

# ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI UNIT LAYANAN PELANGGAN (ULP) MEDAN BARU

Oleh:

Mycael Gading Muda Hutagalung<sup>1)</sup>

Parlindungan Sitohang<sup>2)</sup>

Janter Napitupulu<sup>3)</sup>

Antonius M Simamora<sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung<sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail :

[mycael.hutagalung02@gmail.com](mailto:mycael.hutagalung02@gmail.com)<sup>1)</sup>

[tohangson\\_8@yahoo.co.id](mailto:tohangson_8@yahoo.co.id)<sup>2)</sup>

[Janapitupulu96@gmail.com](mailto:Janapitupulu96@gmail.com)<sup>3)</sup>

[antonius2simamora@gmail.com](mailto:antonius2simamora@gmail.com)<sup>4)</sup>

## ABSTARCT

All electric current distribution systems will experience a load imbalance. This imbalance occurs in an electric power distribution system that uses a low-voltage electricity network. This is caused by the time when the electrical load is not turned on simultaneously by electricity users. The load imbalance is at each phase (R), (S,T) will make electricity flow in the neutral conductor of the transformer. The electricity that flows in the neutral conductor of this transformer causes losses (losses) which will make PLN lose as an electric power divider. In research, it can be said that the greater the phase imbalance ( r, s, t) then there will be a large current that will flow in the neutral cable of the transformer so that the losses in the transformer will increase.

**Keywords:** *Effect Of Load Imbalance On Distribution Transformer*

## ABSTRAK

Semua system penyalur arus listrik akan mengalami ketidakseimbangan beban .ketidakseimbangan ini terjadi dalam system distribusi tenaga listrik yang memakai jaringan listrik tegangan rendah .ini dikibatkan oleh karna waktu penghidupan beban listrik yang tidak serentak oleh pengguna listrik.ketidaksimbangan beban tersebut pada setiap pahase (R,S,T) akan membuat listrik mengalir di penghantarnetrals trafo.Listrik yang mengalir tersebut dipenghantar netral trafo ini menyebabkan rugi-rugi (losses) yang akan membuat rugi PLN sebagai pembagi tenaga listrik.dalam penelitian,bisa dikatakan jika semakin besar ketidakseimbangan fasa (r,s,t) maka akan besar arus yang akan mengalir di kabel netral trafo sehingga rugi rugi (Losses) DI trafo akan meningkatkan.

**Kata Kunci:** *Pengaruh Ketidak Seimbangan Beban Pada Transformator Distribusi*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Arus listrik di jaman sekarang ialah salah 1 kebutuhan yang sangat diperlukan.dengan begitu berlimpahnya pengembangan teknologi yang memakai arus listrik maka secara tidak sengaja orang menjadi sangat

bergantungan dengan tenaga listrik . gardu distribusi ialah alat untuk menyalurkan arus listrik dari PLN ke konsumen.Lewat tegangan primer 20 KiloVolt dan diubah di transformator menjadi tegangan sekunder 400volt(antar fashe)atau juga 220volt(fasaneutral).kejadian arus netral sekunder di transformator distribusi udah sangat sering

sekali terjadi , arus netral ini ada karna adanya ketidakseimbangan beban yang bisa membuat rugi rugi(losses), oleh karna itu adalah dibuat analisa pengaruh beban terhadap arus netral di trafo distribusi di PT.PLN(PERSERO)UNIT LAYANAN PELANGGAN MEDAN BARU.

## 1.2 Rumusan masalah

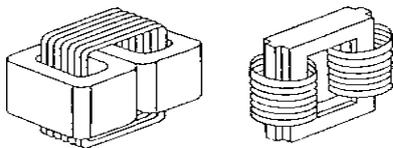
Pada rumusan masalah ini saya akan menjelaskan apa saja masalah yang di bahas dalam skripsi ini:

1. Bagaimana persentasenya pembebanan trafo distribusi pada unit layanan pelanggan Medan Baru?
2. Bagaimana ketidak seimbangan beban trafo distribusi terhadap arus netral?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang saya lakukan adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil persentase pembebanan trafo distribusi di ULP Medan Baru.



2. Untuk menentukan ketidakseimbangan beban trafo distrfibusi terhadap arus netral.

## 1.4 Batasan masalah

Di batasan masalah ini permasalahan yang di bahas didalam skripsi ini dibatasi di pengukuran pembebanan pada trafo , ketidak seimbangan beban analisa pengaruh ketidak seimbangan beban terhadap trafo.

## Keterangan ketidakseimbangan beban pada trafo :

Ketidak seimbangan beban ialah keadaan yang terjadi jika semua atau salah satu fasa di trafo terjadi perbedaan , perbedaan seperti ini bias diliat dari besarnya vector arus atau tegangan dan sudut dari asing-masing fasa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Transformator

Transformator ialah sebuah alat listrik elektromagnetik statis yang fungsinya memindahkan , mengubah daya listrik dari suatu rangkaian listril ke rangkaian rangkaian listrik lainnya , dengan frekuensi yang serupa , memlalui gendengan magedn berdasarkan prinsip induksi elekktromagnetik. trafo berbentuk kumparan dari kawaat yang dililitkan pada suatu inti besi. Terdapat 2 jenis kumparan, primer dan sekunder . Kumparan primer ialah lilitan pada satu inti besi dan menjadi tempat masuknya arus listrik. Sedangkan sekunder merupakan lilitan sisi lainnya dari inti besi dan jadi tempat keluarnya arus listrik. Menurut letak lilitan terhadap inti , trafo terbagi 2 bagian kontruksi, yang pertama inti (core type) dan yang ke 2 cangkang (shell type). keduanya mmemakai inti berlaminasi yang terisolasi 1 dengan yang lainnya dengan tujuan biar meminimalisir losses eddy current..

Gambar 2.1 Transformator tipe inti dan tipe cangkang

(Sumber: Teori Transformator, Pusdiklat PLN)

### 2.2. Prinsip kerja trafo

Trafo terbagi atas 2 buah kumparan yaitu primer dan sekunder yang bersifat induktif, yang terbagi secara elektris namun berkaitan secatra magnedtis dengan jalur

yang mempunyai reluktansi (*reluctance*) minim. jika lilitan primer disambungkan dengan asal arus bolak balik, maka fluks bolak balik menjadi muncul di inti yang dilaminasi, karena kumparan itu berbentuk jaringan tertutup dan mengalir arus primer.

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{-N_1 \frac{d\Phi}{dt}}{-N_2 \frac{d\Phi}{dt}}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

### 2.3 jenis trafo

#### a. Perbedaan trafo 1 fasa dan 3 fasa

satu fasa ialah jaringan listrik yang memakai dua kawat penyalur yang kesatu sebagai kawat netral (N). Pada dasarnya arus satu fasa bertegangan 220-240 V yang dipakai kebanyakan manusia. Listrik tiga phase ialah arus AC yang memakai tiga kawat penghantar yang memiliki tegangan di masing masing fasanya sama, dan berbeda di sudut curvenya sebesar 120 derajat.

#### b. Trafo Menurut Pasangan Kumpar

Transformator bisa dibagi menjadi berdasarkan pasangan kumparan atau lilitan yaitu:

- Trafo 1 belitan .
- Trafo 2 belitan.
- Trafo 3 belitan.

#### c. Trafo Menurut Fungsinya

Berdasarkan fungsinya trafo dibagi menjadi beberapa:

- Trafo daya
- Trafo distribusi
- Trafo pengukuran
- Trafo elektronik

### 2.4 Komponen trafo

#### a. Kumparan

Transformator terdiri dari 2 buah lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder yang mana pada salah satu lilitan di transformator diberi arus AC maka banyak garis gaya magnet berbeda beda.

#### b. Inti Trafo

Inti trafo terbagi menjadi 2 tipe inti (core type) dan juga tipe cangkang (shell type)

#### c. Minyak Trafo

Di bagian trafo minyak sangat memegang peranan penting di sistem pendingin transformator untuk mengurangi panas karena rugi-rugi daya transformator dan juga sistem isolasi.

#### d. Bushing Transformator

Pada kepentingan keamanan, konduktor bertegangan di lewatkan menerobos bidang yang dibumikan melalui lubang terbuka yang diciptakan sekecil mungkin dan memerlukan pengikat yaitu bushing.

#### e. Tipe Pendingin Transformator

Pengoperasian trafo distribusi tidak terlepas dari rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya ini terkonsentrasi di wujud panas. Panas ditimbulkan dari komponen inti, lilitan,

terminang bushing ,minyak trafo dan tengki trafo.

### 3. METODE PENELITIAN

#### a. Jenis penelitian

Penelitian tentang “Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Diunit Layanan Pelanggan Medan Baru”, penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif.

#### b. Waktu Penelitian

##### 1. WAKTU

Penelitian dilaksanakan di bulan agustus 2020

##### 2. Lokasi dan Tempat

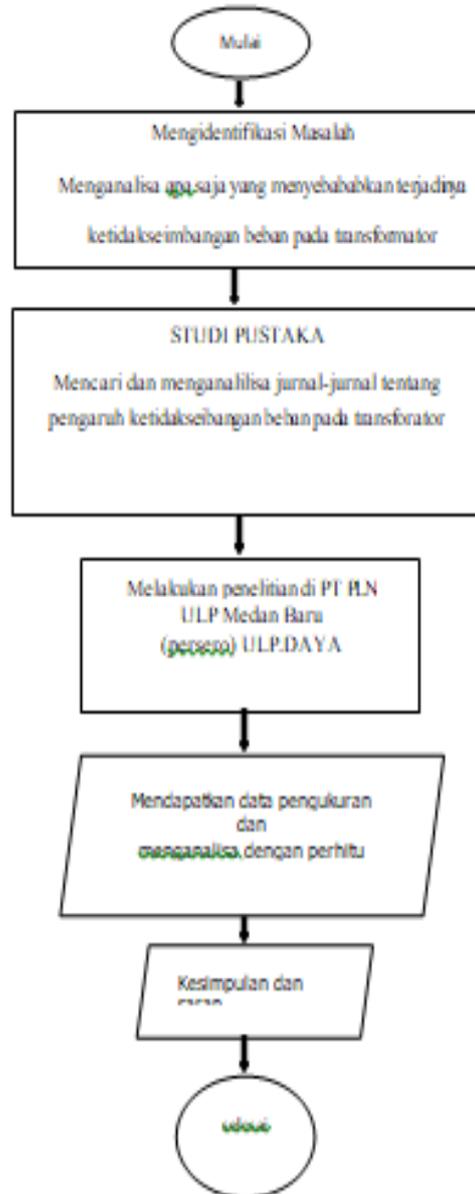
Berikut adalah alamat di laksanakan penelitian:

1. Lokasi : ULP Medan Baru

2. Tempat :Jalan.seibatu gingging,kecamatan Medan Baru.Kota Medan,SUMUT.

#### c. Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu saya akan membuat beberapa tahapan untuk menunjang proses terjadinya penelitian, Berikut adalah langkah yang dilakukan saat penelitian sb:



#### d. Studi Literatur

Studi literature merupakan pengumpulan data data dari buku buku,jurnal-jurnal dan dari irnetnet yang berhubungan dengan skripsi saya ini yaitu tentang pengaruh ketidak seimbangan beban di trafo distribusi yang dibahas dalam BAB 2.

#### e. Pengumpulan Data

Pengumpulan data di skripsi ini saya melaksanakan pengambilan data di ULP Medan Baru.Data yang saya

peroleh dengan cara mengikuti cara prosedur yang ada dalam aturan PLN ULP Medan Baru.

#### f. Analisis Data

Analisis data saya lakukan setelah melakukan serangkaian penelitian di ULP Medan Baru. data yang di dapat dibuat kebentuk matematis dan di analisa memakai persamaan yang sudah ada.

#### g. Hasil

Hasil yang saya peroleh ialah penuntasan masalah yang ada di penelitian ini. Hasil penelitian tersebut merupakan inti yang mengatakan trafo distribusi di ULP medan baru Dalam kadaan seimbang atau tidaknya.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. ANALISIS

Data trafo :

Merek tarfo : Trafindo

Daya : 200KVA

Cos  $\phi$  : 0,85

Tabel 4.1 Pengukuran Trafo

Pengukuran siang hari		Pengukuran malam hari	
Arus fasa R	: 165 A	Arus fasa R	: 200 A
Arus fasa S	: 241 A	Arus fasa S	: 285 A
Arus fasa T	: 100 A	Arus fasa T	: 140 A
Arus fasa N	: 131 A	Arus fasa N	: 140 A
Tegangan fasa RS	: 400 V	Tegangan fasa RS	: 406 V
Tegangan fasa RT	: 400 V	Tegangan fasa RT	: 406 V
Tegangan fasa ST	: 400 V	Tegangan fasa ST	: 406 V

#### b. Analisa beban puncak

Didalam analisi beban ini perlu diketahui arus beban penuh dengan memakai :

$$I_F = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

persamaan:

$$I_F = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{200.000}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{200000}{692.82} = 288,67 \text{ A}$$

$$I \text{ rata rata siang} = \frac{IR + IT + IS}{3}$$

$$= \frac{165 + 100 + 241}{3}$$

$$= 168,666 \text{ A}$$

$$I \text{ rata rata malam} = \frac{IR + IT + IS}{3}$$

$$= \frac{200 + 140 + 285}{3}$$

$$= 208,333 \text{ A}$$

▪Beban pada siang hari

$$= \frac{I \text{ rata rata siang}}{I_F} \times 100\%$$

$$= \frac{168,666}{288,67} \times 100\% = 58,42\%$$

▪Beban di malam hari

$$= \frac{I \text{ rata rata malam}}{I_F} \times 100\%$$

$$= \frac{208,333}{288,67} \times 100\%$$

$$= 72,169\%$$

#### c. Analisis ketidak seimbangan beban

▪Ketidakseimbangan beban siang hari

$$a. \frac{IR}{I \text{ rata rata}} = \frac{165}{168,666} = 0,97$$

$$b. \frac{IS}{I \text{ rata rata}} = \frac{241}{168,666} = 1,42$$

$$c. \frac{IT}{I \text{ rata rata}} = \frac{100}{168,666} = 0,59$$

Rata rata ketidakseimbangan

$$= \frac{a + b + c}{3} = \frac{0,97 + 1,24 + 0,59}{3} = 0,99$$

Persentase ketidak seimbangan beban

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

$$UL = \frac{(0,97-1)+(1,42-1)+(0,59-1)}{3} \times$$

100%

=28,66%

▪Ketidakseimbangan beban pada malam hari

$$a. \frac{IR}{I \text{ rata rata}} = \frac{200}{208,333} = 0,96$$

$$b. \frac{IS}{I \text{ rata rata}} = \frac{285}{208,333} = 1,36$$

$$c. \frac{IT}{I \text{ rata rata}} = \frac{140}{208,333} = 0,67$$

Rata-rata ketidakseimbangan

$$= \frac{a + b + c}{3} = \frac{0,96 + 1,36 + 0,67}{3} = 0,996$$

Persentaseketidakseimbang beban ialah

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

$$UL = \frac{(0,96-1)+(1,36-1)+(0,67-1)}{3} \times 100\%=24,33\%$$

**d. Analisis rugi rugi daya**

▪Pada siang hari

$$PN=IN^2.RN$$

$$=131^2.0,433$$

$$=7430,731 \text{ watt}$$

$$=7,430 \text{ KW}$$

Daya aktif trafo

$$P=S \cos \varphi$$

$$=200.0,85$$

$$=170$$

Persentase rugi tegangan

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

$$= \frac{7,430}{170} \times 100\%$$

$$=4,37\%$$

▪Pada malam hari

$$PN=IN^2.RN$$

$$=140^2.0,433$$

$$=8486,8 \text{ watt}$$

$$=8,486\text{KW}$$

Jadi persentase rugi tegangan

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

$$= \frac{8,486}{170} \times 100\%$$

$$=4,99\%$$

### e.analisis efisiensi

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

▪ Di siang hari

$$P_{out} = (a+b+c)V.I.\cos \varphi$$

$$= (0,97+1,42+0,59)400.168,666.0,85$$

$$=170892,39\text{watt}$$

$$=170,89 \text{ KW}$$

Jadi efisiensi di siang hari ialah:

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$$N = \frac{170,89}{P_{out} + \text{Rugi daya}} \times 100$$

$$N = \frac{170,89}{170,89+7,430} \times 100$$

$$N=95,8\%$$

▪ Pada malam hari

$$P_{out} = (a+b+c)V.I.\cos \varphi$$

$$= (0,96+1,36+0,67)400.208,33.0,85$$

$$=214.965,10\text{watt}$$

$$=214,965 \text{ KiloWatt}$$

Efisiensi di malam hari ialah:

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$$N = \frac{214,965}{P_{out} + \text{Rugi daya}} \times 100$$

$$N = \frac{214,965}{214,965+8,486} \times 100$$

$$N=96,20\%$$

## 5. SIMPULAN

### a. Simpulan

1.Transformator distribusi yang ada di medan baru terkhusus di ULP Medan Baru dalam keadaan yang tidak seimbang arus yang mengalir di masing masing fasa yang berbeda,dan beban puncak terjadi di malam hari dimana persentase beban ialah 72,169%

2.Ketidak seimbangan beban sangat besar terjadi pada malam, yang mana jika semakin besar ketidak seimbangan beban maka semakin besar juga persentase ketidak seimbangan beban di malam hari ialah 0,996.

### b. Saran

Dan ada juga beberapa saran untuk penelitian ini ialah kami harapkan di dalam pembangunan atau perencanaan pembangunan trafo distribusi harus memperhatikan pemasangan beban di

keadaan seimbang arus yang mengalir di kabel netral transformator semakin kecil dan begitu juga sebaliknya jika ketidak seimbangan pada beban semakin besar akan semakin besar juga arus yang mengalir di netral transformator yang akan membuat semakin besar juga rugi daya.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Moelyono, Non, 1991. System distribusi tenaga, Surabaya : Institute Teknologi Surabaya..
- Sudaryatno, Sudirham, 2002. Analisis Rangkaian Listrik, Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Sulasno, 1991. teknik tenaga listrik, Semarang : Satiya Wacana.
- Zuhal, 1991. dasar tenaga listrik, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Abdul, Kadir, 1989. Transformator, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Sirait, Bonar, 2004. Diktat kuliah sistem distribusi tenaga listrik, Pontianak.