

## Upaya Peningkatan Efisiensi Transformator Dengan Manajemen Trafo di.Pt PLN (Persero) ULP Benjeng

**Muhammad Anshori**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: [anshori.bpg@gmail.com](mailto:anshori.bpg@gmail.com)

**Hadi Tasmono**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: [haditasmono@untag-sby.ac.id](mailto:haditasmono@untag-sby.ac.id)

Alamat: Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Korespondensi penulis: [anshori.bpg@gmail.com](mailto:anshori.bpg@gmail.com),

**Abstract.** Electrical power is a very important source for life. One of the electrical components is a distribution transformer which is used to transmit electrical voltage from the substation to the load center. Every year the electricity demand increases, so that the transformer works optimally, you must also pay attention to the loading. Load imbalance on electric power distribution transformers always occurs and this imbalance occurs due to the use of electrical energy. The current flowing in the neutral conductor of the transformer causes an imbalance in the transformer load and losses, namely losses due to the neutral current in the neutral conductor of the transformer. When analyzing mass, use quantitative methods. After analysis, it shows that the transformer is in an unbalanced state where neutral current appears in the transformer. To determine the efficiency of the distribution transformer

**Keywords:** Efficiency, Load Unbalance, Loading, Neutral Current Losses and Distribution Transformers

**Abstrak.** Tenaga listrik merupakan sumber yang sangat penting bagi kehidupan. Salah satu komponen kelistrikan tersebut adalah transformator distribusi yang digunakan untuk menyalurkan tegangan listrik dari gardu induk ke pusat beban. Kebutuhan listrik tiap tahunnya mengalami peningkatan beban, agar transformator bekerja dengan optimal maka harus diperhatikan juga mengenai pembebanannya. Ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan ketidakseimbangan beban tersebut terjadi karena pemakaian energi listrik. Arus yang mengalir di penghantar netral trafo ini menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban transformator dan rugi-rugi yaitu rugi akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo. Dalam menganalisis masalah menggunakan metode kuantitatif. Setelah dianalisa menunjukkan bahwa transformator dalam keadaan tidak seimbang dimana munculnya arus netral pada transformator. Untuk mengetahui efisiensi transformator distribusi tersebut.

**Kata Kunci:** Efisiensi, Ketidakseimbangan beban, Pembebanan, Rugi-rugi, Arus Netral dan Transformator Distribusi

### PENDAHULUAN

Listrik adalah kebutuhan yang sangat penting saat ini. komponen utama pada sistem distribusi tenaga listrik adalah transformator distribusi. Dalam sistem operasi tenaga, transformator merupakan salah satu peralatan listrik yang sangat penting yang perlu diperhatikan kondisinya dalam operasi memberikan kestabilan sistem dan keandalan disetiap sektornya agar memberikan kenyamanan kepada konsumen. Oleh karenanya pada sistem distribusi, transformator merupakan komponen yang kegunaannya berperan sangat vital dan tidak dapat dipisahkan. Pada sistem distribusi biasanya sering terjadi kelebihan beban dan terjadi ketidaksesuaian antara beban yang terpasang diandingkan kemampuan atau kapasitas transformator. Hal ini sangat berpengaruh terhadap keandalan transformator dalam

menyalurkan energi listrik pada beban. Oleh sebab itu, transformator dituntut selalu bekerja pada beban tinggi maupun rendah.

Mengingat kerja dari transformator serta menjaga daya tahan fungsi, sebaiknya transformator tidak dibebani melebihi kapasitasnya.

Pada sistem tenaga listrik terdapat adanya ketidakseimbangan beban, dimana ketidakseimbangan ini berpengaruh pada efisiensi transformator. Penyebab ketidakseimbangan beban jika tiap fasa (R, S, T) tidak seimbang. Akibat adanya ketidakseimbangan beban maka arus di netral.

## **KAJIAN TEORITIS**

### *State of The Art*

Pada penelitian sebelumnya pada tahun 2016, I Wayan Sudiarta dan I Putu Sutawinaya “ Manajemen Trafo Distribusi 20KV Antar Gardu BL031 dan BL033 Penyulang LILIGUNDI dengan Menggunakan Simulasi Program ETAP menjelaskan penelitian tentang mengetahui berapa presentase pembebanan masing masing trafo tersebut setelah dimutasi di Gardu BL031 dan BL033 penyulang LILIGUNDI dengan metode simulasi ETAP yang menganalisa presentase ketidakseimbangan pada trafo BL031 dan BL033.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan Rachmat Sujipto dan Anang Dasa N pada tahun 2019 mengambil judul tentang “ Studi Perencanaan Peningkatan Kinerja Trafo Distribusi Dengan Relokasi Antara 2 Buah Trafo” yang dilakukan pada Transformator di PT.PLN (Persero) Rayon PARE diketahui bahwa si Penyulang Bendo pada Gardu EF283 yang menganalisa pembebanan transformator dengan meng efisiensi transformator dan menghitung pertumbuhan beban trafo dengan menghitung beban puncak trafo di Gardu EF283.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Eddy Warman pada tahun 2004 mengambil judul tentang “ Pemeliharaan Peningkatan Penggunaan Pemakaian serta Manajemen Trafo Distribusi” yang dilakukan PT.PLN (Persero) Cabang Medan yang menganalisa tentang pembebanan trafo distribusi dengan manajemen trafo dan juga membahas trafo distribusi yang diletakkan terlalu jauh dari konsumen akan menyebabkan voltage drop yang besar sehingga tegangan pada konsumen menjadi turun.

## **TRANSFORMATOR DISTRIBUSI**

Transformator distribusi pada dasarnya sama dengan transformator daya, bedanya

adalah tegangan rendah pada tafo daya bila dibandingkan dengan tegangan tinggi trafo distribusi masih lebih tinggi. Kedua tegangan pada transformator distribusi merupakan tegangan distribusi yaitu untuk distribusi tegangan menengah (TM) dan distribusi tegangan rendah (TR). Trafo distribusi digunakan mendistribusikan energi listrik langsung ke pelanggan.



Gambar 1. Transformator Distribusi

## PRINSIP KERJA TRANSFORMATOR

Transformator terdiri atas dua buah kumparan (primer dan sekunder) yang bersifat induktif, kedua lilitan ini terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi rendah. Apabila lilitan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, maka fluks bolak-balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi, karena lilitan tersebut membentuk jaringan tertutup, maka mengalirlah arus primer. Akibat adanya fluks dililitan primer, maka dililitan primer terjadi induksi (selfinduction) dan terjadi pula induksi dililitan sekunder karena pengaruh induksi dari lilitan primer atau yang disebut induksi bersama yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di lilitan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder dibebani, sehingga energi listrik dapat ditransfer keseluruhan (secara magnetisasi).

$$E_1 = -N \frac{d\phi}{dt} (\text{volt})$$

(1)

Keterangan:

$E_1$  = Gerak gaya listrik (Volt)

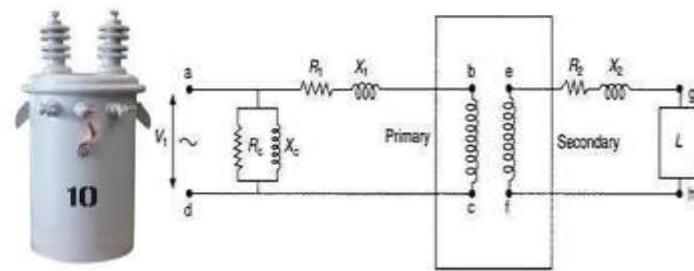
$N$  = Jumlah lilitan

$\frac{d\phi}{dt}$  = Perubahan fluks magnet (weber/sec)

## TRANSFORMATOR 1 FASA

Kumparan pasangan tunggal yang dililitkan pada inti, Kumparan pasangan sebagai

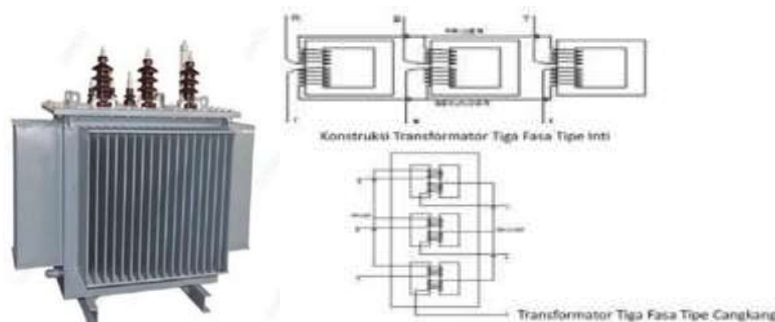
gulungan primer dan gulungan sekunder diisolasi secara elektrik satu sama lain. Transformator satu fasa adalah perangkat listrik yang menerima daya AC satu fasa dan mengeluarkan AC satu fasa. Ini digunakan dalam distribusi daya di daerah non-perkotaan karena permintaan dan biaya keseluruhan lebih rendah dari trafo distribusi 3 fasa. Mereka digunakan sebagai trafo step-down untuk menurunkan tegangan rumah ke nilai yang sesuai tanpa perubahan frekuensi.



Gambar 2. Transformator 1 Fasa

### TRANSFORMATOR 3 FASA

Maka arus yang mengalir pada trafo tiga fasa IR IS IT dan IN. Arus IR adalah arus yang mengalir pada fasa R yang biasa ditubs dengan a. Arus IS adalah arus yang mengalir pada fasa S yang ditubs dengan b. Arus IT adalah arus yang mengalir pada fasa T yang biasanya ditubs dengan c. Arus IN adalah arus yang mengalir di titik netral karena keadaan beban tidakseimbang pada transformator dan besarnya tergantung seberapa besar faktor ketidakseimbangan.



Gambar 3. Transformator 3 Fasa

### PEMBEBANAN TRANSFORMATOR

Transformator distribusi lebih baik dibebani tidak lebih dari 80% atau di bawah 40% (PT. PLN). Jika beban melebihi atau kurang dari range tersebut, maka transformator dapat dikatakan *overload* atau *underload*. Jika beban transformator terlalu besar atau melebihi range tersebut maka perlu dilakukan penggantian atau penyisipan transformator. Daya transformator

jika ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

(2)

Keterangan :

S = Daya Transformator (KVA)

V = Tegangan sisi primer transformator

(KV)I = Arus Jala Jala (A)

Setelah mendapatkan hasil dari sisi tegangan primer maka di lanjut dengan menghitung arus beban full (*full load*) menggunakan persamaann rumus :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} V} \quad (3)$$

Keterangan:

IFL = Arus Beban Penuh (A)

S = Daya Transformator (kVA)

V = Tegangan Sisi Sekunder Transformator (kV)

Sedangkan mencari arus rata-rata yang terdapat pada transformator dapat menggunakan rumus:

$$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (4)$$

Keterangan:

$I_{rata\ rata}$  = Arus Rata rata

$I_R$  = Rata rata arus R

$I_S$  = Rata rata arus S

$I_T$  = Rata rata arus T

Setelah mendapatkan hasil dari menghitung arus rata rata maka di lanjut dengan menghitung persentase pembebanan yang terjadi pada transformator dapat digunakan rumus di bawah ini :

$$\% \text{ pembebanan transformator} = \frac{I_{ph}}{I_{FL}} 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

$I_{rata\ rata}$  = Arus Rata rata

IFL = Arus beban penuh (A)

## **KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN**

Ketidakseimbangan disebabkan karena adanya banyak beban antar fasa yang tidak

merata atau seimbang baik akibat perbedaan beban antar fasa ataupun sifat beban dalam suatu proses produksi yang membebani setiap fasa pada waktu yang berbeda. Batasan ketidakseimbangan tegangan rata-rata yaitu 10% dalam 95% rentang waktu pengukuran. Ketidakseimbangan antar tiga fasa berakibat munculnya arus yang mengalir pada kabel netral trafo. Karena arus mengalir pada kabel netral trafo, maka rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi akan terjadi peningkatan sehingga kerugian berdampak besar pada pihak konsumen maupun pihak PLN. Dengan persamaan koefisien beban  $a=b=c=1$ , maka arus rata-rata adalah arus fasa dalam keadaan seimbang. Sehingga untuk menghitung besar ketidakseimbangan beban dapat menggunakan persamaan :

$$I_R = a \cdot I_R \quad \text{Jadi } a = i_R/I_{rata \text{ rata}} \quad (6)$$

$$I_S = a \cdot I_S \quad \text{Jadi } a = I_S/I_{rata \text{ rata}}. \quad (7)$$

$$I_T = a \cdot i_T \quad \text{Jadi } a = i_T/I_{rata \text{ rata}} \quad (8)$$

Keterangan:

$I_R$  = Rata rata arus R

$I_S$  = Rata rata arus S

$I_T$  = Rata rata arus T

Sedangkan apabila keadaan seimbang besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban dapat dihitung (%) dengan rumus di bawah ini :

$$\% \text{Ketidakseimbangan Beban} = \frac{|a-1|+|b-1|+|c-1|}{3} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan :

IR = Arus yang mengalir pada penghantar fasa R

IS = Arus yang mengalir pada penghantar fasa S

IT = Arus yang mengalir pada penghantar fasa T

## RUGI-RUGI AKIBAT ARUS NETRAL

Rugi-rugi (*losses*) terjadi apabila terdapat aliran arus dari tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo dengan netral trafo. Hal ini karena adanya ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa tersebut. Apabila hal seperti ini tidak tangani, maka akan mengakibatkan kerugian financial maupun secara produksi listrik itu sendiri.

Besarnya rugi-rugi (*losses*) sebagai daya yang hilang diakibatkan berbagai hal, salah satunya ketidakseimbangan beban. Maka persamaan untuk menghitung besarnya rugi-rugi daya hilang pada penghantar netral trafo adalah :

Setelah menghitung pembebanan transformator maka di lanjut menghitung besarnya

daya aktif transformator (P) :

$$P = S \cdot \cos \varphi. \quad (10)$$

Keterangan:

P = daya aktif

S = daya (KVA)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

Setelah menghitung besar daya aktif transformator maka di lanjut dengan menghitung rugi-rugi daya pada arus netral transformator dapat dicari dengan persamaan:

$$P_n = I^2 \cdot R_n \quad (11)$$

Keterangan:

$P_n$  = Rugi-rugi daya / *losses* pada netral (watt)

$I^2$  = Arus pada penghantar netral Trafo(A)

$R_n$  = Tahanan pada penghantar netral ( $\Omega$ )

## EFISIENSI TRANSFORMATOR

Efisiensi transformator yaitu perbandingan antara daya output dengan daya input. Efisiensi menunjukkan tingkat keefisienan kerja suatu peralatan. Secara sistematis dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Efisiensi = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (12)$$

$$Efisiensi = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum \text{rugi-rugi}} \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan:

$\eta$  = Efisiensi

$P_{in}$  = Daya input transformator

$P_{out}$  = Daya output transformator

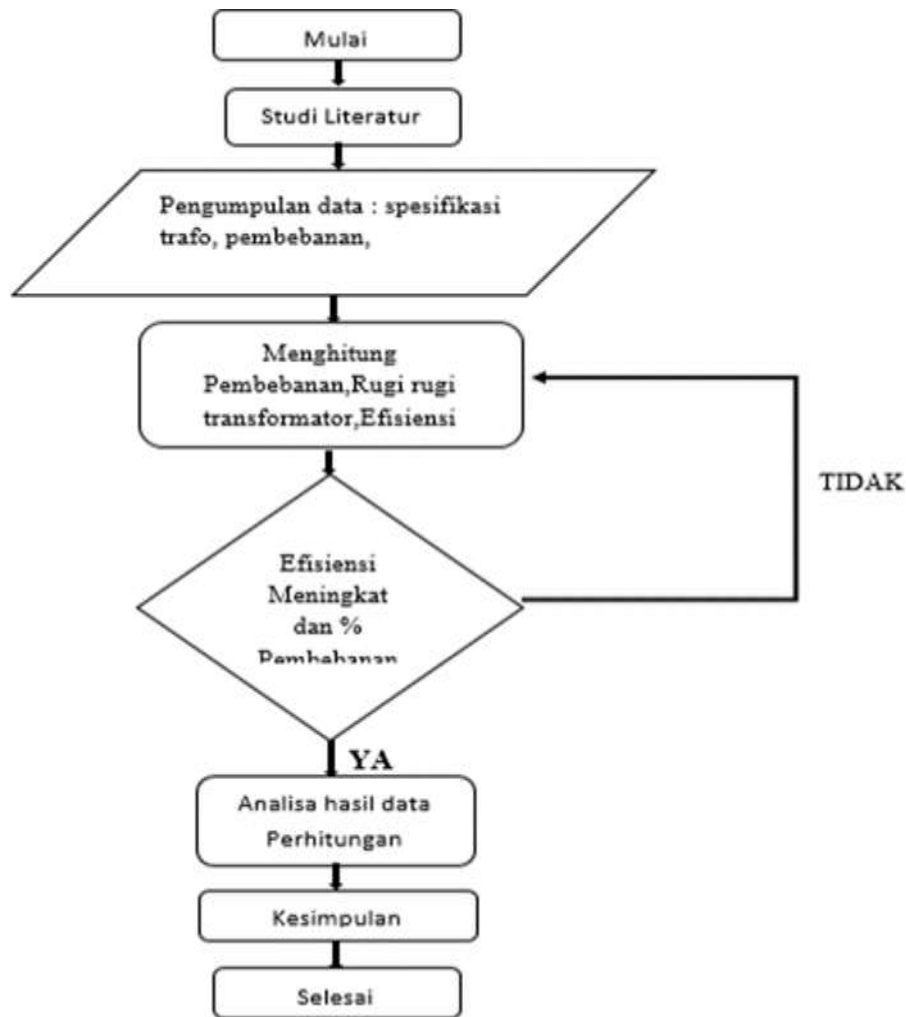
V = Tegangan Sisi Sekunder Transformator (kV)

$\cos \varphi$  =Faktor Daya

## METODE PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini dibutuhkan langkah kerja dalam penyelesaian langkah kerjanya dapat dilihat pda gambar dibawah.



Gambar 4. Flowchart

## LANGKAH-LANGKAH MENYELESAIKAN TUGAS AKHIR

### 1. Mulai

Pada tahap awal melakukan pencarian judul saya dalam tugas akhir dengan cara membaca referensi-referensi buku yang ada sebelumnya.

### 2. Studi Literatur

Pada tahapan proses studi literatur yaitu berkaitan dengan konsultasi, dan pengumpulan referensi yang berasal dari paper jurnal dan buku

### 3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam proses penelitian. Peneliti mengajukan surat pengantar dari Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ke PT.PLN (Persero) ULP BENJENG Setelah peneliti mendapatkan surat balasan dari pihak PT.PLN (Persero) ULP BENJENG peneliti melakukan pengambilan data di Gardu Distribusi PT PLN (Persero) ULP BENJENG Proses pengumpulan data dilakukan pada tanggal 17 februari 2023 beberapa data yang



dibutuhkan adalah data pembebanan dan spesifikasi trafo untuk mengetahui rugi rugi transformator terhadap arus netral dan persentase efisiensi

#### 4. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data di PT.PLN (PERSERO) ULP BENJENG. Saya akan olah data arus pembebanan untuk mencari ketidakseimbangan beban dengan persamaan (2.2),(2.3) dan (2.4) setelah mendapatkan hasil dari perhitungan ketidakseimbangan beban maka di lanjutkan dengan menghitung persentase ketidakseimbangan dengan persamaan (2.5) dan setelah mendapatkan nilai ketidakseimbangan beban maka selanjutnya saya menghitung pembebanan dengan persamaan (2.6),(2.7) dan (2.8) setelah mendapatkan hasil dari perhitungan pembebanan maka di lanjutkan dengan menghitung persentase pembebanan dengan persamaan (2.9). setelah menghitung pembebanan maka di lanjutkan menghitung rugi rugi daya arus netral dengan persamaan (2.10) dan (2.11) setelah mendapatkan hasil rugi rugi transformator maka di lanjutkan menghitung besarnya *losses* persentase akibat adanya arus netral selanjutnya selesai menghitung rugi rugi transformator maka di lanjutkan dengan menghitung nilai efisiensi transformator dengan persamaan (2.13)

#### 5. Analisis

Pada analisis ini akan diketahui berapa persentase pembebanan, rugi-rugi transformator akibat arus netral dan persentase efisiensi.

#### 6. Kesimpulan

Setelah semuanya benar dan selesai saya menarik kesimpulan tugas akhir saya buat agar pembaca selanjutnya bisa mengambil kesimpulan dari buku saya ini.

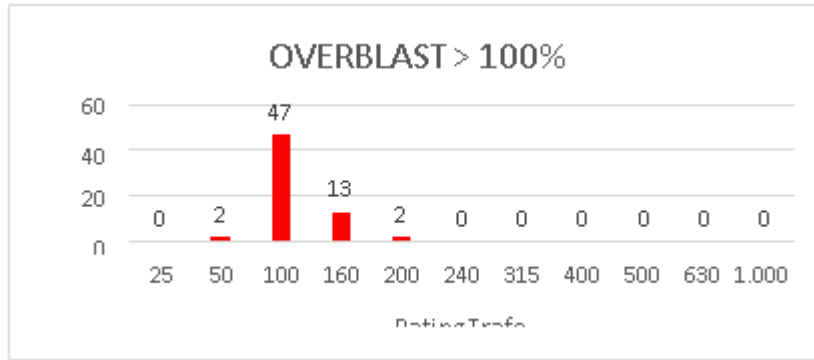
#### 7. Dan setelah selesai melakukan langkah-langkah menyelesaikan judul tugas akhir ini akan diserahkan ke pihak kampus agar bisa jadi refrensi selanjutnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase pembebanan, persentase ketidakseimbangan beban, persentase akibat adanya arus netral pada transformator, dan persentase efisiensi pada transformator.

## **DATA EFISIENSI TRANSFORMATOR**

Berikut merupakan data pembebanan transformator distribusi yang menjadi bahan penelitian saat ini:



Gambar 5. Transformator distribusi overblast

Menunjukkan transformator yang mengalami overblast pada transformator distribusi di PT.PLN (PERSERO) ULP BENJENG. Transformator distribusi dengan kapasitas 100 kva paling banyak mengalami overblast.

Tabel 1. Data Transformator Distribusi 100-200

No	Penyulang	Seri trafo	Daya trafo	Arus fasa trafo			
				$I_R$	$I_S$	$I_T$	$I_N$
1	Ambeng-ambeng	NC 373	100	225	225	225	30
2	Ngabetan	NC 351	160	200	189	164	47
3	Morowudi	NC 064	160	263	208	164	72
4	Ngabetan	NC 405	200	98	115	86	30
5	Patraraya	NC 179	200	80	204	80	125

A. Transformator distribusi 100 kva NC 373

Untuk mengetahui hasil pembebanan kita akan menggunakan persamaan 3, dan 4

$$\begin{aligned}
 I_{Rata-rata} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\
 &= \frac{225 + 225 + 225}{3} \\
 &= 525 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dan untuk mencari persentase pembebanan menggunakan persamaan 5:

$$\begin{aligned}
 \% \text{persentase pembebanan} &= \frac{I_{Rata-rata}}{IFL} \times 100\% \\
 &= \frac{525}{144,3} \times 100\% \\
 &= 27,48\%
 \end{aligned}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Dengan demikian rata-rata ketidak seimbangan beban (dalam %) persamaan 9 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \%K &= \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100\% \\
 &= \frac{|0,42-1| + |0,42-1| + |0,42-1|}{3} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 58,4\%$$

Dengan demikian persentase rugi-rugi akibat arus netral pada penghantar netral transformator adalah:

$$\begin{aligned} \%P &= \frac{PN}{P} \times 100\% \\ \%P &= \frac{0,2412}{90} \times 100\% \\ &= 0,268\% \end{aligned}$$

Maka selanjutnya menghitung rugi-rugi total dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{(tot)} &= P_{cu}(tot) + P_n \\ &= 10,56 + 0,2412 \\ &= 10,80 \text{ KW} \end{aligned}$$

Maka efisiensi dapat dihitung besarnya yaitu:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{79,30}{90,10} \times 100\% \\ &= 88,01\% \end{aligned}$$

#### B. Transformator distribusi 160 kva NC351

Untuk mengetahui hasil pembebanan kita akan menggunakan persamaan 3 dan 4

$$\begin{aligned} I_{Rata-rata} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\ I_{Rata-rata} &= \frac{200 + 189 + 164}{3} \\ &= 443,66 \text{ A} \end{aligned}$$

Dan untuk mencari persentase pembebanan menggunakan persamaan 5:

$$\begin{aligned} \% \text{persentase pembebanan} &= \frac{I_{Rata-rata}}{IFL} \times 100\% \\ &= \frac{443,66}{230,94} \times 100\% \\ &= 52,05\% \end{aligned}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Dengan demikian rata-rata ketidak seimbangan beban (dalam %) persamaan 9 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \%K &= \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100\% \\ &= \frac{|0,45-1| + |0,42-1| + |0,36-1|}{3} \times 100\% \\ &= 22,46\% \end{aligned}$$

Dengan demikian persentase rugi-rugi akibat arus netral pada penghantar netral transformator adalah:

$$\begin{aligned}\%P &= \frac{PN}{P} \times 100\% \\ \%P &= \frac{0,592}{144} \times 100\% \\ &= 0,41\%\end{aligned}$$

Maka selanjutnya menghitung rugi-rugi total dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_{(tot)} &= P_{cu}(tot) + P_n \\ &= 10,78 + 0,592 \\ &= 11,37 \text{ KW}\end{aligned}$$

Maka efisiensi dapat dihitung besarnya yaitu:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{132,66}{144,03} \times 100\% \\ &= 92,10\%\end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungannya:

Penyulang	Seri Trafo	$P_{OUT}$ (KW)	$P_{IN}$ (KW)	$P_{CU}$ (KW)	$P_N$ (KW)	Efisiensi(%)	Pembebanan (%)
Ambeng-ambeng	NC 373	79,30	90,10	8,26	0,2412	88,01	36,97
Ngabetan	NC 351	132,66	144,3	10,78	0,592	92,10	52,05
Morowudi	NC 064	126,88	144,3	12,1	1,38	88,09	43,93
Ngabetan	NC 405	166,67	178,89	8,46	0,2412	92,65	83,70
Patraraya	NC 179	162,9	179,89	9,52	4,18	90,57	92,93

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang penulis jelaskan pada bab seelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Memanajemen Transformator Distribusi di PT.PLI (PERSERO) ULP BENJENG. Berguna untuk mengetahui transformator mana yang mengalami overload dan oerblast. Dengan pergantia trafo atau dengan pengurangan beban.
2. Persentase pembebanan transformator distrbusi di PT.PLN (PERSERO) ULP BENJENG. Berdasarkan hasil data yang saya analisa kapasitas transformator 100 kva NC 373 persentase pembebanannya sebesar 36,87%. Transformator dengan kapasitas 160 kva NC 351 persentase pembebanannya sebesar 21,18%. Transformator dengan

kapasitas 160 kva NC 064 persentase pembebanannya sebesar 26,28%.transformator dengan kapasitas 200 kva NC 405 persentase pembebanannya 10,28%. Transformator dengan kapasitas 200 kva NC 179 persentase pembebanannya sebesar 26,28%

3. Transformator distribusi di PT.PLN (PERSERO) ULP BENJENG. Pada transformator distribusi 100 KVA NC 373 memiliki nilai rugi-rugi daya sebesar 0,2412 KW. Dengan persentase rugi-rugi akibat arus netral sebesar 0,268%. Pada transformator distribusi 160 KVA NC 351 memiliki rugi-rugi daya sebesar 0,592 KW. Dengan persentase rugi-rugi akibat arus netral 0,41%. Pada transformator distribusi 160 KVA NC 064 memiliki nilai rugi-rugi sebesar 1,38%. Dengan persentase rugi-rugi akibat arus netral sebesar 0,95%. Pada transformator distribusi 200 KVA NC 405 memiliki nilai rugi-rugi sebesar 0,2412 KW. Dengan persentase rugi-rugi akibat arus netral sebesar 0,13. Pada transformator distribusi 200 KVA NC 179 memiliki nilai rugi-rugi sebesar 4,18 KW. Dengan persentase rugi-rugi akibat arus netral sebesar 2,32%

## SARAN

1. Diharapkan agar lebih memperhatikan pemasangan beban agar didapatkan keseimbangan beban semakin kecil arus netral yang mengalir ke kawat transformator dan rugi-rugi yang ditimbulkan juga semakin kecil.
2. Perawatan untuk transformator distribusi harus dilakukan secara berkala sesuai dengan yang ditetapkan oleh pihak produsen agar transformator tetap dapat beroperasi dengan baik.
3. Bagi yang ingin meneruskan penelitian ini diharapkan agar peneliti bisa memberi cara untuk mengatasi ketidakseimbangan beban yang terjadi ataupun ketidakseimbangan beban dapat meminimalisir untuk mendapatkan efisiensi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Wayan Sudiarta, I Putu Sutawinaya, I Ketut TA and Ardy Firman " *MANAJEMEN TRAFODISTRIBUSI 20KV ANTAR GARDU BL031 DAN BL 033 PENYULANG LILIGUNDI DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP*, vol. 16, no. 3, pp. 166-171, 2016.
- [2] I Putu Sutawinaya, A.A.N.M. Narottama, dan I.G.N. Ade Pujana, *Meningkatkan kinerja gardu distribusi SK76 Penyulang Sukasada dalam menangani overblast menggunakan simulasi perangkat lunak ETAP*, vol.3, pp. 1-7, 2022
- [3] Samsurizal, & Hadinoto, B. 2020. *Studi Analisis Dampak Overload Transformator terhadap Kualitas Daya* di PT.PLN (Persero) UP3 Pondok Gede, *Kilat*, 136-142
- [4] Eddy Warman, "Pemilihan Dan Peningkatan Penggunaan / Pemakaian Serta Manajemen Trafo Distribusi", Medan: Universitas Sumatera Utara, 2004.

[5] Kadek, Wahyudi, Widiatmika. 2018 *Analisis Penambahan Tranformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sebelangga*