

# **Analisis Beban Puncak dan Rugi Rugi Penghantar Gardu Induk 150 KV Kebasen Tegal**

**IZZA RAHMAN SUHENDRA<sup>1</sup>, NASRUN HARIYANTO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional, Indonesia

Email : [izzarahmansuhendra@gmail.com](mailto:izzarahmansuhendra@gmail.com)

*Received 2023-08-21 | Revised 2023-08-28 | Accepted 2023-08-28*

## **ABSTRAK**

*Kebutuhan listrik terus meningkat seiring dengan berkembangnya suatu zaman. Gardu induk merupakan suatu sistem distribusi energi listrik atau sebagai penyedia pasokan energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang cukup, oleh karena itu gardu induk diharuskan menjaga kualitas dan kontinuitas energi listrik, untuk itu diperlukannya transformator daya yang sesuai dengan kebutuhan pada daerah tersebut agar tidak terjadi pembebanan yang berlebih atau overload yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada transformator tersebut. Dalam pembebanan suatu transformator diharapkan tidak melebihi standard yang telah di tetapkan yaitu 80%. Setelah melakukan analisis gardu induk 150 kV kebasen pada saat beban puncak pada transformator 1 sebesar 46,33%, pada transformator 2 sebesar 64,69%, pada transformator 3 sebesar 58,72%, dan pada transformator 4 sebesar 48,35% dan rugi rugi pada trafo 1 adalah 224,74W, pada trafo 2 adalah 195,22W, trafo 3 adalah 165,95W, dan pada trafo 4 adalah 5066,1W*

**Kata kunci:** *gardu induk, beban puncak, transformator, rugi rugi, presentase beban*

## **ABSTRACT**

*The need for electricity continues to increase along with the development of an era. The substation is an electrical energy distribution system or as a provider of electrical energy supply. To meet the need for sufficient electrical energy, therefore the substation is required to maintain the quality and continuity of electrical energy, for this reason a power transformer is needed that is in accordance with the needs of the area so that there is no excessive loading or overload which results in damage to the transformer. In loading a transformer it is expected not to exceed the standard that has been set, namely 80%. After analyzing the 150 kV kebasen substation during the peak load on transformer 1 of 46.33%, on transformer 2 of 64.69%, on transformer 3 of 58.72%, and on transformer 4 of 48.35% and loss loss on transformer 1 is 224.74W, on transformer 2 is 195.22W, transformer 3 is 165.95W, and on transformer 4 is 5066.1W*

**Keywords:** *substation, peak load, transformer, loss, percentage of load*

## 1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan sebuah kebutuhan yang sangat penting pada kehidupan zaman sekarang. Peranan listrik kepada kelangsungan hidup sangatlah penting, baik di bidang pembangunan maupun di bidang lainnya sangat membutuhkan ketersediaan energi listrik. Listrik menjadi polemik yang berkepanjangan dan telah memunculkan multi implikasi yang sangat kompleks di berbagai aspek kehidupan, antara lain : keuangan, ekonomi, sosial, budaya, politik, dan lain-lain. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tenaga listrik sebagai bagian dari bentuk energi dan cabang produksi yang penting bagi negara dalam upaya memajukan dan mencerdaskan bangsa (Suhadi, 2008).

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang cukup, oleh karena itu gardu induk diharuskan menjaga kualitas dan kontinuitas energi listrik, untuk itu diperlukannya transformator daya yang sesuai dengan kebutuhan pada daerah tersebut agar tidak terjadi pembebanan yang berlebih atau overload yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada transformator tersebut. Transformator dimana berfungsi untuk mentransformasi tegangan baik menaikkan tegangan ataupun menurunkan tegangan (PLN, 2014). Dampak dari trafo yang mengalami over blast akan terjadi pengurangan umur trafo dan kualitas mutu pelayanan dari trafo tersebut (Ta, Sangka, Sudiarta, & Wijaya, 2017).

Ketidakseimbangan beban suatu sistem tenaga listrik selalu terjadi, keadaan demikian tentu saja akan berakibat penyebaran beban yang tidak seimbang antara ke tiga fasa pada sistem distribusi, Ketidakseimbangan antara tiga fasa mengakibatkan arus mengalir pada kabel netral trafo. Karena pada kabel netral trafo mengalir arus, maka rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi sekunder akan makin meningkat (dkk, 2017).

Dari latar belakang tersebut, penulis melakukan kajian untuk menghitung persentase pembebanan gardu induk 150 kV kebasen pada waktu beban puncak dan menghitung rugi rugi yang timbul akibat adanya arus netral.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Studi Literatur

Dalam studi literatur ini mencari, mempelajari dan mengumpulkan teori serta bahan bahan yang mendukung bagi penulis untuk menunjang dalam pembuatan laporan in baik dari jurnal, ebook dan sumber lainnya guna mempermudah dalam penyusunan makalah ini.

### 2.2. Survei Lapangan

Lokasi Gardu Induk 150 kV Kebasen berlokasi di Kec. Talang, Tegal, Jawa Tengah 52193

### 2.3. Rumus Rumus Yang Digunakan

Untuk memudahkan dalam proses menganalisa sebuah data , oleh karena itu penulis menyiapkan sebuah persamaan untuk melakukan pengolahan data. Adapun persamaannya sebagai berikut.

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan persamaan (1) :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Dimana :

S : Daya semu (W)

V : Tegangan primer (V)

$I_{FL}$  : Arus beban penuh (A)

Dengan demikian, untuk menentukan presentase pembebannya menggunakan persamaan (2) :

$$\%b = \frac{I_{ph}}{I_{FL}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

%b : Persentase beban

$I_{ph}$  : Arus rata-rata (A)

$I_{FL}$  : Arus beban penuh (A)

Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan rugi rugi (Rumakat, 2021). Besar rugi daya yang terjadi pada trafo akibat arus yang mengalir di netral trafo menggunakan persamaan (3) :

$$P_n = I_n^2 \times R_n \quad (3)$$

Dimana :

$P_n$  : Losses yang timbul pada penghantar netral (W)

$I_n$  : Arus yang mengalir melalui kawat netral (A)

$R_n$  : Tahanan pada kawat netral ( $\Omega$ )

### 3. DATA DAN ANALISIS

#### Data Lapangan

Pada gardu Induk Kebasen 150 kV memiliki transformator sebanyak 4, dimana masing masing transformator tersebut memiliki kapasitas 60MVA. Pembebanan listrik di Kota Tegal mengalami peningkatan pada pukul 10:00 dan 19:00 atau yang biasa disebut waktu beban puncak (WBP) yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan memiliki tahanan pada setiap transformator yang ditunjukkan pada Tabel 2

**Tabel 1. Beban Puncak Gardu Induk 150 kV Tegal**

Trafo	Beban Puncak S (MVA)		Kapasitas Trafo In (A)
	10:00	19:00	
Trafo 1	25,63	28,64	1732
Trafo 2	39,40	37,13	1574
Trafo 3	31,38	35,76	1732
Trafo 4	29,73	29,65	1732

**Tabel 2. Beban Puncak Gardu Induk 150 kV Tegal**

Trafo	Arus Netral (A)		Tahanan Penghantar ( $\Omega$ )
	10:00	19:00	
Trafo 1	25,71	25,71	0,34
Trafo 2	25,51	20,00	0,30
Trafo	Arus Netral (A)		Tahanan Penghantar ( $\Omega$ )
	10:00	19:00	
Trafo 3	10,54	23,52	0,34
Trafo 4	129,95	104,52	0,32

### Analisis Pembebanan

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan Persamaan (1), pada trafo 1 beban tertinggi adalah 802,56A, pada trafo 2 adalah 1120,44A, trafo 3 adalah 1017A, dan pada trafo 4 adalah 837,36A, dimana Hasil perhitungan arus beban puncak ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Beban Puncak Pada Setiap Transformator**

Trafo	Arus Be ban Puncak (A)	
	10:00	19:00
Trafo 1	729	802,56
Trafo 2	1120,44	1050,90
Trafo 3	892,61	1017,00
Trafo 4	837,36	834,95

### Presentase Pembebanan

Untuk menghitung persentase pembebanan dapat menggunakan persamaan (2), dari hasil perhitungan, presentase beban puncak pada setiap transformator Gardu Induk 150 kV Kebasen Tegal ditunjukkan pada tabel 4

**Tabel 4. Presentase Beban Puncak Pada Setiap Transformator**

Trafo	Presentase Beban Puncak (%)	
	10:00	19:00
Trafo 1	42,1	46,33
Trafo 2	64,69	60,67

Trafo 3	51,54	58,72
Trafo 4	48,37	48,21

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4 beban puncak yang pada gardu induk 150 kV Kebasen masih aman, seperti yang terlihat pada trafo 1 hanya menggunakan 46,33%, pada trafo 2 menggunakan 64,69%, trafo 3 menggunakan kapasitas 58,72%, dan pada trafo 4 48,35%, menurut peraturan manajemen trafo distribusi PLN, pembebanan transformator distribusi maksimal adalah 80% dari arus beban penuhnya, sehingga bisa disimpulkan trafo pada gardu induk 150 kV kebasen dalam kondisi aman untuk digunakan dikarekan menggunakan kurang dari 80% kapasitas trafo (SPLN, 1997).

### Rugi-rugi Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Trafo

Untuk mendapatkan nilai rugi-rugi waktu beban puncak pada akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo menggunakan persamaan (3) :

$$P_n = I_n^2 \times R_n \quad (3)$$

Dimana :

$P_n$  : Losses yang timbul pada penghantar netral (W)

$I_n$  : Arus yang mengalir melalui kawat netral (A)

$R_n$  : Tahanan pada kawat netral ( $\Omega$ )

Maka,

$$P_n = I_n^2 \times R_n$$

$$P_n = 25,71^2 \times 0,34$$

$$P_n = 224,74W$$

Dari perhitungan diatas, besar rugi rugi pada setiap transformator ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Rugi Rugi Akibat Arus Netral**

Trafo	Rugi Rugi Akibat Arus Netral (W)	
	10:00	19:00
Trafo 1	224,74	224,74
Trafo 2	195,22	120
Trafo 3	33,33	165,95
Trafo 4	5066,1	3277,33

Pada Tabel 5 trafo 1 rugi rugi tertinggi adalah 224,74W, pada trafo 2 adalah 195,22W, trafo 3 adalah 165,95W, dan pada trafo 4 adalah 5066,1W

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan presentase pada beban puncak pada trafo 4 yaitu sebesar 46,33% dari kapasitas maksimal trafo, pada trafo 2 yaitu sebesar 60,67%, pada trafo 3 yaitu sebesar 58,72% , dan pada trafo 4 yaitu sebesar 48,35%. Apabila mengacu pada surat edaran direksi PT. PLN (Persero) No.17 Tahun 2014 (PLN, 2014), ke empat trafo tersebut dalam kategori baik, meskipun total pemakaian beban pada gardu induk 150kv kebasen dari total kapasitas masing-masing trafo masih sedikit, masih terdapat kemungkinan dilakukannya pembebanan tambahan hingga mencapai nilai pembebanan ideal transformator sebesar 80% dengan asumsi saat kondisi beban tinggi

Rugi-rugi akibat adanya arus netral trafo pada trafo 5 sebesar 224,74W, pada trafo 2 sebesar 165,95W, pada trafo 3 sebesar 165,95W, pada trafo 4 sebesar 5066,1W, Jika semakin besar arus netral yang didapat maka semakin besar pula rugi-rugi daya pada penghantar trafo, rugi rugi yang terjadi pada gardu induk 150 kV kebasen tergolong kecil.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada pihak Gardu Induk 150 kV Kebasen Tegal atas bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan program pelaksanaan Kerja Praktek

#### **DAFTAR PUSTAKA**

dkk, A. P. (2017). Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder. *ejournal Teknik Elektro dan Komputer* .

PLN. (2014). Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset.

PLN, P. (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga. Jakarta Selatan.

Rumakat, J. (2021). Analisis Beban Tidak Seimbang Terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi pada Penghantar Netral Transformator di Rayon Baguala Ambon. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi* .

SPLN. (1997). Spesifikasi Transformator Distribusi. Jakarta.

Suhadi. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik.

Ta, I. K., Sangka, I. N., Sudiarta, I., & Wijaya, I. E. (2017). Analisis Persentase Pembebanan dan Drop Tegangan Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu Distribusi GA 0032 Penyulang Wibrata. *Matrix*, 7, 1.