

**ANALISIS KETIDAK-SEIMBANGAN DAYA REAKTIF UNIT GENERATOR 403 DI STASIUN**

**SUMPAL MEDCO ENERGI**



**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana Strata I Program**

**Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Tridianti**

**Oleh :**

**ARI MAULIADI**

**2002230501.P**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Ari Mauliadi  
Nomor Pokok : 2002230501.P  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)  
Judul Skripsi : Analisis Ketidak-Seimbangan Daya Reaktif Unit Generator  
403 di Stasiun Sumpal Medco Energi

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

 16/10/24  
Dina Fitria, S.T. M.T.

Pembimbing II

  
Mukminatun Ardasi, S.T.M.T

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

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

Palembang, September 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro

  
Dina Fitria, S.T. M.T.

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ari Mauliadi  
NPM : 2202230501.P  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : “Analisis Ketidak-Seimbangan Daya Reaktif Unit Generator 403 di Stasiun Sumpal Medco Energi ”

Dengan ini saya meyakini dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. bukan plagiat, kecuali yang secara tertulis ditulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2003 tentang “Sistem Pendidikan Nasional” pasal 70.

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

Palembang, September 2024

Penulis  
  
Ari Mauliadi

## ABSTRAK

Generator sinkron, yang juga dikenal sebagai alternator, adalah perangkat listrik yang mengubah energi mekanik dari penggerak utama menjadi daya listrik AC pada tegangan dan frekuensi tertentu dengan tujuan supaya bisa di paralelkan satu dengan yang lainnya untuk menambah kapasitas. Motor sinkron beroperasi pada kecepatan yang konsisten yang dikenal sebagai kecepatan sinkron. Konstruksi Generator sinkron tiga fasa memiliki 2 jenis eksitasi yaitu eksitasi sendiri/PMG maupun eksitasi terpisah. System eksitasi inilah yang akan menentukan besarnya VAR yang akan di serap oleh generator pada saat bekerja secara parallel. Pada skripsi ini penulis melakukan Analisa pembagian beban reaktif pada tiga unit generator yang ada di Stasiun Sumpal Medco energi. Dimana pada saat 3 Unit GTG bekerja secara parallel dengan mode auto share maka salah satu unit generator 403 beban reaktif yang di serap adalah kurang lebih 49.76% berbeda jauh dengan 2 unit yang lain yang hanya menyerap di kisaran 25% masing-masing. Dari perhitungan dan Analisa di dapat nilai eksitasi unit 403 adalah 12% dengan GGL yang di bangkitkan sebesar 451 volt, sedang dua unit lainnya eksitasi di berikan hanya sebesar 6% dan GGL yang di bangkitkan sebesar 425 volt pada masing-masing generator. Untuk mendapatkan pembagian beban reaktif / kVAR yang seimbang maka masing-masing eksitasi unit adalah sebesar 8% dengan besar GGL yang di bangkitkan sebesar 434 volt.

*Kata Kunci : Generator Sinkron, Ketidak-Seimbangan VAR, GGL,  $\cos\phi$ , eksitasi*

## ABSTRACT

Synchronous generators, also known as alternators, are electrical devices that convert mechanical energy from a prime mover into AC electrical power at a specific voltage and frequency in order to be paralleled to increase capacity. Synchronous motors operate at a consistent speed known as synchronous speed. The construction of a three-phase synchronous generator has 2 types of excitation, namely self-excitation/PMG and separate excitation. This excitation system will determine the amount of VAR that will be absorbed by the generator when working in parallel. In this thesis, the author conducted an analysis of the distribution of reactive loads on three generator units at the Sumpal Medco Energi Station. Where when 3 GTG units work in parallel with auto share mode, one of the generator units 403 absorbs approximately 49.76% of the reactive load, which is much different from the other 2 units which only absorb around 25% each. From the calculation and analysis, the excitation value of unit 403 is 12% with a generated GGL of 451 volts, while the other two units are given excitation of only 6% and the generated GGL is 425 volts on each generator. To obtain a balanced reactive load / kVAR distribution, each unit excitation is 8% with a generated GGL of 434 volts.

Keywords: Synchronous Generator, VAR Imbalance, GGL,  $\text{Cos}\phi$ , excitation

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Analisis Ketidak-Seimbangan Daya Reaktif Unit Generator 403 di Stasiun Sumpal Medco Energi** ”. Yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Tridinanti.

Pada kesempatan kali ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dina Fitria, S.T.M.T selaku pembimbing I
2. Ibu Mukminatun Ardasi, S.T.M.T selaku pembimbing II

Yang telah memberikan bantuan sumbang saran dan ilmu sehingga selesainya skripsi ini.

Saya juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal, A.E, M.S. selaku Rektor Universitas Tridinanti beserta staff.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti beserta staff.
3. Ibu Dina Fitria, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Universitas Tridinanti yang sekaligus pembimbing 1.
4. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan do'a dan dukungan untuk menyelesaikan Pendidikan sarjana.
5. Ibu Atik Sumaryati selaku Istri tercinta yang setia mendukung dan mendampingi dalam penyelesaian tugas akhir.

6. Para jajaran staff dan Operator Sumpal Station Medco Energi
7. Teman-teman se-almamater dan pihak lain yang selalu membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palembang, September 2024

Ari Mauliadi

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metode Penelitian .....	4
1.5.1 Pengumpulan data.....	4
1.5.2 Metode Wawancara .....	4
1.5.3 Metode Literatur .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5



## **BAB II DASAR TEORI**

2.1	Generator Sinkron.....	7
2.2	Konstruksi Generator Sinkron .....	8
2.2.1	Rotor .....	8
2.2.2	Stator .....	12
2.2.3	Jenis Penguatan .....	9
2.3	Prinsip Kerja Generator Sinkron .....	17
2.3.1	Generator Tanpa Beban .....	19
2.3.2	Generator Berbeban .....	20
2.4	Eksitasi.....	21
2.5	Daya Generator.....	21
2.6	Pengaturan Tegangan.....	23
2.7	Kerja Paralel .....	23
2.7.1	Memparalel Generator .....	24
2.7.1.1a	Lampu Cahaya berputar dan Volt-meter.....	25
2.7.1.1b	Voltmeter, Frekuensi Meter, dan Synchroscope .....	25
2.7.1.1c	Paralel Otomatis.....	26

## **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Diagram Alur .....	27
3.2	Pengumpulan data .....	28
3.3	Data Pengujian Generator .....	30
3.4	Sistem Pembagian Beban Antar Generator .....	32

3.5 Perhitungan - Perhitungan .....	33
-------------------------------------	----

## **BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN**

4.1 Perhitungan Daya Generator .....	34
4.1.1 Daya Unit 403.....	34
4.1.2 Daya Unit 404.....	35
4.1.3 Daya Unit 405 .....	35
4.2 Analisa Perbandingan Arus Eksitasi dengan Daya Reaktif .....	37
4.3 Perhitungan Tegangan Induksi Generator.....	39
4.3.1 Perhitungan GGL Generator 403.....	39
4.3.2 Perhitungan GGL Generator 404.....	40
4.3.3 Perhitungan GGL Generator 405.....	41
4.4 Cos Phi Ideal Rata-rata Per-Unit .....	44
4.5 Pengaturan Tegangan .....	44
4.5 Analisa Hasil Pengukuran dan Perhitungan .....	48

## **BAB V Kesimpulan dan Saran**

5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50

## **DAFTAR GAMBAR**

## **DAFTAR TABLE**

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2.1</i>	<i>Generator Sinkron 1 MVA.....</i>	<i>7</i>
<i>Gambar 2.2</i>	<i>Rotor salient (Kutub Menonjol) Generator Sinkron .....</i>	<i>10</i>
<i>Gambar 2.3</i>	<i>Rotor Kutub Silinder Generator Sinkron .....</i>	<i>11</i>
<i>Gambar 2.4</i>	<i>Bentuk kontruksi stator pada generator sinkron .....</i>	<i>13</i>
<i>Gambar 2.5</i>	<i>Belitan Satu Lapis Generator Sinkron Tiga Fasa .....</i>	<i>15</i>
<i>Gambar 2.6</i>	<i>Belitan Berlapis Ganda Generator Sinkron Tiga Fasa .....</i>	<i>15</i>
<i>Gambar 2.7</i>	<i>Generator sinkron dengan eksitasi sikat arang /brush. ....</i>	<i>16</i>
<i>Gambar 2.8</i>	<i>Generator sinkron dengan eksitasi rotating diode.....</i>	<i>17</i>
<i>Gambar 2.9</i>	<i>Karakteristik generator tanpa beban. ....</i>	<i>19</i>
<i>Gambar 2.10</i>	<i>Karakteristik generator berbeban.....</i>	<i>20</i>
<i>Gambar 2.11</i>	<i>Sistem eksitasi brushless .....</i>	<i>21</i>
<i>Gambar 2.12</i>	<i>Segitiga daya.....</i>	<i>22</i>
<i>Gambar 2.13</i>	<i>Rangkaian indikasi lampu parallel .....</i>	<i>25</i>
<i>Gambar 2.14</i>	<i>Syncronoscope.....</i>	<i>26</i>
<i>Gambar 3.1</i>	<i>Flow Diagram .....</i>	<i>21</i>
<i>Gambar 3.2</i>	<i>Data name plate generator.....</i>	<i>22</i>
<i>Gambar 3.3</i>	<i>Data pengujian manufacture generator .....</i>	<i>23</i>
<i>Gambar 4.1</i>	<i>Grafik Perbandingan GGL terhadap kVAR .....</i>	<i>32</i>
<i>Gambar 4.2</i>	<i>Diagram fasor GGL Unit 403 .....</i>	<i>34</i>
<i>Gambar 4.3</i>	<i>Diagram fasor GGL Unit 404 .....</i>	<i>35</i>
<i>Gambar 4.4</i>	<i>Diagram fasor GGL Unit 405 .....</i>	<i>36</i>
<i>Gambar 4.5</i>	<i>Grafik Perbandingan GGL terhadap kVAR .....</i>	<i>38</i>

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel 3.1 Data Generator 403</i> .....	24
<i>Tabel 3.2 Data Generator 404</i> .....	25
<i>Tabel 3.3 Data Generator 405</i> .....	26
<i>Tabel 4.1 komparasi pengukuran dan perhitungan.</i> .....	31
<i>Tabel 4.2 Eksitasi terhadap daya reaktif</i> .....	32
<i>Tabel 4.3 Table GGL 403.</i> .....	37
<i>Tabel 4.4 Table GGL 404.</i> .....	37
<i>Tabel 4.5 Table GGL 405.</i> .....	38

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Stasiun pengumpul gas Sumpal adalah bagian dari Corridor Block PSC (Production sharing contract). Yang berlokasi 40 KM arah Barat Daya dari Grissik Central Plant Sumatera Selatan. Dalam fungsinya Stasiun pengumpul Sumpal mampu memproduksi 310 MMscfd (Juta standar kaki kubik per hari). Guna menjaga continuitas dalam produksi gas alam yang di hasilkan Sumpal station membutuhkan energi listrik yang di bangkitkan dengan menggunakan 3 buah Gas Turbin Generator (GTG) unit 403, 404 dan 405.

Dalam kondisi operasi normal stasiun Sumpal menggunakan 3 unit GTG running secara parallel guna memenuhi kebutuhan asupan daya listrik penunjang operasi di dalam menjalankan produksi gas alam. Jumlah kisaran beban normal pada siang hari ada pada kisaran 1900-an kWatt dan pada malam hari operasi berkisar di angka 2095 kW.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut stasiun Sumpal menjalankan 3 unit Gas Turbin Generator secara Bersama dan parallel dengan mode pembagian beban secara isochronous dan droop. Dua opsi pilihan pembagian beban ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing, Dimana penentuan pilihan untuk melakukan pembagian beban menjadi tanggung jawab dari operator yang bertugas.

Pengaturan pembagian beban dilakukan secara Isoch ataupun droop akan di eksekusi atau dilakukan oleh CGCM (combine generator control module) keluaran ABB

*Alen Bradley* baik pembagian kW ataupun kVar semua terintegrasi pada modul controller ini. Khususnya pada pilihan isochronous, kenyataan yang terjadi di lapangan adanya ke-tidak seimbangan kVar pada Unit GTG 403. Dari kondisi ini penulis tertarik untuk menganalisa penyebab dari ke-tidak seimbangan kVar yang terjadi pada unit 403 dengan data-data yang tersedia dan pengamatan yang dilakukan di lokasi. Dari kondisi tersebut penulis mengambil judul tugas akhir

***“Analisis Ketidak-Seimbangan Daya Reaktif Unit Generator 403 Di Stasiun Sumpal Medco energi”***

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut maka di dapatkan perumusan masalah yang melandasi Analisis Ketidak Seimbangan kVAR Generator 403 Stasiun Sumpal Medco Energi yaitu ;

1. Membandingkan dan menentukan persersentase error pada nilai pengukuran dan perhitungan daya generator
2. Menghitung GGL dan membandingkan VAR pada 3 Generator yang identik pada saat mode pembagian beban secara isoch/otomatis.
3. Menganalisa nilai GGL terhadap daya reaktif yang di serap oleh generator
4. Menghitung pengaturan tegangan pada 3 generator, menemukan selisih pengaturan tegangan dan mencari nilai ideal pengaturan tegangan agar di dapat VAR dan cos phi yangimbang.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memberikan beberapa batasan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah. Batasan-batasan tersebut adalah

1. Studi data pembebanan generator yang ada di lapangan dengan cara membandingkan pengukuran dengan perhitungan.
2. Menganalisa ketidak-seimbangan VAR pada unit 403 terhadap 2 generator yang lain dengan menghitung nilai GGL dan menentukan persentase GGL terhadap besarnya nilai arus eksitasi yang di berikan pada masing2 generator.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penyusunan tugas akhir dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut ;

1. Memastikan nilai pengukuran beban tidak terjadi kesalahan dengan membandingkan hasil perhitungan
2. Mencari nilai ideal pembagian beban reaktif pada 3 generator di Sumpal

### **1.5 Metode Penelitian**

Untuk metode penelitian dalam penulisan tugas akhir ini menggunakan beberapa metode sehingga dalam penyelesaiannya lebih terarah dan teratur. Diantaranya adalah sebagai berikut

#### **1.5.1 Pengumpulan Data**

Metode Observasi

Pada metode ini pengumpulan data di lakukan dengan cara melakukan pengujian running parallel 3 unit generator selama 7 Jam.

### 1.5.2 Metode Wawancara

Dengan tanya jawab secara langsung dengan operator pembangkit dan berbagai pihak yang baik secara langsung ataupun tidak langsung dapat memberikan informasi sebanyak mungkin mengenai operasi generator di Sumpal, sehingga data - data yang di dapat menjadi dasar penulisan tugas akhir ini.

### 1.5.3 Metode Literatur

a. Metode pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data-data dari berbagai sumber buku, jurnal, manual book dan website yang dapat dijadikan bahan referensi dalam penyusunan tugas akhir.

b. Perhitungan dan Analisis

Perhitungan dan analisis pada akhirnya akan menunjukkan angka – angka yang akan menggambarkan kondisi parallel dari 3 generator yang beroperasi.

c. Kesimpulan

Di dalam Kesimpulan akan menunjukkan besarnya persentase pembagian beban reaktif pada unit generator 403 yang akan memiliki korelasi secara langsung terhadap eksitasi dan GGL.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan penulisan pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



## **BAB I           PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan yang menjadi dasar dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

## **BAB II           DASAR TEORI**

Pada bab ini berisi tentang dasar teori tentang Generator sinkron, Prinsip Kerja Generator, Eksitasi, Daya Listrik, Pengaturan tegangan, dan Kerja Paralel dan lain-lain yang berkaitan dengan judul tugas akhir yang akan dibahas.

## **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang gambaran metode penelitian dan uraian data yang telah dikumpulkan untuk memperhitungkan ketidak seimbangan beban VAR pada generator yang ada di Stasiun Sumpal Medco Energi.

## **BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang analisa perhitungan untuk menentukan besar nilai ketidakseimbangan beban pada VAR Generator 403 akibat dari perbedaan arus eksitasi dan besarnya GGL yang di bangkitkan

## **BAB V          PENUTUP**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan dan perhitungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramayulis Nasution, Armansyah, Yusmartato, “ANALISIS SISTEM PEMBAGIAN BEBAN ANTAR GENERATOR, Buletin Utama Teknik Vol. 16, No. 1, September 2020
- [2] Fita Sari1 , Agus Darwanto2 , Analisis Sistem Eksitasi Pada Generator Pararel Terhadap Daya Reaktif, <https://doi.org/10.3415/jurtek.v13i2.3276N>.
- [3] Mochtar Wijaya, Dasar Dasar Mesin Listrik , Jakarta-Djambatan, 2022
- [4] Ahmad Ramadhan, 2017 ANALISIS PERBANDINGAN GENERATOR SINKRON TIGA FASA DAYA KECIL DENGAN EKSITASI SENDIRI DAN EKSITASI TERPISAH.  
[https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/4944-Full\\_Text.pdf](https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/4944-Full_Text.pdf)