

# Analisis Beban Puncak dan Strategi Mitigasi *Overload* pada Gardu Distribusi PLTT 230 untuk Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Della Saskia Amelia\*, Siswo Wardoyo

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya No. 25, Cipare, Kecamatan Serang, Kota Serang, Banten 42117

E-mail: [2283230012@untirta.ac.id](mailto:2283230012@untirta.ac.id)\*

## Abstract

*Distribution substations are an important element in the electrical system that functions to distribute electrical energy from the transmission system to consumers. However, during peak load conditions, distribution substations often experience overload, which can reduce efficiency and shorten the life of equipment, especially distribution transformers. This study aims to analyze peak loads occurring at distribution stations and evaluate efforts to reduce overload based on SPLN (State Electricity Company Standards) guidelines. The methodology employed includes direct measurements of current and voltage loads at several distribution substations, analysis of daily and weekly load data, and comparison with SPLN standard tolerance limits, which recommend that transformer loads should not exceed 80% of nominal capacity continuously. The research results indicate that some distribution stations experience loads above the standard limits, particularly during peak load periods. Therefore, strategies for load balancing between phases, transferring loads to other distribution substations, and planning for new transformer additions are necessary. By consistently applying SPLN standards, overload can be minimized, thereby enhancing the reliability and efficiency of electricity distribution.*

**Keywords:** *Distribution substation, peak load, overload, SPLN standard, transformer*

## Abstrak

*Gardu distribusi merupakan elemen penting dalam sistem listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari sistem transmisi ke konsumen. Namun, pada kondisi beban puncak, gardu distribusi sering mengalami kelebihan beban, yang dapat mengurangi efisiensi dan memperpendek umur peralatan, terutama transformator distribusi. Studi ini bertujuan untuk menganalisis beban puncak yang terjadi di stasiun distribusi dan mengevaluasi upaya untuk mengurangi kelebihan beban berdasarkan pedoman SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara). Metodologi yang digunakan meliputi pengukuran langsung beban arus dan tegangan di beberapa stasiun distribusi, analisis data beban harian dan mingguan, serta perbandingan dengan batas toleransi standar SPLN, yang merekomendasikan agar beban trafo tidak melebihi 80% dari kapasitas nominal secara terus-menerus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa stasiun distribusi mengalami beban di atas batas standar, terutama selama periode beban puncak. Oleh karena itu, strategi untuk penyeimbangan beban antar fasa, pemindahan beban ke gardu distribusi lain, dan perencanaan penambahan trafo baru diperlukan. Dengan menerapkan standar SPLN secara konsisten, kelebihan beban dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi distribusi listrik.*

**Kata kunci:** *Gardu distribusi, beban puncak, kelebihan beban, standar SPLN, transformator*

## 1. Pendahuluan

Listrik merupakan sumber energi yang berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan menggunakan energi listrik, hal ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi listrik karena efisien dan membantu kemudahan dalam aktivitas sehari-hari. Listrik menjadi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari karena dapat diubah menjadi berbagai bentuk energi lain seperti cahaya, panas, dan gerak [5]. Dalam sistem kelistrikan, gardu distribusi memegang peranan penting sebagai penghubung antara jaringan tegangan menengah (20 kV atau 6,6 kV) dan pelanggan jaringan tegangan rendah (380/220 V). Sistem distribusi membutuhkan metode alternatif agar susut jaringan dalam sistem distribusi efektif dan efisien dalam penanggulangannya[6].

Dengan ditetapkannya UU ketenagalistrikan No. 30 tahun 2009 yang mengatur standar Tegangan Menengah sebagai tegangan operasi yang digunakan di Indonesia adalah 20 kV, konstruksi JTM wajib memenuhi kriteria engineering keamanan ketenagalistrikan, termasuk didalamnya adalah jarak aman minimal antara fasa dengan lingkungan dan tanah [10].

Peran gardu distribusi tidak hanya terbatas pada penyaluran energi listrik, tetapi juga pada pengaturan dan pengamanan suplai daya agar tetap stabil, andal, dan aman. Namun, seiring meningkatnya jumlah pelanggan dan berkembangnya kebutuhan energi akibat urbanisasi dan pertumbuhan ekonomi, beban pada gardu distribusi mengalami peningkatan signifikan yang tidak merata sepanjang waktu. Peningkatan tersebut sering kali memuncak pada jam-jam tertentu, yang dikenal sebagai Beban Puncak. Jika beban ini melebihi kapasitas gardu distribusi, maka terjadi *overload*. *Overload* dapat menyebabkan gardu panas, kinerja menurun, dan bahkan kerusakan peralatan. Ditinjau dari volume fisiknya, jaringan distribusi pada umumnya lebih panjang dibanding dengan jaringan transmisi dan jumlah gangguannya dalam kali per 100 km/tahun juga paling tinggi dibandingkan jumlah gangguan pada saluran transmisi [2].

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan

pada studi beban puncak dan upaya pengurangan *overload* pada gardu distribusi guna meningkatkan keandalan dan kontinuitas penyaluran energi listrik ke konsumen. Dengan adanya upaya pengurangan *overload* yang tepat, diharapkan sistem gardu distribusi PLTT230 dapat beroperasi secara optimal, dan kualitas pelayanan kepada masyarakat tetap terjaga.

## 2. Metodologi

### 2.1 Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULP Malingping. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi beban puncak pada gardu distribusi PLTT230, menganalisis tingkat kelebihan beban (*overload*), serta merancang strategi atau upaya pengurangan beban berlebih. Dengan menggunakan metode pengukuran langsung di lapangan, penelitian ini dapat memberikan data empiris dan *real-time* mengenai kondisi gardu distribusi.

### 2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada salah satu Gardu Distribusi (GD) yang dikelola oleh PLN yaitu Gardu PLTT230. Pengamatan dilakukan selama periode Waktu Beban Puncak (WBP) yang terjadi antara pukul 17.00 hingga 22.00 WIB, serta periode Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) antar pukul 23.00 hingga 06.00 WIB untuk memperoleh gambaran tentang perbedaan beban selama periode puncak dan non-puncak.

### 2.3 Pengukuran Beban Langsung

Pengukuran beban puncak pada gardu PLTT230 dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat ukur, berupa *tang ampere* untuk mengukur:

No	Tanggal	Waktu	Fasa	Keterangan
1.	15/07/ 2025	19:00	R	Waktu Beban Puncak (WBP)
			S	
			T	
2.	15/07/ 2025	15:00	R	Luar Beban Puncak (LWBP)
			S	
			T	

### 2.4 Alat Ukur yang Digunakan

Pengukuran pada arus dan tegangan antara fasa R, S, T pada gardu distribusi PLTT230, diukur dengan menggunakan alat pengukur, yaitu *tang ampere*. *Tang ampere* merupakan alat ukur listrik multifungsi yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan, resistansi dan parameter listrik lainnya pada sebuah kabel tanpa perlu memutus sirkuitnya, yang bekerja dengan cara menjepit rahang penjepitnya pada kabel konduktor, yang kemudian akan mendeteksi medan magnet di sekitarnya untuk mengukur arus maupun tegangan.

### 2.5 Evaluasi dan Validasi Data

Data yang telah dianalisis akan dievaluasi dengan mempertimbangkan standar SPLN terkait dengan distribusi beban dan kapasitas trafo. Hasil pengukuran tegangan dan arus akan dibandingkan dengan nilai ambang batas yang diizinkan oleh standar SPLN untuk menentukan apakah gardu mengalami *overload* atau tidak.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Beban Puncak (*Peak Load*)

Beban puncak (*Peak Load*) adalah tingkat konsumsi energi listrik tertinggi yang dicapai oleh suatu sistem distribusi listrik dalam periode waktu tertentu, biasanya dalam satu hari. Beban puncak menunjukkan saat di mana permintaan listrik dari pelanggan berada pada titik maksimum, dan merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik. Ketika beban puncak terjadi, seluruh komponen jaringan mulai dari trafo distribusi, kabel, panel, hingga gardu induk bekerja pada kapasitas maksimal atau bahkan melebihi batas desainnya.

Oleh karena itu, identifikasi beban puncak sangat penting untuk mencegah terjadinya kelebihan beban (*overload*), gangguan tegangan, dan kerusakan peralatan. Di wilayah pemukiman atau perumahan, beban puncak biasanya terjadi pada sore hingga malam hari, antara pukul 17:00 hingga 21:00 waktu setempat. Ini disebabkan karena pada waktu tersebut banyak aktivitas rumah tangga berlangsung secara bersamaan,

seperti menyalakan lampu, elektronik, peralatan dapur dan sebagainya.

### 3.2. Karakteristik Umum Beban Puncak

Karakteristik beban umum menjadi elemen kunci yang sangat penting dalam merencanakan sistem tenaga listrik. Beberapa faktor yang paling penting dalam menentukan karakteristik beban melibatkan faktor beban itu sendiri [7].

### 3.3. Tipe Gardu Distribusi

Penelitian ini berfokus pada Gardu Distribusi tipe Cantol tegangan menengah, yang merupakan Gardu Distribusi dengan konstruksi Transformator yang dicantolkan pada tiang tunggal. Kapasitas transformator sebesar-besarnya 50 kVA dengan jenis CSP (*Completely Self Protected*) transformator. Namun transformator tetap harus dilengkapi dengan *Lightning Arrester* (LA). Selain di lengkapi dengan *Lightning Arrester* (LA), Gardu Distribusi tipe Cantol juga di lengkapi dengan *Fuse Cut Out* (FCO) dan *Fuse Link* sebagai bagian dari sistem proteksinya yang berfungsi untuk melindungi gardu dari gangguan arus lebih atau hubung singkat.

Tabel 3.1.

Spesifikasi *Fuse Cut Out* (FCO) dan *Fuse Link* (*expulsion type*) Tegangan Menengah (Publikasi IEC No. 282-2- NEMA)

Daya Trafo Distribusi (kVA)	Arus Nominal (A)	Arus Pengenal <i>Fuse Link</i> (A)	
		Min	Max
<b><u>Fuse-tunggal</u></b>			
2,2	2,2	3,13 H	3,13 H
50	4,3	5 H	6,3 T
<b><u>Fasa-Tiga</u></b>			
50	1,44	2 H	2 H
100	2,89	5 H	6,3 K, T
160	4,6	6,3 H	8 K, T
200	5,78	6,3 H	10 K, T
250	7,22	8 T	12, 5 K, T
315	9,09	10 T	12, 5 K, T
400	11,55	12,5 T	16 K, T
500	14,43	20 T	25 K, T
630	18,18	25 T	31,5 K, T

**Catatan : K** : Pelebur Tipe Cepat

**T** : Pelebur Tipe Lambat

**H** : Pelebur Tahan Surja Petir

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) sebagai perbandingan.

Alat yang digunakan berupa Tang Ampere atau *Clamp Meter*. Tang Amper atau *Clamp Meter* merupakan alat ukur yang berfungsi sebagai pengukur arus listrik pada kabel konduktor yang dialiri arus listrik dengan menggunakan dua rahang penjepitnya (*Clamp*) tanpa harus memiliki kontak langsung dengan terminal listriknya. Alat ini juga memiliki dua *probe* yang dapat digunakan untuk mengukur Resistansi, Tegangan AC, Tegangan DC dan bahkan ada model tertentu yang dapat mengukur Frekuensi, Arus Listrik DC, Kapasitansi dan Suhu [5].

3.4. Pengukuran Arus dan Tegangan



Gambar 3. 1 Pengecekan Gardu Distribusi PLTT230

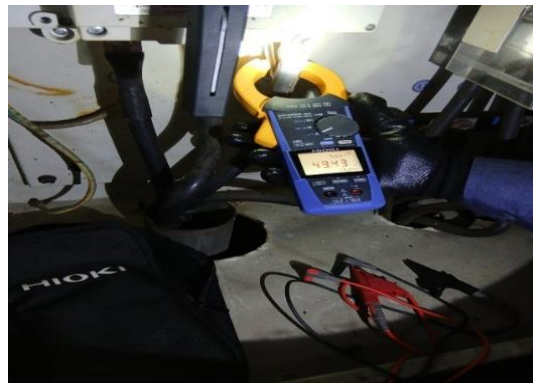
Sebelum dilakukan analisis perhitungan pembebanan transformator, dilakukan pengecekan serta pengukuran langsung terhadap transformator distribusi PLTT230. Berikut dapat dilihat dari *Gambar 3.2*, *Gambar 3.3*, dan *Gambar 3.4* yang merupakan hasil pengukuran transformator distribusi PLTT230:



Gambar 3. 2 Pengukuran Arus Fasa R WBP



Gambar 3. 3 Pengukuran Arus Fasa S WBP



Gambar 3. 4 Pengukuran Arus Fasa T WBP

Berdasarkan hasil pengukuran pada Fasa R, S, T yang dilakukan pada Gardu Distribusi PLTT230 tersebut menunjukkan proses pengukuran beban pada masing-masing fasa dengan menggunakan alat ukur arus/tegangan (*Ampere Meter*). Pengukuran dilakukan untuk mengetahui keseimbangan distribusi beban antar fasa pada sistem tiga fasa. Data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar analisis kondisi beban, potensi ketidakseimbangan, serta strategi mitigasi agar kualitas dan keandalan pasokan listrik tetap terjaga.

Tabel 3.2. Hasil Pengukuran Gardu Distribusi PLTT230

N o	Tangg al	Wa ktu	Fa sa	Ar us (A)	Tega ngan (V)	Ketera ngan
1.	15/07/2025	19:00	R	51,15	403,9	Waktu Beban Puncak (WBP)
			S	65,7	403,0	
			T	49,43	398,5	
				A	A	

2.	15/07/2025	15:00	R	43	405,7	Luar Waktu
			S	44	402,9	Beban Puncak
			T	50	398,7	(LWB P)
			A	V	V	

Transformator merupakan salah satu bagian penting dalam suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengkonversikan daya tanpa mengubah frekuensi listrik. Sebagai peralatan listrik, trafo tidak lepas dari fenomena kegagalan (*failure*), baik kegagalan *thermal* maupun kegagalan elektris. Jenis kegagalan yang biasa terjadi pada trafo daya adalah *arcing*, *partial discharge*, dan *overheating* pada sistem isolasi [4].

Transformator sebagai salah satu peralatan vital dalam sistem penyaluran tenaga listrik yang memiliki peranan penting dalam terjaganya kualitas sistem tenaga listrik. Kestabilan tegangan menjadi parameter dalam baik atau buruknya kualitas penyaluran tenaga listrik tersebut. Transformator dalam penelitian ini berkapasitas 50 kVA.



Gambar 3. 5 Transformator 50 kVA Distribusi PLTT230

Tabel 3.3

Name plate Transformator 50 kVA No. Seri 173303171

Parameter	Spesifikasi
Gardu	PLTT23
Jenis Gardu	Cantol
Merk	TRAFINDO
Nomor	173303171
Daya (kVA)	50 kVA
Jumlah Fasa	3 Fasa
Frekuensi	50 Hz
Tegangan Primer (High Voltage)	20 kV (20000 volt)
Tegangan Sekunder (Low Voltage)	400 – 231 volt

Berdasarkan **Tabel 3.2** dapat diperhitungkan hasil pengukuran arus dan tegangan dari perbandingan Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWB). Maka,

perhitungan arus nominal di sisi sekunder pada saat Waktu Beban Puncak (WBP) adalah:

Diketahui:

Kapasitas Daya / S = 50 kVA = 50.000 VA

$$V_{LV} = 400 \text{ V}$$

$$I_{LV} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_{LV}}$$

$$I_{LV} = \frac{50.000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_{LV} = 72,16 \text{ A}$$

Perhitungan analisis Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWB) menggunakan acuan standar SPLN (80%). Standar ini adalah salah satu standar yang digunakan oleh PLN.

**Ketidakseimbangan beban trafo pada saat Beban Puncak**

Diketahui:  $I_R = 51,15 \text{ A}$

$$I_S = 65,70 \text{ A}$$

$$I_T = 49,43 \text{ A}$$

**Menghitung I Rata-rata:**

$$I \text{ Rata - rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I \text{ Rata - rata} = \frac{51,15 + 65,70 + 49,43}{3}$$

$$I \text{ Rata - rata} = \frac{166,28}{3}$$

$$I \text{ Rata-rata} = 55,42 \text{ A}$$

**Ketidakseimbangan Beban (%)**

$$a = \frac{I_R}{I \text{ Rata-rata}} = \frac{51,15}{55,42} = 0,92\%$$

$$b = \frac{I_S}{I \text{ Rata-rata}} = \frac{65,70}{55,42} = 1,18\%$$

$$c = \frac{I_T}{I \text{ Rata-rata}} = \frac{49,43}{55,42} = 0,89\%$$

$$= \frac{|a-1|+|b-1|+|c-1|}{3} \times 100$$

$$= \frac{|0,92-1|+|1,18-1|+|0,89-1|}{3} \times 100$$

$$= \frac{|0,08|+|0,18+|0,11|}{3} \times 100$$

$$= \frac{0,37}{3} \times 100$$

$$= 12,3\%$$

#### Presentase Beban Sekunder Trafo saat WBP

$$\%I_R = \frac{51,15}{72,16} \times 100 = 70,8\%$$

$$\%I_S = \frac{65,70}{72,16} \times 100 = 91\% \rightarrow \text{Overload}$$

$$\%I_T = \frac{49,43}{72,16} \times 100 = 68,5\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menandakan bahwa adanya salah satu fasa yang *overload*, yaitu fasa S dengan hasil 91%, sedangkan standar SPLN menggunakan presentase standar sebesar 80%.

Sedangkan perhitungan arus nominal di sisi sekunder pada saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) adalah:

#### Ketidakseimbangan beban trafo pada saat Luar Beban Puncak

Diketahui: IR = 43 A

IS = 44 A

IT = 50 A

#### Menghitung I Rata-rata

$$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{Rata-rata} = \frac{43 + 44 + 50}{3}$$

$$I_{Rata-rata} = \frac{137}{3}$$

I Rata-rata = 45,67 A

#### Ketidakseimbangan Beban (%)

$$a = \frac{I_R}{I_{Rata-rata}} = \frac{43}{45,67} = 0,92\%$$

$$b = \frac{I_S}{I_{Rata-rata}} = \frac{44}{45,67} = 0,96\%$$

$$c = \frac{I_T}{I_{Rata-rata}} = \frac{50}{45,67} = 1,09\%$$

$$= \frac{|a-1|+|b-1|+|c-1|}{3} \times 100$$

$$= \frac{|0,92-1|+|0,96-1|+|1,09-1|}{3} \times 100$$

$$= \frac{|0,08|+|0,06|+|0,11|}{3} \times 100$$

$$= \frac{0,25}{3} \times 100$$

= 8,3%

#### Presentase Beban Sekunder Trafo saat LWBP

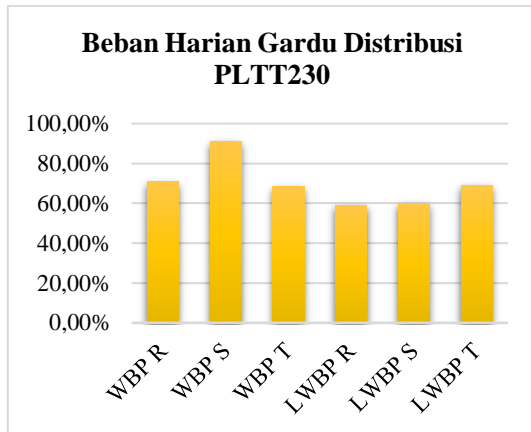
$$\%I_R = \frac{43}{72,16} \times 100 = 59\%$$

$$\%I_S = \frac{44}{72,16} \times 100 = 60\%$$

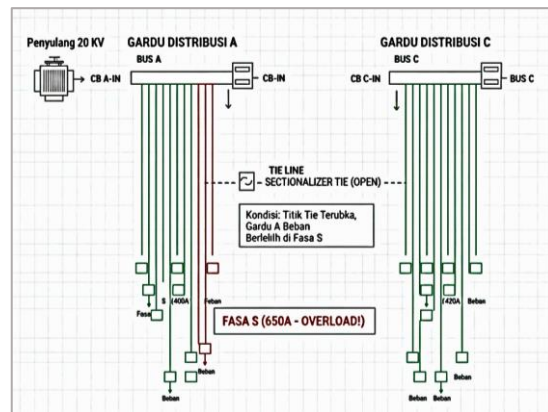
$$\%I_T = \frac{50}{72,16} \times 100 = 69\%$$

Dengan menggunakan standar SPLN (80%), maka hasil dari perhitungan pada saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) adalah normal. Karena, pada saat ini pelanggan tidak banyak memakai listrik pada rumahnya.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, hasil perbandingan beban antara fasa R, S, T pada Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dapat dibuat grafik batang (*histogram*) sebagai berikut:



Gambar 3.6 Garfik Beban Harian Gardu Distribusi PLTT230



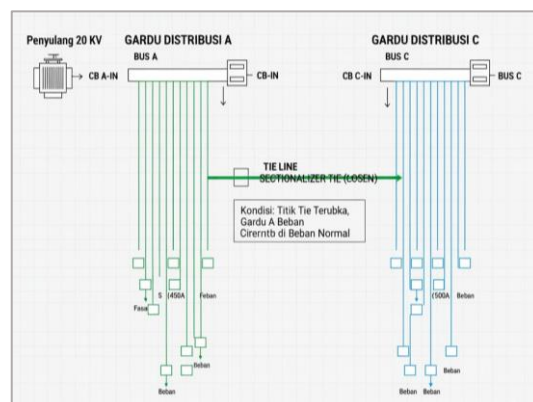
Gambar 3.7 Kondisi Gardu PLTT230 Saat Mengalami Overload

Setelah di analisis mengenai hasil *Overload* pada fasa S di gardu distribusi PLTT230 menyatakan bahwa, para pelanggan di gardu distribusi yang tersambung pada fasa S melebihi batas pemakaian yang seharusnya. Pelanggan tersebut rata-rata menggunakan kWh 450 VA, sedangkan kWh tersebut seharusnya tidak terpasangan alat elektronik seperti AC, dll. Namun, para pelanggan tersebut memasang AC ataupun semacamnya yang tidak bisa tertampung oleh kWh yang terpasang di rumahnya, mereka tidak ingin menambah daya pada kWh meternya dan tidak ingin untuk menurunkan pemakain listrik dirumahnya yang bisa menyebabkan gardu ditsribusi mengalami *Overload*. Dalam kasus ini, jika pelanggan tersebut masih melanggar peraturan, maka pihak PLN akan memberikan sanksi kepada para pelanggan yang melanggar peraturan yang telah ditetapkan oleh perusahaan PLN.

### 3.5. Strategi Mitigasi Overload

Strategi untuk mengurangi *Overload* yaitu pecah beban ke gardu terdekat, namun dengan catatan gardu tersebut bebannya masih kecil atau masih mampu untuk menampung beban yg akan dipindah. Cara memindahkannya adalah potong kabel isolator di gardu yang mengalami *overload* kemudian sambungkan sebagian beban ke isolator gardu lain. Sedangkan, untuk melihat besar atau kecil beban pada gardu lain adalah dengan cara pengukuran beban dengan alat *Ampere meter*.

Gambar 3.7 merupakan kondisi saat gardu distribusi PLTT230 mengalami *Overload* pada fasa S. Gambar kondisi tersebut menunjukkan ketika akan dilakukannya pemindahan beban dari gardu distribusi PLTT230 pada Fasa S yang mengalami *overload* ke gardu distribusi terdekat sebagai salah satu strategi mitigasi untuk mengurangi *overload* yang terjadi pada gardu distribusi PLTT230.



Gambar 3.8 Kondisi Setelah Pemindahan Beban Ke Gardu Lain

Gambar 3.8 menunjukkan kondisi di saat pemindahan beban ketika sudah dilakukan. Berdasarkan gambar kondisi tersebut dapat dilihat bahwa setelah dilakukannya pemindahan beban ke gardu terdekat yang merupakan salah satu strategi mitigasi untuk mengurangi *overload* pada gardu distribusi PLTT230 terbukti efektif untuk mengatasi permasalahan ketika sedang mengalami *overload*. Namun, cara ini dilakukan hanya untuk jangka pendek saja. Sedangkan, untuk jangka panjangnya harus mengganti tranfomator distribusi dengan kapasitas yang

lebih besar dari kapasitas sebelumnya agar bisa menampung beban yang lebih besar.

### 3.6. Implementasi Strategi Mitigasi Overload

Selain pemindahan beban ke gardu lain untuk mengatasi *Overload* pada gardu distribusi PLTT230, penerapan *Smart Distribution* menjadi salah satu langkah strategis dalam meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik di tengah pertumbuhan permintaan energi listrik yang terus meningkat dengan *smart meter* dan sensor arus yang terhubung pada setiap penyulang, sehingga profil beban pelanggan dapat terpantau dengan detail dan keputusan pengaturan beban dapat dilakukan secara adaptif berdasarkan kondisi aktual jaringan.

## 4. Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Analisis menunjukkan bahwa beban puncak pada gardu distribusi PLTT230 sering kali mendekati bahkan melebihi kapasitas nominal transformator. Hal ini menyatakan adanya ketidakseimbangan penyaluran daya antar fasa dan potensi *overload* yang dapat mempercepat keausan peralatan serta meningkatkan risiko gangguan.
2. Strategi untuk mengurangi *overload* yaitu pecah beban ke gardu terdekat, dengan cara potong kabel di gardu yang mengalami *overload*, kemudian sambungkan sebagian beban ke gardu lain. Dengan catatan gardu tersebut bebannya masih kecil atau masih mampu untuk menampung beban yg akan dipindah.
3. Keandalan pada gardu distribusi PLTT230 terbukti sangat dipengaruhi oleh kondisi beban puncak yang sering kali menimbulkan *overload* pada salah satu fasa yang tidak seimbang.
4. Hasil perhitungan beban pada gardu distribusi PLTT230 menunjukkan adanya ketidakseimbangan distribusi daya antar fasa, dimana fasa S mengalami *overload*. Sementara dua fasa lainnya masih berada dalam batas normal. Kondisi ini terjadi karena jumlah pelanggan dan kapasitas beban yang tersambung pada fasa tersebut lebih besar, sehingga arus yang mengalir melampaui arus nominal transformator.
5. Strategi mitigasi pada beban puncak dengan mengalihkan sebagian beban ke gardu lain terbukti efektif sebagai solusi jangka pendek, mengurangi beban hingga menjadi normal. Namun, untuk jangka panjang, strategi mitigasi bisa dilakukan dengan

mengganti kapasitas transformator yang lebih besar merupakan solusi paling berkelanjutan untuk mengakomodir pertumbuhan beban di masa depan.

## Daftar Pustaka

- [1] Adam, M., & Prabowo, A. (2019). *Analisa Penambahan Trafo Sisi Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6. 0*. Rele (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 1(2), 62-69.
- [2] Alimuddin, A., Bima, A., Herudin, H., Wardoyo, S., & Munarto, R. (2015). *Optimasi Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*.
- [3] Basri, N., & Nurfadilah, K. (2018). *Pemodelan Beban Puncak Energi Listrik Menggunakan Model Gjr-Garch*. Jurnal Msa (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya), 6(1), 27-27.
- [4] Digdayanti, R. N., Martiningsih, W., & Wardoyo, S. (2016). *Aplikasi Fuzzy Logic Pada Metode Dissolved Gas Analysis Untuk Mengklasifikasikan Tipe Fault Pada Minyak Trafo*. Setrum: Sistem Kendali Tenaga Elektronika Telekomunikasi Komputer, 1(1), 1-8.
- [5] Hajar, I., & Pratama, M. H. (2018). *Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat*. Energi Dan Kelistrikan, 10(1), 70-77.
- [6] Hidayat, S., Legino, S., & Mulyanti, N. F. (2018). *Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi Cd 33 Penyulang Sawah Di Pt Pln (Persero) Area Bintaro*. Sutet, 8(1), 21-27.
- [7] Imaduddin, I. R., Fahreza, D. A., Hakim, L., & Maulana, F. R. (2022). *Plthv Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex (Plthv) Di Desa Sawah Kembang: Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex (Plthv)*. Elemen: Jurnal Teknik Mesin, 9(2), 110-118.

- [8] Lestari, N., Suwanto, H., & Gunawan, R. (2020). *Sistem Pemantauan Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Internet Of Things*. Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika, 5(1), 37-42.
- [9] Mukti, H., Farizan, M. H., & Firmansyah, M. R. F. (2022). *Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Dan Drop Voltage Pada Penyulang Selogabus Pt. Pln (Persero) Ulp Bojonegoro Kota*. Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan, 9(3), 127-133.
- [10] Sari, N. (2018). *Analisa Pemandahan Beban Penyulang Sungai Sapih Ke Penyulang Siteba Terhadap Drop Tegangan Di Pt. Pln (Persero) Rayon Kurannji*. Jurnal Teknik Elektro, 7(2), 121-127.
- [11] Septiana, G., Arjana, I. G. D., & Wijaya, I. W. A. (2024). *Analisa Kenaikan Beban Listrik Sektor Rumah Tangga Terhadap Beban Puncak Di Kota Palangka Raya*. Jurnal Spektrum Vol, 11(1).
- [12] Sihombing, G. (2022). *Analisis Indeks Keandalan Secara Teknis Dan Ekonomis Jaringan Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Section Technique Pada Pt. Pln (Persero) Rayon Belawan*. Jurnal Edukasi Elektro, 6(2), 105-115.
- [13] Siswipraptini, P. C., Siregar, R. R. A., Sangadji, I. B., & Wahyulia, A. S. (2022). *Algoritma Perceptron Menggunakan Teknik Machine Learning Untuk Model Smart Distribution Beban Listrik*. Energi & Kelistrikan, 14(2), 150-159.
- [14] Sudiro, R. A., Patras, L. S., & Mangindaan, G. M. C. (2020). *Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan*.
- [15] Wahyulia, A. S., Sangadji, I., & Affandi S, R. R. (2021). *Pendekatan Model Dinamika Proporsi Beban Pada Sistem Smart Distribution Menggunakan Metode Perceptron Studi Kasus Jaringan Distribusi Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Itpln)*.
- [16] Yasa, I. W. S., Pacane, I. W. D., & Suriana, I. W. (2023). *Mengatasi Overload Pada Transformator Gardu Distribusi Dengan Metode Uprating*. Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol. 8 No. 2