

**ANALISIS PENYEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU  
INDUK KENTEN UNTUK PERBAIKAN SUSUT TEKNIS  
DAN TEGANGAN PELAYANAN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang**

**Oleh :**

**Diko Saputra**

**NPM. 1802230007**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2024**

**ANALISIS PENYEIMBANGAN BEBAN PADA GARDU  
INDUK KENTEN UNTUK PERBAIKAN SUSUT TEKNIS  
DAN TEGANGAN PELAYANAN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

**Oleh :**



**Diko Saputra**

**NPM. 1802230007**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Diko Saputra  
Nomor Pokok : 1802230007  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Analisis Penyeimbangan Beban Pada Gardu Induk Kenten  
Untuk Perbaikan Susut Teknis Dan Tegangan  
Pelayanan

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dina Fitria, ST.,MT.

Pembimbing II



Ir. H.M. Nefo Alamsyah, MM

Mengetahui :



Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T.M.M

Palembang, Februari 2024  
Ketua Program Studi,



Dina Fitria, ST.,MT

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diko Saputra  
Nomor Pokok : 1802230007  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Analisis Penyeimbangan Beban Pada Gardu Induk Kenten  
Untuk Perbaikan Susut Teknis Dan Tegangan  
Pelayanan

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah)  
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Februari 2024

Penulis



Diko Saputra

## MOTTO

**Anda tidak harus hebat untuk memulai, tapi anda harus  
memulai untuk menjadi orang hebat**

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- + Kedua orang tuaku tercinta
- + Saudara-saudariku tersayang yang  
selalu mensupport mulai dari semangat
- + Almamater yang ku banggakan
- + Sahabat dan teman seperjuangan

## ABSTRAK

Penyeimbangan beban merupakan suatu upaya untuk mengefisiensikan gardu distribusi sehingga arus yang mengalir bisa sepenuhnya diserap oleh pelanggan. Selain itu, penyeimbangan beban dimaksudkan untuk mengurangi arus netral menjadi sekecil mungkin bahkan jika memungkinkan arus netral sama dengan nol. Adapun tujuan dari penelitian Analisis Penyeimbangan beban pada gardu induk kerten untuk perbaikan susut teknis dan tegangan. Adapun tujuan dari penelitian Analisis Penyeimbangan beban pada gardu induk kerten untuk perbaikan susut teknis dan tegangan. Hasil perhitungan pembebanan Irata –rata 191.67 A, rata - rata ketidakseimbangan beban (dalam %) pada siang hari sebesar 27.66 % dan susut daya aktif 3741.56 Watt atau 0,066 %, Drop Tegangan Persentase Drop Tegangan *Phasa R* sebesar 6,63 %, *Phasa S* sebesar 4.82 % dan *Phasa T* sebesar 12,85 % dan Perbandingan Susut Teknis sebelum dan sesudah penyeimbangan. Sebelum sebesar R 2,58%, S 3,54% dan T 6,45% dan sesudah R 4,39% S 4,52% dan T 3,29%

***Kata kunci : Penyeimbangan Beban, Susut Teknis Dan Tegangan***

## **ABSTRACT**

*Load balancing is an effort to streamline distribution substations so that the flowing current can be fully absorbed by customers. In addition, load balancing is intended to reduce the neutral current to as small as possible even if it allows the neutral current to be equal to zero. The aim of the load balancing analysis research at the Kenten substation is to improve technical losses and stress. The aim of the load balancing analysis research at the Kenten substation is to improve technical losses and stress. The results of the average load calculation are 191.67 A, the average load imbalance (in %) during the day is 27.66% and the active power loss is 3741.56 Watt or 0.066%, Voltage Drop Percentage Voltage Drop Phasa R is 6.63%, Phasa S is equal to 4.82 % and Phasa T of 12.85 % and comparison of technical losses before and after balancing. Before it was R 2.58%, S 3.54% and T 6.45% and after R 4.39% S 4.52% and T 3.29%.*

*Keywords: Load Balancing, Technical Losses and Stress*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul “Analisis Penyeimbangan Beban Pada Gardu Induk Kenten Untuk Perbaikan Susut Teknis Dan Tegangan Pelayanan” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth. :

1. Ibu Dina Fitria, ST.,MT. Selaku pembimbing I
2. Bapak Ir. H.M. Nefo Alamsyah, MM. selaku pembimbing II

Ucapan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof Dr Ir H Edizal AE MS Selaku Rektor Universitas Tridinanti
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. Selaku Dekan Universitas Tridinanti Palembang
3. Ibu Dina Fitria, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Staff Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualikum Warrohmatullah, Wabarokatu.

Palembang, Februari 2024  
Penulis

Diko Saputra



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.1.1 Struktur Jaringan Distribusi .....	6
2.1.2 Saluran Udara Tegangan Rendah .....	8
2.2 Ketidak Seimbangan Beban .....	9
2.2.1. Arus Netral Beban Tidak Seimbang .....	10
2.2.2. Penyaluran dan Susut Daya.....	12
2.2.3. Perhitungan dan Rugi Rugi Penyulang .....	13

2.2.4. Persamaan Aliran Daya.....	15
2.3. Metode Perhitungan Aliran Daya.....	17
2.4. Susut Daya Teknis.....	18
2.5. Kerangka Berpikir.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat Penelitian .....	22
3.2 Jenis Penelitian.....	22
3.3 Jenis Penelitian.....	22
3.3.1 Data Transformator 150/20 kV Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan.....	26
3.4 Teknik Analisis Data.....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Pembebanan Gardu Induk Kenten Transformator 1 pada 12 Januari 2024.....	31
4.2 Perhitungan Arus Netral Penyulang BMW .....	31
4.2.1 Jaringan Distribusi Penyulang BMW.....	32
4.3 Perhitungan pembebanan .....	33
4.4 Hasil perhitungan Susut Daya.....	38
4.5 Hasil Perhitungan Drop Tegangan .....	40
4.6 Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Penyeimbangan Beban	.42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.2 Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.3. Vektor Diagram Arus.....	10
2.4 Segitiga Daya .....	13
2.5 Persamaan Daya Semu terhadap daya Aktif dan Reaktif.....	13
2.6 Persamaan Daya terhadap Arus dan Tegangan .....	14
3. 1 Singel Line Diagram Transformator 1 Gardu Induk Kenten .....	26
3. 2 Singel Line Diagram Penyulang BMW .....	27
4.1 Taping 1 Phasa 20 kV .....	36
4.2 Sambungan Trafo 1 Phasa Pada Jalur Utama 20 kV.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel	
Halaman	
2.1 Karakteristik Kawat Penghantar Menurut SPLN 64 : 1995.....	9
3. 1 Spesifikasi Transformator.....	23
3.2 Data Pembebanan Gardu Induk Kenten Transformator 1 pada 12 Januari 2024 .....	30
3 4.1 Pengukuran Taping 1 Phasa 20 kV .....	35
3.5 Data teknis trafo arus (CT) Gardu KJ28 .....	25
3.6 Data histori gangguan penyulang Karate .....	25
3.7 Data transformator 150/20 kV Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan.....	26
3.8 Data penyulang Karate .....	27
4. 1 Impedansi penyulang urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ311 .....	30
4.2 Sambungan Phasa dan Pengukuran Trafo CSP pada Jalur Utama.....	36
4.3 Beban Pelanggan 3 Phasa.....	37
4.4 Ketidakseimbangan beban Penyulang BMW.....	38
4.5 Rencana Pemindahan Beban Trafo CSP .....	39
4.6 Rencana Pemindahan Beban Jaringan 1 Phasa .....	40
4.7 Ketidakseimbangan Beban Per Section .....	40
4.8 Tabel Perbandingan Sebelum dan Sesudah Rencana Penyeimbangan Beban.....	42
4.9 Perbandingan Drop Tegangan.....	43
4.10 Perbandingan Susut Teknis sebelum dan sesudah penyeimbangan...	43

## **LAMPIRAN**

1. Singel Line Diagram Transformator 1 Gardu Induk Kenten
2. Singel Line Diagram Penyulang BMW

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam proses distribusi sistem tenaga listrik tersebut, sering terjadi pembagian beban yang kurang merata sehingga mengakibatkan beban pada fasa R, S, dan T tidak seimbang. Suatu pembebanan yang tidak seimbang merupakan hal yang pasti terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik. Hal ini terjadi karena banyak faktor, selain karena penggunaan listrik oleh konsumen yang berbeda – beda, juga karena penempatan pembebanan yang tidak rata. Suatu pembebanan pada transformator distribusi yang tidak seimbang tentunya mengakibatkan munculnya arus pada netral transformator (Dwi, 2019).

Penyeimbangan beban merupakan suatu upaya untuk mengefisienkan gardu distribusi sehingga arus yang mengalir bisa sepenuhnya diserap oleh pelanggan. Selain itu, penyeimbangan beban dimaksudkan untuk mengurangi arus netral menjadi sekecil mungkin bahkan jika memungkinkan arus netral sama dengan nol.

Berdasarkan pengukuran beban puncak yang dilakukan pada gardu distribusi penyulang BMW terdapat ketidakseimbangan beban sebesar terjadi pada fasa R sebesar 73,44 % sedangkan pada fasa S dan T persentase pembebanan relatif seimbang, yaitu masing-masing sebesar 47,80 % dan 45,72 %. Hal tersebut menjadi perhatian bagi PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kenten.. Sesuai SPLN 72 Tahun 1987 pasal 19 ayat 1 batas bawah tegangan yang diijinkan untuk Jaringan Distribusi Tegangan menengah sebesar 5% untuk JTM dengan

konfigurasi radial. Angka tersebut melewati batas tegangan standar pelayanan. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengambil judul tugas akhir dengan judul **“Analisis Penyeimbangan Beban Pada Gardu Induk Kenten Untuk Perbaikan Susut Teknis Dan Tegangan Pelayanan”**

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana dampak ketidakseimbangan beban Pada Penyulang BMW di Gardu Induk Kenten terhadap Arus netral pada system 3 Phasa?
2. Bagaimana dampak ketidakseimbangan beban dan Impedansi Jaringan Penyulang BMW terhadap susut Jaringan ?

### **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan ketidak seimbangan beban Penyulang BMW di Gardu Induk Kenten terhadap Arus netral pada system 3 Phasa
2. Perhitungan ketidakseimbangan beban dan Impedansi Jaringan Penyulang BMW terhadap susut Jaringan

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian Analisis Penyeimbangan beban pada gardu induk kenten untuk perbaikan susut teknis dan tegangan

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan perhitungan aliran daya adapun tahapan - tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 1. Pengumpulan Data.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa bagan single line diagram jaringan tegangan menengah 20kV PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kenten, data transformator penyuplai penyulang BMW, data beban pada penyulang BMW, data jenis penghantar yang digunakan, serta data-data lain yang terkait dengan penelitian ini.

### 2. Perhitungan Analisa Ketidakseimbangan Beban

Melakukan Perhitungan secara manual pada section Pertama untuk parameter sebagai berikut :

- 1) Perhitungan Nilai *Persentase Load Unbalance* ( %Ub )
- 2) Perhitungan Arus Netral ( In )
- 3) Perhitungan Susut Daya ( P )
- 4) Perhitungan Drop Tegangan ( Delta V )

### 3. Tahap Simulasi dan Analisa

Setelah mendapatkan data Spesifikasi Trafo Tenaga, Spesifikai Konduktor dan Data Pembebanan Sedangkan pada tahap analisis, data yang telah didapatkan kemudian diolah dan dilakukan sebuah analisa yang digunakan untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang diangkat hingga terbentuknya laporan penelitian.



## **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab yang masing masing terdiri atas beberapa sub bab. Bab dan sub sub bab yang ada di dalam laporan saling terkait dan mendukung satu sama lain.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan, dan pembatasan masalah metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Uraian mengenai Ketidak Seimbangan Beban meliputi Perhitungan 2 Arus Netral Beban Tidak Seimbang, Penyaluran dan Susut Daya Perhitungan dan Rugi Rugi Penyulang

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Waktu dan tempat penelitian, metodologi penelitian, gambar blok diagram.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Perhitungan Arus Netral Penyulang BMW. Jaringan Distribusi Penyulang BMW, Perhitungan pembebanan, Hasil perhitungan Susut Daya dan Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Penyeimbangan Beban

### **BAB V PENUTUP**

Berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa data dalam penyusunan tugas akhir ini sekaligus memberikan saran-saran untuk mengembangkan selanjutnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Dwi. Rahayu. 2019. Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Transformator 3 Phase Terhadap Susut Daya Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Manahan
- (2) B. L. Tobing, Peralatan Tegangan Tinggi Edisi 1. PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- (3) H. Eirene Patoding, Energi dan Operasi Tenaga Listrik dengan ETAP. CV. Budi Utama, 2019.
- (4) Ir. Badruddin, 2013 Modul II Sistem Distribusi. Bengkulu,.
- (5) Gassing and I. Jaya, “Optimalisasi pembebanan transformator distribusi dengan penyeimbangan beban,” Pros. Has. Penelit. Fak. Tek. Univ. Hasanuddin, vol. 7, pp. 978–979, 2013.
- (6) PT. PLN, “SPLN 1 : 1995 Standar-Standar Tegangan,” Standar Perusah. List. Negara, p. 5, 1995.
- (7) Willian D. Stevenson. JR, Analisa Sistem Tenaga edisi ke 4. Jakarta: Erlangga, 1996.