

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN  
TERHADAP ARUS NETRAL DAN *LOSSES* PADA  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN ULP  
INDRALAYA**



**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program Strata-1  
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Palembang

Oleh :

M. RANDI

132016052

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2020**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP**  
**ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20**  
**KV DI PT. PLN ULP INDRALAYA**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan penguji  
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
M. RANDI

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc  
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Ir. Eliza, M.T  
NIDN. 0209026201

Pembimbing 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T  
NIDN. 0228098702

Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. K. Ahmad Roni, M.T  
NIDN. 0227077004

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN. 0218017202

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 24 Agustus 2020

Yang Membuat Pernyataan



  
M. RANDI

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

Tetaplah berusaha dan berdoa karena hidup adalah perjuangan

### **PERSEMBAHAN**

1. ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Ibrahim dan Ibu Yunita yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang.
3. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc dan Pembimbing II Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng yang telah membimbing penulisan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Teman-teman satu angkatan 2016 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
6. Adikku yang kusayangi aldi sinta dan bayu.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah wasyukurilah, puji syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tetap selalu dilimpahkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikut-Nya hingga akhir zaman.

Adapun judul skripsi yang di tulis adalah “ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN ULP INDRALAYA”. Penyusunan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Strata-1 atau Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-bearnya kepada :

1. Ibu Wiwin A.Oktaviani, S.T.,M.Sc selaku pembimbing I
2. Bapak Taufik Barlian, ST.,M.Eng selaku pembimbing II

Yang telah bersusah payah dan meluangkan banyak waktunya dalam mengkoreksi, serta memberikan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.

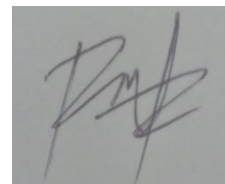
Disamping itu penulis menyampaikan rasa terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis penelitian ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T, M.Sc dan Pembimbing II Bapak Taufik Barlian, S.T, M.Eng telah membimbing penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Ibrahim dan Ibu Yunita dan Adikku yang kusayangi aldi sinta dan bayu, terima kasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, ku persembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
9. Teman-teman satu angkatan 2016 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
10. Diri sendiri. Terima kasih sudah mau diajak kompromi sejauh ini. Terima kasih sudah bangun pagi di waktu yang tepat setiap hari. Kudoakan diriku sehat selalu, berkah rezeki, dan selalu mencintai dan dicintai.
11. Seluruh pihak yang ikut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Palembang, 24 Agustus 2020

Penulis



M. RANDI

## ABSTRAK

Dalam pendistribusian energi listrik PT. PLN ULP INDRALAYA salah satu kendala yang sering dihadapi adalah ketidakseimbangan beban yang disebabkan pembagian beban yang tidak merata dan juga akibat penggunaan beban non linier. Ketidakseimbangan pada proses pendistribusian ini dapat menimbulkan arus netral yang dapat menyebabkan rugi-rugi pada transformator. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap netral dan *losses* pada transformator PT. PLN ULP INDRALAYA.

Dalam melakukan penelitian ini metode yang digunakan melalui pengamatan yang dilakukan saat beban puncak pada siang dan malam hari, kemudian mengumpulkan data dari transformator yang telah diukur dan wawancara dengan pihak terkait.

Dari hasil Penelitian yang dilakukan dimana ketidakseimbangan beban lebih besar terjadi ketika malam hari yaitu 32,6 %, sehingga menimbulkan *losses* arus netral yang juga lebih besar terjadi ketika malam hari pada luas penampang 50 mm<sup>2</sup> yaitu 28,62 % dan pada luas penampang 70 mm<sup>2</sup> yaitu 21,11 % serta *losses* yang ditimbulkan akibat arus neral yang mengalir ketanah lebih besar terjadi ketika malam hari sebesar 21,15 %. Dengan adanya arus neral dan *losses* ini maka efisiensi trafo menjadi turun dan proses pendistribusian tidak berjalan dengan baik.

Kata kunci : ketidakseimbangan, Arus netral, rugi-rugi daya.

## **ABSTRACT**

In distributing electrical energy, PT. PLN ULP INDRALAYA, one of the disturbances that often occurs is load imbalance caused by uneven load sharing and also due to the use of non-linear loads. This imbalance in the distribution process can cause a neutral current

which can cause losses in the transformer. The purpose of this research is to determine the effect of load imbalance on neutral and losses in the transformer PT. PLN ULP INDRALAYA.

In conducting this research, the method used is through observations made during peak loads during the day and night, then collecting data from the measured transformer and interviews with related parties.

From the results of research conducted where the load imbalance is greater at night, namely 32.6%, causing a neutral current loss which is also greater at night on a cross-sectional area of 50 mm<sup>2</sup>, namely 28.62% and at a wide section of 70 mm<sup>2</sup>. 21.11% and the loss caused by the current flowing to the ground was greater at night by 21.15%. With this national flow and losses, the traffic efficiency will decrease and the distribution process does not go well.

Keywords : imbalance, neutral current, power losses.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>PERNYATAAN</b>	iii
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>ABSTRAK</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
 <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	 4
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	4
2.1.1 Jaringan Distribusi Primer	5
2.1.2 Jaringan Distribusi Sekunder	5
2.1.3 Jaringan Distribusi Konfigurasi Radial	5
2.1.4 Jaringan Distribusi Konfigurasi Loop	6
2.1.5 Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel	6
2.1.6 Jatuh Tegangan	6
2.2. Transformator	7
2.2.1 Prinsip Kerja Transformator	8
2.2.2 Transformator Berdasarkan Pasangan Kumparan	9
2.2.3 Transformator Berdasarkan Fungsi	9
2.2.4 Efisiensi	11
2.2.5 Konstruksi Inti Besi	12
2.3 Transformator 3 Fasa	12
2.4 Ketidakseimbangan Beban	12
2.5 Arus Netral	13
2.6 Penyaluran dan Susut Daya pada Keadaan Arus Seimbang	14
2.7 Faktor Daya	14
2.8 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya arus Netral pada Penghantar Netral Transformator	15
2.9 Perhitungan Arus Beban Penuh dan Arus Hubung Singkat	16

<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.1.1 Waktu Penelitian	17
3.1.2. Tempat Penelitian	17
3.2 Diagram Alir	17
3.3 Alat dan Bahan	18
<b>BAB 4 DATA DAN ANALISA</b>	19
4.1 Data dan Hasil Pengukuran	19
4.2 Perhitungan	19
4.2.1 Pembebanan Trafo	22
4.2.2 Ketidakseimbangan Beban Trafo	24
4.2.3 <i>Losses</i> Akibat Adanya Arus pada Penghantar Netral Trafo	25
4.2.4 <i>Losses</i> Akibat Arus Netral yang Mengalir ke Tanah	28
4.2.5 Perbandingan <i>Losses</i> Pada Trafo Distribusi	30
4.3 Pembahasan dan Analisa	31
4.3.1 Analisa Pembebanan pada Transformator	31
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik	4
Gambar 2.2 Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Konfigurasi Radial	5
Gambar 2.3 Transformator Distribus	8
Gambar 2.4 Diagram vektor GGL induksi trafo 3 phasa	8
Gambar 2.5 Konstuksi transformator tiga lengan	11
Gambar 2.6 Vektor diagram arus keadaan seimbang	12
Gambar 2.9 Vektor diagram keadaan tidak seimbang	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 4.1 Single line diagram transformator distriusi 20 kv desa tanjung pering PT. PLN ULP INDRALAYA	19
Gambar 4.2 Skema aliran arus di sisi sekunder trafo pada siang hari	20
Gambar 4.3 Skema aliran arus di sisi sekunder trafo pada malam hari	20
Gambar 4.4 Grafik persentase pembebanan trafo pada siang dan malam hari	23
Gambar 4.5 Grafik perbandingan ketidakseimbangan beban pada siang dan malam hari	25
Gambar 4.6 Grafik <i>Losses</i> akibat arus netral pada luas penampang netral 50 mm <sup>2</sup>	26
Gambar 4.7 Grafik <i>Losses</i> akibat arus netral pada luas penampang penghantar netral 70 mm <sup>2</sup>	28
Gambar 4.8 Grafik <i>Losses</i> akibat arus netral yang mengalir ke tanah pada Siang dan malam hari	29

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Transfomator distriusi 20 kv desa tanjung pering PT. PLN ULP INDRALAYA	20
Tabel 4.2. Perbandingan <i>losses</i> pada transfomator distriusi 20 kv desa tanjung pering PT. PLN ULP INDRALAYA	30

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam kehidupan sehari-hari manusia selalu bergantung pada energi listrik, Salah satu penggunaan energi listrik yang sering dipakai dalam sehari-hari adalah sebagai penerangan maupun juga untuk penggunaan alat elektronik. Saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk ditransportasikan dan dikonversikan ke dalam bentuk tenaga yang lain. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan salah satu komponen utama dalam sistem pembangkitan energi listrik adalah jaringan distribusi. Maka dari itu penyedia energi listrik perlu memperhatikan peralatan sistem dalam penyaluran energi listrik kepada konsumen atau pelanggannya. Salah satu peralatan yang digunakan adalah transformator distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dengan menurunkan tegangan dari tegangan menengah (Prasetya et al., 2020).

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Biasanya sering kali terjadi beban tidak seimbang pada fase-fasenya atau terjadi kelebihan beban karena pemakaian alat-alat listrik dari konsumen energi listrik (Sihotang & Handajadi, 2015).

Pada penyaluran energi listrik sering terjadi pembagian beban yang tidak merata sehingga menghambat kerja dari transformator distribusi. Ketidakseimbangan beban ini dapat mengakibatkan timbulnya arus netral yang membuat rugi-rugi daya. Jika ketidakseimbangan beban ini dibiarkan terus menerus dalam waktu yang lama hal ini akan berdampak, Sehingga dapat

menimbulkan kerugian besar bagi PT. PLN ULP INDRALAYA (Latupeirissa, 2017).

Oleh karena itu perlu dilakukan analisa terhadap ketidakseimbangan beban terhadap salah satu transformator distribusi PT. PLN ULP INDRALAYA, sehingga penyaluran energi listrik kekonsumen dapat berjalan dengan baik (Tobi, 2018).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketidakseimbangan transformator pada beban puncak terhadap arus netral dan *losses* pada transformator PT. PLN ULP INDRALAYA.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Analisis ini dilakukan di PT PLN ULP INDRALAYA.
2. Melakukan perhitungan di PT PLN ULP INDRALAYA.

## **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian proposal skripsi ini, disusun sebagai berikut :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada Bab ini menjelaskan apa yang menjadi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang Transformator distribusi dan ketidakseimbangan beban pada transformator serta *losses* yang diakibatkan pengaruh dari ketidakseimbangan transformator distribusi.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini membahas mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **BAB 4 DATA PERHITUNGAN DAN ANALISA**

Pada Bab ini tentang data-data yang mencakup alat, data, perhitungan data, dan analisis perhitungan.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan mengenai kesimpulan dan saran yang yang di dapat dari penelitian yang telah di gunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Semara Putra, I. P., Wijaya, I. K., & Mataram, I. M. (2018). Pemerataan Beban Pada Gardu Kd 056 Penyulang Tabanan Pt Pln (Persero) Distribusi Bali Area Bali Selatan. *Jurnal Spektrum*, 5(1),82.
- Tandioga, R., Mulyadi, M., E.S, T. C., & Tegar, A. (2019). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Tiga Fasa Di Pt. Pln (Persero) Rayon Makassar Timur, Penyulang Kima. *Jurnal Sinergi Jurusan Teknik Mesin*, 16(1), 80.
- Tanjung, A., & . A. (2017). Analisis Kinerja Transformator Distribusi Rusunawa Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. *Sainetin*, 1(1), 33–40.
- Tobi, M. D. (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong. *Electro Luceat*, 4(1), 5.
- Tri Watiningsih, (2012), “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral -Dan Losses Pada Trafo Distribusi” .
- Sentosa Setiadji, J., Machmudsyah, T.,- & Isnanto, Y. (2008). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap-P Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik-Elektro*, 7(2), 68-73.
- Bachtiar, A., & Dirgantara, B. (2017). Optimalisasi Penyeimbangan Beban Transformator Dengan Metode Seimbang Beban Seharian (Sbs) Pada Gardu Depan Kantor Rayon Pt. Pln (Persero) Rayon Kayu Aro. *Jurnal Teknik Elektro Itp*, 6(1), 8.
- Hontong, N. J., & Mt, M. T. S. (2015). Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu. *Issn* ., 8.
- Pirade, Y. S. (2009). Studi Beban Tidak Seimbang Terhadap Arus Netral Pada Transformator Distribusi P70 Pada Pln Cabang Palu. 8.
- Prasetya, I. W. Y., Setiawan, I. N., & Arjana, I. G. D. (2020). Analisis Ketidakseimbangan Beban Dan Harmonisa Pada Transformator Distribusi Mi 0096 Penyulang Abianbase. 7(1), 7.
- Sihotang, B., & Handajadi, I. W. (2015). Studi Pengaruh Ketidak Seimbangan Beban Pada Transformator Distribusi 20 Kv Rayon Yogyakarta. 2(2), 7.



Silitonga, H. R., & Anto, B. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Transformator Pada Kondisi *Open-Circuit* Pada Salah Satu Fasanya. 4, 7.

Suherman,E.,&Kampay,S.P.(2017). Kerugian Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Pada Transformator Distribusi. 1, 10.

Nolki Jonal Hontong, M. T. (2015). Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu. E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer .

Hamles Leonardo Latupeirissa (2017). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan *Losses* Daya Pada Trafo Distribusi Gardu 10 kV 01 Desa Hative Kecil.