

**ANALISIS RUGI-RUGI (LOSSES) DAYA TERHADAP  
PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFO  
I.543 DISTRIBUSI RAYON RIVAI PALEMBANG**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh**

**SEPTINAWATI SIREGAR  
03041181419160**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS RUGI-RUGI (LOSSES) DAYA TERHADAP PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFO I.543 DISTRIBUSI RAYON RIVAI PALEMBANG



## SKRIPSI

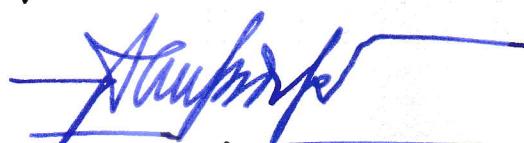
Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

SEPTINAWATI SIREGAR  
03041181419160

Palembang, Maret 2018

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

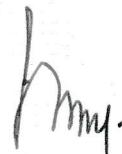


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M.

NIP : 197108141999031005

NIP. 195803041987031002

Menyetujui,  
Pembimbing Utama



## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septinawati Siregar  
NIM : 03041181419160  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisis Rugi-Rugi (Losses) Daya Terhadap Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo I.543 Distribusi Rayon Rivai Palembang Palembang.” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Maret 2018



Septinawati Siregar

**ABSTRAK**  
**ANALISIS RUGI-RUGI (LOSSES) DAYA TERHADAP PENGARUH  
KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFO I.543 DISTRIBUSI  
RAYON RIVAI PALEMBANG**

(Septinawati Siregar, 03041181419160, 2018, 79 halaman)

---

Ketidakseimbangan beban merupakan hal yang pasti terjadi pada distribusi tenaga listrik, terutama pada sisi jaringan tegangan rendah. Penyebab ketidakseimbangan beban tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat dari ketidakseimbangan beban tersebut adalah munculnya arus pada penghantar netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan terjadinya rugi-rugi (*losses*) pada jaringan tegangan rendahnya. Oleh karena itu, dalam pendistribusian tenaga listrik ketidakseimbangan beban harus di minimalisir demi mencapai efisiensi penyaluran yang optimal. Setelah dianalisa, diperoleh bahwa bila terjadi ketidakseimbangan beban yang besar (56%), maka arus netral yang muncul juga besar (60,7 A), dan *losses* akibat arus netral yang mengalir di sepanjang penghantar netral semakin besar pula (1466,42 Watt).

**Kata Kunci:** Ketidakseimbangan Beban, Arus Netral, Rugi-Rugi (Losses) Daya

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS RUGI-RUGI (LOSSES) DAYA TERHADAP PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFO I.543 DISTRIBUSI RAYON RIVAI PALEMBANG**

(Septinawati Siregar, 03041181419160, 2018, 79 halaman)

---

*Unbalance load is inevitable in power distribution, especially in the low voltage network. It is caused by single phase loads on low voltage network. The effect of the unbalanced load is appear as a current in neutral conductor on distribution transformer. The current flowing in the neutral conductor cause losses of low voltage network. Therefore, in electrical power distribution the unbalance load should be minimized in order to achieve optimal efficiency. In conclusion, when high unbalanced load happened (56%), then the neutral current that appear is also high (60,7 A), ultimately the losses that caused by the neutral current flows in neutral conductor will be high too (1466,42 Watt).*

**Keyword:** *Unbalanced Load, Neutral Current, Losses*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT serta shalawat & salam agar selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul **“Analisis Rugi-rugi (Losses) Daya Terhadap Pengaruh Ketidakseimbangan Beban pada Trafo I.543 Distribusi Rayon Rivai Palembang”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Terima kasih kepada:

**Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini,MM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir**

1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir MS. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik

5. Ibu, Alm.Ayah dan kak Fitriyanti Siregar, S. Pd. serta keluarga tercinta yang selalu mendukung
6. Bapak / Ibu Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Sahabat-sahabat aku Siti Rahmadhani Martha, Nanda Juliana, Nurrifqiyatun Masruroh, Clara Cynthia Deby, Niken Larasati, dan Navy Christie Purba yang selalu senantiasa mendukung dan selalu ada di situasi apapun
8. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2014 (Electrant Ghazi)
9. Dan pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tulisan ini bisa mewakili ungkapan rasa terima kasihku kepada mereka dan akan selalu inget dalam sepanjang perjalanan hidupku. Semoga ALLAH SWT berkenan membalas kebaikan mereka dan meridhoi perjalanan hidup mereka.

Palembang, Maret 2018

Septinawati Siregar

## **DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tujuan Penulisan .....	I-2
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	I-3
1.5 Metodologi Penulisan .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Sistem Jaringan Tenaga Listrik .....	II-1
--	------

2.2	Sistem Distribusi.....	II-4
2.2.1	Pembagian Sistem Distribusi .....	II-4
2.3	Jaringan Distribusi .....	II-5
2.3.1	Macam-macam Jaringan Distribusi .....	II-6
2.3.1.1	Kawat Penghantar.....	II-10
2.3.2	Jaringan Distribusi Primer .....	II-13
2.3.3	Jaringan Distribusi Sekunder .....	II-17
2.4	Karakteristik Jaringan Distribusi .....	II-18
2.5	Transformator Distribusi.....	II-21
2.6	Sistem Tiga Fasa.....	II-25
2.6.1	Sistem Y dan Delta .....	II-25
2.6.2	Beban Seimbang Terhubung Y .....	II-26
2.6.3	Beban Seimbang Terhubung Delta.....	II-26
2.6.4	Beban Tak Seimbang Terhubung Delta .....	II-27
2.6.5	Beban Tak Seimbang Terhubung Bintang (Y).....	II-28
2.6.6	Komponen Simetris .....	II-28
2.6.7	Ketidakseimbangan Beban.....	II-31
2.7	Beban pada Jaringan .....	II-32
2.7.1	Penggolongan Pelanggan Listrik di Indonesia .....	II-32
2.7.1.1	Spesifikasi Pelanggan Residensial .....	II-34
2.7.2	Kurva Beban dan Kurva Puncak .....	II-35
2.7.3	Manajemen Beban .....	II-36
2.8	Daya pada Saluran Distribusi .....	II-38

2.8.1	Perhitungan Ketidakseimbangan Beban.....	II-39
2.9	Menghitung Rugi-rugi (Losses) .....	II-40

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.2	Metode Penelitian .....	III-1
3.3	Parameter Perhitungan .....	III-2
3.4	Langkah-Langkah Analisa Data .....	III-4
3.5	Diagram Alir Penelitian .....	III-6

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1	Penyajian Data.....	IV-1
4.1.1	Data Teknis Trafo I.543 Distribusi .....	IV-1
4.1.2	Pembahasan Beban di Gardu I.543 .....	IV-1
4.1.2.1	Analisa Pembebanan Transformator .....	IV-5
4.1.2.2	Analisa Ketidakseimbangan Beban pada Tiap-Tiap Jurusan Trafo Distribusi .....	IV-7
4.2	Pemerataan Beban .....	IV-10
4.2.1	Perencanaan Pemerataan Beban pada Waktu Beban Puncak Siang Hari .....	IV-10
4.2.1	Perencanaan Pemerataan Beban pada Waktu Beban Puncak Malam Hari .....	IV-12
4.2.3	Arus Netral Setelah Pemerataan Beban.....	IV-15

4.3	Losses Beban Tak Seimbang.....	IV-17
4.3.1	Daya yang Disalurkan .....	IV-17
4.3.2	Menghitung Rugi-Rugi Daya pada Trafo I.543.....	IV-19
4.3.3	Presentase Rugi-rugi Terhadap Total Daya yang Disalurkan.....	IV-22

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR GAMBAR**

<i>Gambar 2.1 Level Tegangan Setiap Komponen Pada Sistem Tenaga Listrik ...</i>	<i>II-1</i>
<i>Gambar 2.2 Single Line Diagram Sistem Tenaga Listrik.....</i>	<i>II-3</i>
<i>Gambar 2.3 Saluran Satu Fasa dengan Dua Kawat .....</i>	<i>II-8</i>
<i>Gambar 2.4 Saluran Tiga Fasa dengan Tiga Kawat Hubungan Delta.....</i>	<i>II-8</i>
<i>Gambar 2.5 Saluran Tiga Fasa dengan Tiga Kawat Hubungan Bintang (Y)....</i>	<i>II-8</i>
<i>Gambar 2.6 Saluran Tiga Fasa dengan Empat Kawat.....</i>	<i>II-9</i>
<i>Gambar 2.7 Konfigurasi Jaringan Radial .....</i>	<i>II-15</i>
<i>Gambar 2.8 Konfigurasi Jaringan Loop.....</i>	<i>II-15</i>
<i>Gambar 2.9 Konfigurasi Jaringan Spindel.....</i>	<i>II-16</i>
<i>Gambar 2.10 Konfigurasi Kluster .....</i>	<i>II-16</i>
<i>Gambar 2.11 Trafo Distribusi 3 Fasa – 2 Tiang.....</i>	<i>II-23</i>
<i>Gambar 2.12 Sistem Terhubung Y dan Terhubung Delta.....</i>	<i>II-26</i>
<i>Gambar 2.13 Beban Tak Seimbang Terhubung Delta.....</i>	<i>II-27</i>
<i>Gambar 2.14 Beban Tak Seimbang Terhubung Bintang (Y) .....</i>	<i>II-28</i>
<i>Gambar 2.15 Fasor Arus Urutan Positif .....</i>	<i>II-29</i>
<i>Gambar 2.16 Fasor Arus Urutan Negatif.....</i>	<i>II-30</i>

*Gambar 2.17 Fasor Arus Urutan Nol* ..... II-31

*Gambar 2.18 Vektor Diagram Arus dalam Keadaan Seimbang dan Tidak Seimbang* ..... II-32

*Gambar 2.19 TDL untuk Pelanggan Residensial* ..... II-35

*Gambar 2.19 TDL untuk Pelanggan Residensial* ..... II-35

## **DAFTAR TABEL**

<i>Tabel 4.1 Pengukuran Pembebanan Jurusan A Trafo I.543 pada Siang Hari dan Malam Hari.....</i>	<i>IV-2</i>
<i>Tabel 4.2 Pengukuran Pembebanan Jurusan B Trafo I.543 pada Siang Hari dan Malam Hari.....</i>	<i>IV-2</i>
<i>Tabel 4.3 Pengukuran Pembebanan Jurusan C Trafo I.543 pada Siang Hari dan Malam Hari.....</i>	<i>IV-3</i>
<i>Tabel 4.4 Pembebanan Total Trafo Distribusi I.543.....</i>	<i>IV-6</i>
<i>Tabel 4.5 Presentase Ketidakseimbangan Beban Trafo I.543 pada Siang Hari dan Malam Hari.....</i>	<i>IV-9</i>
<i>Tabel 4.6 Pengukuran Pembebanan Trafo Sebelum Pemerataan Beban pada Waktu Beban Puncak Siang Hari.....</i>	<i>IV-11</i>
<i>Tabel 4.7 Pengukuran Pembebanan Trafo Sebelum Pemerataan Beban pada Waktu Beban Puncak (WBP) .....</i>	<i>IV-13</i>
<i>Tabel 4.8 Daya yang disalurkan Trafo I.543 Sebelum Pemerataan dan Sesudah Pemerataan Beban .....</i>	<i>IV-19</i>
<i>Tabel 4.9 Tahanan Kabel LVTC.....</i>	<i>IV-19</i>

*Tabel 4.10 Losses Daya pada Trafo I.543 .....* IV-22

*Tabel 4.11 Losses pada Trafo Distribusi I.543 .....* IV-25

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran :

1. Single Line Diagram Penyulang Merpati
2. Daftar Harian dan Kurva Beban Harian Trafo I.534 Distribusi
3. Hasil Penelitian pada Gardu I.534

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Sumatera Selatan merupakan provinsi dengan wilayah yang padat penduduk. Kebutuhan penduduk di Sumatera Selatan seiring dengan zaman terus meningkat, begitu juga dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik. Pada zaman sekarang energi listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi keberlangsungan hidup manusia. Apabila tidak ada energi listrik maka semua aktivitas akan menjadi terganggu, seperti terganggunya proses kegiatan pada suatu industri, karena peralatan yang digunakan pada suatu industri hampir semuanya menggunakan mesin-mesin atau alat-alat yang harus dioperasikan dengan menggunakan energi listrik. Kemudian apabila pada rumah tangga maka dampaknya adalah rumah akan menjadi gelap, peralatan listrik tidak dapat hidup, dan lain sebagainya. Akibat meningkatnya kebutuhan energi listrik, maka perlu adanya peningkatan pelayanan yang baik dari PT. PLN wilayah Palembang.

Trafo distribusi untuk kapasitas yang kecil dapat dihubungkan 1 fasa, sedangkan untuk kapasitas besar dapat dihubungkan 3 fasa. Beban pada gardu distribusi 3 fasa terdiri dari R-S-T-N. Pada kasus ini dapat dilihat akibat pengaruh beban tidak seimbang maka terdapat perbedaan antara fasa R-S-T dengan titik netral, sehingga membuat titik netral tersebut menjadi berarus. Seharusnya titik netral tersebut harus bernilai 0 tetapi dikarenakan adanya beban lebih sehingga titik netral tersebut menjadi konduktor yang memiliki resistansi. Sehingga di



---

---

sepanjang kawat netral muncul rugi-rugi (losses). Sehingga sebisa mungkin mencari cara untuk mengatasi atau memperkecil losses yang terjadi di sepanjang penghantar jaringan tegangan rendah tersebut.

Keandalan dari suatu sistem kelistrikan sangat perlu diperhatikan dalam hal ini, karena suatu sistem listrik dikatakan andal apabila dalam kondisi yang baik dan stabil. Berdasarkan penelitian masalah Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses (Rugi-rugi) pada Trafo Distribusi di Kampus Universitas Sriwijaya, Agustriadi 2010 dan penelitian Analisa Rugi-rugi Daya terhadap Pengaruh Ketidakseimbangan Beban pada Trafo Distribusi Rayon Ampera, R. Febrian Iskandar 2010 menyatakan bahwa untuk menjaga stabilitas sistem tenaga listrik perlu diperhatikan pembebanan pada transformator distribusi. Dimana dalam analisa pembebanan tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi beban lebih akibat dari beban tidak seimbang dan juga untuk mengetahui berapa besar rugi-rugi pada jaringan tegangan rendah pada suatu sistem distribusi tenaga listrik akibat beban tidak seimbang.

Dari itu penulis akan menganalisis rugi-rugi (Losses) daya terhadap pengaruh ketidakseimbangan beban pada Trafo I.543 Distribusi Rayon Rivai Palembang.

## **1.2. Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui pembebanan trafo I.543 distribusi
2. Mengetahui besar presentase ketidakseimbangan beban pada Trafo I.543 Distribusi



- 
- 
3. Mengetahui besar rugi-rugi (losses) daya pada jaringan tegangan rendahnya

### **1.3. Rumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah menghitung rugi-rugi (losses) pada trafo I.543 distribusi di Jln. Dwikora II PT. PLN (PERSERO) WS2JB Rayon Rivai Palembang yang disebabkan akibat pengaruh ketidakseimbangan beban, sehingga membuat terjadinya ketidakseimbangan antara fasa R-S-T dan titik netral yang membuat pada titik netral tersebut mengalir arus. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memperkecil rugi-rugi (losses) yaitu dengan membuat kondisi pemerataan yang semaksimal mungkin.

### **1.4. Pembatasan Masalah**

Penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi dengan menghitung rugi-rugi (losses) daya akibat pengaruh ketidakseimbangan beban pada trafo I.543 distribusi di Jln. Dwikora II PT. PLN (PERSERO) WS2JB Rayon Rivai Palembang pada hari Jum'at, 9 Februari 2018 pada siang dan malam hari.

### **1.5. Metodologi Penulisan**

Pada tugas akhir ini metode penulisan yang digunakan adalah :

a. Studi Literatur

Pada metode ini menggunakan beberapa referensi dari buku-buku, sumber pustaka, dan jurnal yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini

b. Studi Deskriptif

Metode ini dilakukan dengan cara pengambilan data-data yang dibutuhkan untuk penyusunan tugas akhir ini, dimana pengambilan data tersebut



langsung terjun ke lapangan. Data-data pada penulisan tugas akhir ini mengambil sampel data pada Trafo I.543 Distribusi di Jln. Dwikora II unit PT. PLN (PERSERO) WS2JB Rayon Rivai Palembang

c. Metode Konsultasi

Metode ini dilakukan melalui konsultasi dengan dosen pembimbing atau dengan dosen dan pihak instansi lain yang berkenan dengan tugas akhir ini

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika pembahasan tugas akhir ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini mengemukakan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan tentang teori mengenai trafo distribusi, sistem jaringan tenaga listrik, ketidakseimbangan beban

#### **BAB III. METODOLOGI**

Pada bab ini menjelaskan metode-metode yang digunakan penulis untuk menunjang penulisan tugas akhir ini

#### **BAB IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA**

Di bab ini berisikan perhitungan dan juga penyajian data-data hasil perhitungan serta analisa dari hasil penelitian

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan pada tugas akhir ini

## **DAFTAR PUSTAKA**

Agustriadi. 2010. *Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Nteral Dan Losses (Rugi-Rugi) Pada Trafo Distribusi Di Kampus Universitas Sriwijaya.*

Arismunandar, A. 1979. *Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Iskandar, Febrian R. 2010. *Analisa Rugi-Rugi Daya Terhadap Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trfao Distribusi Rayon Ampera.*

Mahmudin, D. I. Usrah, E. Priatna. 2009. *Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Beban Tak Seimbang pada Sisi Tegangan Rendah 380/220 Volt*. Sitrotika, 2 (3):107-113.

Pabla, AS. 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga

PT.PLN. 2007. *Materi Pelatihan P2TL*.

Stevenson, William D. 1996. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga

Zuhal. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung : ITB.

Suripto, Slamet. 2016. *Sistem Tenaga Listrik*. <https://slametumy.files.wordpress.com/2016/02/buku-ajar-stl.pdf>