

RUGI – RUGI DAYA AKIBAT PENGARUH KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL PADA EFEKTIFITAS PENGGUNAAN DAYA TERPASANG

I Gede Budiayasa¹, I Wayan Artha Wijaya², Tjok Gede Indra Partha³

Program Studi Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Udayana - Bali

Email : [Igedebudiasaa95@gmail](mailto:Igedebudiasaa95@gmail.com)

ABSTRAK

Kebutuhan daya listrik yang semakin meningkat, dengan distribusi jaringan listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang menyebabkan mengalirnya arus netra pada transformator, karena dari toleransi ketidak seimbangan transformator yang ditetapkan oleh PLN yaitu sebesar 20% dari kapasitas daya transformator. Pada penyulang Abiansema terjadi ketidak seimbangan beban lebih dari 20% maka pada penelitian ini penyeimbangan beban dilakukan di panel LVMDV pada pelanggan tiga fasa, yang berdampak pada ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus netral dan menyebabkan adanya *losses* (rugi- rugi). Berdasarkan permasalahan tersebut maka harus dilakukan penyeimbangan dengan cara melakukan pengukuran terlebih dahulu. Dari hasil pengukuran di panel LVMDV pada pelanggan tiga fasa dan di peroleh data-data dari hasil pengukuran ketidakseimbangan beban saat siang hari sebesar 29,9 % dan 26,6 % serta ketidakseimbangan beban saat malam hari sebesar 62,6 % dan 31% seperti tabel 4.5 terlihat bahwa semakin besar arus netral I_N yang mengalir di pengantar netral transformator maka semakin besar juga *losses* pada pengantar netral (P_N).

Kata kunci : ketidakseimbangan beban, rugi-rugi daya, JTR

ABSTRACT

The increasing need for electrical power with a stable and continuous distribution of electricity networks is an absolute requirement in meeting the needs of electrical energy. The load imbalance between each phase (phase R, phase S, and phase T) which flows a net current in the transformer, because of the transformer tolerance set by PLN, which is 20% of the power capacity of the transformer. In Abiansema feeders there is a load imbalance of more than 20 % then in this study the load balancing is carried out in the LVMDV panel on three-phase customers, which has an impact on the load imbalance between each phase (phase R, phase S, and phase T) which causes a neutral current and causes losses (losses). Based on this problem, balancing must be done by measuring first. From the measurement results in the LVMDV panel on three-phase customers and data obtained from the results of measurement of load imbalance during the day is 29.9% and 26.6 % and the load imbalance at night is 62.6% and 31%, as shown in Table 4.5, it can be seen that the bush on the large current neutral I_N that flows in the transformer neutral conductor, the greater the loss in the neutral conductor (P_N).

Keywords: load imbalance, power losses, JTR

1 PENDAHULUAN

Ketidak seimbangan beban sering terjadi pada distribusi jaringan listrik yang mengakibatkan ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan

mengalirnya arus netra pada transformator, toleransi ketidakseimbangan beban transformator yang ditetapkan oleh PLN yaitu sebesar 20% dari kapasitas daya transformator. Pada penyulang Abiansemal terjadi ketidak seimbangan beban lebih dari 20%, maka pada penelitian ini penyeimbangan beban dilakukan di panel LVMDV pada pelanggan tiga fasa, yang berdampak pada ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus netral dan menyebabkan adanya *losses* (rugi- rugi). Berdasarkan permasalahan tersebut maka harus di lakukan peyeimbangan beban dengan cara melakukan pengukuran terlebih dahulu. Dari hasil pengukuran di panel LVMDP pada pelanggan tiga fasa di peroleh data-data dari hasil pengukuran ketidakseimbangan beban saat siang hari sebesar 29,9 % dan 26,6 % serta ketidakseimbangan beban saat malam hari sebesar 62,6 % dan 31% seperti tabel 4.5 terlihat bahwa semakin besar arus netral I_N yang mengalir di pengantar netral transformator maka semakin besar juga *losses* pada pengantar netral (P_N).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi Tenaga Listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen [1].

2.2 Jaringan distribusi

Sistem distribusi ini dapat di kelompokkan kedalam dua tingkat yaitu :

Sistem jaringan distribusi primer

A) Jaringan distribusi primer

adalah bagian dari sistem distribusi tenaga listrik diantara gardu induk dan gardu distribusi

B) Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari sistem distribusi tenaga listrik dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik

2.3 Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Pemilihan jenis saluran yang akan digunakan pada JTM untuk melayani kebutuhan tenaga listrik bagi konsumen dapat digunakan dua jenis saluran yaitu Saluran Udara dan Kabel Tanah.

2.4 Jaringan tegangan rendah (JTR)

Sistem penyaluran daya listrik pada JTM maupun JTR dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut :

- 1 Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)
- 2 Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR)

2.5 Pengertian Transformator

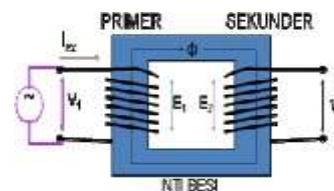
Transformator adalah suatu alat listrik yang digunakan untuk mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah [2].



Gambar 2.1 Konstruksi Lengkap Transformator

2.5 Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja suatu transformator adalah induksi bersama (*mutual induction*) antara dua rangkaian yang dihubungkan oleh fluks magnet. Dalam bentuk yang sederhana, transformator terdiri dari dua buah kumparan yang secara listrik terpisah tetapi secara magnet dihubungkan oleh suatu alur induksi.[3]



Gambar 2.2 Rangkaian Transformator

Besarnya GGL induksi pada kumparan primer adalah

$$e_p = -N_p \frac{d\phi}{dt} \text{ Volt} \quad (1)$$

Keterangan:

E_p = GGL induksi pada kumparan primer

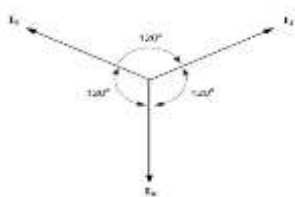
N_p = Jumlah lilitan kumparan primer
 $d\Phi$ = Perubahan garis – garis gaya magnet dalam satuan weber
 dt = Perubahan waktu dalam satuan detik

2.6 Beban Tidak Seimbang

keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

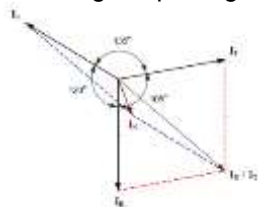
- Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi.



Gambar 2.3 Vektor Diagram Arus dalam keadaan seimbang

Gambar 2.3 (a) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R, I_S, I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_N). Sedangkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Vektor Diagram Arus dalam keadaan tidak seimbang

Gambar 2.4 (b) menunjukkan vektor diagram arus yang tidak seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R, I_S, I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya.[4]

2.7 Beban Penuh Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut : (Machmudsyah, 2006)

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \tag{2}$$

Keterangan:

S = Daya transformator (kVA)
 V = Tegangan sisi primer transformator (kV)
 I = Arus jala-jala (A)
 Sehingga untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan rumus :

$$IFL = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \tag{3}$$

Keterangan:

IFL = Arus beban penuh (A)

S = Daya transformator (kVA)

V = Tegangan sisi sekunder (V)

Arus rata-rata siang dan malam hari dapat dihitung dengan rumus :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \tag{4}$$

Prosentase pembebanan transformator adalah:

$$\frac{I_{rata-rata}}{IFL} \times 100\% \tag{5}$$

Jika $[I]$ adalah besaran arus phase dalam penyaluran daya sebesar P pada keadaan seimbang, maka pada penyaluran daya yang sama tetapi dengan keadaan yang tidak seimbang besarnya arus – arus phase dapat dinyatakan dengan koefisien a, b, c sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_R &= a I \text{ maka } a = \frac{I_R}{I} \\ I_S &= b I \text{ maka } a = \frac{I_S}{I} \\ I_T &= c I \text{ maka } a = \frac{I_T}{I} \end{aligned} \tag{6}$$

Dengan I_R, I_S dan I_T berturut – turut adalah arus di phase R, S dan T. Koefisien $a, b,$ dan c dapat diketahui besarnya, dimana pada keadaan seimbang besarnya koefisien $a, b,$ dan c adalah 1. Maka rata – rata ketidakseimbangan beban (dalam %) adalah :

$$\% = \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100\% \tag{7}$$

2.8 Rugi Pada Arus Netral

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan losses (rugi-rugi). Losses

pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut : [5]

$$PN = I_N^2 \times R \quad (8)$$

Keterangan:

PN= losses pada penghantar netral trafo (watt)

IN = arus yang mengalir pada netral trafo (A)

RN= tahanan penghantar netral trafo (Ω)

Sehingga daya aktif transformator dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = S \times \cos\phi \quad (9)$$

Kerangan:

P = daya aktif transformator

S = daya semu transformator

Cos ϕ = 0,85 (asumsi)

Prosentase rugi – rugi daya akibat adanya arus netral pada penghantar netral transformator adalah ;

$$\% PN = \frac{PN}{P} \times 100 \% \quad (10)$$

2.9 Rugi Pada Arus ke Tanah (Ground)

Rugi – rugi daya (*losses*) yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut : (Prasetya, 2007)

$$PG = I_G^2 \times R_G \quad (11)$$

Keterangan:

PG=losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (*watt*)

IG= arus netral yang mengalir ke tanah (A)

RG= tahanan pembumian netral trafo (Ω)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Villa Permata Ayung, Banjar Tohpati Bongkasa Badung penelitian ini di mulai pada bulan februari 2019 .

3.2 Data

Data adalah sumber referensi yang sangat penting dalam penelitian ini. Ada dua faktor yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penelitian ini yaitu sumber data dan metode pengumpulan data.

Sumber data yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dari data pengukuran tegangan dan arus pada panel LVMDP di Villa permata Ayung , jurnal ilmiah, artikel di internet dan buku-buku yang membahas tentang ketidak

seimbangan beban. Data tersebut disusun dan diolah agar dapat digunakan dalam melakukan penelitian ini.

3.3 Analisi Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan hasil pengukuran dengan persamaan rumus yang ada.

1. Nilai pengukuran beban
2. Menghitung ketidak seimbangan beban seperti yang di anjurkan pada persamaan
3. Menghitung rata-rata ketidak seimbangan beban,dengan persentase
$$\% = \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100 \%$$
 seperti di anjurkan pada persamaan (7)
4. Ketidakseimbangan beban yang di toleransi oleh PLN
5. Sebelum di lakukan penyeimbangan beban
6. Perhitungan rugi-rugi daya sebelum diseimbangkan
7. Perhitungan Rugi – Rugi Daya (*Losses*) Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Jaringan Tegangan Rendah(JTR) seperti yang di anjurkan pada persamaan (10)
8. Nilai ketidak seimbangan beban

3.4 Flow chat



4. Analisa Ketidakseimbangan Beban

4.1 Data Hasil Pengukuran Pada MDP Villa Permata Ayung

Berdasarkan data yang diperoleh saat pengukuran siang dan malam hari yang dapat dilihat pada table .

Table 1. Tabel hasil pengukuran pada saat siang dan malam hari

Tabel Hasil Pengukuran pada saat siang hari tanggal 15 Mei 2020 (Jam 12.00)

Tegangan antar Fasa-Fasa	Arus Fasa dan Netral	Tegangan Fasa-Netral
$V_{RS} : 393$ volt	$I_R : 345$ Ampere	$V_{RN} : 222$ volt
$V_{RT} : 402$ volt	$I_S : 370$ Ampere	$V_{SN} : 230$ volt
$V_{ST} : 386$ volt	$I_T : 404$ Ampere	$V_{TN} : 225$ volt
	$I_N : 135$ Ampere	

Tabel Hasil Pengukuran pada saat malam hari tanggal 15 Mei 2020 (Jam 19.00)

Tegangan antar Fasa-Fasa	Arus Fasa dan Netral	Tegangan Fasa-Netral
$V_{RS} : 397$ volt	$I_R : 141$ Ampere	$V_{RN} : 221$ volt
$V_{RT} : 386$ volt	$I_S : 440$ Ampere	$V_{SN} : 226$ volt
$V_{ST} : 401$ volt	$I_T : 102$ Ampere	$V_{TN} : 225$ volt
	$I_N : 209$ Ampere	

Tabel Hasil Pengukuran pada saat siang hari tanggal 24 Mei 2020 (Jam 12.00)

Tegangan antar Fasa-Fasa	Arus Fasa dan Netral	Tegangan Fasa-Netral
$V_{RS} : 400$ volt	$I_R : 238$ Ampere	$V_{RN} : 223$ volt
$V_{RT} : 394$ volt	$I_S : 590$ Ampere	$V_{SN} : 230$ volt
$V_{ST} : 389$ volt	$I_T : 338$ Ampere	$V_{TN} : 224$ volt
	$I_N : 135$ Ampere	

Tabel Hasil Pengukuran pada saat malam hari tanggal 24 Mei 2020 (Jam 20.00)

Tegangan antar Fasa-Fasa	Arus Fasa dan Netral	Tegangan Fasa-Netral
$V_{RS} : 395$ volt	$I_R : 133$ Ampere	$V_{RN} : 221$ volt
$V_{RT} : 388$ volt	$I_S : 300$ Ampere	$V_{SN} : 230$ volt
$V_{ST} : 406$ volt	$I_T : 317$ Ampere	$V_{TN} : 225$ volt
	$I_N : 120$ Ampere	

4.2 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Pada MDP

Berdasarkan pada persamaan koefisien a, b dan c dapat diketahui besarnya ketidakseimbangan beban (dalam %) dapat dihitung sebagai berikut :

- a) Pada saat siang hari tanggal 15 Mei 2020

$$IR = a \cdot I \text{ maka : } a = \frac{IR}{I} = \frac{345}{373} = 0,92$$

$$IS = b \cdot I \text{ maka : } b = \frac{IS}{I} = \frac{370}{373} = 0,99$$

$$IT = c \cdot I \text{ maka : } c = \frac{IT}{I} = \frac{404}{373} = 1,08$$

Dalam prosentase :

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

$$= \frac{\{|0,92-1| + |0,99-1| + |1,08-1|\}}{3} \times 100$$

$$= 29,9\%$$

- b) Pada saat malam hari tanggal 15 Mei 2020

$$IR = a \cdot I \text{ maka : } a = \frac{IR}{I} = \frac{141}{227,6} = 0,61$$

$$IS = b \cdot I \text{ maka : } b = \frac{IS}{I} = \frac{440}{227,6} = 1,93$$

$$IT = c \cdot I \text{ maka : } c = \frac{IT}{I} = \frac{102}{227,6} = 0,44$$

Dalam prosentase :

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

$$= \frac{\{|0,61-1| + |1,93-1| + |0,44-1|\}}{3} \times 100$$

$$= 62,6\%$$

- c) Pada saat siang hari tanggal 24 Mei 2020

$$IR = a \cdot I \text{ maka : } a = \frac{IR}{I} = \frac{238}{338,6} = 0,72$$

$$IS = b \cdot I \text{ maka : } b = \frac{IS}{I} = \frac{590}{338,6} = 1,51$$

$$IT = c \cdot I \text{ maka : } c = \frac{IT}{I} = \frac{338}{338,6} = 0,99$$

Dalam prosentase :

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

$$= \frac{\{|0,72-1| + |1,51-1| + |0,99-1|\}}{3} \times 100$$

$$= 26,6\%$$

- d) Pada saat malam hari tanggal 24 Mei 2020

$$IR = a \cdot I \text{ maka : } a = \frac{IR}{I} = \frac{133}{250} = 0,53$$

$$IS = b \cdot I \text{ maka : } b = \frac{IS}{I} = \frac{300}{250} = 1,2$$

$$IT = c \cdot I \text{ maka : } c = \frac{IT}{I} = \frac{317}{250} = 1,26$$

Dalam prosentase :

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

$$= \frac{\{|0,53-1| + |1,2-1| + |1,26-1|\}}{3} \times 100 \%$$

$$= 31\%$$

Dari hasil perhitungan diatas merupakan persentase ketidakseimbangan beban. Data yang diperoleh pada tanggal 15 Mei 2020, saat siang hari terjadi ketidakseimbangan beban sebesar 29,9 % dan pada malam hari terjadi ketidakseimbangan beban sebesar 62,2%, pada tanggal 20 Mei 2020, saat siang hari terjadi penyimpangan sebesar 26,6% dan pada malam hari terjadi penyimpangan sebesar 31%.

4.3 Perhitungan Persentase Pembebanan Pada SDP

Menurut hasil pengukuran beban pada SDP 1 di dapatkan persentase sebesar 20 % ,beban pada SDP 2 sebesar 78% ,beban

pada SDP 3 sebesar 38% beban pada SDP 4 sebesar 28 %, beban pada SDP 5 sebesar 41% dan beban pada SDP 6 sebesar 60%

a) Pengukuran pada beban SDP 1 (tabel)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{070+020+030}{3} = 40$$

Ampere

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{40}{200} \times 100\% = 20 \%$$

b) Pengukuran pada beban SDP 2 (tabel)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{142+071+259}{3} =$$

157Ampere

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{157}{200} \times 100\% = 78 \%$$

c) Pengukuran pada beban SDP 3 (tabel)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{106+085+148}{3} = 78$$

Ampere

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{78}{200} \times 100\% = 39 \%$$

d) Pengukuran pada beban SDP 4 (tabel 4.1)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{030+059+080}{3} = 56$$

Ampere

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{56}{200} \times 100\% = 28 \%$$

e) Pengukuran pada beban SDP 5 (tabel)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{137+065+048}{3} = 83$$

Amper

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{83}{200} \times 100\% = 41 \%$$

f) Pengukuran pada beban SDP 6 (tabel)

$$I \text{ rata - rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{150+063+148}{3} = 120$$

Ampere

Dalam prosentase :

$$\frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ FL}} \times 100\% = \frac{120}{200} \times 100\% = 60 \%$$

4.4 Perhitungan Rugi – Rugi Daya (Losses) Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral

Perhitungan rugi – rugi daya (*losses*) akibat adanya arus netral pada penghantar netral jaringan tegangan rendah (JTR) digunakan R penghantar jenis TC.AL-XLPE (*Twisted Aerial Cables*) dengan luas penampang $3 \times 70 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$ dengan $R_N = 0,690 \Omega$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung rugi – rugi daya (*losses*) akibat adanya arus netral pada penghantar netral jaringan tegangan rendah (JTR) adalah : persamaan (2.25)

a) Pengukuran pada siang hari tanggal 15 Mei 2020

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \times R_N \\ &= (135)^2 \times 0,690 = 10609 \times 0,690 \\ &= 12.575,25 \text{ Watt} \\ &= 12,57 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi, \text{ dimana } \cos \phi \text{ yang digunakan adalah } 0,85$$

$$P = 600 \cdot 0,85 = 510 \text{ kW}$$

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada pengantar netral adalah :

$$\begin{aligned} \%P_N &= \frac{P_N}{P} \times 100\% \\ &= \frac{12.57}{510} \times 100\% = 2,46\% \end{aligned}$$

b) Pengukuran pada malam hari tanggal 15 Mei 2020

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \times R_N \\ &= (209)^2 \times 0,690 = 43.861 \times 0,690 \\ &= 30.139,89 \text{ Watt} \\ &= 30,13 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi, \text{ dimana } \cos \phi \text{ yang digunakan adalah } 0,85$$

$$P = 600 \cdot 0,85 = 500 \text{ kW}$$

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada pengantar netral adalah :

$$\begin{aligned} \%P_N &= \frac{P_N}{P} \times 100\% \\ &= \frac{30,1}{510} \times 100\% = 5,9\% \end{aligned}$$

c) Pengukuran pada siang hari tanggal 24 Mei 2020

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \times R_N \\ &= (335)^2 \times 0,690 = 112.225 \times 0,690 \\ &= 77.435,25 \text{ Watt} \\ &= 77,43 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi, \text{ dimana } \cos \phi \text{ yang digunakan adalah } 0,85$$

$$P = 600 \cdot 0,85 = 510 \text{ kW}$$

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada pengantar netral adalah :

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{77,43}{510} \times 100 \% = 15,1\%$$

d) Pengukuran pada malam hari tanggal 24 Mei 2020

$$P_N = I_N^2 \times R_N \\ = (120)^2 \times 0,690 = 14.400 \times 0,690 \\ = 9.936 \text{ Watt} \\ = 9,93 \text{ kW}$$

Dimana daya aktif (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi, \text{ dimana } \cos \phi \text{ yang digunakan} \\ \text{adalah } 0,85$$

$$P = 600 \cdot 0,85 = 510 \text{ kW}$$

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada pengantar netral adalah :

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100 \% \\ = \frac{9,93}{510} \times 100 \% = 1,94 \%$$

Waktu Ukur		Pembebanan Pada MDP (%)	Ketidak seimbangan Beban Pada MDP (%)	Arus Netral (A)	Rugi - Rugi Daya pada penghantar (P _r)	Persentase <i>Losses</i>
Tgl 15 Mei	Siang	62,1 %	29,9 %	135	12,57 kW	2,48 %
	Malam	37,9 %	62,6 %	209	39,13 kW	5,9 %
Tgl 24 Mei	Siang	64,7 %	26,6 %	335	77,43 kW	15,1 %
	Malam	41,6 %	31 %	120	9,93 kW	1,94 %

Tabel 4.11 Perhitungan Rugi – Rugi Daya (*Losses*) Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral

Pada tabel 4.11 terlihat bahwa semakin besar arus netral I_N yang mengalir di pengantar netral transformator maka semakin besar juga *losses* pada pengantar netral (P_N). Dengan perhitungan diatas maka kita dapat mengetahui besar nilai rugi-rugi pada Villa Permata Ayung

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil peritungan rugi- rugi daya akibat ketidakseimbangan beban dari pelanggan pada penyulang Abiansemal adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran di panel LVMDV pada pelanggan tiga fasa memiliki jumlah penyimpangan beban lebih dari 70%. Jumlah pemakaian beban tersebut melebihi dari yang di asumsikan oleh PLN yaitu sebesar 20% dari kapasitas daya, sehingga panel LVMDV pada pelanggan tiga fasa tersebut perlu dilakukan penyeimbangan beban.
2. Terlihat dari hasil pengukuran yang di lakukan siang hari dan malam hari di dapatkan hasil ketidak seimbangan beban pada siang hari lebih besar dari pada malam hari, itu dikarenakan aktifitas penggunaan beban atau

aktifitas penggunaan beban ,lebih banyak di siang hari dari pada malam hari.

3. Semakin besar arus netral I_N yang mengalir di pengantar netral maka semakin besar juga *losses* pada pengantar netral (P_N). Dan mengakibatkan efisiensi menjadi turun.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk menekan rugi-rugi daya (*losses*) dari pelanggan pada penyulang Abiansemal sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pemerataan beban pada panel LVMDP hendaknya rutin dilakukan pengecekan dan penanganan bila ada beda antara fasa yang terlalu jauh, karena ini dapat menekan nilai persentase rugi – rugi daya akibat beda fasa terlalu jauh.
2. Pembagian beban sebaiknya lebih diperhitungkan dengan bagian pelaksana lapangan agar perencanaan berjalan baik.
3. Penyambungan beban baru 1 fasa hendaknya disesuaikan antara daya dengan perhitungan penambahan arus beban pada masing masing fasa agar tidak terlalu jauh beda fasanya nanti.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Sistem Distribusi Daya Listrik**, 2011. Sekolah Tinggi Teknik-PLN. PT. PLN (Persero) Jakarta.
- [2] Prayoga, Aditya. 2010. **Transformer**. Departemen Teknik Elektro UI : Depok..
- [3] Sumannto. 1991. **Teori Transformator**. Yogyakarta : Andi Offset
- , 2016. **Pengukuran Tegangan dan Arus Beban Trafo Distribusi**. Denpasar : PT PLN (Persero) Rayon Mengwi.
- [4] Machmudsyah, T. 2006. **Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi**. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra.
- [5] Prasetya, U.S. 2007. **Evaluasi Pemerataan Beban Untuk Menekan Losses Jaringan Tegangan Rendah**.

Jakarta : PT PLN (Persero) Distribusi
Jakarta Raya dan Tangerang