

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN  
BEBAN TERHADAP TEGANGAN DAN *LOSSES*  
PENYULANG PROVINSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh:

**JOHAN HARFIANTO  
1021511036**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2020**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
TEGANGAN DAN *LOSSES* PENYULANG PROVINSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**JOHAN HARFIANTO  
1021511036**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Tanggal *16 Januari* 2020

Pembimbing Utama,



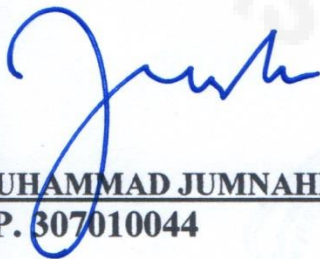
**ASMAR, S.T., M.Eng.**  
NP. 307608018

Pembimbing Pendamping,



**TRI HENDRAWAN BUDIARTO, S.T., M.T.**  
NP. 307196007

Penguji,



**MUHAMMAD JUMNAHDI, S.T., M.T.**  
NP. 307010044

Penguji,



**M. YONGGI PURIZA, S.T., M.T.**  
NIP.198807022018031001

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP  
TEGANGAN DAN LOSSES PENYULANG PROVINSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**JOHAN HARFIANTO**  
**1021511036**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Tanggal *16 Januari* 2020

Pembimbing Utama,



**ASMAR, S.T., M.Eng.**  
**NP. 307608018**

Pembimbing Pendamping,



**TRI HENDRAWAN BUDIARTO, S.T., M.T.**  
**NP. 307196007**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan teknik Elektro,



**FARDHAN ARKAN, S.T., M.T.**  
**NP.307406003**

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : JOHAN HARFIANTO

NIM : 1021511036

Judul : ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN  
TERHADAP TEGANGAN DAN *LOSSES* PENYULANG PROVINSI

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunijuk, 16 Januari 2020



JOHAN HARFIANTO  
NIM. 1021511036

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : JOHAN HARFIANTO  
NIM : 1021511036  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul :

**“ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP TEGANGAN DAN LOSSES PENYULANG PROVINSI”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mangalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : *Balan ijuk*  
Pada tanggal : *16 Januari 2020*  
Yang menyatakan,



(JOHAN HARFIANTO)

## INTISARI

Ketersediaan tenaga listrik untuk memenuhi aktivitas sehari-hari maupun industri. Menjadi pokok yang utama akan ketersediaan tenaga listrik yang kurang baik maka akan berdampak pada Penyulang yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban yang berpengaruh pada pelayanan listrik konsumen khususnya pada Penyulang Provinsi. Ketidakseimbangan beban antar tiap fasa menyebabkan tegangan tidak sama dengan standar yang diberikan PLN untuk tegangan rendah 380 volt, maka dari ketidakseimbangan tersebut dapat meningkatkan *losses* (rugi-rugi) pada penyulang sehingga kemampuan dalam melanyani beban menurun. Untuk menganalisis aliran daya pada penyulang tersebut metode yang digunakan yaitu Komponen-komponen Simetris. Setelah dilakukan analisis aliran daya pada penyulang Provinsi pada kondisi tidak seimbang dan seimbang. Berdasarkan hasil simulasi aliran daya dari gardu-gardu yang awalnya tidak seimbang. Diambil sampel terburuk dari gardu P840 dengan tegangan fasa R 189 V, fasa S 196 V dan fasa T 195 V sebelum dilakukan penyeimbangan beban dan sesudah dilakukan penyeimbangan beban menjadi lebih baik dengan Tegangan pada fasa R 210 V, fasa S 210 V, dan fasa T 210 V. Tegangan Ujung Penyulang Provinsi pada gardu P251 menjadi seimbang di tiap fasa 209 V (R, S, dan T). Setelah dilakukan penyeimbangan beban rugi daya dapat dikurangi sebesar 19,51 %.

**Kata kunci :** Aliran Daya, Tegangan, *Losses*, seimbang, Penyulang

## **ABSTRACT**

*The availability of electricity to meet daily activities and industry. Being the main point of the lack of availability of electric power will have an impact on feeders that cause an imbalance of the load that affects the electricity service of consumers, especially in provincial feeders. The unbalanced load between each phase causes the voltage is not the same as the standard given by PLN for the low voltage 380 volts, then the imbalance can increase losses (losses) on the feeder so that the ability to serve the load decreases. To analyze the power flow in the feeder the method used is symmetrical components. After analyzing the power flow to the feeder, the Province is in an unbalanced and unbalanced condition. Based on the simulation results of the power flow from the substations which were initially unbalanced. The worst sample is taken from P840 substation with phase voltage R 189 V, phase S 196 V and phase T 195 V before balancing the load and after load balancing is better with voltage at phase R 210 V, phase S 210 V, and phase T 210 V. Provincial Feeder Tip Voltage at P251 substation becomes balanced in each phase 209 V (R, S, and T). After balancing the power loss can be reduced by 19.51%.*

*Keywords: Power Flow, Voltage, Losses, balance, feeder*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Karya tulis ini penulis persembahkan kepada :

Ayah dan Ibu tercinta yang telah menjadi panutan bagi penulis hingga saat ini, terima kasih juga yang selalu memberikan semangat, motivasi, kasih sayang serta do'a yang tiada henti-hentinya untuk kelancaran setiap langkah penulis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro dan memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
2. Bapak Fardhan Arkan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung sekaligus Pembimbing Utama Tugas Akhir.
4. Bapak Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
5. Bapak Muhammad Jumnadi, S.T.,M.T. selaku Penguji 1 Tugas Akhir.
6. Bapak M. Yonggi Puriza, S.T.,M.T. selaku Penguji 2 Tugas Akhir.
7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
8. Saudara-Saudara Yang Telah Memberi Semangat Untuk Mengerjakan Skripsi.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung khususnya Mahasiswa Angkatan 2015 atas kerjasama, dukungan serta semangat yang telah membantu tenaga, pikiran dan waktu.

Serta beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan, baik secara langsung maupun yang tidak langsung dalam pelaksanaan Penelitian maupun penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa . Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

### **“ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP TEGANGAN DAN *LOSSES* PENYULANG PROVINSI”**

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi simulasi dan analisis aliran daya menggunakan *software* guna untuk mengetahui kondisi tegangan dan rugi daya pada Penyulang Provinsi.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunijuk, 16 Januari' 2020

Penyusun,



JOHAN HARFIANTO  
NIM.1021511036

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	2
1.6. Keaslian Penelitian.....	2
1.7. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	8
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	8
2.2.2 Sistem Distribusi .....	10
2.2.3 Kawat Penghantar .....	11
2.2.4 Transformator .....	12
2.2.5 Rekonfigurasi .....	13
2.2.6 Studi Aliran Daya.....	13
2.2.7 Data Untuk Studi Aliran Daya.....	13
2.2.8 Losses .....	14
2.2.9 Keseimbangan Beban.....	15

2.2.10	Komponen-komponen simetris .....	15
2.2.10.1	Sintesis Fasor tak Simetris dari Komponen-Komponen Simetrisnya .....	15
2.2.10.2	Komponen Simetris Fasor Tak Simetris.....	17
2.2.9	Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) 1:1995.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1.	Bahan Penelitian .....	19
3.2.	Alat Penelitian.....	19
3.3.	Langkah-Langkah Penelitian .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1.	Penyulang Provinsi .....	27
4.2.	Hasil Analisis Simulasi Aliran Daya Sistem Tidak Seimbang .....	27
4.3	Hasil Analisis Simulasi Aliran Daya Sistem Seimbang .....	32
4.4	Perbandingan Sistem Tidak Seimbang Dan Seimbang Pada Ujung Saluran Gardu P251 .....	37
<b>BAB PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>40</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem Tenaga Listrik .....	10
Gambar 2.2.	Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM).....	11
Gambar 2.3.	Konstruksi transformator .....	12
Gambar 2.4.	Tiga himpunan fasor seimbang yang merupakan komponen simetris dari tiga fasor .....	17
Gambar 2.5.	Penjumlahan Secara Grafis Komponen-Komponen Gambar 2.3 Untuk Mendapatkan Fasor Tak Seimbang .....	17
Gambar 3.1.	Diagram Alir Simulasi Aliran .....	20
Gambar 3.2.	Contoh Data Parameter Saluran Distribusi Dan Jarak Gardu Antar Gardu Distribusi .....	22
Gambar 3.3.	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Provinsi Kondisi Peroperasi Saat Ini.....	23
Gambar 3.4.	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Provinsi Kondisi Setelah Dilakukan Peyeimbangan.....	24
Gambar 4.1.	Grafik Beban Tidak Seimbang .....	29
Gambar 4.2.	Grafik Tegangan Tidak Seimbang.....	30
Gambar 4.3.	Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Trafo P251 Keadaan Tidak Seimbang.....	31
Gambar 4.4.	Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Summary Of Total Generation , Loading &amp; Demand</i> Keadaan Tidak Seimbang.....	32
Gambar 4.5.	Grafik Beban Seimbang .....	35
Gambar 4.6.	Grafik Tegangan Seimbang.....	35
Gambar 4.7.	Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Single Line Diagram</i> Trafo P251 Keadaan Seimbang .....	36
Gambar 4.8.	Hasil Simulasi Aliran Daya <i>Summary Of Total Generation , Loading &amp; Demand</i> Keadaan Seimbang .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Contoh Data Pembebanan Gardu Distribusi .....	21
Tabel 4.1. Beban Tidak Seimbang .....	27
Tabel 4.2. Beban Seimbang .....	32
Tabel 4.3. Perbandingan Sistem Seimbang Dan Tidak Seimbang Serta <i>Losses</i> .....	37



## DAFTAR ISTILAH

<i>Flowchart</i>	: Diagram Alir
<i>Single Line Diagram</i>	: Diagram Satu Garis
<i>Losses</i>	: Rugi-Rugi
<i>Software</i>	: Perangkat Lunak
<i>Summary Report</i>	: Laporan Ringkasan
<i>apparent</i>	: Nyata
<i>Input</i>	: Rel Berayun
<i>Output</i>	: Keluaran



## DAFTAR SINGKATAN

ETAP	: <i>Electrical Transient Analyzer Program</i>
GI	: Gardu Induk
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
kV	: kilo Volt
V	: Volt
MW	: Mega Watt
AAC	: <i>All Aluminium Conductor</i>
AAAC	: <i>All Aluminium Alloyconductors</i>
ACRS	: <i>Aluminium Condoctor Steel Reinforced</i>
ACAR	: <i>Aluminium Conductor Aloy Reinforced</i>
Trafo / Gardu	: Transformator
JTM	: Jaringan Tegangan Menengah
JTR	: Jaringan Tegangan Rendah

## DAFTAR LAMPIRAN

1. LAMPIRAN A Data Gardu Up3 Bangka Upl Pangkalpinang
2. LAMPIRAN B Data Contoh Perhitungan dan Hasil Gardu Distribusi  
UP3
3. LAMPIRAN C Data Jarak Gardu
4. LAMPIRAN D Single Line Diagram Penyulang Provinsi
5. LAMPIRAN E Data Hasil Simulasi Ketidakseimbangan Beban
6. LAMPIRAN F Data *Summary Of Generation, Loading & Demand*  
Beban Tidak Seimbang
7. LAMPIRAN G Data Hasil Simulasi Seimbangan Beban
8. LAMPIRAN H Data *Summary Of Generation, Loading & Demand*  
Beban Seimbang