maka nilai indeks SAIDI dan SAIFI pada bulan Januari di penyulang ULP. Pantan Labu dapat dihitung sebagai berikut:

- Nilai indeks SAIDI

$$SAIDI = \frac{((5 \times 1752) + (5 \times 1503) + (5 \times 2520) + (5 \times 17520) + (5 \times 2129) + (5 \times 2514) + (4 \times 1752))}{37839}$$

$$SAIDI = \frac{(8760 + 7515 + 12600 + 8760 + 10645 + 12570 + 7008)}{37839}$$

$$SAIDI = \frac{67858}{37839}$$

$$SAIDI = 1,793 \text{ menit/pelanggan}$$

Selanjutnya, nilai indeks SAIDI pada bulan Februari dan seterusnya dapat dihitung dengan menggunakan cara yang sama. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 3.

- Nilai indeks SAIFI

$$SAIFI = \frac{((3 \times 1752) + (1 \times 1503) + (1 \times 2520) + (1 \times 2129) + (1 \times 2514))}{37839}$$

$$SAIFI = \frac{5256 + 1503 + 2520 + 2129 + 2514}{37839}$$

$$SAIFI = \frac{13922}{37839}$$

$$SAIFI = 0,368 \text{ kali/pelanggan}$$

Nilai SAIFI untuk bulan Februari dan seterusnya dapat dihitung dengan menggunakan cara yang sama. Hasil selengkapnya ditunjukkan dalam Tabel 3.

TABEL 3. NILAI INDEKS SAIDI, SAIFI SEBELUM DAN SESUDAH PEMBANGUNAN INCOMING BARU

Kondisi	Bulan	SAIDI	Rata Rata SAIDI	SAIFI	Rata Rata SAIFI
		(Menit/Pelanggan)	(Menit/Pelanggan)	(Kali/Pelanggan)	(Kali/Pelanggan)
Sebelum Pembangunan <i>Express Feeder SUTM 3x240 mm² sebagai Incoming Baru</i>	Januari	1,793	12,558	0,368	0,646
	Februari	2,229		0,514	
	Maret	8,705		0,379	
	April	27,625		0,789	
	Mei	21,169		0,979	
	Juni	13,828		0,848	
Sesudah Pembangunan <i>Express Feeder SUTM 3x240 mm² sebagai Incoming Baru</i>	Juli	9,510	6,205	1,274	1,075
	Agustus	5,435		1,166	
	September	7,290		1,204	
	Oktober	6,597		1,000	
	November	4,339		0,868	
	Desember	4,058		0,938	

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebelum pembangunan *express feeder SUTM 3x240 mm² sebagai incoming baru* nilai SAIDI terkecil terdapat pada bulan Januari yaitu 1,793 menit/pelanggan, sedangkan yang terbesar terjadi pada bulan April yaitu 27,625 menit/pelanggan. Namun, sesudah pembangunan *express feeder SUTM 3x240 mm² sebagai incoming baru* nilai SAIDI hanya berkisar 4,058 sampai dengan 9,510 menit/pelanggan. Jadi, nilai SAIDI rata rata sebelum pembangunan *incoming baru* pada GH. Pantan Labu (bulan Januari s/d Juni) sebesar 12,558 menit/pelanggan, sedangkan nilai SAIDI sesudah pembangunan *incoming baru* pada GH. Pantan Labu (bulan Juli s/d Desember) sebesar 6,205 menit/pelanggan. Dari hasil tersebut terdapat penurunan yang signifikan yaitu sebesar 51%.

Selanjutnya, untuk nilai SAIFI sebelum pembangunan *incoming baru* pada GH. Pantan Labu sebesar 0,646 kali/pelanggan, sedangkan nilai SAIFI sesudah pembangunan *incoming baru* pada GH. Pantan Labu sebesar 1,075 kali/pelanggan. Dari hasil yang diperoleh terjadi

kenaikan nilai SAIFI yang disebabkan oleh banyaknya gangguan di bulan Juli s/d Desember sehingga pembangunan *express feeder SUTM 3x240 mm² sebagai incoming baru* tidak mempengaruhi nilai SAIFI. Hal ini dikarenakan frekuensi gangguan di lapangan tetap atau meningkat, baik yang disebabkan oleh hewan yang terkena Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), jumperan LA putus tersentuh FCO trafo, layang-layang tersangkut, pelepah pinang dan ranting pohon jatuh, serta pohon tumbang.. Namun, dengan adanya pembangunan jaringan baru tersebut dapat memperkecil lama (durasi) padam melalui proses manuver jaringan, sehingga nilai SAIDI menjadi turun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa setelah rekonfigurasi jaringan *express feeder SUTM 3x240 mm² sebagai incoming baru*, GH. Pantan Labu dapat disuplai dari 2 *incoming* yang berbeda, yaitu dari penyulang PL 05 (TD 01) dan penyulang PL 08 (TD 02). Mutu tegangan pada GH Pantan Labu sebelumnya sebesar 20,4 kVterjadi

perbaikan menjadi 20,7 kV. Rekonfigurasi atau pembangunan *express feeder* SUTM 3x240 mm² sebagai *incoming* baru dapat mengurangi durasi padam dengan proses manuver dengan indeks keandalan rata-rata nilai SAIDI pada ULP. Pantan Labu turun dari 12,558 menit/pelanggan menjadi 6,205 menit/pelanggan.

REFERENSI

- [1] P. H. T. Hutabarat and M. F. Zambak, "Prediction of Electricity Need for The PLN Area in Parapat Simalungun City Until 2024," vol. 5, no. 2, 2022.
- [2] R. Patriamurti, H. Sasana, and J. A. Prakoso, "Analisis Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Industri, Pertumbuhan Penduduk, Pengeluaran Konsumsi, dan Investasi Asing Terhadap Konsumsi Listrik di Indonesia Tahun 1971-2019," *Din. Dir. J. Econ.*, vol. 3, no. 4, pp. 852–871, 2021.
- [3] Y. Khoironi, "Analisis Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Fault Detection Isolation Restoration (FDIR)," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2021.
- [4] S. Ekanugraha and A. B. Pulungan, "Memperbaiki Drop Tegangan dengan Simulasi Rekonfigurasi Jaringan Sistem 20 kV," *J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 249–256, 2022.
- [5] E. H. Harun, M. T. Adam, and J. Ilham, "Perbaikan Kualitas Tegangan Distribusi 20 kV di Gardu Hubung Lemito Melalui Studi Ahiran Daya," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 143–147, 2022.
- [6] Muliadi and Aswijar Jamal, "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Berdasarkan Indeks SAIFI, SAIDI, dan CAIDI Pada Penyulang Suak Ribee ULP. Meulaboh Kota," *Ajeetech*, vol. 2, no. 1, pp. 14–18, 2022.
- [7] C. I. Cahyadi, K. Atmia, and A. Fitriani, "Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan Software Etap 12.6," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 126–130, 2022.
- [8] M. A. Auliq and I. B. Pratama, "Analisa Penentuan Estimasi Jarak Gangguan pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode ETAP 12.6," vol. 3, pp. 31–42, 2021.
- [9] E. Ediwan, M. Muliadi, M. Mahalla, N. Nazaruddin, and A. Mulkan, "The Reconfiguration of Network at 20 kV Distribution System Nagan Raya Substation with the Addition of the Krueng Isep Hydroelectric Power Plant," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [10] H. Eteruddin, Mutamalikin, and Arlenny, "Perencanaan Sistem Distribusi 20 kV di Sungai Guntung Kabupaten Indragiri Hilir-Riau," *J. Inov. Penelit.*, vol. 2, no. 6, pp. 1863–1872, 2021.
- [11] H. Widiarto and A. Samanhudi, *Transmisi Dan Distribusi*, Cetakan Pe. Lombok Tengah-NTB: Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia, 2022.
- [12] C. Afri Lestari and U. Situmeang, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Dengan Metode FMEA Pada Penyulang Akasia dan Lele PT PLN (Persero) ULP Kota Barat," *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [13] E. N. Rizki, "Simulasi Modifikasi Konfigurasi Jaringan Spindel Menjadi Loop Tertutup Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Software ETAP," *Energi dan Kelistrikan J. Ilm.*, vol. 13, no. 1, pp. 33–39, 2021.
- [14] B. Desriyanto, "Analisis Penempatan Recloser Untuk Mendapatkan Keandalan Yang Optimal Menggunakan Metode Section Technique Dan Ant Colony Optimization," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2022.
- [15] S. Syukri, T. M. Asyadi, M. Muliadi, and F. Moesnadi, "Analisa Pembebanan Transformator Distribusi 20 kV Pada Penyulang LS5 Gardu LSA 249," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 202–206, 2022.
- [16] N. Aryanto and M. Balkis, "Tinjauan Gangguan Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Muara Aman PT. PLN (Persero) ULP Rayon Muara Aman," *JTERAF (Jurnal Tek. Elektro Raflesia)*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, 2021.