

PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN

(ME 234502)

B. GENERATOR PARALEL

Dikerjakan oleh :

Kelompok B5

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Fadli Ilmi Aziz | 5019241085 |
| 2. Yodha Farrel Mahandhika | 5019241088 |
| 3. Anargya Vincent Alfredo | 5019241092 |
| 4. Moch. Farhan Bagaskara | 5019241096 |
| 5. Nabila Mirza Arifin Putri | 5019241103 |

Nama Assisten Praktikum :

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Ahmad Nasrul Qohar Izzuna | 5019231083 |
| 2. Atha Yumna Azhar | 5019231114 |
| 3. Septian Ade Nugroho | 5019221037 |

**Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Revisi	Tanggal	Keterangan	Diketahui Oleh	
			Nama Grader	Tanda Tangan

LAPORAN RESMI
PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN
GENERATOR PARALEL

**FOTO ANGGOTA KELOMPOK
BESERTA GRADER KETIKA
PRAKTIKUM**

(Screenshot meeting diizinkan)

***Wajib menampilkan muka praktikan dan grader**

Oleh :
Kelompok B5

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Fadli Ilmi Aziz | 5019241085 |
| 2. Yodha Farrel Mahandhika | 5019241088 |
| 3. Anargya Vincent Alfredo | 5019241092 |
| 4. Moch. Farhan Bagaskara | 5019241096 |
| 5. Nabila Mirza Arifin Putri | 5019241103 |

LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2024

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN RESMI
PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN
GENERATOR PARALEL

Dengan ini kami telah menyelesaikan praktikum
GENERATOR PARALEL
pada rangkaian praktikum Listrik Perkapalan

Mengetahui / Menyetujui

Grader Praktikum GENERATOR

Koordinator Praktikum

Koor Alat Praktikum

Grader Alat

Syauqy Mahabbatillah
Ma'ana

5019221072

Atha Yumna
Azhar

5019231114

Ahmad Nasrul Qohar
Izzuna

5019231083

LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2026

ABSTRAK

Praktikum generator paralel ini bertujuan untuk memahami prinsip kerja dan syarat operasional penggabungan dua atau lebih generator 3 fasa secara bersamaan, khususnya dalam konteks kelistrikan kapal. Generator memainkan peran krusial dalam menyediakan pasokan listrik untuk berbagai peralatan modern di kapal. Metode sinkronisasi, seperti metode gelap-terang dan gelap-gelap, dipelajari untuk memastikan tegangan, frekuensi, dan sudut fasa yang sama antar generator sebelum dioperasikan secara paralel. Metode gelap-terang melibatkan penyambungan fasa yang berbeda untuk indikasi lampu menyala-padam, sementara metode gelap-gelap menghubungkan fasa yang sama, dengan indikasi lampu padam ketika sinkron. Analisis data dilakukan dengan menghitung tegangan fasa (V_{phase}), tegangan line (V_{line}), daya, dan arus nominal (I_{nominal}) dari data yang diperoleh selama praktikum. Sebagai contoh, pada metode gelap-terang berbeban, V_{phase} Generator 1 adalah 240 V, dan V_{Line} Generator 1 adalah 360 V. Pada kondisi berbeban menggunakan metode gelap-gelap, perhitungan menunjukkan daya total untuk Generator 1 adalah 60.68 Watt. Intensitas nyala lampu indikator berbanding lurus dengan ketidakseimbangan arus beban. Semakin besar perbedaan arus beban, semakin terang nyala lampu sebagai tanda adanya arus sirkulasi antar generator. Mempelajari generator paralel sangat penting untuk memperoleh daya yang lebih besar, meningkatkan efisiensi, mempermudah perencanaan kapasitas, dan menjamin kontinuitas pasokan daya listrik di kapal.

Kata Kunci: Arus, Daya, Frekuensi, Generator, Paralel, Sinkronisasi, Tegangan

BAB I

PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)

Dalam sistem kelistrikan, generator paralel merupakan metode pengoperasian dua atau lebih generator yang dihubungkan dalam satu jaringan listrik yang sama sehingga dapat bekerja secara bersamaan. Sistem ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya yang besar serta memberikan fleksibilitas dalam pengoperasian sistem tenaga listrik.

Penggunaan generator paralel memberikan beberapa keuntungan seperti peningkatan kapasitas daya, pembagian beban yang lebih merata, serta peningkatan keandalan sistem. Dengan adanya lebih dari satu generator, sistem tetap dapat beroperasi meskipun salah satu unit mengalami gangguan. Selain itu, pengoperasian paralel juga memungkinkan efisiensi yang lebih baik karena generator dapat disesuaikan dengan kebutuhan beban.

Namun, pengoperasian generator secara paralel harus memenuhi beberapa syarat agar dapat bekerja dengan baik. Syarat tersebut meliputi kesamaan tegangan, frekuensi, urutan fasa, dan sudut fasa antara generator. Jika syarat-syarat tersebut tidak terpenuhi, maka dapat terjadi gangguan seperti arus sirkulasi yang merugikan. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mengenai prinsip kerja dan metode sinkronisasi dalam sistem generator paralel.

1.2 Rumusan Masalah (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)

Berikut ini merupakan rumusan masalah dari praktikum generator paralel :

A. Percobaan Paralel Generator

1. Apa saja syarat yang harus dipenuhi agar generator 3 fasa dapat dioperasikan secara paralel?
2. Bagaimana bentuk dan cara kerja rangkaian generator paralel 3 fasa dengan metode gelap-terang?
3. Bagaimana bentuk dan cara kerja rangkaian generator paralel 3 fasa dengan metode gelap-gelap?

B. Percobaan Paralel Generator Berbeban

1. Bagaimana perbandingan daya yang dialirkan menuju beban dari dua generator 3 fasa yang dihubungkan secara paralel?
2. Bagaimana hubungan antara arus yang digunakan oleh beban dengan nyala lampu indikator pada panel?

1.3 Tujuan (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)

Berikut ini merupakan tujuan dari praktikum generator paralel :

B. Percobaan Paralel Generator

4. Menjelaskan syarat-syarat yang harus dipenuhi agar dua generator 3 fasa dapat dihubungkan secara paralel.
5. Menjelaskan bentuk dan cara kerja rangkaian generator paralel 3 fasa dengan metode gelap-terang.
6. Menjelaskan bentuk dan cara kerja rangkaian generator paralel 3 fasa dengan metode gelap-gelap.

B. Percobaan Paralel Generator Berbeban

3. Menentukan perbandingan daya yang dialirkan menuju beban dari dua generator 3 fasa yang dihubungkan secara paralel.
4. Menentukan hubungan antara arus yang digunakan oleh beban dengan nyala lampu indikator pada panel.

BAB II

DASAR TEORI

BAB II DASAR TEORI

2.1 Paralel Generator

Generator paralel adalah metode pengoperasian dua atau lebih generator yang dihubungkan ke satu sistem distribusi (busbar) yang sama sehingga bekerja secara bersamaan dalam menyuplai beban. Dalam praktiknya, terutama pada sistem tenaga seperti pembangkit listrik atau kapal, satu generator saja tidak cukup untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal terutama pada variasi beban yang dinamis, sehingga beberapa unit dijalankan secara bersamaan agar sistem lebih stabil dan fleksibel.

Keuntungan utama dari sistem paralel ini adalah kontinuitas suplai. Jika satu generator mengalami gangguan atau harus dimatikan untuk perawatan, generator lain masih bisa menjaga suplai tetap berjalan. Selain itu, sistem ini memungkinkan pembagian beban yang lebih efisien. Generator dapat dioperasikan mendekati titik kerja optimalnya, sehingga konsumsi bahan bakar lebih ekonomis dibandingkan jika hanya satu generator besar yang dipaksa bekerja di berbagai kondisi beban.

Namun, pengoperasian paralel memiliki konsekuensi teknis yang cukup serius jika sinkronisasi tidak tepat, seperti timbulnya arus sirkulasi, getaran mekanik, hingga kerusakan pada belitan generator.

2.1.1 Syarat Paralel Generator

Agar generator dapat dihubungkan secara paralel dengan aman, terdapat beberapa kondisi yang wajib dipenuhi, antara lain:

1. Tegangan harus sama

Tegangan terminal generator yang akan diparalelkan harus mendekati atau sama dengan tegangan sistem (busbar). Jika tegangan berbeda, akan muncul arus sirkulasi yang mengalir antar generator, meskipun belum ada beban eksternal.

2. Frekuensi harus sama

Frekuensi ditentukan oleh kecepatan putar prime mover. Jika frekuensi generator lebih tinggi atau lebih rendah dari sistem, maka akan terjadi pertukaran daya yang tidak stabil.

3. Urutan fasa harus sama

Untuk sistem tiga fasa, urutan fasa (R-S-T) harus identik. Jika urutan terbalik, efeknya seperti hubung singkat antar fasa dan arus besar akan langsung muncul saat disambungkan.

4. Sudut fasa harus sama

Walaupun tegangan dan frekuensi sudah sama, jika sudut fasanya tidak sejajar, tetap akan terjadi lonjakan arus saat penyambungan. Idealnya, kedua gelombang harus berada pada posisi nol yang sama (in-phase) saat saklar ditutup.

2.1.2 Cara memparalelkan generator

Proses memparalelkan generator pada dasarnya adalah proses sinkronisasi antara generator yang akan masuk ke sistem dengan busbar yang sudah aktif. Secara umum, langkahnya sebagai berikut:

Pertama, generator dijalankan hingga mencapai kecepatan nominal. Setelah itu, tegangan diatur menggunakan sistem eksitasi agar mendekati tegangan busbar. Selanjutnya, frekuensi disesuaikan dengan mengatur putaran prime mover.

Setelah tegangan dan frekuensi mendekati sama, langkah berikutnya adalah memastikan sudut fasa sudah sinkron. Jika menggunakan metode manual, operator akan melihat lampu sinkronisasi atau sinkroskop. Ketika kondisi sudah tepat (biasanya ditandai jarum sinkroskop berada di posisi 12 atau lampu padam/terang serempak), maka saklar dapat ditutup untuk menghubungkan generator ke sistem.

Begitu generator sudah masuk ke sistem paralel, pembagian beban mulai terjadi. Beban aktif (kW) diatur melalui input mekanik, sedangkan beban reaktif (kVAR) diatur melalui eksitasi.

2.1.3 Metode Paralel Generator (Gelap terang & Gelap gelap)

Ada beberapa metode yang digunakan untuk memastikan sinkronisasi generator, terutama metode sederhana yang sering dipakai di praktikum, yaitu metode lampu:

1. Metode Gelap - Terang

Pada metode ini, tiga lampu dipasang antara terminal generator dan busbar. Prinsipnya adalah tegangan akan menyebabkan lampu menyala, sehingga jika lampu padam secara bersamaan, artinya tegangan kedua sistem sama dan sudut fasa sudah sinkron.

2. Metode Gelap - Gelap

Metode paralel gelap-gelap adalah salah satu cara untuk mensinkronkan dua generator sebelum dioperasikan secara paralel, dengan memanfaatkan kondisi lampu indikator yang terhubung antar fasa. Intinya adalah generator hanya boleh diparalelkan saat semua lampu dalam kondisi padam (gelap).

2.2 Synchroscope (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)

Synchroscope (sinkronoskop) adalah alat yang digunakan untuk mengukur, memantau, dan menunjukkan kesamaan kondisi fasa, amplitudo (tegangan), dan frekuensi antara dua generator AC.

Cara membaca synchroscope:

1. Indikator: Synchroscope, baik jenis analog (jarum) maupun digital, umumnya menunjukkan posisi "jam 12" sebagai titik sinkron sempurna (0 derajat perbedaan fasa).

2. Perputaran (Analog): Searah jarum jam (Fast): Frekuensi generator lebih tinggi daripada frekuensi sistem.
3. Berlawanan arah jarum jam (Slow): Frekuensi generator lebih rendah daripada frekuensi sistem.
4. Tindakan: Operator akan mengatur kecepatan generator (prime mover) hingga jarum berhenti tepat di angka 12, yang menandakan generator sudah sinkron dan siap dihubungkan

2.3 Kelebihan dan Kekurangan Pararel Generator (Moch. Farhan Bagaskara)

Dalam aplikasinya pararel generator memiliki kekurangan dan kelebihan. Berikut adalah tabel komparasi kelebihan dan kekurangan pararel generator:

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Paralel Generator

NO	Kelebihan	Kekurangan
1	Keandalan sistem meningkat	Sistem kontrol lebih kompleks
2	Efisiensi operasional lebih baik	Biaya instalasi lebih tinggi
3	Fleksibilitas dalam pengoperasian	Risiko ketidakseimbangan beban
4	Perawatan lebih mudah	Memerlukan operator yang terampil
5	Distribusi beban lebih merata	Potensi gangguan sinkronisasi

2.4 Aplikasi Dalam Bidang Marine Non-Marine

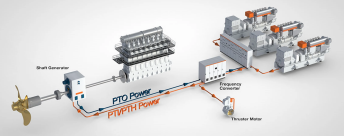
Terdapat banyak penerapan atau pengaplikasian generator paralel, baik itu di bidang *marine* dan *non-marine*. Berikut ini merupakan beberapa aplikasi dari Generator paralel :

2.4.1 Aplikasi di Bidang *Marine*

Berikut adalah beberapa pengaplikasian generator di bidang *marine* :

Tabel 2.2 Aplikasi di Bidang *Marine*

No	Nama	Gambar	Keterangan
----	------	--------	------------

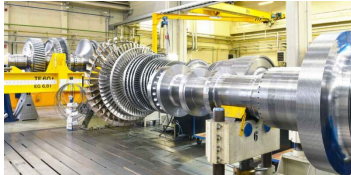
1.	Ship Main Power Supply (Fadli Ilmi Aziz - 501924085)	 Gambar 2.12 Ship Main Power Supply (Sumber : wartsila.com)	Generator utama kapal dioperasikan secara paralel untuk menjaga kestabilan dan efisiensi pasokan listrik. Melalui sistem ini, beberapa generator bekerja secara bersamaan dengan membagi beban secara merata, sehingga dapat mencegah terjadinya kelebihan beban serta mengoptimalkan penggunaan bahan bakar. Sebelum dihubungkan ke busbar, proses sinkronisasi dilakukan dengan menyamakan tegangan, frekuensi, dan fasa. Selanjutnya, sistem kontrol otomatis akan mengatur pembagian daya sesuai dengan kebutuhan operasional kapal.
2.	Main Switchboard (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)	 Gambar 2.7 MSB (Sumber : chiefengineerlog.com)	<i>Main Switch Board (MSB)</i> di kapal merupakan panel energi utama yang berfungsi sebagai pusat untuk mendistribusikan daya dari sumber listrik, seperti generator, menuju berbagai sistem dan perangkat listrik di kapal. Fungsinya sangat penting karena mengatur, membagi, dan melindungi sirkuit listrik agar distribusi daya tetap aman dan efisien untuk semua beban yang ada di kapal.

3	<i>Power Management System</i> (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)	 Gambar 2.8 Power Management Sysem (Sumber: kapaldanlogistik.com)	Sistem kontrol terintegrasi yang memonitor, mendistribusikan, dan mengoptimalkan daya listrik dari generator ke beban. Fungsi utamanya meliputi sinkronisasi generator, manajemen beban (start/stop generator otomatis), dan pencegahan blackout dengan memprioritaskan beban esensial.
4	Harbour Generator (Moch Farhan Bagaskara - 5019241096)	 Gambar 2.9 Harbour Generator (Sumber: https://genserveinc.com)	Pelabuhan menggunakan sistem generator paralel sebagai cadangan (backup) atau pendukung beban puncak (peak load support).
5	Emergency Generator (Nabila Mirza A.P. - 5019241103)	 Gambar 2.11 Emergency Generator (Sumber: merchantnavydecoded.com)	Emergency generator merupakan generator yang digunakan pada saat keadaan darurat saja. Alat-alat kelistrikan yang harus tetap bisa digunakan dalam keadaan darurat adalah seperti halnya alat navigasi, radio, beberapa bagian penerangan. Letak dari generator jenis ini haruslah ada di deck kapal, agar mengaksesnya lebih mudah

2.4.2 Aplikasi di Bidang *non-Marine*

Berikut adalah beberapa pengaplikasian generator di bidang *non-marine* :

Tabel 2.3 Aplikasi di Bidang *non-Marine*

No	Nama	Gambar	Keterangan
1.	Pembangkit Listrik Tenaga Gas (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)	 Gambar 2.14 Turbin Gas (Sumber :albany-bandung.com)	Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah fasilitas pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari pembakaran gas alam atau bahan bakar lainnya untuk memutar turbin, yang kemudian menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik.
2	Data Center (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)		Server dan infrastruktur komputasi awan membutuhkan suplai daya yang konstan dan stabil. <i>Data center</i> biasanya menggunakan konfigurasi generator paralel dengan sistem N+1 atau N+2 (di mana N adalah jumlah generator yang dibutuhkan untuk beban penuh, dan +1/+2 adalah unit cadangan).
3	Pembangkit listrik tenaga diesel (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)	 Gambar 2.17 Generator Set (Sumber: dunia-energi.com)	Industri memparalelkan beberapa unit Genset (Generator Set) berkapasitas lebih kecil dibandingkan satu unit genset raksasa. Aplikasi: Di pabrik, jika beban produksi meningkat, generator kedua atau ketiga otomatis menyala dan terhubung (paralel) untuk

			menanggung beban bersama-sama.
4	Generator Rumah Sakit (Moch Farhan Bagaskara - 5019241096)	 Gambar 2.16 Generator Rumah Sakit (Sumber: indonesian.silentgeneratorset.com)	Kegunaan generator paralel pada rumah sakit adalah sebagai daya listrik cadangan ketika sumber listrik utama padam. Generator ini akan menjadi peran vital ketika dalam keadaan darurat karena rumah sakit memiliki peralatan listrik yang harus tetap berfungsi meski dalam kondisi listrik padam.
5	Generator PLTU (Nabila Mirza A.P. - 5019241103)	 Gambar 2.18 Generator PLTU (Sumber: : plntanjungjatib.blogspot.com)	Generator berfungsi menghasilkan daya listrik. Sama halnya dengan generator PLTU ini, namun daya yang dibutuhkan jauh lebih besar. Oleh karena itu, generator PLTU ini dipasang dengan konsep paralel.



LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

Kampus ITS Sukolilo Gd. WA Lt. 3, Surabaya 60111

Telp. 031 599 4251 ext. 28

Fax. 031 599 4757

Email. itsmeaslaboratory@gmail.com

BAB III DATA PRAKTIKUM

3.1 Peralatan dan Fungsi (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Berikut merupakan peralatan yang digunakan untuk praktikum generator paralel beserta fungsinya

Peralatan	Fungsi
Generator 3 Fasa	Mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik 3 fasa
Motor AC	Sebagai prime mover
Rectifier	Mengubah arus AC menjadi arus DC
Regulator	Mengatur nilai tegangan
Lampu Pijar	Beban Resistif
Lampu TL	Beban Induktif
Lampu Sinkronisasi	Indikator sinkronisasi parallel generator
Kabel	Mendistribusikan Listrik
Tangmeter	Mengukur nilai arus
Tachometer	Mengukur kecepatan putaran
Voltmeter	Mengukur nilai tegangan
Frequency meter	Mengukur nilai frekuensi
Cos phi meter	Mengukur <i>power factor</i> .

3.2 Langkah percobaan (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

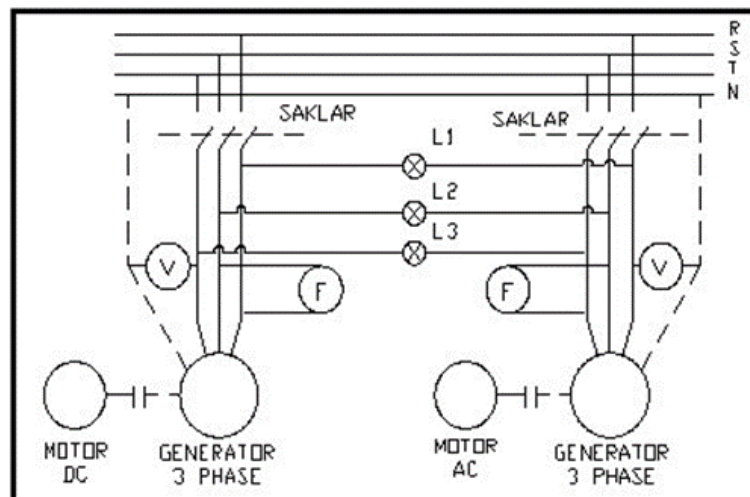
Berikut merupakan langkah-langkah percobaan praktikum generator paralel

- Menyusun rangkaian pada synchronize Panel seperti pada gambar
- Menjalankan motor AC dan memberi arus medan pada G1 sehingga mencapai tegangan 220 V
- Berikan beban berupa lampu pijar (40 watt) dan berupa lampu TL (36 watt) kemudian ukur arus dari generator tersebut, jumlah menyesuaikan.
- Memutar motor DC dan memberi penguatan pada generator 2 hingga mencapai tegangan yang sama dengan menyamakan tegangan dan frekuensi pada kedua generator.
- Atur penggunaan Sinkronoskop dengan variasi Gelap-Gelap dan Gelap-Terang hingga mencapai kedipan lampu yang amat lama sebagai tanda kesamaan tegangan dan Frekuensi (diamati pada Voltmeter dan Frekuensimeter juga)
- Menutup kedua saklar paralel bila sinkronoskop telah memenuhi untuk memberikan akses pada beban
- Berikan beban berupa lampu pijar (40 watt) dan berupa lampu TL (36 watt) kemudian ukur arus dari generator tersebut, jumlah menyesuaikan.
- Mencatat tegangan, frekuensi dan arus medan dari kedua generator, baik dalam kondisi tanpa beban, maupun dalam kondisi berbeban.

3.3 Rangkaian (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

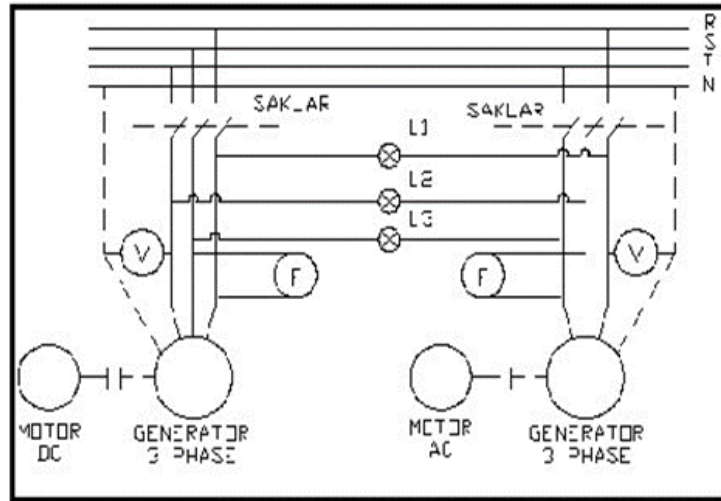
Berikut merupakan rangkaian generator dan motor yang dibuat saat praktikum Generator Paralel

3.3.1 Metode Hubungan Lampu Gelap-Gelap



Gambar 3.1 Rangkaian Metode Hubungan Lampu Gelap-Gelap

3.3.2 Metode Hubungan Lampu Gelap-Terang



Gambar 3.2 Rangkaian Metode Hubungan Lampu Gelap-Terang

3.4 Data Hasil Percobaan

3.4.1 Hasil Percobaan Paralel Generator Metode Gelap Gelap Beban Nol

I_{m1} (A)	I_{m2} (A)	V_R N 1 (V)	V_R N 2(V)	V_{SN} 1 (V)	V_{SN} 2 (V)	V_{TN} 1 (V)	V_{TN} 2 (V)	V_{RS} 1 (V)	V_{RS} 2 (V)	V_{ST} 1 (V)	V_{ST} 2 (V)	V_{RT} 1 (V)	V_{RT} 2 (V)	F_1 (Hz)	F 2 (Hz)	RP M_1	RP M_2	I_R (A)	I_S (A)	I_T (A)	I_N (A)
0.69	0.68	220	220	220	220	220	220	360	360	360	360	360	360	53	53						

3.4.2 Hasil Percobaan Paralel Generator Metode Gelap Terang Beban Nol

I_{m1} (A)	I_{m2} (A)	V_{RN} (V)	V_{RN} (V)	V_{SN1} (V)	V_{SN2} (V)	V_{TN1} (V)	V_{TN2} (V)	V_{RS1} (V)	V_{RS2} (V)	V_{ST1} (V)	V_{ST2} (V)	V_{RT1} (V)	V_{RT2} (V)	F_1 (Hz)	F_2 (Hz)	RP M_1	RP M_2	I_R (A)	I_S (A)	I_T (A)	I_N (A)
0.7	0.7	220	220	220	220	220	220	360	360	360	360	360	360	53	53						

3.4.3 Hasil Percobaan Paralel Generator Metode Gelap Gelap Berbeban

[illegible]

BAB IV

ANALISIS DATA

(FADLI ILMU AZIZ - 5019241085)

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan Analisis Data

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, hal selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan.

- a. Rata Rata Tegangan

$$V_{rata - rata} = \frac{VRN + VSN + VTN}{3} \dots\dots\dots(4.1)$$

- b. Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.2)$$

- c. Arus Total

$$I_{total} = I_1 + I_2 \dots\dots\dots(4.3)$$

- d. Daya Total

$$P_{Total} = P_1 + P_2 \dots\dots\dots(4.4)$$

4.1.1 Metode Gelap-Gelap Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap beban nol pada generator paralel

- Generator 1

$$V_{1 rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

- Generator 2

$$V_{1 rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Beban Nol

Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
1	220	0	0	0
2	220	0	0	

4.1.2 Metode Gelap-Terang Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap terang beban nol pada generator paralel

a) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

b) Generator 2

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{VRN2 + VSN2 + VTN2}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Gelap-Terang Beban Nol

Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
1	220	0	0	0
2	220	0	0	

4.1.3 Metode Gelap-Gelap Berbeban

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap berbeban pada generator paralel pada data ke 2

a) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

b) Generator 2

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{VRN2 + VSN2 + VTN2}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

c) Arus

$$IR = 0,11 \text{ A}$$

$$IS = 0,3 \text{ A}$$

$$IT = 0,28 \text{ A}$$

$$IN = 0,22 \text{ A}$$

$$I \text{ Rata Rata} = 0,2275 \text{ A}$$

d) Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{\text{rata - rata}} \times I_{\text{rata - rata}} \times \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 0,2275 \times 0,7$$

$$P = 60,682 \text{ Watt}$$

e) Daya Total kedua generator

$$P = P1 + P2$$

$$P = 60,682 + 60,682$$

$$P = 121,36 \text{ Watt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Berbeban

BEBAN	Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
108 W	1	220	0.2275	60.68	121.365
	2	220	0.2275	60.68	
144 W	1	220	0.2625	70.02	140.036
	2	220	0.2625	70.02	
180 W	1	220	0.3625	96.69	193.383
	2	220	0.3625	96.69	

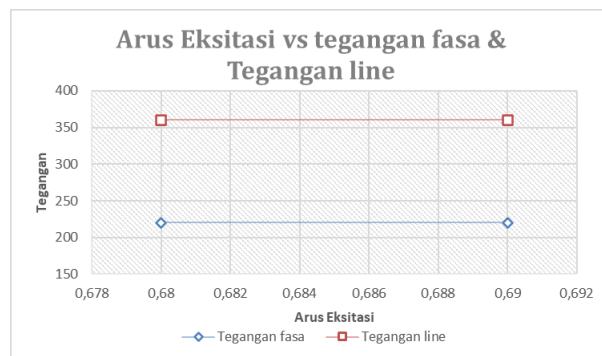
4.2 Grafik dan Analisis

Setelah mendapatkan data dan perhitungan maka hal selanjutnya adalah analisis grafik. Berikut merupakan grafiknya.

4.2.1 Perhitungan Metode Gelap gelap beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap beban nol

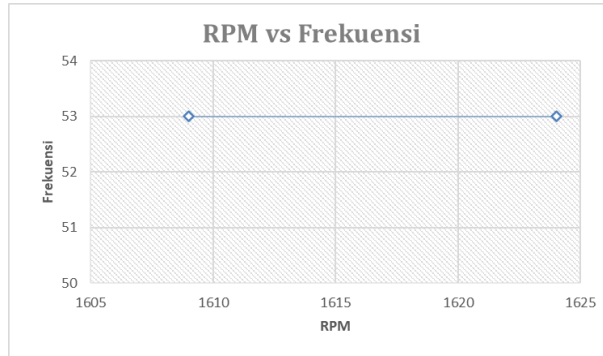
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.1 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Berdasarkan grafik di atas, arus eksitasi berbanding lurus dengan tegangan fasa dan tegangan line. Semakin besar arus eksitasi, maka tegangan kedua generator akan semakin sama karena syarat paralel generator adalah memiliki tegangan yang sama.

2. RPM dengan Frekuensi



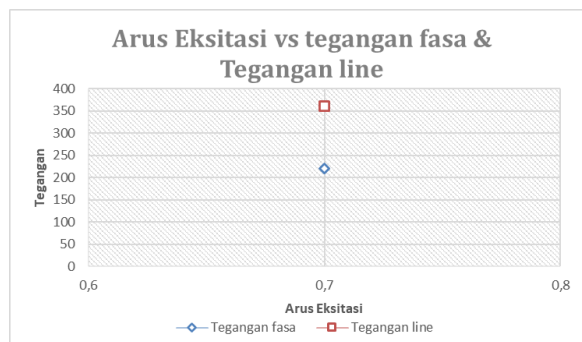
Grafik 4.2 RPM vs Frekuensi

Berdasarkan grafik di atas, hubungan antara RPM dan frekuensi terlihat konstan. Semakin besar RPM, frekuensi pada kedua generator tetap sama karena syarat paralel generator adalah memiliki frekuensi yang sama.

4.2.2 Perhitungan Metode Gelap Terang Beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap terang beban nol

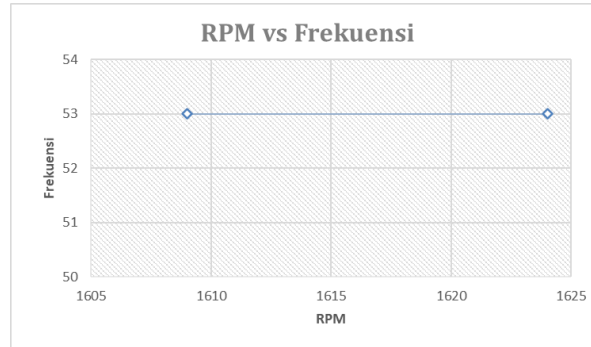
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.3 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Berdasarkan grafik di atas, hubungan antara arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line terlihat konstan. Semakin besar arus eksitasi pada kedua generator, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin sama karena syarat paralel generator adalah memiliki tegangan yang sama.

2. RPM dengan Frekuensi



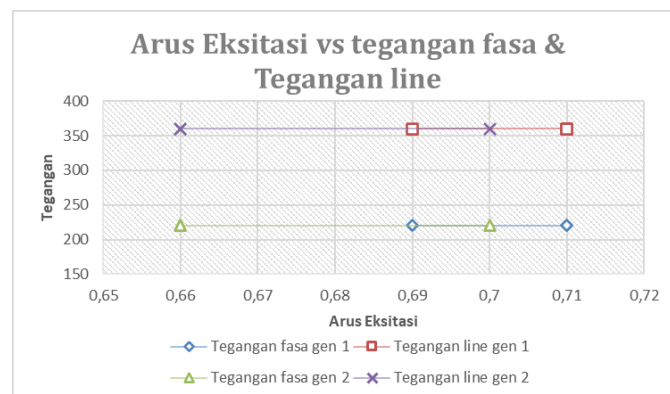
Grafik 4.4 RPM vs Frekuensi

Berdasarkan grafik di atas, hubungan RPM dan frekuensi terlihat konstan. Semakin besar RPM, frekuensi kedua generator tetap sama karena syarat paralel generator adalah memiliki frekuensi yang sama.

4.2.3 Perhitungan Metode Gelap Gelap Berbeban

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap Berbeban

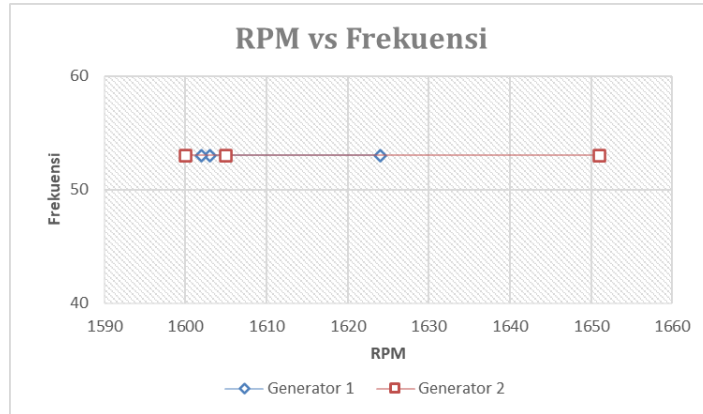
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.5 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Berdasarkan grafik di atas, hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line bersifat konstan. Semakin besar arus eksitasi pada kedua generator, maka tegangan yang dihasilkan akan semakin sama karena syarat paralel generator adalah memiliki tegangan yang sama.

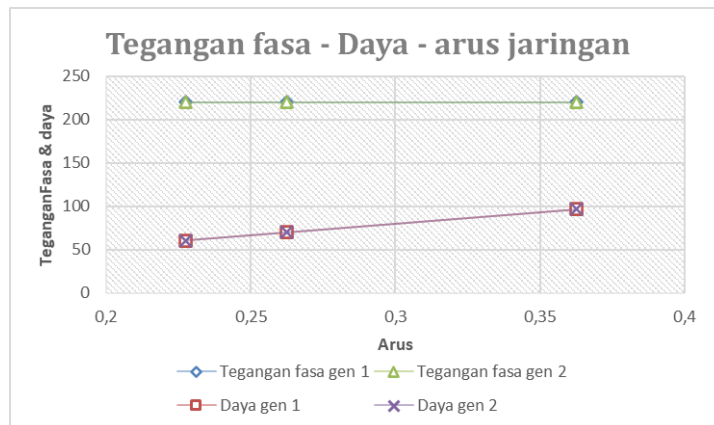
2. RPM dengan Frekuensi



Grafik 4.6 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

3. Tegangan fasa dengan daya dan arus jaringan



Grafik 4.7 Tegangan Fasa - Daya - Arus Jaringan

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan Tegangan fasa dan arus jaringan adalah konstan dari kedua generator karena syarat memparalelkan generator adalah tegangannya sama. Daya dan arus jaringan berbanding lurus dimana semakin besar arus jaringan maka daya akan lebih besar yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.5)$$

BAB IV
ANALISIS DATA
(YODHA FARREL
MAHANDHIKA -
5019241088)

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan Analisis Data

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, hal selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan.

e. Rata Rata Tegangan

$$V_{rata - rata} = \frac{VRN + VSN + VTN}{3} \dots\dots\dots(4.1)$$

f. Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.2)$$

g. Arus Total

$$I_{total} = I_1 + I_2 \dots\dots\dots(4.3)$$

h. Daya Total

$$P_{Total} = P_1 + P_2 \dots\dots\dots(4.4)$$

4.1.1 Metode Gelap-Gelap Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap beban nol pada generator paralel

- Generator 1

$$V_{1 rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

- Generator 2

$$V_{1 rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Beban Nol

Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
1	220	0	0	0
2	220	0	0	

4.1.2 Metode Gelap-Terang Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap terang beban nol pada generator paralel

c) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

d) Generator 2

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Gelap-Terang Beban Nol

Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
1	220	0	0	0
2	220	0	0	

4.1.3 Metode Gelap-Gelap Berbeban

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap berbeban pada generator paralel pada data ke 2

f) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

g) Generator 2

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

h) Arus

$$IR = 0,11 \text{ A}$$

$$IS = 0,3 \text{ A}$$

$$IT = 0,28 \text{ A}$$

$$IN = 0,22 \text{ A}$$

$$I \text{ Rata Rata} = 0,2275 \text{ A}$$

i) Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V \text{ rata - rata} \times I \text{ rata - rata} \times \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 0,2275 \times 0,7$$

$$P = 60,682 \text{ Watt}$$

j) Daya Total kedua generator

$$P = P1 + P2$$

$$P = 60,682 + 60,682$$

$$P = 121,36 \text{ Watt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Berbeban

BEBAN	Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
108 W	1	220	0,2275	60,682	121,365
	2	220	0,2275	60,682	
144 W	1	220	0,2625	70,018	140,036
	2	220	0,2625	70,018	
180 W	1	220	0,3625	96,692	193,383
	2	220	0,3625	96,692	

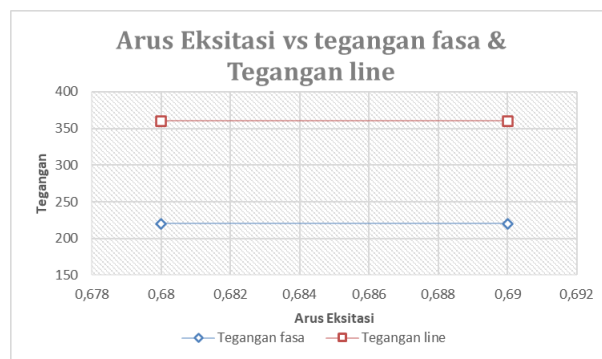
4.2 Grafik dan Analisis

Setelah mendapatkan data dan perhitungan maka hal selanjutnya adalah analisis grafik. Berikut merupakan grafiknya.

4.2.1 Perhitungan Metode Gelap gelap beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap beban nol

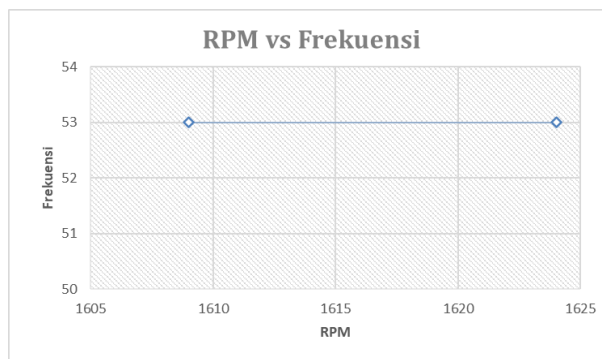
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.1 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

2. RPM dengan Frekuensi



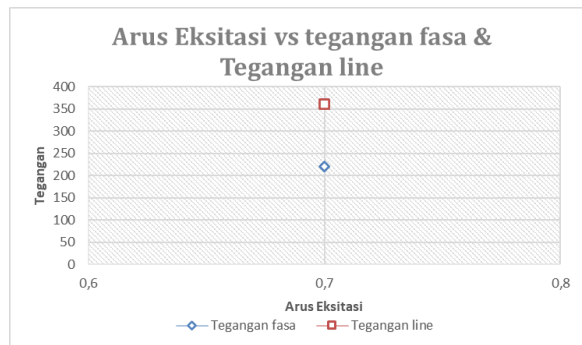
Grafik 4.2 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.2 Perhitungan Metode Gelap Terang Beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap terang beban nol

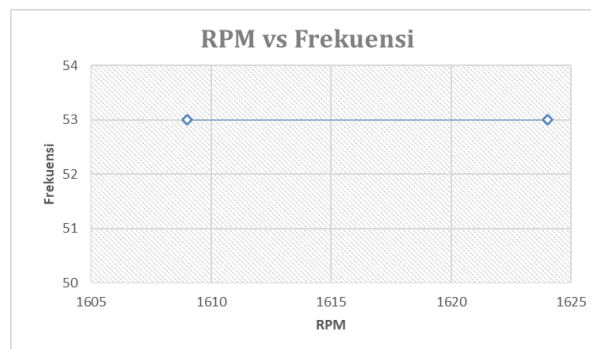
3. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.3 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

4. RPM dengan Frekuensi



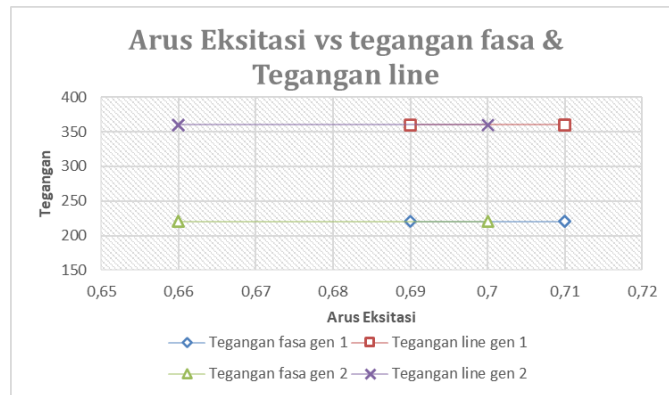
Grafik 4.4 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.3 Perhitungan Metode Gelap Gelap Berbeban

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap Berbeban

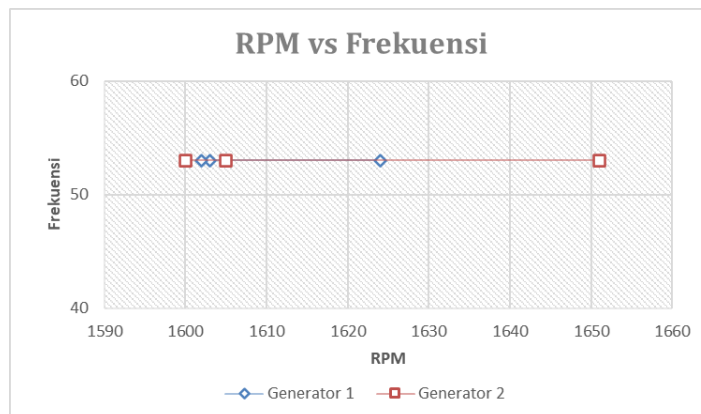
4. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.5 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

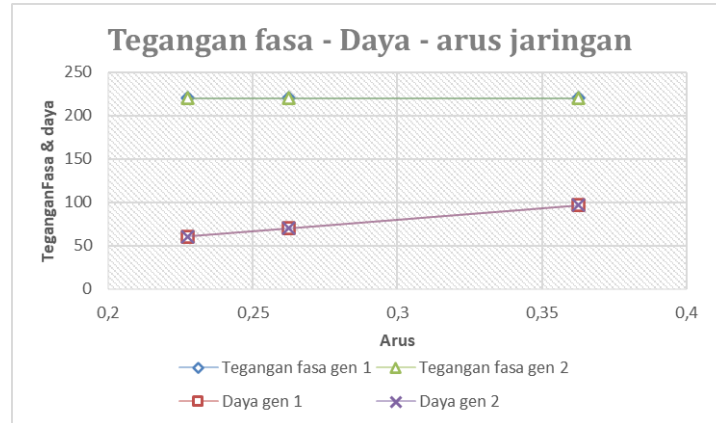
5. RPM dengan Frekuensi



Grafik 4.6 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

6. Tegangan fasa dengan daya dan arus jaringan



Grafik 4.7 Tegangan Fasa - Daya - Arus Jaringan

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan Tegangan fasa dan arus jaringan adalah konstan dari kedua generator karena syarat memparalelkan generator adalah tegangannya sama. Daya dan arus jaringan berbanding lurus dimana semakin besar arus jaringan maka daya akan lebih besar yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.5)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Anargya Vincent Alfredo -
5019241092)**

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan Analisis Data

4.1.1 Metode Gelap-Gelap Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap beban nol pada generator paralel

a. Generator 1

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{V_{R1} + V_{S1} + V_{T1}}{3}$$

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = 220 \text{ Volt}$$

b. Generator 2

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{V_{R1} + V_{S1} + V_{T1}}{3}$$

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V_{1 \text{ rata-rata}} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Beban Nol

V avg 1	V avg 2	I average	P gen
220	220	0	0

4.1.2 Metode Gelap-Terang Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap beban nol pada generator paralel

• Generator 1

$$V1 \text{ rata-rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata-rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata-rata} = 220 \text{ Volt}$$

- Generator 2

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Gelap-Terang Beban Nol

V avg 1	V avg 2	I average	P gen
220	220	0	0

4.1.3 Metode Gelap-Gelap Berbeban

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap berbeban pada generator paralel pada data ke 2

- a) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

- b) Generator 2

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

- c) Arus

$$IR = 0,11 \text{ A}$$

$$IS = 0,3 \text{ A}$$

$$IT = 0,28 \text{ A}$$

$$IN = 0,22 \text{ A}$$

$$I \text{ Rata Rata} = 0,263 \text{ A}$$

d) Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 0,2275 \times 0,7$$

$$P = 60,682 \text{ Watt}$$

e) Daya Total kedua generator

$$P = P_1 + P_2$$

$$P = 70,02 + 70,02$$

$$P = 140,04 \text{ Watt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

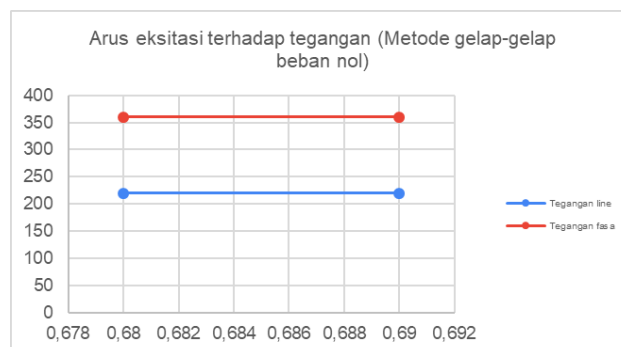
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Berbeban

BEBAN	Generator	V avg	I avg (A)	P (W)	P total
108 W	1	220	0,228	60,68	121,36
	2	220	0,228	60,68	
144 W	1	220	0,263	70,02	140,04
	2	220	0,263	70,02	
180 W	1	220	0,363	96,69	193,38
	2	220	0,363	96,69	

4.2 Grafik dan Analisis

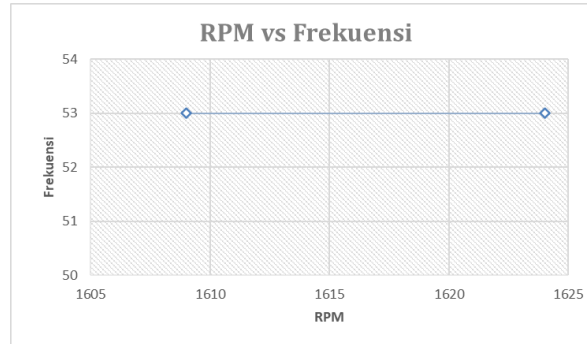
4.2.1 Perhitungan Metode Gelap-Gelap Beban Nol

1. Arus Eksitasi dengan Tegangan Fasa dan Tegangan Line



Dari grafik dapat disimpulkan hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama.

2. RPM dengan Frekuensi

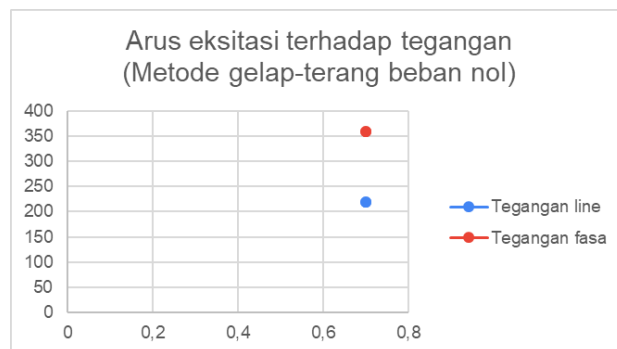


Dari grafik dapat disimpulkan bahwa hubungan RPM dan frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.2 Perhitungan Metode Gelap Terang Beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap terang beban nol

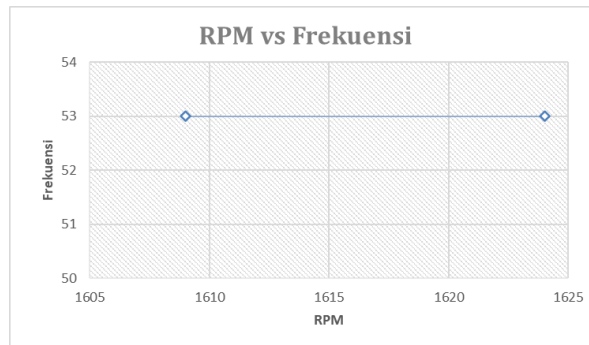
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.3 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dari grafik dapat disimpulkan hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama.

2. RPM dengan Frekuensi



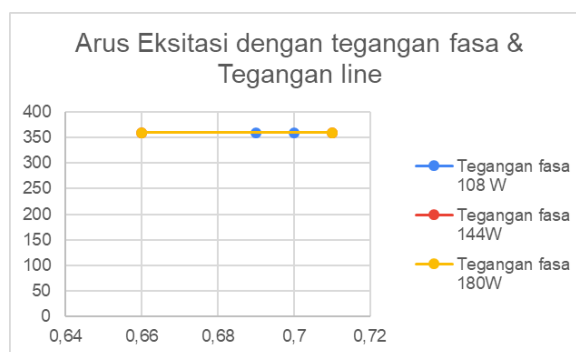
Grafik 4.4 RPM vs Frekuensi

Dari grafik dapat disimpulkan bahwa hubungan RPM dan frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.3 Perhitungan Metode Gelap Gelap Berbeban

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap Berbeban

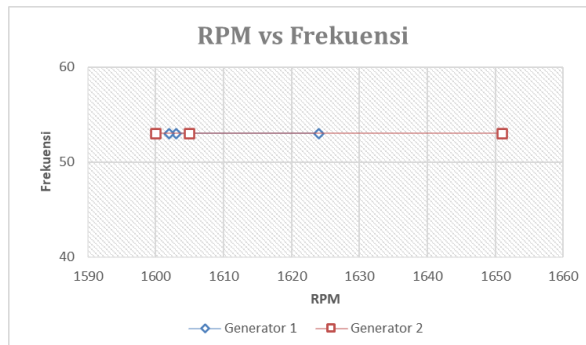
1. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line



Grafik 4.5 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dari grafik dapat disimpulkan hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama.

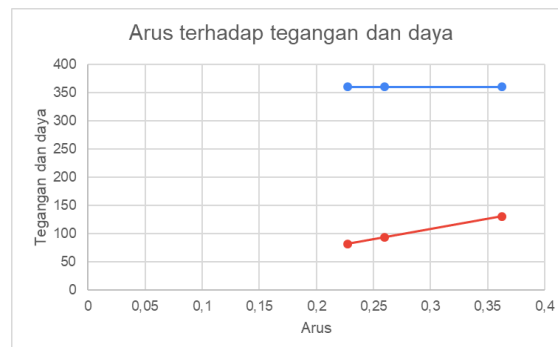
2. RPM dengan Frekuensi



Grafik 4.6 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

3. Tegangan fasa dengan daya dan arus jaringan



Grafik 4.7 Tegangan Fasa - Daya - Arus Jaringan

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa hubungan antara tegangan fasa dan arus jaringan pada kedua generator bersifat konstan. Daya memiliki hubungan berbanding lurus dengan arus jaringan. Artinya, peningkatan arus jaringan akan diikuti dengan kenaikan daya secara proporsional, yang dibuktikan melalui persamaan berikut:

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.5)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Nabila Mirza Arifin Putri -
5019241103)**

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan Analisis Data

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, hal selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan.

- i. Rata Rata Tegangan

$$V_{rata - rata} = \frac{VRN + VSN + VTN}{3} \dots\dots\dots(4.1)$$

- j. Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.2)$$

- k. Arus Total

$$I_{total} = I_1 + I_2 \dots\dots\dots(4.3)$$

- l. Daya Total

$$P_{Total} = P_1 + P_2 \dots\dots\dots(4.4)$$

4.1.1 Metode Gelap-Gelap Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap beban nol pada generator paralel

- Generator 1

$$V1_{rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1_{rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1_{rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

- Generator 2

$$V1_{rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1_{rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1_{rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Beban Nol

4.1.2 Metode Gelap-Terang Beban Nol

Berikut merupakan perhitungan metode gelap terang beban nol pada generator paralel

e) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

f) Generator 2

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{VRN2 + VSN2 + VTN2}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Gelap-Terang Beban Nol

4.1.3 Metode Gelap-Gelap Berbeban

Berikut merupakan perhitungan metode gelap gelap berbeban pada generator paralel pada data ke 2

k) Generator 1

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{VRN1 + VSN1 + VTN1}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V1 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

l) Generator 2

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{VRN2 + VSN2 + VTN2}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = \frac{220 + 220 + 220}{3}$$

$$V2 \text{ rata - rata} = 220 \text{ Volt}$$

m) Arus

$$IR = 0,11 \text{ A}$$

$$IS = 0,3 \text{ A}$$

$$IT = 0,28 \text{ A}$$

$$IN = 0,22 \text{ A}$$

$$I \text{ Rata Rata} = 0,2275 \text{ A}$$

n) Daya pada tiap generator

$$P = \sqrt{3} \times V_{\text{rata - rata}} \times I_{\text{rata - rata}} \times \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 0,2275 \times 0,7$$

$$P = 60,682 \text{ Watt}$$

o) Daya Total kedua generator

$$P = P1 + P2$$

$$P = 60,682 + 60,682$$

$$P = 121,36 \text{ Watt}$$

Setelah mendapatkan data tersebut maka berikut adalah tabel hasil perhitungannya.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Gelap-Gelap Berbeban

4.2 Grafik dan Analisis

Setelah mendapatkan data dan perhitungan maka hal selanjutnya adalah analisis grafik. Berikut merupakan grafiknya.

4.2.1 Perhitungan Metode Gelap gelap beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap beban nol

3. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line

Grafik 4.1 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

4. RPM dengan Frekuensi

Grafik 4.2 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.2 Perhitungan Metode Gelap Terang Beban Nol

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap terang beban nol

5. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line

Grafik 4.3 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

6. RPM dengan Frekuensi

Grafik 4.4 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

4.2.3 Perhitungan Metode Gelap Gelap Berbeban

Berikut merupakan grafik analisis dari metode gelap gelap Berbeban

7. Arus Eksitasi dengan tegangan fasa & Tegangan line

Grafik 4.5 Arus Eksitasi, Tegangan Fasa, dan Tegangan Line

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan arus eksitasi, tegangan fasa, dan tegangan line adalah konstan. Dimana semakin besar arus eksitasi pada kedua generator maka tegangan dari kedua generator akan sama. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki tegangan yang sama.

8. RPM dengan Frekuensi

Grafik 4.6 RPM vs Frekuensi

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan RPM dan Frekuensi adalah konstan. Semakin besar RPM maka frekuensi akan tetap sama pada kedua generator. Hal ini dikarenakan syarat memparalelkan generator adalah memiliki Frekuensi yang sama.

9. Tegangan fasa dengan daya dan arus jaringan

Grafik 4.7 Tegangan Fasa - Daya - Arus Jaringan

Dapat dilihat dari grafik diatas dapat dilihat hubungan Tegangan fasa dan arus jaringan adalah konstan dari kedua generator karena syarat memparalelkan generator adalah tegangannya sama. Daya dan arus jaringan berbanding lurus dimana semakin besar arus jaringan maka daya akan lebih besar yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{rata - rata} \times I_{rata - rata} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.5)$$

BAB V

KESIMPULAN

(FADLI ILMIAZ -
5019241085)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

A. Percobaan Paralel Generator

1. Agar generator 3 fasa dapat dioperasikan secara paralel, beberapa syarat harus dipenuhi yaitu memiliki tegangan, frekuensi, urutan fasa, dan sudut fasa yang sama. Jika syarat tersebut tidak terpenuhi, maka dapat terjadi arus sirkulasi dan gangguan pada sistem generator.
2. Rangkaian paralel generator 3 fasa metode gelap-terang bekerja menggunakan lampu sinkronisasi sebagai indikator sinkronisasi. Generator dapat diparalelkan ketika lampu menunjukkan kondisi terang dan gelap secara bergantian dengan kedipan yang semakin lambat hingga sinkron.
3. Rangkaian paralel generator 3 fasa metode gelap-gelap bekerja dengan prinsip semua lampu sinkronisasi padam secara bersamaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tegangan, frekuensi, dan sudut fasa kedua generator telah sinkron sehingga generator dapat dihubungkan secara paralel.

B. Percobaan Paralel Generator Berbeban

1. Daya yang dialirkan menuju beban dari dua generator 3 fasa yang dihubungkan secara paralel terbagi secara merata. Pada praktikum diperoleh total daya sebesar 121,365 W untuk beban 108 W, 140,036 W untuk beban 144 W, dan 193,383 W untuk beban 180 W.
2. Arus yang digunakan oleh beban berpengaruh terhadap nyala lampu indikator pada panel. Semakin besar beban yang diberikan, maka arus jaringan dan daya generator akan meningkat, sedangkan lampu sinkronisasi akan menunjukkan kondisi sinkron saat tegangan dan frekuensi kedua generator sama.

5.2 Saran

Saran untuk praktikum generator paralel adalah sebaiknya laporan praktikum tidak ditulis tangan agar tidak boros kertas

BAB V
KESIMPULAN
(YODHA FARREL
MAHANDHIKA -
5019241088)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari praktikum generator paralel kali ini

1. Syarat generator paralel dapat bekerja adalah urutan fasa yang sama, tegangan yang sama, frekuensi yang sama, serta faktor daya yang harus sama.
2. Rangkaian generator paralel 3 fasa metode gelap-terang menggunakan 3 buah lampu. Lampu L1 dipasang antara R1-R2, L2 dipasang antara T1-S2, L3 dipasang antara S1-T2. Besar tegangan dan frekuensi kedua generator harus diperiksa seksama melalui voltmeter dan frekuensi meter agar benar-benar sama. Jika besar tegangan, frekuensi, sudut dan urutan fasa sudah sama persis, maka L1 mati karena parameter tegangan fasa R sudah sama persis, sedangkan L2 dan L3 akan menyala karena adanya perbedaan fasa antara T1-S2 dan S1-T2.
3. rangkaian generator paralel 3 fasa metode gelap-gelap menggunakan 3 buah lampu. Lampu L1 dipasang antara R1-R2, L2 dipasang antara S1-S2, L3 dipasang antara T1-T2. Jika besar tegangan, frekuensi, sudut dan urutan fasa sudah sama persis, maka tidak ada aliran arus dari R1 ke R atau sebaliknya sehingga lampu tidak dapat menyala. Demikian pula pada fasa lain. Jadi, jika semua lampu tidak menyala, maka dapat dikatakan semua syarat paralel sudah terpenuhi
4. perbandingan daya yang dialirkan menuju beban dari dua generator 3 fasa yang dihubungkan secara paralel adalah sama dari kedua generator. Dikarenakan tegangan dari kedua generator harus sama agar generator bekerja dengan baik
5. hubungan antara arus yang digunakan oleh beban dengan nyala lampu indikator pada panel adalah berbanding lurus dimana semakin besar arus maka nyala indikator pada lampu akan semakin besar dan juga semakin terang

5.2 Saran

Saran untuk praktikum generator paralel adalah sebaiknya laporan praktikum tidak ditulis tangan agar tidak boros kertas

BAB V

KESIMPULAN

(ANARGYA VINCENT

ALFREDO - 5019241092)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari praktikum generator paralel kali ini

1. Agar generator 3 fasa dapat dioperasikan secara paralel, beberapa syarat harus dipenuhi supaya sistem bekerja aman dan stabil. Tegangan kedua generator harus sama besar, frekuensinya harus sama, serta urutan fasanya harus sesuai.
2. Rangkaian generator paralel 3 fasa metode gelap-terang menggunakan 3 buah lampu. Lampu L1 dipasang antara R1-R2, L2 dipasang antara T1-S2, L3 dipasang antara S1-T2. Besar tegangan dan frekuensi kedua generator harus diperiksa seksama melalui voltmeter dan frekuensi meter agar benar-benar sama. Jika besar tegangan, frekuensi, sudut dan urutan fasa sudah sama persis, maka L1 mati karena parameter tegangan fasa R sudah sama persis, sedangkan L2 dan L3 akan menyala karena adanya perbedaan fasa antara T1-S2 dan S1-T2.
3. Pada metode gelap-gelap, tiga lampu dipasang. Ketika terdapat perbedaan tegangan atau sudut fasa, ketiga lampu akan menyala terang. Semakin mendekati kondisi sinkron, nyala lampu akan semakin redup. Sinkronisasi tercapai ketika ketiga lampu padam secara bersamaan, yang menunjukkan bahwa beda tegangan dan beda sudut fasa mendekati nol.
4. Perbandingan daya yang dialirkan menuju beban dari dua generator 3 fasa yang dihubungkan secara paralel adalah sama dari kedua generator. Dikarenakan tegangan dari kedua generator harus sama agar generator bekerja dengan baik
5. Hubungan antara arus yang digunakan oleh beban dengan nyala lampu indikator pada panel adalah berbanding lurus dimana semakin besar arus maka nyala indikator pada lampu akan semakin besar dan juga semakin terang

5.2 Saran

Saran untuk praktikum generator paralel adalah sebaiknya laporan praktikum tidak ditulis tangan agar tidak boros kertas

DAFTAR PUSTAKA

Eslami, A., 2018. A three-phase comprehensive methodology to analyze short circuits, open circuits and internal faults of transformers based on the compensation theorem. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 96, pp.238-252.

Khushalani, S., Solanki, J. and Schulz, N., 2007. Development of Three-Phase Unbalanced Power Flow Using PV and PQ Models for Distributed Generation and Study of the Impact of DG Models. *IEEE Transactions on Power Systems*, 22(3), pp.1019-1025.

Penido, D., de Araujo, L. and de Carvalho Filho, M., 2016. An enhanced tool for fault analysis in multiphase electrical systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 75, pp.215-225.

*Note:

- Daftar pustaka dituliskan sesuai kaidah penulisan yang baik dan benar.
- Daftar pustaka dituliskan menggunakan *Harvard Style*.
- Daftar pustaka diurutkan sesuai abjad.
- Tidak boleh menggunakan literatur yang berasal dari *wordpress*, *blogspot*, ataupun blog pribadi lainnya.
- Sumber literatur boleh berasal dari buku, jurnal atau sumber kredibel lainnya.



LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
Kampus ITS Sukolilo Gd. WA Lt. 3, Surabaya 60111
Telp. 031 599 4251 ext. 28
Fax. 031 599 4757
Email. itsmeaslaboratory@gmail.com

LAMPRAN

Lampiran 1. Tabel pengamatan

Lampiran 2. Foto simulasi (jika ada)

Lampiran 3. Lembar Asistensi & Kehadiran Praktikum