

Analisa Indeks Keandalan Sistem dan *Energy Not Supplied (ENS)* pada Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah di Penyulang Bandung RC Pematang Duku PT PLN (Persero) ULP Bengkalis

Bella Muslimah¹, Zulkifli²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Riau, Indonesia

email: belamuslimah@gmail.com¹, zulkifli@polbeng.ac.id²

Intisari - Sistem kelistrikan merupakan sistem *supply* energi listrik yang terdiri dari pembangkit tenaga listrik yang saling berhubungan untuk didistribusikan melalui jaringan transmisi. Pada sistem kelistrikan terdapat penyulang. Penyulang tersebut sering mengalami gangguan yang dapat disebabkan adanya kejadian secara acak dalam sistem yang dapat berupa terganggunya fungsi peralatan, peningkatan beban dan lepasnya peralatan-peralatan yang tersambung ke sistem. Penulis kemudian melakukan analisa indeks keandalan sistem dan *Energy Not Supplied (ENS)* pada jaringan saluran udara tegangan menengah di Penyulang Bandung RC pematang duku PT PLN (Persero) ULP Bengkalis. Dengan kapasitas pelanggan sebanyak 2467 yang sering terjadi pemadaman dengan waktu dan penyebab berbeda-beda. Hasil yang didapatkan dengan penghitungan rugi-rugi akibat pemadaman yang terjadi selama 3 bulan pertama tahun 2025 yaitu pada bulan Februari, Maret dan April adalah sebesar Rp. 3.474.753,07.

Kata Kunci - Transmisi, penyulang, keandalan sistem, *energy not supplied*.

Abstrack - *The electrical power system is an energy supply system consisting of interconnected power plants that distribute electricity through a transmission network. In this system, there are feeders that serve to deliver electricity to customers. However, these feeders often experience disturbances caused by random events in the system, such as equipment malfunction, load increase, or disconnection of equipment connected to the system. This study analyzes the system reliability index and Energy Not Supplied (ENS) on the medium-voltage overhead line network at the Bandung RC Pematang Duku Feeder, managed by PT PLN (Persero) ULP Bengkalis. The feeder serves 2,467 customers and frequently experiences outages with varying durations and causes. Based on the calculations of losses resulting from outages over the first three months of 2025 February, March, and April the total estimated loss amounted to IDR 3,474,753.07.*

Keywords - *Transmission, feeders, system reliability, energy not supplied*.

I. PENDAHULUAN

Kelistrikan di Indonesia dimulai pada akhir abad ke-19, pada saat beberapa perusahaan Belanda, antara lain pabrik gula dan pabrik telah mendirikan pembangkit tenaga listrik untuk keperluan sendiri. Kelistrikan untuk pemanfaatan umum mulai pada saat perusahaan swasta Belanda yaitu NV. NIGN yang semula bergerak dibidang gas memperluas usahanya dibidang listrik. Sistem kelistrikan merupakan sistem *supply* energi listrik yang terdiri dari pembangkit tenaga listrik yang saling berhubungan untuk didistribusikan melalui jaringan transmisi. Struktur distribusi jaringan listrik cukup besar dan kompleks karena terdiri dari beberapa komponen seperti generator, trafo, alat pengaman dan beban serta pengaturan yang saling berhubungan [3]. Sistem tenaga listrik yang terdiri dari empat unsur yaitu Pembangkit tenaga

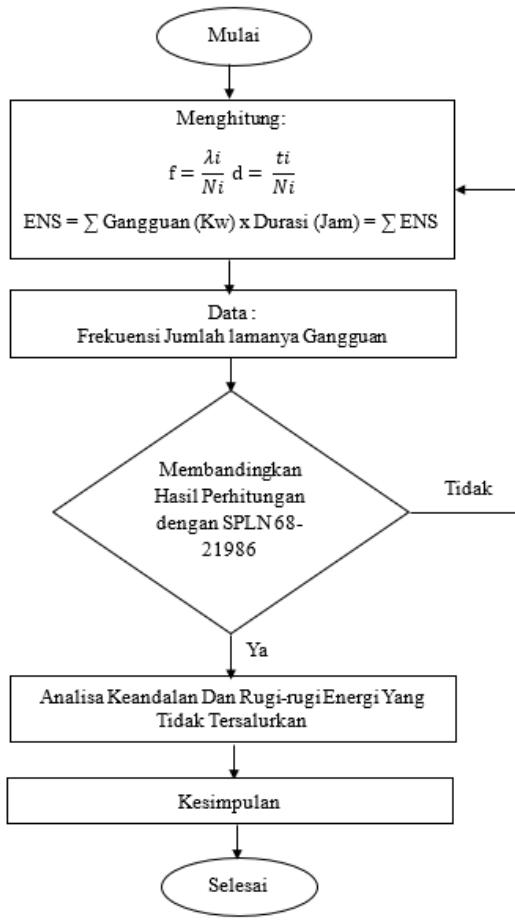
listrik, saluran transmisi, saluran distribusi dan pemakaian tenaga listrik. Prinsip kerja dalam sistem tenaga listrik dimulai dari pembangkit disalurkan melalui 17 sistem jaringan transmisi menuju gardu induk dan dari gardu induk disalurkan kepada konsumen melalui saluran distribusi [4].

Penyulang adalah sarana untuk pendistribusian tenaga listrik dari gardu induk ke konsumen. Di mana kontinuitas pendistribusian tenaga listrik tersebut harus selalu dijaga. Namun pada kenyataannya, penyulang tersebut sering mengalami gangguan yang dapat disebabkan adanya kejadian secara acak dalam sistem yang dapat berupa terganggunya fungsi peralatan, peningkatan beban dan lepasnya peralatan-peralatan yang tersambung ke sistem. Berdasarkan adanya gangguan yang terjadi maka perlu dilakukan evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi dengan cara mengetahui berapa besar indek keandalan dengan menggunakan perhitungan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) banyaknya gangguan, *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) lamanya gangguan, *Energy Not Supplied* (ENS) jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem kepada pelanggan selama periode satu tahun [4].

Penelitian ini dilakukan pada PT PLN (Persero) ULP Bengkalis, tepatnya pada penyulang Bandung RC Pematang Duku, untuk menganalisis berbagai gangguan yang terjadi pada jaringan saluran udara tegangan menengah (SUTM) dan dampak ekonomi akibat energi yang tidak tersalurkan kepada pelanggan selama periode Februari hingga April 2025.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (persero) ULP Bengkalis. Dengan menganalisa rugi-rugi daya yang tidak tersalurkan pada penyulang bandung RC pematang duku pada bulan februari sampai dengan bulan maret 2025. Gambaran umum pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur. Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart

Gambar 1. Flowchart menjelaskan alur proses perhitungan *energy not supplied* (ENS) dalam sistem distribusi tenaga listrik. Proses diawali dengan tahapan perhitungan, di mana dilakukan perhitungan frekuensi gangguan (f) dan durasi gangguan (d) menggunakan rumus:[6]

$$f = \frac{\lambda_i}{N_i} \text{ dan } d = \frac{t_i}{N_i} \quad (1)$$

$$ENS = \sum [\text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (h)}] \quad (2)$$

Langkah berikutnya adalah pengumpulan data frekuensi dan lama gangguan data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku, yaitu SPLN 68-2:198. Jika hasil perhitungan sesuai dengan standar tersebut, maka dilakukan analisa terhadap keandalan sistem serta kerugian energi yang tidak tersalurkan. Setelah analisa dilakukan, tahapan terakhir adalah menyusun kesimpulan dari evaluasi tersebut. Jika perhitungan tidak sesuai dengan standar SPLN, maka proses kembali ke langkah awal untuk dilakukan penyesuaian. Proses ini diakhiri pada tahap "selesai".

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Riwayat Gangguan Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah PT PLN (persero) ULP Bengkalis pada tahun 2025

Jenis gangguan dan banyak gangguan yang terdapat pada jaringan saluran udara tegangan menengah PT PLN (Persero) ULP Bengkalis yang diamati selama 3 bulan pertama tahun 2025 diuraikan dalam tabel berikut ini.

TABEL 1. JENIS GANGGUAN DAN BANYAK GANGGUAN

No.	Jenis-Jenis gangguan	Banyak Gangguan
1	Binatang Kesentrum	2
2	FCO Putus	5
3	Pohon menempel di JTM	4
4	Cuaca buruk	2
5	Jenis gangguan yang belum diketahui (asumsi)	47

Sumber: (data olahan 2025)

Untuk menghitung akibat dari gangguan yang dinyatakan sebagai asumsi pada tanggal 07 bulan april tahun 2025 dapat dihitung melalui arus gangguan dari nilai R, S, T, dan N pada penyulang bandung RC pematang duku [7].

Diketahui:

$$I_a (R) = 38 \text{ A}$$

$$I_b (S) = 100 \text{ A}$$

$$I_c (T) = 35 \text{ A}$$

$$I_e (N) = 71 \text{ A}$$

Jawab:

$$\text{Rasio arus gangguan} = \frac{N}{I} = \frac{I_e}{I_b} = \frac{71 \text{ A}}{100 \text{ A}} = 0,7 \quad (3)$$

Jika hasil perhitungan lebih dari 0,7 maka jenis gangguan nya adalah hewan dan sebaliknya jika kurang dari 0,7 maka jenis gangguan nya adalah dari tumbuhan seperti pohon tumbang pada tiang JTR.[7]

B. Data Riyawat Pemadaman Listrik PT PLN (Persero) ULP Bengkalis Penyulang Bandung RC Pematang Duku

Berikut ini merupakan tabel keterangan pemadaman yang diamati pada bulan Februari tahun 2025.

TABEL 2. RIWAYAT PEMADAMAN BULAN FEBRUARI 2025 RC PEMATANG DUKU

No	Tanggal Terjadinya Padam	Jumlah Pelanggan Padam	Durasi padam (Menit)
1	02/02/2025	2467	0,05
2	06/02/2025	2467	0,03
3	07/02/2025	2467	0,13
4	08/02/2025	2467	0,03
5	09/02/2025	2467	0,03
6	09/02/2025	2467	0,08
7	10/02/2025	2467	0,01
8	13/02/2025	2467	0,38
9	18/02/2025	2467	0,02
10	19/02/2025	2467	0,03
11	22/02/2025	2467	0,02
12	23/02/2025	2467	0,02
13	24/02/2025	2467	0,01

14	25/02/2025	2467	0,17
15	26/02/2025	2467	0,05
16	26/02/2025	2467	0,22
17	27/02/2025	2467	0,09
18	27/02/2025	2467	0,01
19	28/02/2025	2467	0,06

Berdasarkan Tabel 2. diperoleh jumlah lama padam yaitu 2,24 jam dan durasi gangguan rata-rata selama bulan februari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Durasi gangguan rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Lama Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}} = \frac{2,24}{19} = 0,117 \text{ jam} \quad (4)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ENS menggunakan rumus dibawah ini.

Diketahui :

Jawab :

$$\begin{aligned} V &= 20 \text{ kV} = 20.000 \text{ V} & \text{Daya} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \\ I &= 262 \text{ (Arus beban yang masuk)} & &= \sqrt{3} \times 20.000 \times 264 \times 0,85/1000 = 7.74,32 \text{ kW} \\ \text{Cos } \varphi &= 0,85 \end{aligned} \quad (5)$$

Setelah menghitung daya pada penyulang selanjutnya melakukan perhitungan nilai *Energy Not Supplied* (ENS) selama 1 bulan dengan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \sum \text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (jam)} \\ &= 7.714,32 \text{ kW} \times 0,117 \text{ jam} \\ &= 902,57 \text{ kWh} \end{aligned} \quad (6)$$

Dari hasil perhitungan nilai ENS diatas pada bulan februari tahun 2025 energi yang tidak disalurkan pada penyulang bandung RC pematang duku PT PLN (persero) ULP bengkalis dengan pemadaman sebanyak 19 (hari/kali) sebesar 902,57 kWh.

Berikut ini merupakan tabel keterangan pemadaman yang diamati pada bulan maret tahun 2025 pada PT PLN (persero) ULP bengkalis pada penyulang bandung RC pematang duku.

TABEL 3. RIWAYAT PEMADAMAN BULAN MARET 2025 RC PEMATANG DUKU

No	Tanggal Terjadinya Padam	Jumlah pelanggan padam	Lama padam (Durasi)
1	02/03/2025	2467	00.01
2	03/05/2025	2467	00.09
3	03/06/2025	2467	00.03
4	03/06/2025	2467	00.01
5	03/07/2025	2467	00.02
6	03/07/2025	2467	00.01
7	03/07/2025	2467	00.01
8	03/07/2025	2467	00.02
9	03/08/2025	2467	00.02
10	03/08/2025	2467	00.01
11	03/08/2025	2467	00.02
12	03/09/2025	2467	00.04
13	03/09/2025	2467	00.38

14	03/09/2025	2467	00.02
15	03/09/2025	2467	00.02
16	03/10/2025	2467	00.06
17	03/10/2025	2467	00.01
18	03/10/2025	2467	00.45
19	03/11/2025	2467	00.01
20	03/11/2025	2467	00.03
21	13/03/2025	2467	00.02
22	15/03/2025	2467	00.07
23	15/03/2025	2467	00.04
24	18/03/2025	2467	00.20
25	19/03/2025	2467	00.01
26	19/03/2025	2467	00.01
27	25/03/2025	2467	00.27
28	27/03/2025	2467	00.03
29	27/03/2025	2467	00.03
30	29/03/2025	2467	00.10
31	31/03/2025	2467	00.02

Sumber: (data olahan 2025)

Berdasarkan Tabel 3. diperoleh jumlah lama padam yaitu 3,27 jam dan durasi gangguan rata-rata selama bulan maret dengan menggunakan rumus:

$$\text{Durasi gangguan rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Lama Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}} = \frac{3,27}{31} = 0,105 \text{ jam} \quad (7)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ENS menggunakan rumus dibawah ini.

Diketahui :

$$V = 20 \text{ kV} = 20.000 \text{ V}$$

$I = 274$ (Arus beban yang masuk)

$$\text{Cos } \varphi = 0,85$$

Jawab :

$$\text{Daya} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \quad (8)$$

$$= \sqrt{3} \times 20.000 \times 274 \times 0,85 / 1000 = 8.067,6 \text{ kW}$$

Setelah menghitung daya pada penyulang selanjutnya melakukan perhitungan nilai *Energy Not Supplied* (ENS) selama 1 bulan dengan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \sum \text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (jam)} \quad (9) \\ &= 8.067,6 \text{ kW} \times 0,105 \text{ jam} \\ &= 847,098 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai ENS diatas pada bulan maret tahun 2025 energi yang tidak disalurkan pada penyulang bandung RC pematang duku PT PLN (persero) ULP bengkalis dengan pemadaman sebanyak 31 (hari/kali) sebesar 847,098 kWh.

Berikut ini merupakan tabel keterangan pemadaman yang diamati pada bulan april tahun 2025 pada PT PLN (persero) ULP bengkalis pada penyulang bandung RC pematang duku.

TABEL 4. RIWAYAT PEMADAMAN BULAN APRIL 2025 RC PEMATANG DUKU

No	Tanggal Terjadinya Padam	Jumlah pelanggan padam	Lama padam (Durasi)
1	01/04/2025	2467	00.03
2	02/04/2025	2467	00.58
3	02/04/2025	2467	00.02
4	04/04/2025	2467	00.04
5	06/04/2025	2467	00.06
6	06/04/2025	2467	00.05
7	06/04/2025	2467	00.03
8	08/04/2025	2467	00.10
9	09/04/2025	2467	00.03
10	10/04/2025	2467	00.02
11	10/04/2025	2467	00.12
12	11/04/2025	2467	00.01
13	14/04/2025	2467	00.02
14	15/04/2025	2467	00.04
15	16/04/2025	2467	00.03
16	16/04/2025	2467	00.08
17	17/04/2025	2467	00.03
18	17/04/2025	2467	00.05

Sumber: (data olahan 2025)

Berdasarkan Tabel 3. diperoleh jumlah lama padam yaitu 2,14 jam dan durasi gangguan rata-rata selama bulan april dengan menggunakan rumus:

$$\text{Durasi gangguan rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Lama Padam}}{\text{Jumlah Gangguan}} = \frac{2,14}{18} = 0,118 \text{ jam} \quad (10)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ENS menggunakan rumus dibawah ini.

Diketahui : Jawab :

$$V=20 \text{ kV} = 20.000 \text{ V} \quad \text{Daya} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \quad (11)$$

$$I=189 \text{ (Arus beban yang masuk)} \quad = \sqrt{3} \times 20.000 \times 274 \times 0,85/1000 = 8.067,6 \text{ kW}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,85$$

Setelah menghitung daya pada penyulang selanjutnya melakukan perhitungan nilai *Energy Not Supplied* (ENS) selama 1 bulan dengan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \sum \text{Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (jam)} \\ &= 5.564,9 \text{ kW} \times 0,118 \text{ jam} \\ &= 656,67 \text{ kWh} \end{aligned} \quad (12)$$

Dari hasil perhitungan nilai ENS diatas pada bulan april tahun 2025 energi yang tidak disalurkan pada penyulang bandung RC pematang duku PT PLN (persero) ULP bengkalis dengan pemandaman sebanyak 18 (hari/kali) sebesar 656,67 kWh.

TABEL 5. NILAI ENS BULAN FEBRUARI-APRIL PADA PELANGGAN SERTA DURASI PADA TAHUN 2025

No	Bulan	Durasi	Pelanggan	ENS
1	Februari	0,117	2467	902,57
2	Maret	0,105	2467	847,098
3	April	0,118	2467	656,67

Sumber: (data olahan 2025)

Berdasarkan Tabel 5. dapat diperoleh waktu pemadaman rata-rata selama setahun yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu pemadaman rata-rata} = \frac{\sum \text{Durasi}}{3} = \frac{0,34}{3} = 0,113 \text{ jam /3 bulan} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{N Rupiah ENS (Februari)} &= \text{ENS} \times \text{Tarif Dasar Listrik} \\ &= 902,57 \text{ kW} \times \text{Rp.1444} \\ &= \text{Rp. 1.303.31108} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{N Rupiah ENS (maret)} &= \text{ENS} \times \text{Tarif Dasar Listrik} \\ &= 847,098 \text{ kW} \times \text{Rp.1444} \\ &= \text{Rp. 1.223.209,51} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \text{N Rupiah ENS (april)} &= \text{ENS} \times \text{Tarif Dasar Listrik} \\ &= 656,67 \text{ kW} \times \text{Rp.1444} \\ &= \text{Rp. 948.231,48} \end{aligned} \quad (16)$$

Nilai kerugian yang dihitung dari bulan februari sampai dengan bulan april di PT PLN (persero) ULP Bengkalis tahun 2025 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

TABEL 6. HASIL PERHITUNGAN RUGI-RUGI PENYULANG BANDUNG RC PEMATANG DUKU BULAN FEBRUARI SAMPAI MARET

No	Bulan	ENS	Tarif Daya Listrik	Kerugian Ekonomi
1	Februari	902,57	Rp. 1.444	Rp. 1.303.311,08
2	Maret	847,098	Rp. 1.444	Rp. 1.223.209,51
3	April	656,67	Rp. 1.444	Rp. 948.231,48
Total				Rp. 3.474.753,07

Sumber: (data olahan 2025)

Jadi total biaya kerugian yang dialami PT PLN (persero) ULP Bengkalis akibat terjadinya pemadaman di penyulang bandung RC pematang duku selama 3 bulan terhitung dari bulan februari sampai dengan bulan april tahun 2025 adalah sebesar **Rp. 3.474.753,07**.

IV. KESIMPULAN

Penyaluran tenaga listrik tidak luput dari berbagai gangguan, salah satunya gangguan pemadaman pada Penyulang Bandung RC Pematang Duku. Berdasarkan gangguan yang sering terjadi maka penulis melakukan penelitian terhadap rugi-rugi akibat pemadaman pada Penyulang Bandung RC Pematang Duku dengan menganalisa data pada bulan Februari, Maret dan April dengan masing-masing kerugian dihitung berdasarkan *Energy Not Supplied* (ENS). Hasil perhitungan yang didapat dari 3 bulan pertama tahun 2025 dengan total kerugian sebesar Rp. 3.474.753,07. Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dari hasil penelitian ini untuk pihak PT PLN (Persero) ULP Bengkalis tingkatkan keandalan jaringan distribusi

dengan pemasangan dan penempatan recloser yang optimal pada setiap feeder untuk mendapatkan Tingkat keandalan yang lebih baik dan Diperlukannya pemeliharaan secara rutin baik pemeliharaan preventif ataupun korektif guna memimalisir gangguan dan seringnya pemadaman Listrik agar keandalan dalam penyaluran tenaga Listrik dapat menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Zulkifli, S.Si., M.Sc. atas bimbingan dan masukan berharga selama proses penulisan jurnal ini. Terima kasih juga kepada Politik Teknik Negeri Bengkalis dan PT PLN (persero) ULP Bengkalis atas dukungan fasilitas yang diberikan, serta seluruh pihak yang turut membantu hingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Novendita, N. F. Analisis Gerakan 5S untuk Meneruskan Energy Not Sale pada Saluran Distribusi 20 KV Penyulang Bagu di PT. PLN (persero) ULP Praya. *Universitas Sultan Semarang*. 2024.
- [2] Nurhadi, S., Hakim, M. F., & Joto, R. Upaya Peningkatan keandalan Penyulang dengan Manuver Jaringan. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*. 2023; 10(1).
- [3] Salenko, A. S. Analisa Indeks Keandalan Sistem dan ENS (Energy Not Supplied) pada Jaringan SUTM PT PLN (Persero) Banda Aceh. Banda Aceh; 2023.
- [4] Randa, Y. M. Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV dan Rugi-Rugi Energi yang Tidak Tersalurkan pada Feeder Raya 10/Adisucipto. Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. 2025.
- [5] Sihombing, G. Analisis indeks keandalan Secara Teknis dan Ekonomis Jaringan Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Section Technique pada PT. PLN (Persero) Rayon Belawan. *Jurnal Edukasi Elektro (JEE)*. 2022; 6(2). 105–115.
- [6] Yolnasdi, Harda, E. H., Ermawati, & Chrismondari. Evaluasi Pemeliharaan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV dalam Upaya Menekan Jumlah Energi yang Tidak Tersalurkan dan Frekuensi Gangguan pada Penyulang Losari. Tempat Publikasi. Penerbit. Tahun Publikasi. *SAINSTEK E-JOURNAL STT PEKANBARU*. 2025; 10(1).
- [7] PT PLN (persero) ULP Bengkalis .2025.