

Analisis Ketidakseimbangan Beban Listrik pada Transformator Distribusi 20 kV di Kota Lhokseumawe

Amrizal¹, Muhammad Daud^{2*}, Teuku Multazam³, Fakhri Azhari⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Jln Batam, Kampus UNIMAL Bukit Indah, Blang Pulo, Kec. Muara Satu, Lhokseumawe 24355

Received: 18-12-2024

Accepted: 02-09-2025

Keywords:

Energi Listrik;

Arus Netral;

Losses;

Ketidakseimbangan Beban;

Trasformator.

Correspondent Email:

mdaud@unimal.ac.id

Abstrak. Ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi tenaga listrik merupakan permasalahan yang sering terjadi dan berdampak signifikan terhadap kinerja sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketidakseimbangan beban listrik pada transformator distribusi penyulang GH Cunda Jurusan Kota di ULP Lhokseumawe Kota serta menghitung rugi-rugi daya akibat arus netral. Metode penelitian dilakukan melalui observasi dan pengukuran langsung terhadap parameter-parameter seperti tegangan fasa-netral, arus, faktor daya, arus netral, arus grounding, dan tahanan pembumian netral trafo pada waktu siang dan malam. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan ketidakseimbangan beban di tiga lokasi yang dipilih yaitu Bengkel Las Jln Elak (siang 14%, malam 6%), Prm Mutiara Inda (siang 0,33%, malam 1,67%), dan Pabrik Kelapa Sawit (siang 1,1%, malam 3%). Penelitian ini menyimpulkan bahwa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi terutama disebabkan oleh ketidakmerataan pemakaian energi oleh konsumen.

Abstract. The overall load on the electric power distribution system is a problem that often occurs and has a significant impact on system performance. This research aims to analyze the effect on electrical load measurements on the distribution transformer of the GH Cunda Kota Besar feeder in Lhokseumawe City ULP and calculate power losses due to neutral current. The research method is carried out through direct observation and measurement of parameters such as neutral phase voltage, current, power factor, neutral current, ground current and transformer neutral ground resistance during the day and night. The results of the research show that there are differences in load measurements at the five selected locations, namely the Jln Elak Welding Workshop (day 14%, night 6%), Prm Mutiara Inda (day 0.33%, night 1.67%), reaching 60.02 kW during the day and 15.53 kW at night. The research results concluded that load imbalance in transformer distribution was mainly caused by unequal energy use by consumers.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik sekarang ini sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat. Banyak kegiatan yang sangat tergantung dengan ketersediaannya tenaga listrik, mulai dari kebutuhan dasar seperti penerangan, setrika dan televisi sampai pada kebutuhan tambahan yang tidak bisa dilakukan tanpa tersedianya energi listrik [1]. Sistem distribusi yaitu salah satu sistem dalam

sistem tenaga listrik yang mempunyai peran dalam berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, utamanya pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Biasa seringkali terjadi beban tidak seimbang pada fasa-fasanya (sistem distribusi merupakan sistem 3 fasa) atau terjadi kelebihan beban karena pemakaian alat listrik dari konsumen [2].

Seiring dengan bertambahnya penduduk maka kebutuhan penggunaan listrik yang semakin banyak, maka energi listrik yang dibutuhkan semakin meningkat. Hal ini terlihat ketika adanya penyambungan energi listrik pada perumahan yang baru dibangun dengan menggunakan sistem penyambungan paralel antar penyambung rumah. Kondisi tersebut menyebabkan gangguan ketidakseimbangan beban dan losses daya yang terjadi pada transformator distribusi [3].

Maka dari itu tujuan dari program ini adalah untuk mengetahui ketidakseimbangan antar fasa dan rugi-rugi (losses) daya pada transformator distribusi di lima lokasi yang berada pada PT PLN ULP Lhokseumawe Kota yaitu di Bengkel Las Jln Elak, PRM Mutiara Indah, Pabrik Es Jln Elak, Gedung Politeknik 2, Dan Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem listrik meliputi beberapa bagian yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Sistem distribusi berfungsi menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik kepada konsumen perlu kualitas yang memadai [4].

Dalam merencanakan sistem distribusi untuk mendapatkan suatu fleksibilitas dalam pelayanan optimum yang mampu dengan cara cepat mengantisipasi perkembangan kebutuhan energi listrik yang terkait dengan kebutuhan yang semakin tinggi konsumsi energi dan kerapatan beban yang harus dilayani [5]. Dalam perancangan yang baik akan memberikan kontribusi besar terhadap kualitas sistem distribusi. Kondisi ini disebabkan oleh kenyataan bahwa sistem distribusi merupakan layanan energi listrik yang berhubungan langsung dengan konsumen sehingga adanya gangguan pada sistem distribusi akan berakibat langsung pada konsumen [6].

2.2. Gaya Gerak Listrik

Gaya gerak listrik adalah perubahan suatu bentuk energi dari tidak menghasilkan energi listrik menjadi energi listrik. Perangkat yang mengubah bentuk energi lain menjadi energi listrik. Besarnya gaya gerak listrik dari suatu sumber secara kuantitatif dapat dikatakan sebagai energi

muatan listrik yang melalui sumber tersebut [7].

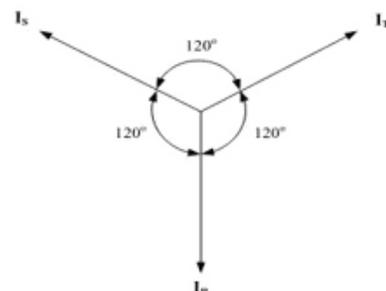
2.3. Transformator Distribusi

Transformator yaitu suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik static, berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke rendah dan sebaliknya. Atau dapat diartikan yaitu mengubah tegangan bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator terdiri atas inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan sekunder [8].

Trafo adalah alat yang digunakan untuk naik dan turunkan tegangan bolak-balik (AC). Trafo terdiri 3 komponen yaitu: kumparan primer yang berfungsi sebagai input, dan sekunder yang berfungsi sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan. Trafo adalah peralatan yang berfungsi mengkonversikan (merubah) arus atau tegangan dari nilai tertentu ke nilai yang lebih tinggi ataupun lebih rendah [9].

2.4. Beban Seimbang dan Ketidakseimbangan Beban

Beban seimbang yaitu suatu dimana keadaan ketiga vektor arus (I) dan tegangan sama atau ketiga vector tersebut saling membentuk sudut 120° . Seperti pada Gambar 1 menunjukkan diagram arus keadaan seimbang [10].



Gambar 1. Diagram arus keadaan seimbang

Pada Gambar 1 disajikan ketiga fasa arusnya (I_R, I_S, I_T)

Dimana:

I_R = arus pada fasa R (A)

I_S = arus pada fasa S (A)

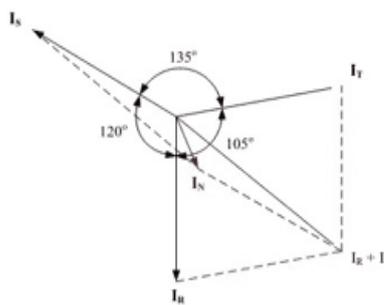
I_T = arus pada fasa T (A)

Adalah nol maka tidak muncul arus netral (I_N) di keadaan seimbang [11].

Sedangkan yang dimaksud ketidakseimbangan beban adalah keadaan salah satu/dua syarat seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan ketidakseimbangan beban ada tiga yaitu [12]:

- Ketika vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketika vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketika vektor tidak sama dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain [13].

Pada Gambar 2 ditunjukkan diagram keadaan ketidakseimbangan beban [14].



Gambar 2. Diagram ketidakseimbangan beban

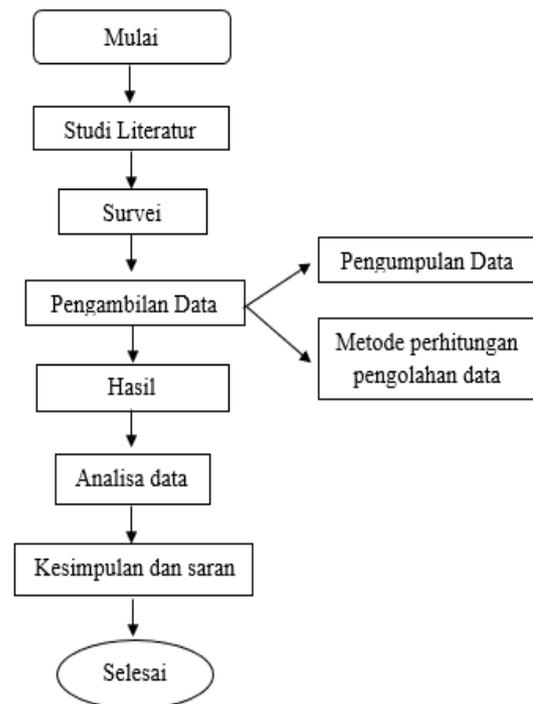
Pada Gambar 2 terlihat bahwa arus ($I_R I_S I_T$) tidak sama dengan nol maka muncul arus netral (I_N) yang besarnya tergantung berapa besar faktor ketidakseimbangan beban [15].

3. METODE PENELITIAN

Adapun studi kasus yang dianalisa dalam hal ketidakseimbangan beban pada lokasi yang berada di Jln Elak. Analisa diperlukan untuk membuktikan sejauh mana ketidakseimbangan beban yang terjadi pada beberapa lokasi yang menjadi objek analisis ketidakseimbangan beban terhadap losses pada transformator distribusi 20 kV.

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam proses penelitian adalah:

1. Multi meter
2. Meter tahanan isolasi
3. *Earth Tester*
4. Meter Urutan Fasa
5. Tester 20 kV
6. *Torque Wrench*

3.3. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada beberapa transformator distribusi yang berada di lokasi Bengkel Las Jln Elak, Prm Mutiara Indah, dan Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu. Data yang diambil meliputi beberapa variabel seperti disajikan pada Tabel 1.

1. Spesifikasi Trafo pada Bengkel Las Jln Elak adalah sebagai berikut:

Daya kVA	: 25
Jenis penampang (mm ²)	: NYY 4 *50
Tahanan (Ω)	: 0,7371

Tabel 1. Data pengukuran trafo

Fasa	S	Vp-n (Malam)	Vp-n (Siang)	I (Malam)	I (Siang)	Cos φ
	(kVA)	(V)	(V)	(A)	(A)	
Pengukuran trafo pada lokasi Bengkel Las Jln Elak 25 kVA						
R	9,93	225	218	15	13	0,85
S	9,93	225	218	15	15	0,85
T	9,93	225	218	13	10	0,85
I _N	11 A (Malam) 8 A (Siang)					
I _G	57,3 A					
R _G	3,8 Ω					
Pengukuran trafo pada lokasi PRM Mutiara Indah 200 kVA						
R	24,61	220	213	177	167	0,85
S	41,08	220	213	173	166	0,85
T	27,31	220	213	169	168	0,85
I _N	137 A (Malam) 78 A (Siang)					
I _G	57,3 A					
R _G	3,8 Ω					
Pengukuran trafo pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu 800 kVA						
R	414,75	220	227	225	600	0,85
S	414,75	219	226	242	588	0,85
T	414	220	227	228	605	0,85
I _N	152 A (Siang) 83 A (Malam)					
I _G	60,34 A					
R _G	3,8 Ω					

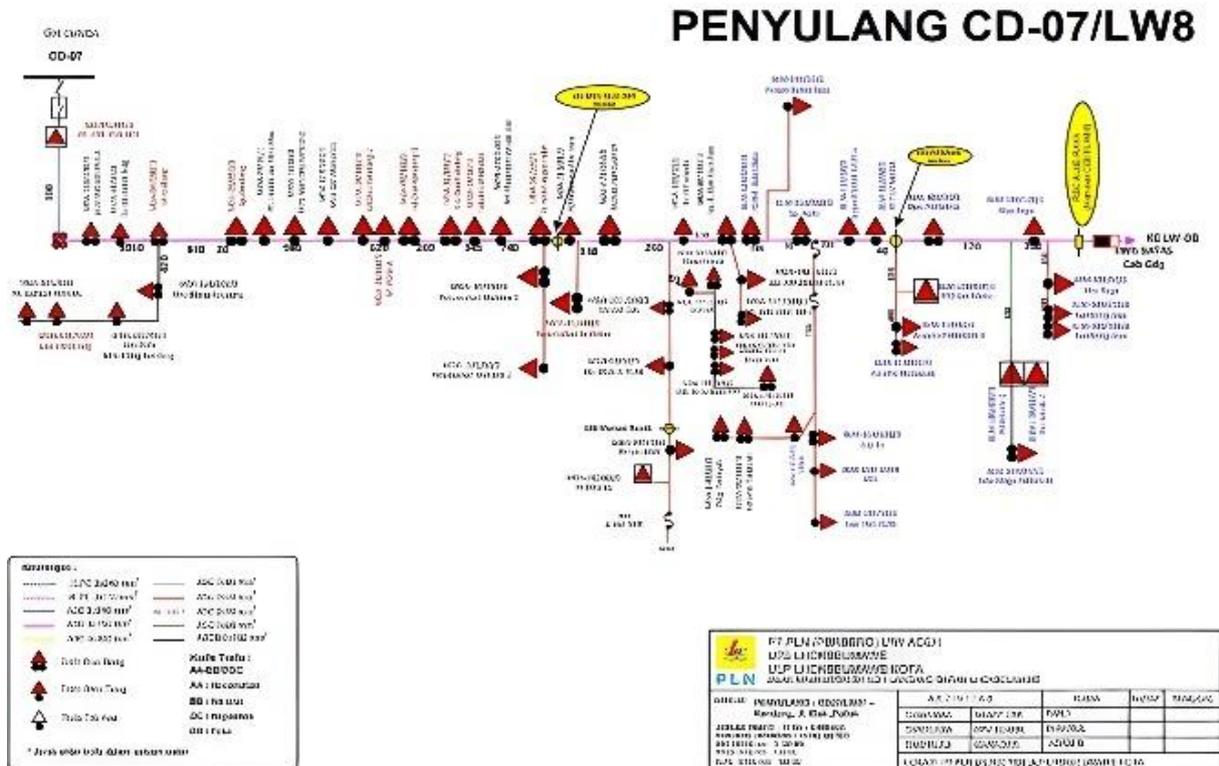
2. Spesifikasi Trafo pada Prm Mutiara Indah adalah sebagai berikut:

- Daya kVA : 200
- Jenis penampang (mm²) : NYY 4*70
- Tahanan (Ω) : 0,5694 Ω

3. Spesifikasi Trafo pada Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu adalah sebagai berikut:

- Daya kVA : 800
- Jenis penampang (mm²) : NYY 4*150
- Tahanan (Ω) : 2,0526 Ω

Berikut ini adalah *One Line Diagram* pada penyulang CD 07 dan CD 12 yang berada di Kota Lhokseumawe, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. *One Line Diagram* Transformator pada Penyulang CD 07

Arus pada fasa T:

$$I_T = c \cdot I \quad (8)$$

atau

$$c = \frac{I_T}{I} \quad (9)$$

4. Persentase ketidakseimbangan dihitung dengan berikut ini. Dalam keadaan seimbang, koefisien adalah 1, maka ketidakseimbangan dalam persen (%) baik pada siang hari maupun pada malam hari adalah:

$$K_T = \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100\% \quad (10)$$

Dimana:

$$K_T = \text{Persentase ketidakseimbangan (\%)}$$

a, b, c = koefisien ketidakseimbangan

5. Rugi-rugi daya dihitung dengan persamaan:

$$P_{N(\text{Siang})} = I_N^2 \cdot R_N \quad (11)$$

dan

$$P_{N(\text{Malam})} = I_N^2 \cdot R_N \quad (12)$$

Dimana:

$$P_N = \text{daya rugi-rugi}$$

$$I_N = \text{arus netral}$$

$$R_N = \text{tahanan penghantar}$$

6. Perhitungan daya aktif dihitung dengan persamaan:

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad (13)$$

Dimana:

$$P = \text{daya aktif}$$

$$\cos \varphi = \text{faktor daya}$$

7. Perhitungan persentase losses dihitung dengan persamaan:

$$\%P_{N(\text{Siang})} = \frac{P_N}{P} \times 100\% \quad (14)$$

dan

$$\%P_{N(\text{Malam})} = \frac{P_N}{P} \times 100\% \quad (15)$$

Dimana:

$$\%P_{N(\text{Siang})} = \text{persentase losses siang hari}$$

$$\%P_{N(\text{Malam})} = \text{persentase losses malam hari}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Hasil penelitian yang dilakukan penulis dalam menganalisis ketidakseimbangan beban ini meliputi perhitungan pembebanan pada trafo, $I_{rata-rata}$, arus setiap fasa, presentase (%) ketidakseimbangan, rugi-rugi daya, daya aktif, dan presentase (%) rugi-rugi daya. Berikut ini

disajikan hasil perhitungan untuk ketiga lokasi transformator distribusi yang diteliti menggunakan persamaan (1) sampai dengan (15).

1. Hasil Perhitungan Transformator pada Lokasi Bengkel Las Jln Elak

Hasil perhitungan untuk transformator pada lokasi Bengkel Las Jln Elak disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan transformator pada lokasi Bengkel Las Jln Elak

No.	Parameter	Siang	Malam
1	Arus beban penuh (A)	36,08	
2	Arus rata-rata (A)	12,66	14,33
3	Ketidakseimbangan arus fasa R (A)	1,02	1,04
4	Ketidakseimbangan arus fasa S (A)	1,18	1,04
5	Ketidakseimbangan arus fasa T (A)	0,78	0,90
6	Persentase ketidakseimbangan	14%	6%
7	Rugi-rugi daya (kW)	0,47	0,89
8	Daya aktif (kW)	21,25	

Maka pada tabel 2 pada lokasi Bengkel Las Jln Elak hasil dari perhitungan Arus beban penuh adalah 36,08 A, Arus rata-rata pada siang 1,02 A dan malam hari 14,33 A, ketidakseimbangan pada fasa R di siang hari 1,02 A dan malam hari 1,04 A, pada fasa S ketidakseimbangan pada siang hari 1,18 A dan malam hari 1,04 A, dan fasa T ketidakseimbangan pada siang hari 0,78 A dan malam hari 0,90 A, maka dalam persentase ketidakseimbangan di siang hari sebesar 14% dan malam hari sebesar 6% maka pada siang hari ketidakseimbangan sangat buruk pada lokasi tersebut yang mencapai 14%, dan rugi-rugi daya pada siang 0,47 kW dan malam hari 0,89 kW, maka daya aktif adalah 21,25 kW.

2. Hasil Perhitungan Transformator pada Lokasi Prm Mutiara Indah

Hasil perhitungan untuk transformator pada lokasi Prm Mutiara Indah disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan transformator pada lokasi Prm Mutiara Indah

No.	Parameter	Siang	Malam
1	Arus beban penuh (A)	288,68	
2	Arus rata-rata (A)	167	173
3	Ketidakeimbangan arus fase R (A)	1,00	1,02
4	Ketidakeimbangan arus fase S (A)	0,99	0,97
5	Ketidakeimbangan arus fase T (A)	1,00	0,97
6	Persentase ketidakeimbangan	0,33%	1,67%
7	Rugi-rugi daya (kW)	3,46	10,68
8	Daya aktif (kW)	170	

Maka pada tabel 3 pada lokasi Prm Mutiara Indah hasil dari perhitungan Arus beban penuh adalah 288,68 A, Arus rata-rata pada siang 167 A dan malam hari 173 A, ketidakeimbangan pada fase R di siang hari 1,00 A dan malam hari 1,02 A, pada fase S ketidakeimbangan pada siang hari 0,99 A dan malam hari 0,97 A, dan fase T ketidakeimbangan pada siang hari 1,00 A dan malam hari 0,97 A, maka dalam persentase ketidakeimbangan di siang hari sebesar 0,33% dan malam hari sebesar 1,67%, ketidakeimbangan pada lokasi tersebut masih baik di siang hari maupun malam hari, dan rugi-rugi daya pada siang 3,33 kW dan malam hari 10,68 kW, maka daya aktif adalah 170 kW.

3. Hasil Analisis Transformator pada Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu

Hasil perhitungan untuk transformator pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu disajikan dalam Tabel 4. Maka pada tabel 4 pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu hasil dari perhitungan Arus beban penuh adalah 1154,70 A, Arus rata-rata pada siang 597,66 A dan malam hari 231,66 A, ketidakeimbangan pada fase R di siang hari 1,003 A dan malam hari 0,97 A, pada fase S ketidakeimbangan pada siang hari 0,98 A dan malam hari 1,04 A, dan fase T ketidakeimbangan pada siang hari 1,01 A dan malam hari 0,98 A, maka dalam persentase ketidakeimbangan di siang hari sebesar 1,1% dan malam hari sebesar 3%, ketidakeimbangan pada lokasi tersebut masih baik di siang hari maupun malam

hari, dan rugi-rugi daya pada siang hari 13,15 kW dan malam hari 3,92 kW, maka daya aktif adalah 941 kW.

Tabel 4. Hasil perhitungan transformator pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu

No.	Parameter	Siang	Malam
1	Arus beban penuh (A)	1154,70	
2	Arus rata-rata (A)	597,66	231,66
3	Ketidakeimbangan arus fase R (A)	1,003	0,97
4	Ketidakeimbangan arus fase S (A)	0,98	1,04
5	Ketidakeimbangan arus fase T (A)	1,01	0,98
6	Persentase ketidakeimbangan	1,1%	3%
7	Rugi-rugi daya (kW)	13,15	3,92
8	Daya aktif (kW)	941	

4.2. Pembahasan

Adapun pembahasan pada bab ini adalah hasil dari analisa pada tiga lokasi yaitu lokasi Bengkel Las Jln Elak, PRM Mutiara Indah, Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu.

a. Lokasi Bengkel Las Jln Elak

Berikut adalah persentase hasil ketidakeimbangan dan rugi-rugi daya transformator pada lokasi Bengkel Las Jalan Elak seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase ketidakeimbangan dan rugi-rugi daya pada lokasi Bengkel Las Jln Elak

Persentase (%) Ketidakeimbangan		Persentase (%) Rugi-rugi daya	
Siang	Malam	Siang	Malam
14	6	2,2	4,19

Pada lokasi Bengkel Las Jln Elak ketidakeimbangan tertinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 14% dan pada malam hari sebesar 6% dengan daya trafo sebesar 25 kVA, pada trafo lokasi Bengkel Las Jln Elak ketidakeimbangan yang tinggi terjadi pada siang hari karena penggunaan barang listrik untuk kebutuhan bekerja dan kebutuhan sehari-hari maka arus yang dibutuhkan di setiap phasanya berbeda-beda, di fase R arus yang dibutuhkan 13 A, di fase S 15 A dan di fase T 10 A, ketidakeimbangan pada siang hari di fase $I_R = 1,02$ A, $I_S = 1,18$ A, dan $I_T = 0,87$ A,

dan malam hari ketidakseimbangan pada fasa $I_R = 1,04$ A, $I_S = 1,04$ A, dan $I_T = 0,99$ A.

Rugi-rugi daya pada lokasi Bengkel Las Jalan Elak pada siang hari sebesar 2,2% dan malam hari sebesar 4,19% dengan daya trafo 25 kVA, maka daya yang tidak terpakai pada siang hari sebesar 0,55 kVA dan malam hari sebesar 1,04 kVA karena arus netral yang mengalir pada siang sebesar 8 A dan malam 11 A, maka *losses* pada siang hari sebesar 0,47 kW dan pada malam hari 0,89 kW.

b. Lokasi PRM Mutiara Indah

Berikut adalah persentase hasil ketidakseimbangan dan rugi-rugi daya transformator pada lokasi PRM Mutiara Indah seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase ketidakseimbangan dan rugi-rugi daya pada lokasi Prm Mutiara Indah

Persentase (%) Ketidakseimbangan		Persentase (%) Rugi-rugi daya	
Siang	Malam	Siang	Malam
0,33	1,67	2,04	6,28

Pada lokasi Prm Mutiara Indah ketidakseimbangan yang tinggi terjadi di malam hari sebesar 1,67% dan pada siang hari sebesar 0,33% dengan daya trafo sebesar 200 kVA, pada lokasi Prm Mutiara Indah ketidakseimbangan yang besar terjadi pada malam hari karena di malam hari masyarakat banyak beraktivitas dirumah masing-masing pada lokasi tersebut arus yang di butuhkan di setiap fasa pada malam hari yaitu 177 A di fasa R, 173 A di fasa S, dan 159 A di fasa T 168, maka ketidakeimbangan pada siang hari di fasa $I_R = 1,00$ A, $I_S = 0,99$ A, dan $I_T = 1,00$ A, dan pada malam hari ketidakseimbangan pada fasa $I_R = 1,02$ A, $I_S = 1,00$ A, dan $I_T = 0,97$ A.

Pada lokasi Prm Mutiara Indah *losses* pada siang hari sebesar 2,04% dan malam hari 6,28% dengan daya trafo sebesar 200 kVA, maka daya yang tidak terpakai pada siang sebesar 4,08 kVA dan malam hari sebesar 12,56 kVA pada trafo ini arus yang mengalir ke netral pada malam sebesar 137 A dan siang sebesar 78 A, maka *losses* pada siang adalah 3,46 kW, dan malam hari sebesar 10,68 kW.

c. Lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu

Berikut adalah persentase hasil ketidakseimbangan dan rugi-rugi daya transformator pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu seperti yang terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase ketidakseimbangan dan rugi-rugi daya pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu

Persentase (%) Ketidakseimbangan		Persentase (%) Rugi-rugi daya	
Siang	Malam	Siang	Malam
1,1	3	1,4	0,42

Pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit ketidakseimbangan pada siang sebesar 1,1% dan malam hari sebesar 3% dengan daya trafo sebesar 800 kVA, pada lokasi ini ketidakseimbangan terbesar terjadi di malam hari karena hanya digunakan untuk pencahayaan saja maka arus yang dibutuhkan pada fasa R 225 A, di fasa S 242 A, dan di fasa T 228 A, maka ketidakseimbangan disiang hari pada fasa $I_R = 1,003$ A, $I_S = 0,98$ A, dan $I_T = 1,01$ A, dan ketidakseimbangan dimalam hari pada fasa $I_R = 0,97$ A, $I_S = 0,98$ A, dan $I_T = 1,01$ A.

Pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit *losses* pada siang hari sebesar 1,4% dan malam hari sebesar 0,42% daya trafo 800 kVA, maka arus yang tidak terpakai pada siang hari sebesar 11,2 kVA dan malam hari sebesar 3,36 kVA pada trafo ini arus yang mengalir ke netral pada siang sebesar 152 A dan malam sebesar 83 A, maka *losses* pada siang adalah 13,15 kW, dan malam hari sebesar 3,92 kW.

Dari penjelasan di atas terkait ketidakseimbangan dan rugi-rugi daya (*losses*) di sini terlihat bahwa ketidakseimbangan yang tinggi terjadi pada trafo lokasi Bengkel Las Jalan Elak dengan daya trafo sebesar 25 kVA, dan *losses* akibat arus netral terbesar terjadi di Lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu.

5. KESIMPULAN

Dari analisis data yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Presentase ketidakseimbangan beban pada lokasi Bengkel Las Jln Elak pada siang hari sebesar 14% dan pada malam hari ketidakseimbangan beban sebesar 6%, pada lokasi Prm Mutiara Indah ketidakseimbangan beban pada siang hari

- sebesar 0,33% dan pada malam hari sebesar 1,67%, dan pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit ketidakseimbangan pada siang hari sebesar 1,1% dan malam hari sebesar 3%.
2. Diperoleh dari analisis tingkat losses yang terjadi pada lokasi Bengkel Las Jln Elak malam hari 0,89 kW sedangkan pada siang hari sebesar 0,47 kW, dan pada lokasi Prm Mutiara Indah pada malam hari sebesar 10,68 kW dan siang hari sebesar 3,46 kW, dan pada lokasi Pabrik Kelapa Sawit Guha Ulheu pada siang hari sebesar 13,15 kW pada malam hari sebesar 3,92 kW.
 3. Ketidakseimbangan terjadi pada transformator distribusi disebabkan oleh ketidakmerataan pemakaian energi pada pembebanan oleh konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Kusuma, J. A. Prayogo, and C. Mufit, "Analisis Perawatan Berkala Trafo Distribusi 800 kVA pada Rumah Sakit X Kota Tangerang," *Elektrika*, vol. 15, no. 1, p. 45, 2023, doi: 10.26623/elektrika.v15i1.6478.
- [2] Tasdik Darmana and Miftahul Hair, "Analisis Pemerataan Beban Pada Transformator Dari Sisi Sekunder Terhadap Penyaluran Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Cengkareng," *J. Ilm. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2023, doi: 10.56127/juit.v2i2.785.
- [3] A. Chandra, "Studi Aliran Daya Pada Penyulang GH-06 PT . PLN (Persero) Rayon Lancang Garam Lhokseumawe," *Aceh J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–24, 2023.
- [4] A. Tanjung, "Analisis Sistem Pentanahan Transformator Distribusi Di Universitas Lancang Kuning Pekanbaru," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 292–299, 2015.
- [5] Maizuar, A. Said Jalalul, and A. Wirda, "Jurnal Teknologi Terapan & Sains 4.0," *Karakteristik Marshall Campuran AC-BC Menggunakan Ethyl. Vinyl Acetate Sebagai Asph. Modif.*, vol. 4, no. 1, pp. 891–902, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/tts/index>
- [6] F. Anwar, A. Trisanto, and Y. Raharjo, "Model Sistem Dual Energi dengan Pengendalian Beban Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," *J. Rekayasa Dan Teknol. Elektro*, vol. 7, pp. 86–97, 2013.
- [7] O. A. Mustaqim and M. Daud, "Prototipe Sistem Transfer Energi Listrik DC Nirkabel Menggunakan Tesla Coil untuk Beban Lampu LED," *J. Teknol. Terap. Sains 4.0*, vol. 4, no. 3, p. 153, 2023, doi: 10.29103/tts.v4i3.15101.
- [8] O. Zebua, E. Komalasari, S. Alam, and A. Aldiansyah, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Berbasis Internet of Things," *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 146–152, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2203.
- [9] Z. Z. Hidayani Nurul, Hasanuddin Iqbal, Hafid Abd, "Analisis Kualitas Minyak Transformator Pada PT PLN ULTG Panakkukang," *Kohesi J. Sain dan Teknol.*, vol. 01, no. 03, 2023.
- [10] K. Rohmat and M. Riyadi, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Updl Pandaan," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 4, pp. 186–192, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.4.186-192.
- [11] Z. Sya'roni and T. Rijanto, "Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Renda Analisis Ketidakseimbangan Bebanh," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [12] M. Patilima, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Losses dan Pembebanan Transformator Distribusi," *J. Electr.*, vol. 11, no. 01, pp. 20–28, 2022, doi: 10.37195/electrichsan.v11i01.85.
- [13] Muliadi, Syukri, T. M. Asyadi, and A. Salim, "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Penyulang Mibo Rayon Merduati," *Aceh J. Electr. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 7–12, 2022.
- [14] H. L. Latupeirissa, "Desa Hative Kecil," *J. Simetrik*, vol. 7, no. 2, p. 2017, 2017.
- [15] F. S. M. Soares and G. Budiono, "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Dt50 Di," *J. Ilm. Res. Student*, vol. 1, no. 3, pp. 455–461, 2022.