

## **ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFODISTRIBUSI MH 196 MENGGUNAKAN ETAP 19 DI ULP MEDAN HELVETIA**

**Bayu Darma Setiawan<sup>1</sup>, Humaira Salsabila Rusydi Pili<sup>2</sup>, Abdullah<sup>3</sup>**

Teknik Listrik<sup>1,2,3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

bayudarmasetiawan@students.polmed.id<sup>1</sup>, humairasalsabilaruysdipili@students.polmed.id<sup>2</sup>

abdullah@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Abstrak ini membahas analisis ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi dengan menggunakan software ETAP 19 untuk mendapatkan hasil dari perbandingan arus netral akibat dari ketidakseimbangan. Ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi dapat mengakibatkan beberapa masalah seperti penurunan kualitas tegangan, peningkatan rugi-rugi daya, dan kerusakan pada peralatan listrik. Dalam penelitian ini, data yang diperoleh dari trafo distribusi yang diambil pada 3 waktu, kemudian untuk dilakukan analisis dan pemerataan menggunakan 1 waktu dengan acuan nilai tertinggi persentasenya, seperti pada jurusan 1 sebesar 51,23% dan untuk jurusan 2 dengan nilai 57,66%, persentase ketidakseimbangan beban sangat mempengaruhi besarnya arus netral yang terjadi. Oleh karena itu, dilakukanlah analisis beban pada sistem distribusi tersebut menggunakan software ETAP 19 untuk mendapatkan informasi tentang ketidakseimbangan beban dan besaran arus netral pada trafo distribusi.

**Kata Kunci :** Ketidakseimbangan Beban, Trafo Distribusi, Software ETAP 19

### **PENDAHULUAN**

Seiring bertambahnya usia menuju kedewasaan, dan semakin berkembangnya zaman atau era modern, maka kita dituntut untuk mengikuti dan menciptakan sarana dan prasarana yang mendukung, seperti sistem distribusi tenaga listrik. Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu sistem yang sangat penting dan berpengaruh dalam penyediaan energi listrik untuk masyarakat. Sistem distribusi listrik terdiri dari berbagai komponen, salah satunya adalah gardu distribusi. Gardu distribusi memiliki peran dalam membagi dan mengalirkan energi listrik dari gardu induk ke pelanggan. Salah satu masalah yang sering terjadi pada gardu distribusi adalah ketidakseimbangan beban antara tiga fase. Ketidakseimbangan beban dapat menyebabkan perbedaan nilai arus dan tegangan pada setiap fase, yang dapat berdampak buruk pada kinerja sistem. Oleh karena itu, analisis perbaikan ketidakseimbangan beban pada gardu distribusi sangat penting seperti dengan cara pemerataan beban agar meningkatkan kinerja sistem, mengurangi kegagalan, dan meningkatkan kualitas daya.

Software ETAP 19 merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk melakukan analisis ketidakseimbangan beban pada gardu distribusi. Software ini memiliki kemampuan untuk membangun model gardu distribusi, melakukan simulasi, dan memberikan solusi untuk mengatasi ketidakseimbangan beban. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketidakseimbangan beban pada gardu distribusi dan membandingkan hasilnya dengan menggunakan software ETAP 19. Metode yang digunakan adalah studi kasus pada gardu distribusi di wilayah yang akan diteliti atau analisis. Data yang digunakan adalah data tegangan, impedansi, dan arus beban pada setiap fase dan terutama beban yang tidak seimbang, dikarenakan setiap fase nilainya pincang.

### **Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang penulis paparkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh ketidakseimbangan dan seberapa besar nilai arus penghantar netral pada kinerja trafo distribusi 160 KVA pada MH 196 di PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia ?
2. Bagaimana cara mensimulasikan ketidakseimbangan beban menggunakan software ETAP 19 yang terjadi pada trafo distribusi 160 KVA pada MH 196 di PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia ?

### Tujuan Laporan Akhir

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

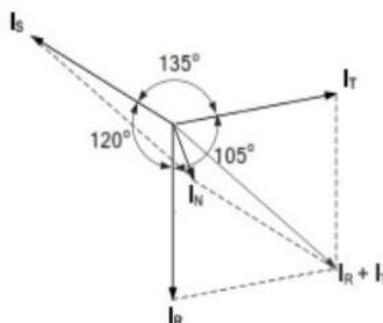
1. Mengetahui nilai persentasi dari setiap fasa yang beban pada trafo distribusinya tidak seimbang dan besar arus yang mengalir pada kawat netral karena adanya ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi 160 KVA pada MH 196 di PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia.
2. Mengetahui cara penggunaan software ETAP 19 dalam menganalisis ketidakseimbangan yang terjadi pada gardu distribusi 160 KVA pada MH 196 di PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia.

### TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan umumnya, sistem pembagian tenaga listrik dibagi atas tiga bagian utama, yaitu pembangkit, transmisi, dan distribusi. Untuk PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia termasuk salah satu bagian dari PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Sumatera Utara yang membawahi 10 Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) dimana PLN ULP Medan Helvetia dibawah Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Medan Utara. Unit Layanan Pelanggan Helvetia mendapat saluran listrik dari 3 Gardu Induk yaitu Gardu Induk Mabar, Gardu Induk Glugur dan Gardu Induk Paya Geli. Akan tetapi studi pemeliharaan ini terfokus pada satu penyulang dari Gardu Induk Glugur yaitu penyulang / feeder HVA 6 dan dilakukan pemeliharaan pada penyulang HVA 6 sebagai bahan yang akan di analisa.

### Ketidakseimbangan Beban

Menurut (Syarif Hidayat dkk, 2018), Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, fasa T) ini akan mengakibatkan banyak hal, seperti: kinerja trafo, arus mengalir pada kawat netral. Maka dari itu diperlukan suatu usaha untuk memaksimalkan gardu distribusi agar arus yang masuk dan mengalir dapat dimaksimalkan terpakai oleh pelanggan, untuk mencukupi kebutuhan tenaga listrik tersebut, maka terjadilah pembagian beban yang tidak merata dan efisien antar setiap fasanya. Hal ini biasanya terjadi karena pola penyambungan SR (Sambungan Rumah) pelanggan yang menggunakan pasokan 1 fasa, pada proses penyambungan kabel baru, atau pasang meter tidak memperhatikan kondisi beban phasadrop tegangan. Maka dari itu, apabila tidak diperbaiki akan mengakibatkan pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, akibatnya akan merusak gangguan penyediaan tenaga listrik.



Gambar 1. Diagram Vektor Ketidakseimbangan Beban  
Sumber : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

### Trafo Distribusi

Menurut (Rijono, 1997:5) adanya gaya magnet di ujung-ujung kumparan sekunder maka muncullah gaya gerak listrik induksi sekunder yang hampir sama, lebih tinggi ataupun lebih rendah dari gaya listrik primer. Daya listrik dipisahkan dari kumparan primer ke kumparan sekunder dengan penghubung garis gaya magnet yang digerakkan oleh aliran listrik yang mengalir melalui kumparan. Pada saat kumparan primer dialirkan ke sumber lilitan AC pada kumparan primer muncullah gaya gerak magnet yang bolak-balik, dengan adanya gaya magnet dekat kumparan primer akan membuat timbulnya aliran atau gaya magnet. Trafo distribusi merupakan perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari level transmisi (tinggi tegangan) menjadi level distribusi

(rendah tegangan), sehingga dapat didistribusikan kerumah-rumah dan bangunan-bangunan di sekitarnya. Ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi terjadi ketika beban listrik yang terhubung ke trafo distribusi tidak terdistribusi secara merata di antara tiga fasa atau kumparan trafo distribusi.

### Software ETAP 19

ETAP 19 adalah sebuah platform perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan, menganalisis, dan mengoptimalkan sistem tenaga listrik, fungsi utama software ETAP 19 dalam analisis ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi adalah menganalisis aliran daya dan mensimulasikan pembebanan.

### METODE PENELITIAN

Lokasi dalam penelitian ini berada pada gardu distribusi dengan kode MH 196 di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Medan Helvetia, Jl. Kemuning Raya, Helvetia, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara, 20124. Studi dilakukan selama 6 bulan pada saat pelaksanaan magang PMMB PLN 2022 yang dimulai pada 09 Agustus 2022 sampai dengan 31 Januari 2023, dengan dilakukannya pengambilan data, pengukuran beban trafo dan pemerataan. Untuk melaksanakan penelitian ketidakseimbangan beban dengan melakukan analisis dan perbandingan dengan menggunakan software ETAP 19 dilaksanakan pada Laboratorium Energi Listrik Politeknik Negeri Medan.

### Metode Pengumpulan Data

Metode yang di gunakan dalam pengumpulan data atau keterangan untuk mendapatkan hasil yang efisien menggunakan dua cara yaitu penelitian keperustakaan dan penelitian lapangan dengan menggunakan langkah langkah seperti observasi, dokumentasi, eksperimen dan analisis.

### Teknik Kuantitatif

Data yang telah dikumpulkan adalah hasil pengukuran dan perhitungan pada trafo distribusi MH 196 yang beban nya tidak seimbang, sehingga pada laporan tugas akhir ini menggunakan metode kuantitatif.

### Perhitungan Persentasi Ketidakseimbangan Beban

Untuk mengetahui seberapa besar persentasi ketidakseimbangan beban antar fasa, sebelumnya menghitung berapa besar arus beban rata-rata dari transformator distribusi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \quad (1)$$

Koefisien a, b, c dapat diperoleh jika nilai arus fasa (I) dan arus rata-rata dalam keadaan seimbang, sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$a = \frac{I_a}{I} \quad (2)$$

$$b = \frac{I_b}{I} \quad (3)$$

$$c = \frac{I_c}{I} \quad (4)$$

Dalam keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, c adalah 1. Maka untuk menghitung rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (UL) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$UL = \frac{|a-1| + |b-1| + |c-1|}{3} \times 100\% \quad (5)$$

### Perhitungan Arus Netral Akibat Ketidakseimbangan Beban

Arus listrik yang mengalir pada penghantar netral menjadi parameter dari beban tidak seimbang pada sistem tiga fasa. Arus tersebut adalah hasil penjumlahan dari arus setiap fasa dengan perbedaan sudut  $120^\circ$  dan sudut yang timbul oleh faktor daya beban. Untuk menghitung berapa besar arus pada penghantar netral dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_N = I_a + I_b + I_c \quad (6)$$

$$I_N = I_a + aI_b + a^2I_c \quad (7)$$

$$I_N = I_a + I_b (\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) + I_c (\cos 240^\circ + j \sin 240^\circ) \quad (8)$$

$$I_N = I_a + I_b (-0,5 + j0,866) + I_c (-0,5 - j0,866) \quad (9)$$

Menurut (Situmeang, 2020), keseimbangan beban yang terdapat di gardu distribusi tidak akan menjadi masalah jika pelanggannya menggunakan motor-motor listrik tiga fasa, tetapi keseimbangan beban tidak dapat dihindari sama sekali jika pelanggannya mayoritas adalah beban satu fasa.

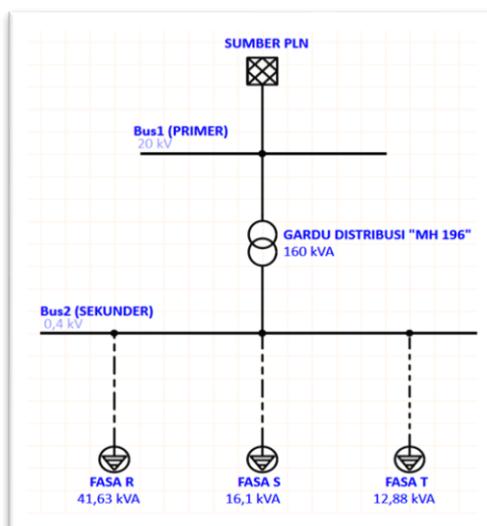
### Teknik Perbandingan Menggunakan Software

Analisis data pada penelitian ini menggunakan software ETAP 19 dengan mempelajari seluruh data yang tersedia dari berbagai sumber, yaitu observasi, studi literature dan membandingkan yang sudah direkap dalam catatan lapangan, dokumen pribadi dan sebagainya. Setelah semua data terkumpul selanjutnya membuat rancangan penelitian melalui beberapa tahapan. Rancangan penelitian yang telah dibuat sebelumnya, prosedur untuk tiap tahapan akan dipaparkan sebagai berikut :

1. Mendesign Single Line Diagram Gardu Distribusi yang akan di analisis, dengan menggunakan software ETAP 19
2. Memasukkan data pengukuran nilai arus setiap fasa pada trafo distribusi yang di lapangan ke software ETAP 19
3. Mensimulasikan software ETAP 19 untuk melakukan eksperimen ketidakseimbangan beban, pemerataan beban dan mencari arus netral.
4. Setelah itu membandingkan hasil atau nilai pengukuran di software dengan yang ada di lapangan.
5. Evaluasi efektivitas pemerataan beban menggunakan software ETAP 19.

### Model Gardu Distribusi MH 196 Menggunakan ETAP 19

Model atau tampilan gardu distribusi MH 196 yang telah dibuat berdasarkan single line diagram yang sudah tersedia, selanjutnya di simulasikan menggunakan program dari software ETAP 19, yang dapat menghitung atau membantu mencari nilai penghantar netral pada beban tidak seimbang yang terdapat pada gardu distribusi yang akan di teliti. Berikut dibawah ini hasil pemodelan atau single line diagram gardu distribusi MH 196 menggunakan software ETAP 19 :



Gambar 2. Single line diagram  
Sumber : Penulis, 2023

### Pengukuran Beban Transformator MH 196 Sebelum Pemerataan

Pengukuran arus listrik pada hari pertama dilaksanakan pada bulan Juni 2023. Pengukuran tersebut menggunakan alat ukur tang ampere dengan merek KYORITSU dengan kapasitas 1000 A. berikut dibawah ini data pengukuran sebelum pemerataan beban pada Gardu Distribusi MH 196.

**Tabel 1. Pengukuran Beban Transformator MH 196 S**

JAM	FASA	ARUS (OUTGOING) J 1	ARUS (OUTGOING) J 2
09.00	R	181 A	69 A
	S	70 A	34 A
	T	56 A	8 A
	In	125 A	57 A
11.00	R	150 A	62 A
	S	92 A	29 A
	T	59 A	16 A
	In	82 A	44 A
15.00	R	156 A	70 A
	S	91 A	38 A
	T	64 A	12 A
	In	85 A	52 A



Gambar 3. Pengukuran Sebelum Pemerataan Beban  
Sumber : Penulis, 2023

Pada gambar 3, pengukuran beban transformator MH 196 sebelum pemerataan beban dilakukan pada Waktu Beban Puncak (WBP) di pukul 09.00 WIB

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator MH 196

Berikut dibawah ini merupakan rumus untuk mencari seberapa besar beban yang bisa tampung oleh trafo distribusi, dan menyesuaikan dengan kapasitasnya :

Daya transformator = 160 Kva

Tegangan Line transformator = 400 volt

Arus beban penuh transformator distribusi MH 196 dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$IFL = \frac{S}{\sqrt{3} \times VL}$$

$$IFL = \frac{160.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V}}$$

**IFL = 230,941 A** (IFL Merupakan singkatan dari "Full Load Current" atau "Arus Beban Penuh".

Jadi arus beban yang bisa ditampung oleh trafo dengan kapasitas 160 Kva adalah 230,941 A)

### Data Hasil Perhitungan Persentasi Ketidakseimbangan Beban

#### 1) Perhitungan Dari Tabel 1 (Jurusan 1, Pukul 09.00 WIB)

Berikut dibawah ini akan di jelaskan secara teori, sesuai dengan rumus atau perhitungan untuk mencari seberapa besar arus beban rata” dan persentasi ketidakseimbangan pada beban tersebut. Berdasarkan pembacaan alat ukur pada Tabel 1, untuk simbol (I) adalah arus, maka arus yang diperoleh dari Ia, Ib, dan Ic adalah :

$$I_a = 181 \text{ A}$$

$$I_b = 70 \text{ A}$$

$$I_c = 56 \text{ A}$$

Untuk menghitung nilai arus beban rata-rata dari transformator distribusi dapat menggunakan persamaan (1), yaitu:

- $I = \frac{Ia+Ib+Ic}{3}$
- $I = \frac{(181+70+56)}{3}$
- $I = 102,333$  A (nilai arus beban rata-rata adalah 102,333 A)

Dari hasil perhitungan arus rata-rata diatas, Selanjutnya, dimana besar arus rata-rata sama dengan besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang, maka nilai koefisien a, b, dan c didapatkan melalui persamaan (2), (3), dan (4), yaitu:

- $a = \frac{Ia}{I} = \frac{181}{102,333} = 1,768$
- $b = \frac{Ib}{I} = \frac{70}{102,333} = 0,684$
- $c = \frac{Ic}{I} = \frac{56}{102,333} = 0,547$

Dalam keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Maka untuk menghitung rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (UL) menggunakan persamaan (5), yaitu:

- $UL = \frac{[a-1]+[b-1]+[c-1]}{3} \times 100\%$
- $UL = \frac{[1,768-1]+[0,684-1]+[0,547-1]}{3} \times 100\%$
- $UL = \frac{(0,768 + 0,316 + 0,453)}{3} \times 100\%$
- **UL = 51,23%**

(Persentasi ketidakseimbangan beban di pukul 09.00 WIB sebesar 51,23 %, sementara itu sesuai dengan SOP PLN UP3 Medan Utara, untuk nilai maksimal persentasi keseimbangan beban adalah sekitar 25%, maka dari itu persentasinya dikatakan tidak sesuai standar).

## 2) Perhitungan Dari Tabel 3.1 (Jurusan 2, pukul 09.00 WIB)

Berikut dibawah ini akan di jelaskan secara teori, sesuai dengan rumus atau perhitungan untuk mencari seberapa besar arus beban rata-rata dan persentasi ketidakseimbangan pada beban tersebut. Berdasarkan pembacaan alat ukur pada Tabel 3.1, untuk simbol (I) adalah arus, maka arus yang diperoleh dari Ia, Ib, dan Ic adalah :

- Ia = 69 A
- Ib = 34 A
- Ic = 8 A

Untuk menghitung nilai arus beban rata-rata dari transformator distribusi dapat menggunakan persamaan (1), yaitu:

- $I = \frac{Ia+Ib+Ic}{3}$
- $I = \frac{(69+34+8)}{3}$
- $I = 37$  A (nilai arus beban rata-rata adalah 37 A).

Dari hasil perhitungan arus rata-rata diatas, Selanjutnya, dimana besar arus rata-rata sama dengan besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang, maka nilai koefisien a, b, dan c didapatkan melalui persamaan (2), (3), dan (4), yaitu:

- $a = \frac{Ia}{I} = \frac{69}{37} = 1,864$
- $b = \frac{Ib}{I} = \frac{34}{37} = 0,918$
- $c = \frac{Ic}{I} = \frac{8}{37} = 0,216$

Dalam keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Maka untuk menghitung rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (UL) menggunakan persamaan (5), yaitu:

- $UL = \frac{[a-1]+[b-1]+[c-1]}{3} \times 100\%$
- $UL = \frac{[1,864-1]+[0,918-1]+[0,216-1]}{3} \times 100\%$
- $UL = \frac{(0,864 + 0,082 + 0,784)}{3} \times 100\%$
- $UL = 57,66\%$

(Persentasi ketidakseimbangan beban di pukul 11.00 WIB sebesar 57,66 %, sementara itu sesuai dengan SOP PLN UP3 Medan Utara, untuk nilai maksimal persentasi keseimbangan beban adalah sekitar 25%, maka dari itu persentasinya dikatakan tidak sesuai standar).

### Perhitungan Arus Netral Sebelum Pemerataan Beban

#### 1) Perhitungan Dari Tabel 3.1 (Jurusan 1, Pukul 09.00 WIB)

Berikut dibawah ini akan di jelaskan secara teori, sesuai dengan rumus atau perhitungan untuk mencari seberapa besar nilai arus penghantar netral atau disebut juga dengan (IN), dengan berdasarkan pembacaan alat ukur pada Tabel 3.1. Untuk perhitungan arus pada penghantar netral, menggunakan persamaan (6),(7), (8), dan (9), yaitu:

$$IN=Ia+Ib+Ic$$

$$IN=Ia+aIb+a^2 Ic$$

$$IN= Ia + Ib (\cos 120^\circ + J\sin 120^\circ) + Ic (\cos 240^\circ + J\sin 240^\circ)$$

$$IN= 181 + 70 (-0,5 + J0,866) + 56 (-0,5- J0,866)$$

$$IN= 181-35+ J60,62-28- J48,49$$

$$IN= 118+J12,13 \text{ A}$$

$$IN=118,62 \text{ A}$$

(nilai perhitungan untuk mencari penghantar arus netral di pukul 09.00 WIB sebesar 118,62 A, tetapi sesuai dengan SOP PLN UP3 Medan Utara, untuk nilai maksimal arus netral adalah sekitar 10 A, maka dari itu arus netralnya dikatakan tidak sesuai standar).

#### 2) Perhitungan Dari Tabel 3.1 (Jurusan 2, Pukul 09.00 WIB)

Berikut dibawah ini akan di jelaskan secara teori, sesuai dengan rumus atau perhitungan untuk mencari seberapa besar nilai arus penghantar netral atau disebut juga dengan (IN), dengan berdasarkan pembacaan alat ukur pada Tabel 3.1. Untuk perhitungan arus pada penghantar netral, menggunakan persamaan (6),(7), (8), dan (9), yaitu:

$$IN=Ia+Ib+Ic$$

$$IN=Ia+aIb+a^2 Ic$$

$$IN= Ia + Ib (\cos 120^\circ + J\sin 120^\circ) + Ic (\cos 240^\circ + J\sin 240^\circ)$$

$$IN= 69 +34 (-0,5 + J0,866) + 8 (-0,5- J0,866)$$

$$IN= 69-17+ J29,444-4- J6,928$$

$$IN= 48+J22,156 \text{ A}$$

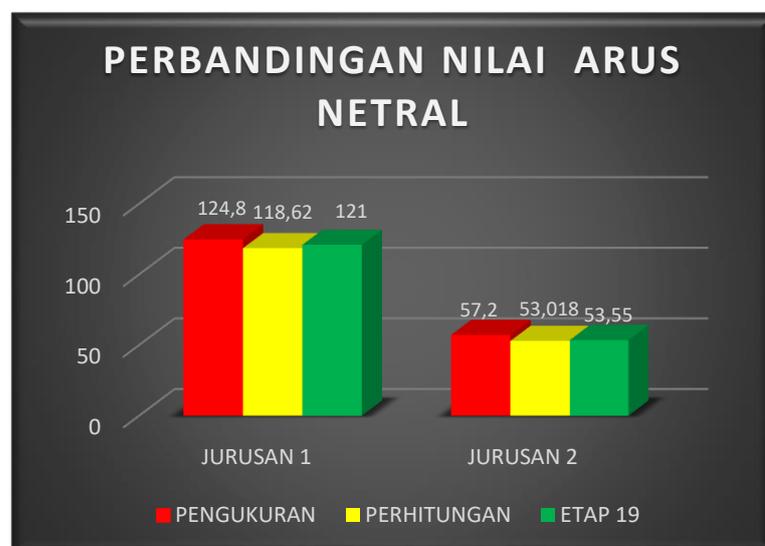
$$IN=53,018 \text{ A}$$

(nilai perhitungan untuk mencari penghantar arus netral di pukul 09.00 WIB sebesar 53,018 A, tetapi sesuai dengan SOP PLN UP3 Medan Utara, untuk nilai maksimal arus netral adalah sekitar 10 A, maka dari itu arus netralnya dikatakan tidak sesuai standar).

**Tabel 2. Data Keseluruhan**

JAM	FASA	ARUS (OUTGOING) J 1	ARUS (OUTGOING) J 2
09.00	R	181 A	69 A
	S	70 A	34 A
	T	56 A	8 A
	IN Pengukuran	125 A	57 A
	IN Perhitungan	118,62 A	53,018 A
	IN Simulasi	121 A	53,3 A
	%	51,23 %	57,66 %

### Grafik Perbandingan



Gambar 4. Grafik Perbandingan  
Sumber : Penulis

### Hasil Simulasi Ketidakseimbangan Beban Menggunakan Software ETAP 19

**Tabel 2. Data Hasil Simulasi (ETAP 19)**

**DATA DOKUMENTASI HASIL SIMULASI BEBAN**

KETERANGAN	SINGLE LINE DIAGRAM	HASIL																																																																						
JURUSAN 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Load Flow</th> <th>XFMR</th> </tr> <tr> <th>Phase</th> <th>MW</th> <th>Mvar</th> <th>Amp</th> <th>Ang.</th> <th>% PF</th> <th>% Tap</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0.025</td> <td>0.017</td> <td>2.6</td> <td>-33.6</td> <td>83.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0.014</td> <td>0.006</td> <td>1.3</td> <td>-142.3</td> <td>92.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0.029</td> <td>0.001</td> <td>2.5</td> <td>117.9</td> <td>99.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>-0.039</td> <td>-0.013</td> <td>183.4</td> <td>130.7</td> <td>95.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>-0.015</td> <td>-0.005</td> <td>70.2</td> <td>11.4</td> <td>95.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>-0.012</td> <td>-0.004</td> <td>56.1</td> <td>-108.5</td> <td>95.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td>121.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Load Flow						XFMR	Phase	MW	Mvar	Amp	Ang.	% PF	% Tap	A	0.025	0.017	2.6	-33.6	83.3		B	0.014	0.006	1.3	-142.3	92.5		C	0.029	0.001	2.5	117.9	99.9		N			0.0				A	-0.039	-0.013	183.4	130.7	95.0		B	-0.015	-0.005	70.2	11.4	95.0		C	-0.012	-0.004	56.1	-108.5	95.0		N			121.0			
		Load Flow						XFMR																																																																
Phase	MW	Mvar	Amp	Ang.	% PF	% Tap																																																																		
A	0.025	0.017	2.6	-33.6	83.3																																																																			
B	0.014	0.006	1.3	-142.3	92.5																																																																			
C	0.029	0.001	2.5	117.9	99.9																																																																			
N			0.0																																																																					
A	-0.039	-0.013	183.4	130.7	95.0																																																																			
B	-0.015	-0.005	70.2	11.4	95.0																																																																			
C	-0.012	-0.004	56.1	-108.5	95.0																																																																			
N			121.0																																																																					

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dikemukakan pada bab sebelumnya, maka dapat diberikan kesimpulan Persentasi ketidakseimbangan beban pada gardu distribusi MH 196 tertinggi disetiap jurusannya terjadi pada pukul 09.00 WIB. Untuk jurusan 1 dengan nilai 51,23% dan untuk jurusan 2 dengan nilai 57,66%. Nilai pada penghantar arus netral di gardu distribusi MH 196 terbesar juga terjadi pada pukul 09.00 WIB disetiap jurusannya. Untuk jurusan 1 dengan nilai 118,81 A dan untuk jurusan 2 sebesar 53,018 A.

### SARAN

Pentingnya memberikan pengarahan berupa SOP kepada pekerja seperti mengetahui data pelanggan/beban per fasa sebelumnya (sambungan lama) dan melakukan pengukuran beban terlebih dahulu agar sambungan baru (khususnya pelanggan satu fasa) disambungkan pada fasa yang memiliki beban yang kecil dalam melaksanakan pemasangan meteran baru, melakukan pemeliharaan, perawatan, pemantauan secara rutin dan mengupdate hasil pengukuran di SIGD (Sistem Informasi Gardu Distribusi) agar mengetahui perkembangan beban transformator sehingga keseimbangan beban dapat lebih terjaga dan untuk memastikan kinerjanya tetap optimal, terhadap

ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi MH 196 dan mengambil tindakan korektif jika terdapat ketidakseimbangan yang signifikan

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada karyawan PT PLN (Persero) ULP Medan Helvetia, pemakalah, ketua penyunting yang telah memberikan sumbangsih terhadap artikel yang masuk ke dewan redaksi dan Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) atau Panitia Program Hibah Karya Ilmiah Mahasiswa (HAKIM) yang telah mendanai penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Keputusan Direksi PT. PLN (Persero). 2010. Buku 2 Standar Konstruksi Jaringan Sambungan Tenaga Listrik. Jakarta : PT.PLN (Persero)
- Keputusan Direksi PT. PLN (Persero). 2010. Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi Dan Gardu Hubung Tenaga Listrik. Jakarta : PT.PLN (Persero)
- Keputusan Direksi PT. PLN (Persero). 2010. Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Jakarta : PT.PLN (Persero)
- Zainal ,S. (2019). Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah. Indonesia
- Sogen, M. D. (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi di PT PLN (Persero) Area Sorong. Jurnal Electro Luceat, IV, 1-10.
- Situmeang, M. (2020). Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral pada Trafo Distribusi 700 KVA di PT Prima Multi Terminal Pelabuhan Kuala Tanjung Multipurpose Terminal. Medan.
- Syarif Hidayat, dkk. (2018). Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah gardu Distribusi Cd 33 Penyulang Sawah di PT PLN (Persero) Area Bintaro.
- Faisal Irsan Pasaribu, dkk. (2021). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi 200 KVA. Medan.
- Badaruddin.(2012). “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator DistribusiProyek Rusunawi Gading Icon” Jurnal Teknik Elektro (JTE).