

**STUDI PENGARUH PERUBAHAN BEBAN PADA
EKSITASI GENERATOR TLRI 108/36
PLTG BELAWAN**

SKRIPSI

OLEH :

H I D A Y A T
96 812 0019



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2 0 0 1**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)11/12/23

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang Masalah	1
2. Maksud dan Tujuan	2
3. Batasan Masalah	2
4. Metode Penulisan	3
5. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
1. Generator	5
1.1 Konstruksi dan Prinsip Kerja Generator	5
1.2 Pembangkit Tegangan 3 Fasa	9
2. Pembebanan pada Generator	12
2.1 Generator Tanpa Beban	12
2.2 Generator Berbeban	13
3. Sistem Eksitasi Generator 3 Fasa	14
3.1 Umum	14
3.2 Tipe Eksitasi	16
3.3 Komponen Eksitasi Generator	19
3.4 Penghitungan Arus Eksitasi Dengan Metode Interpolasi	22

BAB III	GENERATOR SIEMENS TLRI 108/36	24
1.	Konstruksi Generator	24
2.	Sistem Pendingin Generator	31
3.	Peralatan Kontrol Instrumentasi	34
4.	Sistem Operasi Generator	36
4.1	Rating Beban	36
4.2	Operasi Pada Saat Pendingin Udara Tidak Berfungsi	36
5.	Data Teknis	37
BAB IV	SISTEM EKSITASI GENERATOR TLRI 108/36	39
1.	Komponen Sistem Eksitasi	39
2.	Pengatur Tegangan Otomatis / AVR	42
3.	Data Teknis	43
BAB V	PEMBAHASAN	45
1.	Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi	45
1.1	Generator Tanpa Beban	45
1.2	Generator Berbeban	45
2.	Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Tegangan Keluaran Generator	52
BAB VI	KESIMPULAN	63
	DAFTAR PUSTAKA	64

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini perkembangan dibidang industri maju dengan pesat sehingga dengan demikian kebutuhan akan energi listrik juga semakin meningkat, karena dapat dipastikan bahwa semua industri membutuhkan energi listrik, baik itu industri kecil sekalipun, setidaknya dimanfaatkan untuk kebutuhan penerangan.

Pada umumnya energi listrik digunakan industri sebagai penggerak proses produksinya. Disamping itu kebutuhan akan energi listrik juga dirasakan dalam kegiatan sehari-hari. Kebutuhan akan energi listrik telah memasuki hampir semua segi kehidupan antara lain penerangan, transportasi, komunikasi, informasi, hiburan dan pendidikan. Untuk itu energi listrik setiap saat harus tersedia cukup sehingga kegiatan yang membutuhkan energi listrik tidak terhambat. Kebutuhan akan energi listrik ini dilayani oleh generator sebagai pembangkit tegangan. Timbulnya energi listrik berupa tegangan pada generator terjadi karena adanya proses induksi elektromagnetik. Untuk menghasilkan medan magnet pada belitan generator, maka generator dilengkapi dengan suatu sistem eksitasi.

Setiap peralatan listrik membutuhkan tegangan yang sesuai dengan ratingnya. Sementara itu adanya perubahan atau variasi beban yang dilayani

generator membuat perubahan pada tegangan keluaran di terminal generator. Adanya perubahannya tidak diharapkan karena akan mengganggu operasi peralatan listrik yang dilayani oleh generator. Karena hal demikianlah dibutuhkan suatu sistem yang menjaga agar tegangan tetap stabil. Yang menjadi masalah adalah bagaimana menjaga kestabilan tersebut, dalam hal ini eksitasi adalah bagian yang penting dalam mengatasinya. Dan untuk itu sebuah generator harus dilengkapi dengan sistem eksitasi untuk mengatasi setiap perubahan tegangan pada terminal generator yang diakibatkan oleh perubahan pembebanan pada generator.

2. Maksud dan Tujuan

Adapun yang menjadi maksud dan tujuan dari penulis mengambil judul tersebut adalah sebagai berikut :

- Mempelajari eksitasi secara umum
- Menghitung perubahan arus eksitasi I_f terhadap perubahan beban, dimana tegangan tetap konstan.
- Menghitung perubahan arus jangkar I_a , dimana tegangan terminal generator tetap terhadap perubahan beban pada generator.

3. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu, data dan pengetahuan penulis serta untuk semakin terarahnya sasaran yang hendak dicapai maka penulis membuat

Adapun yang menjadi batasan tersebut adalah :

- Sistem eksitasi umum yang digunakan.
- Cara kerja rangkaian eksitasi secara umum, dalam hal ini penulis tidak membahas rangkaian elektronik dari pengatur tegangan.
- Sistem eksitasi generator SIEMENS TLRI 108/36.
- Pengaruh pembebanan terhadap eksitasi.

4. Metode Penulisan

Dalam menyusun skripsi ini penulis melakukan metode sebagai berikut :

1. Studi Lapangan

Penulis melaksanakan pengamatan langsung di PT. PLN (PERSERO) KITLUR SUMBAGUT UNIT PEMBANGKIT SEKTOR BELAWAN.

2. Studi Kepustakaan

Penulis berusaha membaca dan mempelajari buku-buku referensi yang berkaitan dengan kebutuhan penulisan tugas akhir. Penulis juga membaca dan mempelajari buku manual dari objek yang diamati yang didapat dari tempat penelitian / survey.

3. Konsultasi

Penulis mengadakan konsultasi dengan Dosen Pembimbing juga dengan para operator, teknisi dan bagian enjinereng pada unit pembangkit.

4. Sistematika Penulisan

Penulis juga membuat sistematika penulisan yang tujuannya adalah untuk mempermudah penyusunan tugas akhir ini.

Adapun sistematika tersebut adalah :

1. **BAB I PENDAHULUAN**, mencakup Latar Belakang Masalah, Maksud dan Tujuan, Batasan Masalah, Metode Penulisan dan Sistematika Penulisan.
2. **BAB II LANDASAN TEORI**, mencakup teori-teori dasar yang mendukung bab pembahasan, antara lain tentang generator yaitu konstruksi, prinsip kerja dan hubungannya dengan eksitasi generator serta komponen-komponen yang mendukung sistem eksitasi.
3. **BAB III GENERATOR SIEMENS TLRI 108/36**, mencakup konstruksi generator, sistem pendingin, instrumentasi dan data teknis.
4. **BAB IV SISTEM EKSITASI GENERATOR TLRI 108/36**, mencakup komponen eksitasi, Auto Voltage Regulator (AVR) dan data teknis.
5. **BAB V PEMBAHASAN**, mencakup pembahasan tentang pengaruh pembebanan pada generator terhadap arus eksitasi dan pengaruh arus eksitasi terhadap tegangan keluaran generator.
6. **BAB VI KESIMPULAN**, mencakup kesimpulan dari penulis berkaitan dengan hasil pengamatan dalam tugas akhir.

BAB II

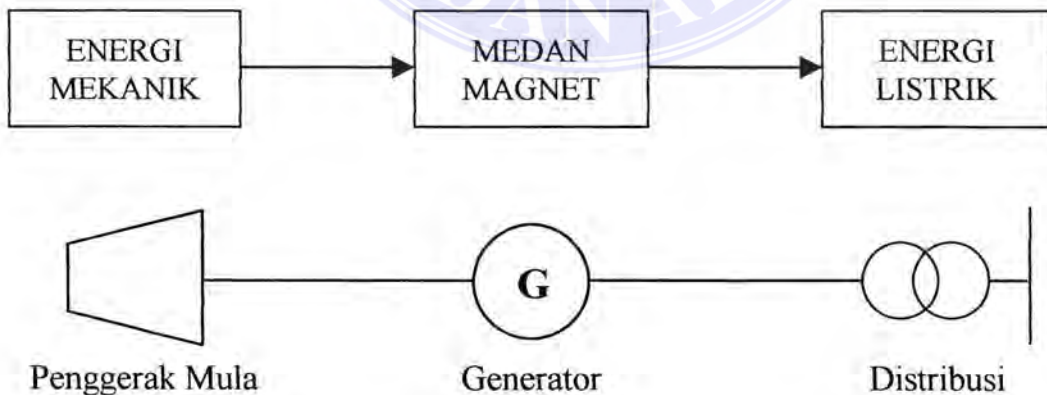
LANDASAN TEORI

1. Generator

1.1 Konstruksi dan Prinsip Kerja Generator AC 3 Fasa

Generator AC yang biasa disebut generator sinkron atau alternator adalah sumber energi listrik yang paling banyak digunakan. Generator adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Konversi energi ini berlangsung dalam medium medan magnet, dimana energi yang diubah sementara akan tersimpan pada medium magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi listrik. Dengan demikian medan magnet berfungsi sebagai medium untuk mengkopel proses perubahan energi.

Proses perubahan energi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1

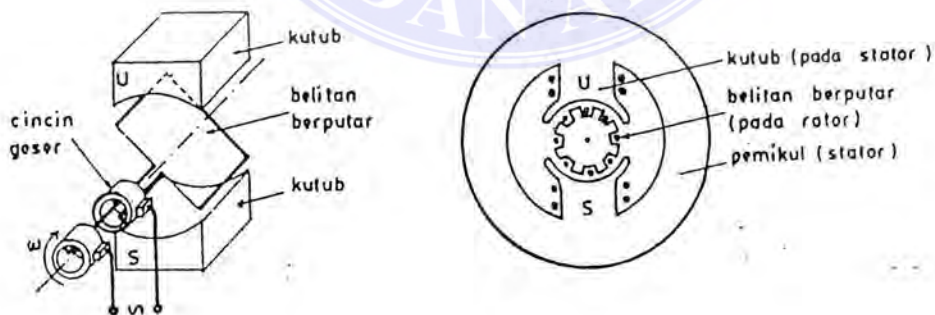


Gambar 2.1 Blok Diagram Energi Mekanik menjadi Energi Listrik

Generator terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang diam yang berbentuk selinder kosong untuk tempat kumparan. Pada intinya dibuat alur-alur yang memanjang.

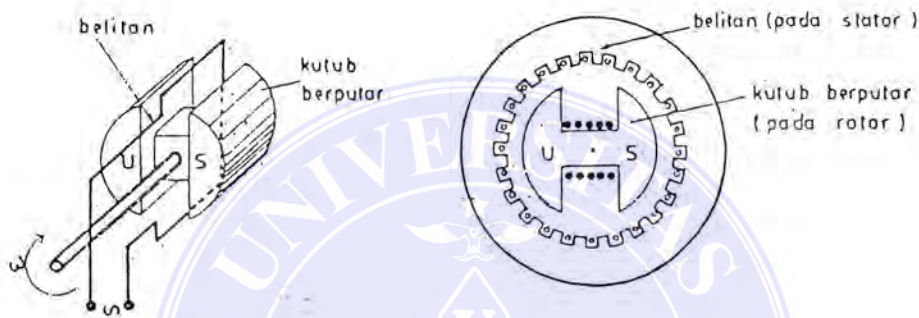
Rotor adalah bagian generator yang bergerak. Rotor berbentuk roda yang berputar dengan kutub N dan S yang selalu bergantian mengelilinginya.

Generator AC dengan belitan yang berputar dan kutub magnet tidak bergerak dinamakan generator kutub luar. Kutub-kutub utara dan selatan dipasang pada stator. Stator ini juga berfungsi untuk penghantar garis-garis magnet. Magnet ini umumnya merupakan elektromagnetik sehingga pada kutubnya terdapat kumparan magnet. Belitan dililitkan pada sebuah rotor yang berputar dalam medan magnet. Konstruksi generator kutub luar ditunjukkan dalam Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Generator AC Kutub Luar

Sedangkan generator yang mempunyai kutub yang menimbulkan medan magnet berputar dan belitan tempat terjadinya GGL diam disebut generator kutub dalam. Konstruksi generator kutub dalam ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Generator AC Kutub Dalam

Kutub-kutub dipasang pada poros dan diputar dalam sebuah kumparan. Keuntungan generator kutub dalam ialah untuk mengambil arus tidak dibutuhkan cincin geser dan sikat arang. Hal ini karena lilitan-lilitan tempat terjadinya GGL tidak berputar tetap diperlukan cincin geser dan sikat-sikat arang. Meskipun demikian bukan berarti bahwa hal ini memberatkan karena arus penguat medan tidak begitu besar dan tegangannya pun rendah.

Alternator bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik yang dapat

diterangkan sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

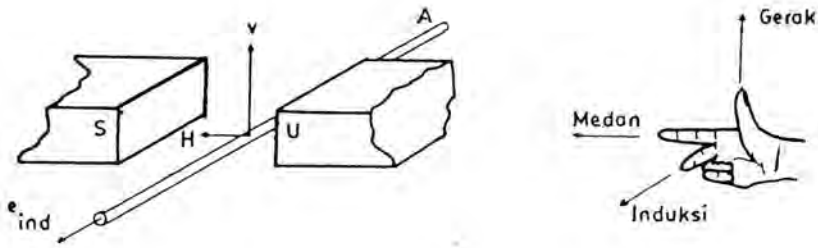
Bila sebuah penghantar berupa konduktor ditempatkan dalam suatu medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu maka pada penghantar tersebut terjadi GGL induksi yang disebabkan :

1. Perpotongan medan magnet, yaitu bila konduktor bergerak terhadap fluks magnet.
2. Perubahan fluks yaitu bila tidak terdapat gerakan, tetapi hanya perubahan kerapatan fluks magnet yang diinduksikan.

Saat tegangan dicatu ke eksitasi utama sehingga rotor berputar, maka kutub-kutub yang ada pada rotor akan berputar. Apabila kumparan kutub diberi arus searah, maka pada kumparan akan timbul medan magnet atau garis-garis gaya fluksi. Garis-garis gaya fluksi yang berputar akan memotong kumparan jangkar yang ada di stator sehingga pada kumparan jangkar timbul GGL atau tegangan induksi. Sesuai dengan hukum yang dikemukakan Faraday yang antara lain mengatakan bahwa :

Besar GGL induksi yang terbentuk sebanding dengan perubahan fluks magnet yang dipotong penghantar tiap detik.

Arah GGL ditentukan dengan aturan tangan kanan Fleming seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Aturan Tangan Kanan Fleming

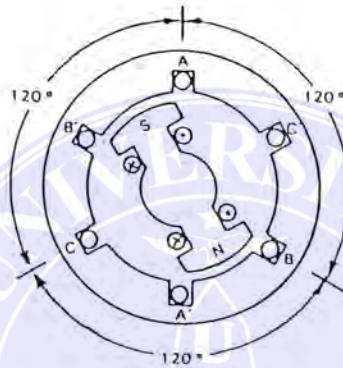
Dari gambar di atas diartikan bahwa apabila di dalam medan magnet diberikan energi mekanik (untuk menghasilkan kecepatan v), akan dibangkitkan energi listrik E . Inilah yang menjadi prinsip kerja alternator.

1.2 Pembangkit Tegangan 3 Fasa

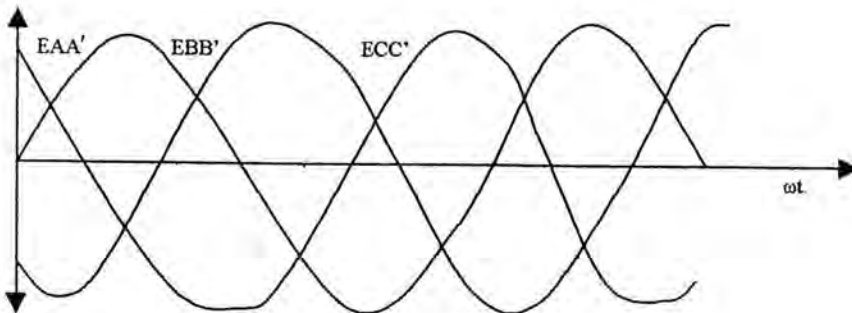
Generator AC tiga fasa mempunyai tiga kumparan jangkar yang terpisah 120° satu dengan yang lain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. Tegangan yang dibangkitkan dalam kumparan medan berada pada rotor. Masing-masing kumparan mempunyai jumlah lilitan yang sama dan berputar pada putaran yang sama dan membangkitkan gelombang sinusoidal yang identik. Pada Gambar 2.5 menunjukkan suatu generator AC dua kutub tipe medan berputar. Pada jangkar terdapat tiga buah kumparan AA', BB', CC'

UNIVERSITAS MEDAN AREA

yang sumbunya berbeda 120^0 satu sama lain. Secara skematis lilitan tersebut dapat dinyatakan pada Gambar 2.6. Pada saat medan dieksitasi, tegangan akan dibangkitkan pada ketiga fasa. Jika struktur medannya dirancang sedemikian rupa maka fluksi secara sinusoidal akan diimbaskan pada ketiga fasa.



Gambar 2.5 Alternator 3 Fasa Dua Kutub



Gambar 2.6 Gelombang Tegangan dari Generator 3 Fasa Dua Kutub

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

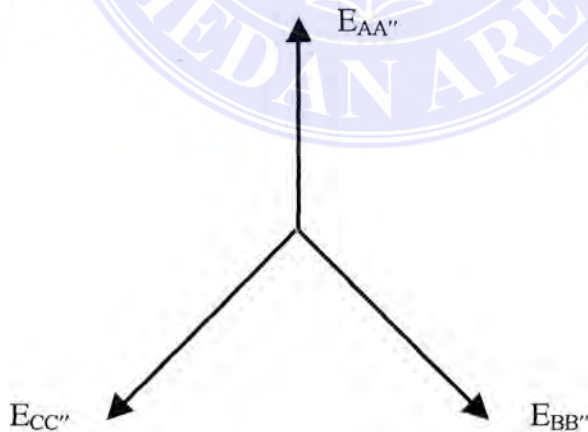
Pada saat belitan medan berputar, tegangan pada konduktor A dari kumparan AA' akan maksimum, tegangan induksi pada konduktor B dari kumparan BB' mencapai maksimum, jika kutub U berputar 120⁰ atau sumbu U-S tepat berimpit dengan BB' akibatnya tegangan induksi pada konduktor B akan mencapai maksimum 120⁰ di belakang tegangan kumparan. Tegangan maksimum akan terjadi 120⁰ di belakang konduktor A. Tiap belitan mempunyai GGL induksi yang sama besar akan tetapi berbeda fasa sebesar 120⁰. Tegangan yang terbangkitkan pada masing-masing fasa adalah :

$$E_{AA'} = E_{max} \sin \omega t \dots\dots\dots (2-1)$$

$$E_{BB'} = E_{max} \sin (\omega t - 120^0) \dots\dots\dots (2-2)$$

$$E_{CC'} = E_{max} \sin (\omega t - 240^0) \dots\dots\dots (2-3)$$

Diagram fasor tegangan yang dibangkitkan ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Diagram Fasor Tegangan yang Dibangkitkan

Fasor yang menggambarkan tegangan sinusoidal ditentukan dengan :

$$E_{AA'} = E_p \angle 0^\circ \quad (V)$$

$$E_{BB'} = E_p \angle 120^\circ \quad (V)$$

$$E_{CC'} = E_p \angle -240^\circ \quad (V)$$

Dengan $E_p = E_m / \sqrt{2}$ merupakan nilai rms dari tegangan masing-masing fasa.

2. Pembebanan Pada Generator

2.1 Generator Tanpa Beban

Dengan memutar alternator pada kecepatan sinkron dan rotor diberi arus medan I_f , tegangan E_o akan terinduksi pada kumparan jangkar stator. Besar tegangan ini akan sebesar :

$$E_o = c \cdot n \cdot \Phi \dots\dots\dots (2-4)$$

Dengan :

c = Konstanta mesin

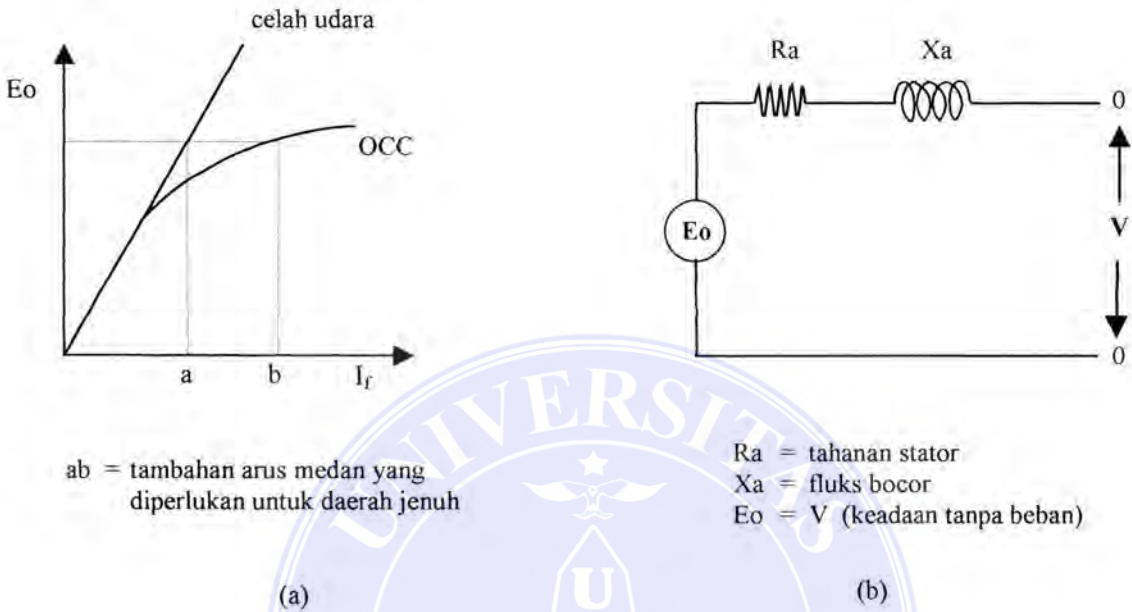
n = Putaran (rpm)

Φ = Fluks yang dihasilkan oleh I_f (weber)

Dalam keadaan tanpa beban, arus jangkar tidak mengalir pada stator, karenanya tidak terdapat pengaruh pada reaksi jangkar. Fluks yang dihasilkan oleh arus medan I_f . Apabila arus medan I_f diubah-ubah harganya maka akan

diperoleh harga E_o seperti yang terlihat dalam kurva kemagnetan Gambar 2.8a.

Pada celah udara kurva pemagnetan merupakan garis lurus.



Gambar 2.8 Generator tanpa beban
 a) Kurva pemagnetan
 b) Rangkaian ekivalen generator tanpa beban

2.2 Generator Berbeban

Dalam keadaan berbeban, arus jangkar mengalir dan mengakibatkan terjadinya reaksi jangkar. Reaksi jangkar bersifat reaktif karena itu dinyatakan sebagai reaktansi dan disebabkan reaktansi pemagnetan (X_a). Reaktansi pemagnetan (X_a) ini bersama-sama dengan fluks bocor (X_L) disebut dengan reaktansi sinkron (X_s). Dari Gambar 2.9 dapat dihitung besar tegangan E :

$$E = V + IR_a + jIX_s \dots\dots\dots (2-5)$$

dengan

$$X_s = X_a + X_l \dots\dots\dots (2-6)$$

3. Sistem Eksitasi pada Generator AC Tiga Fasa

3.1 Umum

Eksitasi adalah suatu sistem yang digunakan untuk penguatan medan magnet pada suatu generator. Adanya penguatan medan magnet sangat diperlukan untuk menimbulkan medan magnet, karena tanpa medan magnet maka tidak ada yang diinduksikan pada stator meskipun rotor berputar. Besarnya medan magnet yang ditimbulkan pada belitan medan akibat eksitasi sebanding dengan besarnya arus searah yang mengalir dan secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$\Phi = K \cdot I_{searah} \text{ (Weber)} \dots\dots\dots (2-7)$$

dengan

Φ = Fluks magnet (Weber)

K = Konstanta

I_{searah} = Arus searah pada belitan medan (Ampere)

Sistem eksitasi terbagi dua yaitu sistem eksitasi tanpa sikat dan yang menggunakan sikat. Sistem eksitasi konvensional sebelum tahun 1960 terdiri

dari sumber arus searah yang dihubungkan ke medan generator AC melalui

dua cincin slip dan sikat-sikat yang disebut sistem eksitasi dengan sikat. Yang menjadi sumber DC biasanya adalah generator DC yang digerakkan motor atau generator DC yang digerakkan oleh sebuah penggerak mula yang sama yang diberi daya oleh generator AC.

Pengembangan dan penggunaan beberapa sistem eksitasi yang berbeda dilakukan setelah ditemukannya komponen solid state. Dalam suatu sistem, tegangan diambil dari terminal generator AC lalu diubah ke tegangan DC oleh penyearah dan kemudian dicatukan ke medan generator AC dengan menggunakan cincin slip konvensional dan sikat-sikat.

Sistem eksitasi lain yang masih digunakan pada generator sinkron tipe kutub sepatu ataupun tipe silent adalah sistem tanpa sikat (brushless exciter) dengan sebuah generator AC kecil yang dipasang pada poros yang sama sebagai generator eksiter. Eksiter AC mempunyai jangkar yang berputar. Keluarannya diserahkan oleh penyearah dioda silikon yang dipasang di poros utama sehingga dioda silikon tersebut ikut berputar juga. Keluaran yang telah disearahkan dari eksiter AC diberikan langsung dengan hubungan yang diisolasi sepanjang poros ke medan generator sinkron yang berputar. Medan dari eksiter AC adalah stasioner dan dicatu dari sumber DC yang terpisah. Keluaran dari eksiter AC yang merupakan tegangan yang dibangkitkan oleh generator sinkron yang dapat dikendalikan dengan mengubah kekuatan medan

eksiter AC.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

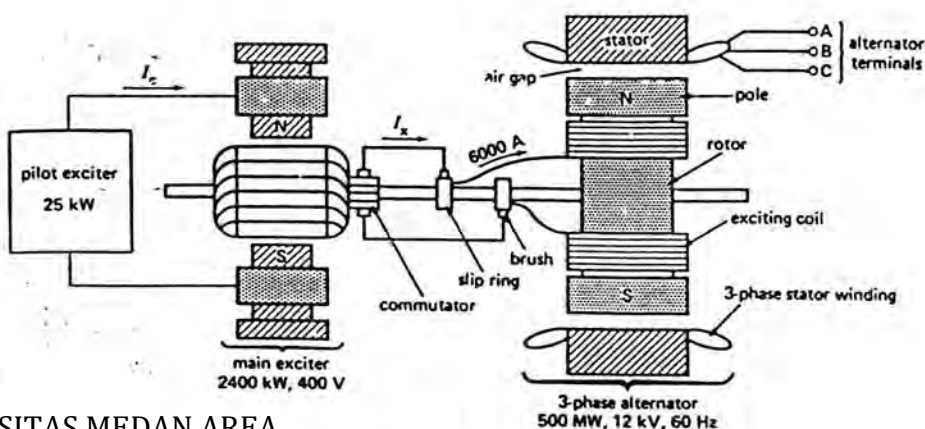
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

3.2 Tipe Eksitasi

a. Sistem Eksitasi dengan Sikat

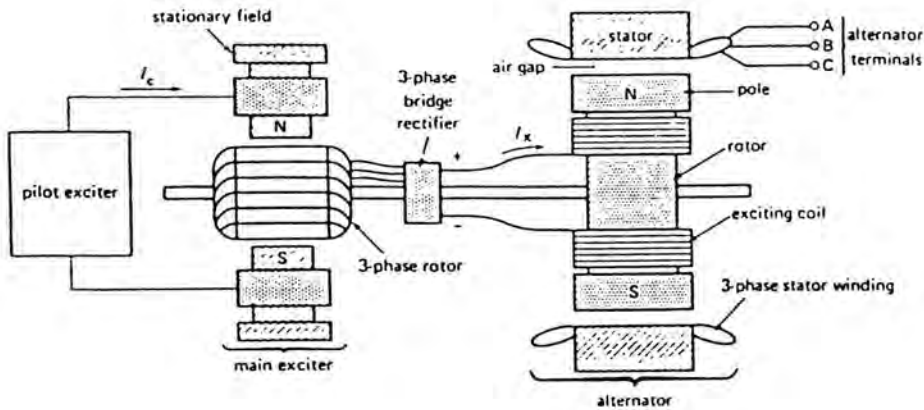
Pada sistem eksitasi pakai digunakan sebuah generator eksiter. Generator eksiter ini berdaya lebih kecil dan membangkitkan GGL arus bolak balik. Generator AC yang digunakan sebagai eksiter ini mempunyai jangkar yang berputar sedangkan belitan medannya diam. Tegangan yang dibangkitkan pada saat rotor berputar disearahkan komutator dan selanjutnya tegangan searah ini diberikan langsung melalui sikat-sikat dengan cincin slip yang seporos dengan poros generator ke belitan medan generator AC yang berputar. Dan akan timbul arus penguatan medan. proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada belitan medan yaitu dari poros ke belitan stator generator, terjadi melalui celah udara pada rotor dan stator. Dengan adanya putaran poros, fluks magnet dan panjang belitan stator maka akan timbul tegangan pada belitan stator generator. Sistem eksitasi dengan sikat diperlihatkan pada Gambar 2.9 berikut :



b. Sistem eksitasi tanpa Sikat

Pengaturan arus penguat pada sistem eksitasi tanpa sikat dilakukan tanpa melalui sikat dan cincin geser. Pada sistem eksitasi tanpa sikat digunakan generator AC kecil sebagai sumber eksitasi dengan jangkar yang berputar dan lilitan medan yang diam dan dipasang pada poros yang sama dengan generator utama. Generator AC sebagai sumber eksitasi ini disebut eksiter utama (main exciter). Medan yang diam dari generator eksiter utama ini disuplai dari sumber DC terpisah yang disebut dengan pilot eksiter dan dengan demikian tegangan yang dibangkitkan oleh generator AC (generator sinkron) dapat dikendalikan dengan mengubah atau mengatur kekuatan medan generator eksiter utama. Medan yang diam ini diberikan melalui sebuah penguat medan magnet yang mengendalikan dan mengatur tegangan keluaran dari generator utama. Keluaran generator disearahkan oleh penyearah dioda silikon yang dipasang seporos dengan generator utama. Dan keluaran yang telah disearahkan ini diberikan langsung dengan hubungan yang diisolasi sepanjang poros ke medan generator AC yang berputar. Arus medan dibutuhkan untuk membangkitkan fluksi magnetik pada belitan medan generator AC yang diperoleh dari belitan jangkar generator eksiter.

Hubungan antara alternator dengan generator eksiter pada generator tanpa sikat diperlihatkan pada Gambar 2.10 berikut :



Gambar 2.10 Hubungan antara Generator Utama dengan Generator Eksiter pada Sistem Eksitasi tanpa Sikat

Sistem ini terdiri dari eksiter AC dan penyearah yang dipasang pada poros utama dan berputar bersama dengan generator sinkron. Arus kontrol DC I_C dari eksiter pilot mengatur keluaran eksiter utama I_X . Frekuensi eksiter utama umumnya didapat dengan penambahan jumlah kutub pada eksiter lebih banyak dari generator sinkron.

Kuat medan dan putaran rotor mempengaruhi besar GGL yang dibangkitkan. Karena generator kebanyakan bekerja pada putaran konstan maka besar GGL yang dibangkitkan menjadi tergantung kepada eksitasi medan. Hal ini dapat ditentukan dengan Φ yang sebanding dengan besar arus penguatan medan I_f sehingga :

$$E \approx \Phi ; \Phi \text{ sebanding dengan } I_f$$

Maka :

$$E \approx I_f \dots\dots\dots (2-8)$$

Ini berarti bahwa besarnya GGL yang dibangkitkan dapat dikendalikan dengan mengatur besarnya eksitasi medan yang diberikan pada generator. Eksitasi medan dapat langsung dikendalikan dengan mengubah besar tegangan eksitasi yang diberikan pada medan generator.

Frekuensi GGL yang dibangkitkan tergantung pada jumlah kutub medan dan putaran generator. Jumlah siklus yang dibangkitkan dalam 1 putaran rotor sama dengan jumlah pasangan kutub rotor atau p/2 dengan p adalah jumlah total kutub. Jika n adalah putaran rotor dalam putaran permenit, maka n/60 adalah putaran persekon, sehingga frekuensi GGL yang dibangkitkan adalah :

$$F = \frac{p}{2} \times \frac{n}{60} = \frac{pn}{120} \dots\dots\dots (2-9)$$

3.3 Komponen Eksitasi Generator

Sistem eksitasi generator terdiri dari koordinasi komponen secara mekanik dan listrik. Komponen-komponen tersebut dapat diklarifikasikan dalam 5 fungsi yaitu :

a. Sumber Energi (Power source)

Suatu sistem eksitasi harus memenuhi kebutuhan daya eksitasi generator. Dalam sistem eksitasi itu sendiri juga harus mendapatkan daya yang berasal dari sumber tertentu. Sumber tersebut umumnya diantaranya berasal dari sumber arus searah murni, permanen generator, belitan khusus dalam generator, terminal generator utama.

b. Penyearah (Rectifier)

Secara umum sumber daya untuk suatu sistem eksitasi adalah yang berasal dari arus bolak-balik. Oleh karena sistem eksitasi membutuhkan arus searah, maka arus bolak-balik harus diubah menjadi arus searah. Pada masa sebelum ditemukannya solid state, pengubahan dari arus bolak-balik menjadi arus searah ini banyak yang memanfaatkan rotating comutator dan sikat-sikat. Dan sekarang sistem-sistem yang digunakan adalah yang menggunakan peralatan semi konduktor dioda dan Silikon Controlled Rectifier / SCR.

c. Rangkaian Kontrol

Satu dari dasar yang paling penting pada sistem pembangkit adalah tegangan yang dihasilkan konstan. Dan untuk menghasilkan tegangan yang konstan pada terminal generator maka dibutuhkan arus medan. Besar tegangan generator bervariasi sesuai dengan bermacam-macamnya kebutuhan beban dan faktor daya. Pengatur arus medan dapat diberikan secara manual maupun

secara otomatis. Pengaturan secara otomatis dapat dilakukan dengan menggunakan regulator tegangan otomatis atau AVR.

d. Sistem Pendingin (cooling system)

Udara adalah komponen pendingin medium dari kebanyakan sistem eksitasi. Saat ini penggunaan pendingin lebih cenderung menggunakan material yang lebih efisien yaitu dengan tabung yang ditambah gas hidrogen dan cairan. Pendinginan dengan menggunakan tabung yang ditambah gas hidrogen dan cairan lebih praktis untuk perencanaan pendinginan yang lebih baik.

e. Bagian Proteksi (protective feature)

Bagian proteksi adalah tambahan dari sistem eksitasi. Rangkaian proteksi ini terdiri dari relay proteksi yang terkoordinasi dengan baik dan akan segera memberikan perlindungan yang wajar baik pada operasi normal maupun pada keadaan darurat. Peralatan pengamanan harus memungkinkan untuk memindahkan daya dari peralatan eksitasi jika terjadi hubungan singkat dalam belitan stator generator. Pemindahan ini harus secepatnya untuk mengurangi kerusakan.

3.4 Penghitungan Arus Eksitasi dengan Metode Interpolasi

Dari persamaan 2–8 diketahui bahwa besar peningkatan GGL akan sebanding dengan besar peningkatan arus eksitasi medan I_f . Dan arus eksitasi medan tersebut berupa arus DC sehingga perubahan akan linier terhadap perubahan beban, karena itu besar arus eksitasi medan I_f yang harus dicatukan ke rotor dapat ditentukan dengan metode interpolasi. Metode interpolasi ini merupakan metode yang sederhana dan mudah untuk dapat menentukan perubahan arus eksitasi medan sebagai upaya untuk mempertahankan tegangan keluaran generator.

Untuk menentukan besar perubahan arus penguatan medan dibutuhkan data nilai arus eksitasi pada minimal pada dua keadaan pembebanan. Untuk menentukan besar perubahan arus eksitasi medan generator dari keadaan dioperasikan tanpa beban sampai pada beban penuh dapat dilakukan dengan membagi tahapan pembebanan dalam n tahap. Misalkan arus eksitasi pada beban nol dan beban penuh diketahui sebagai I_{fNL} dan I_{fFL} dan tahapan dari beban nol sampai ke beban penuh adalah delapan tahap, maka untuk arus eksitasi medan pada tiap tahap pembebanan adalah sebagai berikut :

- pada $\frac{1}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f\frac{1}{8}FL} = I_{fNL} + \frac{1}{8} (I_{fFL} - I_{fNL}) \dots \dots \dots (2-10)$

- pada $\frac{2}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f\frac{2}{8}FL} = I_{fNL} + \frac{2}{8} (I_{fFL} - I_{fNL}) \dots \dots \dots (2-11)$

- pada $\frac{3}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{3}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{3}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-12)$

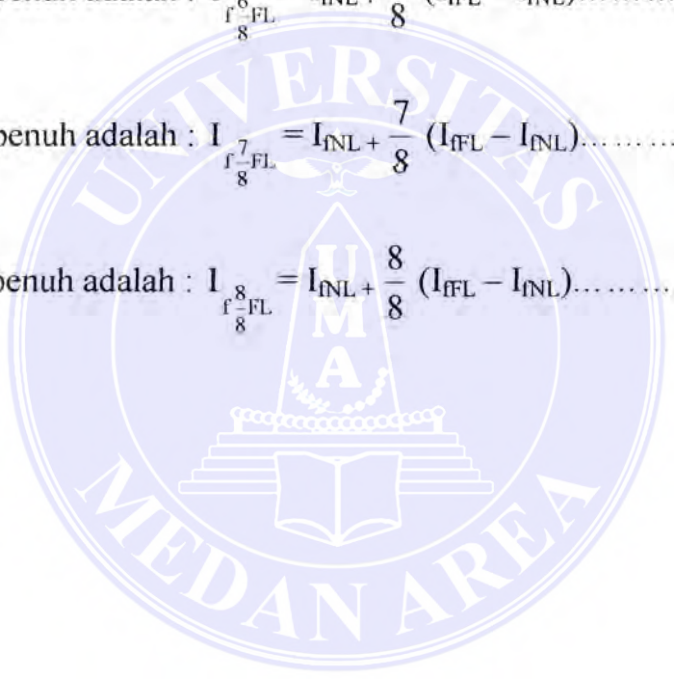
- pada $\frac{4}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{4}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{4}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-13)$

- pada $\frac{5}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{5}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{5}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-14)$

- pada $\frac{6}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{6}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{6}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-15)$

- pada $\frac{7}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{7}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{7}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-16)$

- pada $\frac{8}{8}$ beban penuh adalah : $I_{f_{\frac{8}{8}}FL} = I_{INL} + \frac{8}{8} (I_{IFL} - I_{INL}) \dots \dots \dots (2-17)$



BAB III

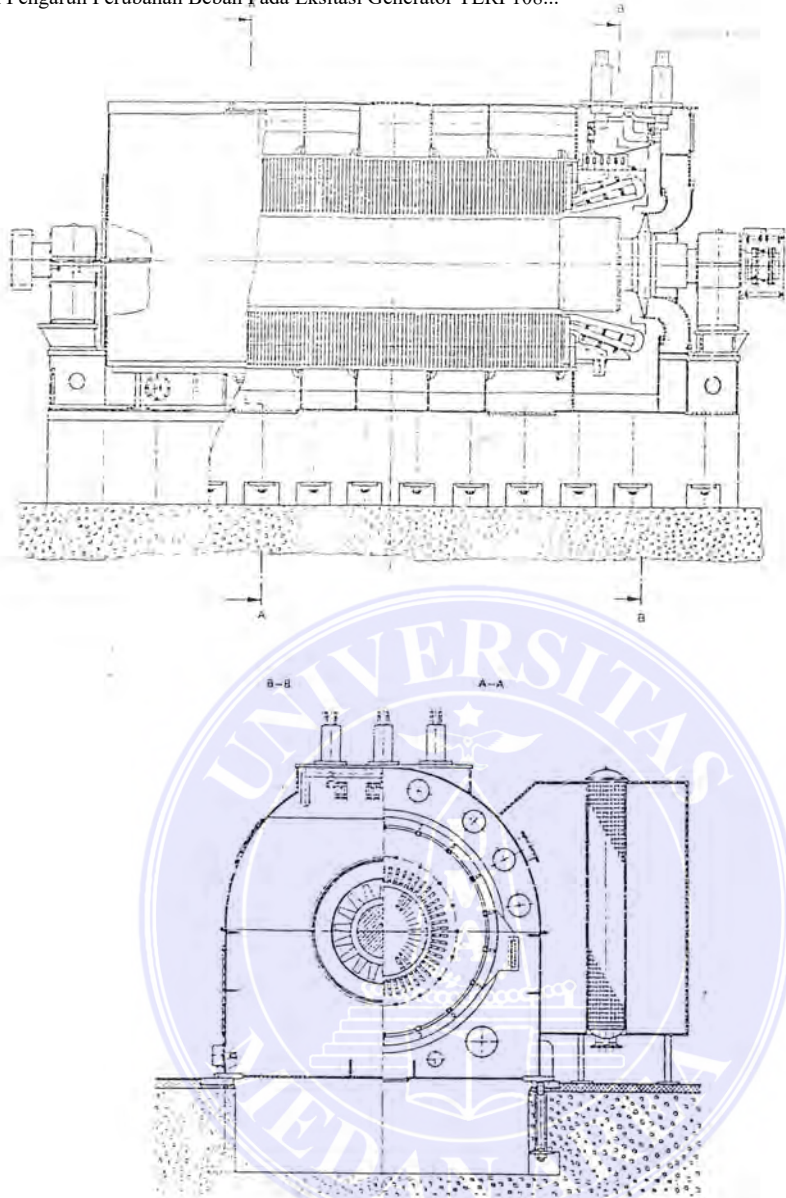
GENERATOR SIEMENS TLRI 108/36

1. Konstruksi Generator

Generator TLRI 108/36 adalah generator dua kutub dengan menggunakan pendinginan udara langsung untuk gulungan rotor dan pendinginan udara tak langsung untuk gulungan stator. Generator terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut :

1.1 Casing dan Rangka Stator

Casing stator terdiri dari dua bagian yaitu casing bagian luar dan rangka bagian dalam yang menopang inti dan gulungan stator. Casing bagian luar berupa konstruksi las-lasan. Sedangkan rangka bagian dalam terdiri dari tulang-tulangan yang melingkar yang mampu menahan semua tekanan mekanis yang timbul. Untuk menopang casing bagian luar maka pada bagian bawah casing dipasang kaki antara casing dan pondasi. Rangka bagian dalam yang menopang gulungan stator mampu meredam gaya-gaya yang timbul dengan memindahkannya ke pondasi melalui pegas-pegas yang ada pada casing bagian luar. Gambar 3.1 berikut memperlihatkan konstruksi generator TLRI.



Gambar 3.1 Konstruksi Generator Siemens TLRI 108/36

1.2 Inti Stator

Inti stator generator berupa laminasi lembaran baja yang terisolasi terhadap listrik dan tersuspensi di dalam rangka stator. Konferensi aksial inti stator diperoleh dengan mengapit lembaran baja dengan jari-jari pengapit, pelat penekan dan baut-baut logitudinal yang non magnetis dan terisolasi dari inti

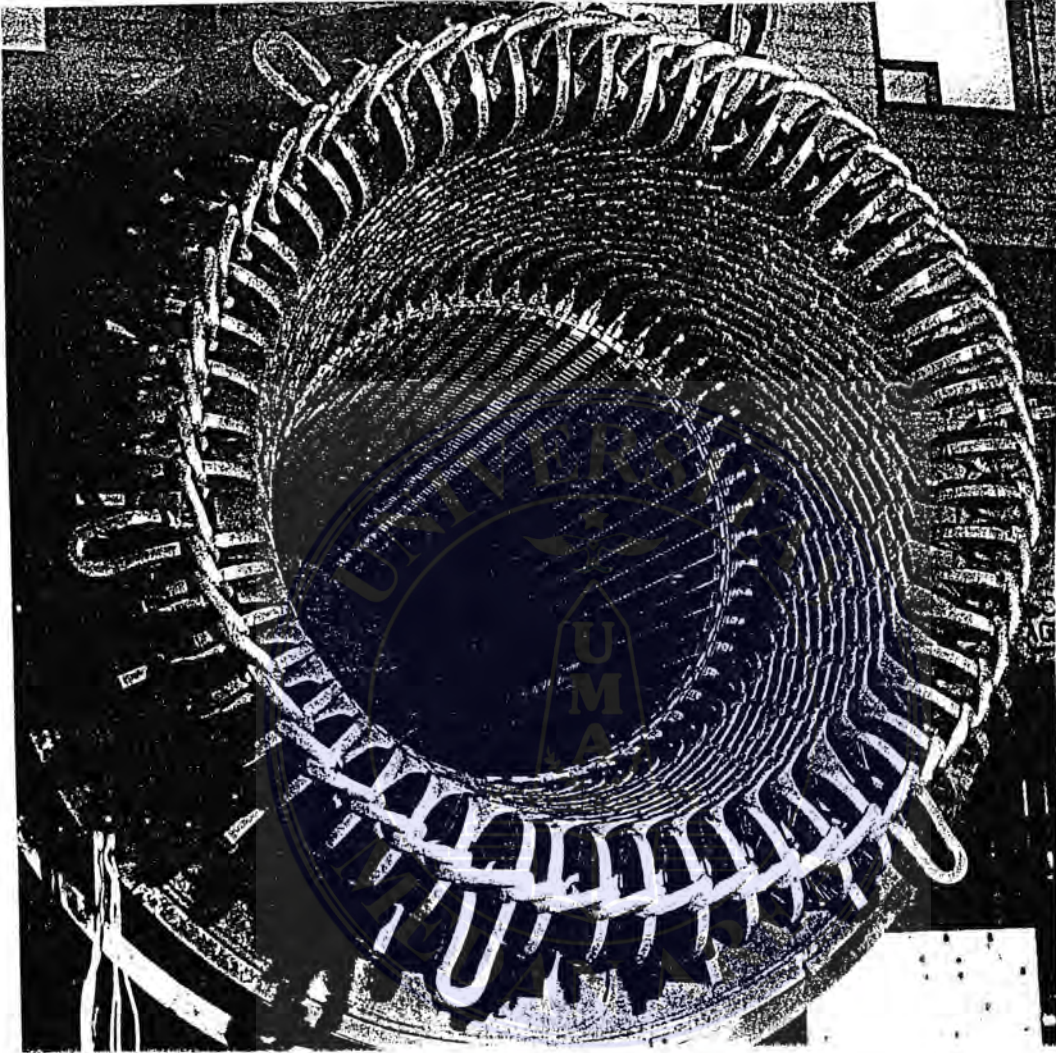
stator. Laminasi lembaran baja membentuk saluran bagi fluks magnet yang dihasilkan rotor. Sepanjang keliling bagian dalam inti mempunyai sederetan alur-alur tempat disisipkannya konduktor gulungan. Untuk menghalau panas pada inti stator ditempatkan segmen-segmen pengatur jarak pada interval-interval tertentu sepanjang inti dan membagi inti menjadi beberapa bagian untuk laluan bagi aliran udara pendingin. Pada bagian-bagian ujung inti celah pendingin jaraknya diatur lebih dekat untuk mengantisipasi kerugian yang lebih tinggi dan untuk menjamin pendinginan yang lebih intensif pada bagian-bagian yang sempit.

1.3 Gulungan Stator

Gulungan stator adalah gulungan tiga fasa dengan tipe dua lapis yang terdiri dari batang-batang gulungan konduktor tersendiri. Setiap celah stator mengakomodasi dua batang konduktor gulungan. Lilitan batangan konduktor pada lapisan bawah dan atas saling berhimpit satu sama lainnya tiap satu langkah gulungan dan terhubung pada ujung-ujungnya dan membentuk tiga grup gulungan. Ujung-ujung dari grup-grup gulungan ini kemudian dilas secara terpisah, kemudian diisolasi.

Gulungan stator disambung di bagian dalam generator. Sambungan ini dihubungkan ke sebuah terminal, dari terminal ini dihubungkan ke trafo daya untuk jaringan transmisi dan untuk dihubungkan ke trafo arus untuk keperluan

Gambar dari konstruksi belitan stator dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Konstruksi Belitan Stator

1.4 Poros Rotor

Poros rotor ditempa dari baja tuangan yang dituang di ruang hampa. Rotor terdiri dari bagian gulungan yang bergerak dan dua ujung poros. Pada salah satu ujung poros dilengkapi dengan flens kopling untuk menghubungkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

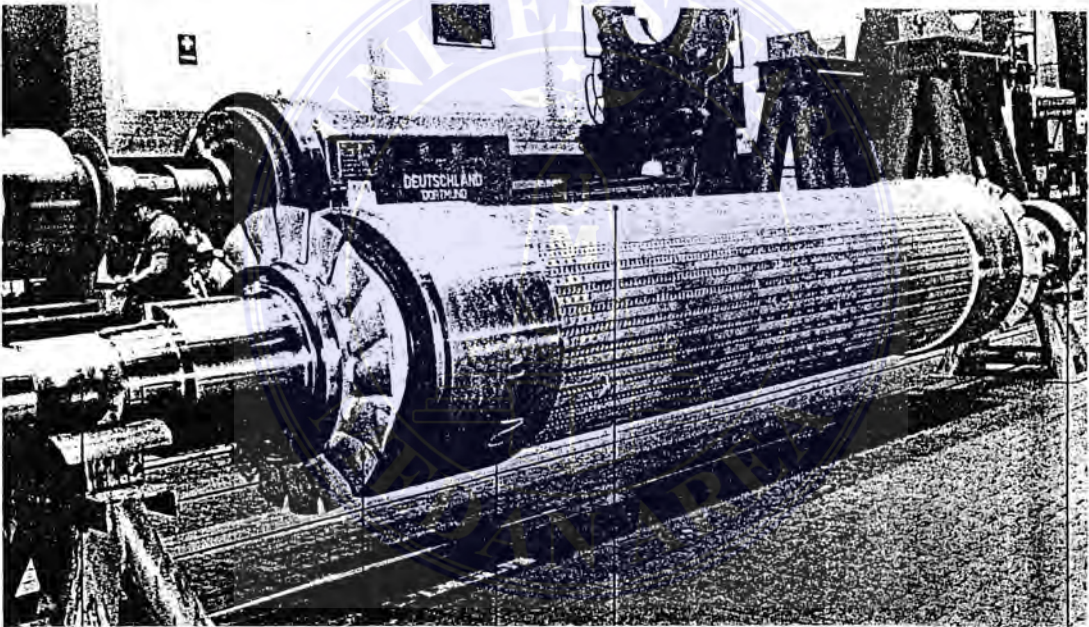
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

rotor generator dengan turbin dan pada ujung yang lain terdapat slip ring untuk menyalurkan arus penguat medan.

Kira-kira 60% dari lingkaran badan rotor dilengkapi dengan alur-alur membujur panjang rotor yang berfungsi untuk menempatkan kumparan medan. Alur-alur tersebut diatur sedemikian rupa sehingga kedua kutub mempunyai beda 180° satu sama lainnya.

Konstruksi poros rotor ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Konstruksi Poros Rotor

1.5 Kumparan Medan Rotor

Kumparan medan terdiri dari beberapa gulungan yang terhubung seri yang disisipkan pada alur yang membujur pada badan rotor. Gulungan-gulungan digulung sedemikian rupa sehingga diperoleh dua kutub. Konduktor-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

konduktor mempunyai penampang segi empat dengan celah-celah sebagai tempat laluan udara pendingin. Semua konduktor mempunyai penampang dan celah pendinginan yang sama.

Masing-masing konduktor dilengkungkan pada tiap ujung-ujungnya. Setelah konduktor disisipkan pada alur rotor maka lengkungan ini digabungkan untuk membentuk satu belitan penuh. Belitan-belitan terhubung seri dari satu slot dengan slot lainnya untuk membentuk satu gulungan. Masing-masing dari gulungan rotor dihubungkan seri dengan sebagian searah dengan jarum jam dan sebagian lagi berlawanan arah jarum jam sehingga diperoleh suatu kutub utara magnet dan satu kutub selatan magnet.

1.6 Retaining Ring

Pada bagian ujung daripada gulungan adalah bagian yang tidak dimasukkan ke dalam alur sehingga gulungan tersebut harus dilindungi untuk mencegah efek gaya sentrifugal pada saat rotor berputar. Maka pada ujung-ujung gulungan dipasang gelang pelindung (retaining ring) berbentuk selinder yang terbuat dari bahan non magnetis. Pemasangan retaining ring ini dilakukan proses pemuaihan terhadap ring dengan memanaskan ring terlebih dahulu kemudian memasukkan ujung belitan ke dalam ring.

1.7 Sambungan Kumparan Medan

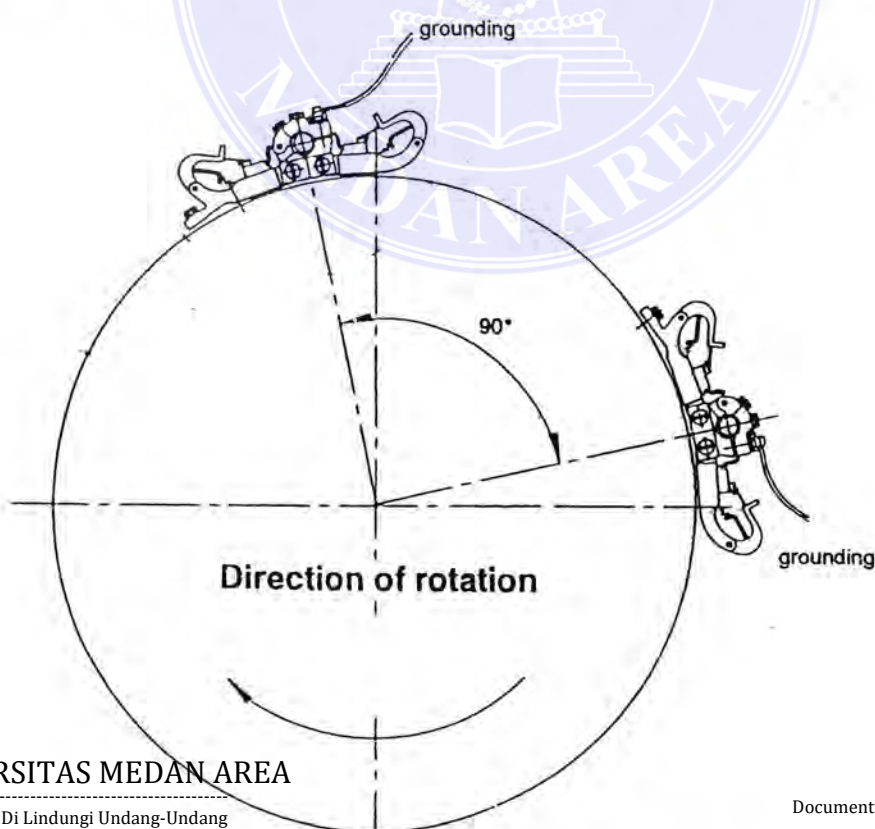
Slip ring terbuat dari baja yang terletak pada perpanjangan poros di ujung

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 UNIVERSITAS MEDAN AREA
 slip ring terbuat dari baja yang terletak pada perpanjangan poros di ujung

ring berbentuk alur spiral yang dimaksudkan untuk mendapatkan distribusi arus yang merata pada sikat-sikat karbon dan sekaligus untuk pendinginan permukaan-permukaan slip ring. Slip ring mempunyai lubang-lubang aksial dan radial untuk ventilasi dan pembuangan debu karbon yang disebabkan aus sikat. Ada 12 buah pemegang sikat tempat pemasangan sikat karbon pada slip ring.

1.8 Pentanahan Rotor

Untuk membuang muatan-muatan statis pada poros maka pada casing luar bagian ujung generator dipasang sikat penghubung pentanahan. Pemegang sikat disusun dengan jarak 90^0 untuk memastikan bahwa paling tidak ada salah satu sikat yang kontak dengan beban poros yang berputar. Konstruksi sikat penghubung pentanahan rotor dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut :



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Gambar 3.4. Konstruksi Sikat Pentanahan Rotor

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

1.9 Bantalan Generator

Untuk menopang rotor generator maka pada kedua ujung generator dilengkapi dengan bantalan tempat berputarnya rotor. Sehingga dibutuhkan pelumasan pada bantalan yang disuplai dari sistem minyak pelumas turbin untuk mencegah terjadinya gesekan antara beban rotor dan permukaan bantalan. Semua bantalan generator dilengkapi dengan sistem hidrolik pengangkat poros untuk mengurangi gesekan bantalan selama proses start-up dan operasi pada putaran rendah dengan roda gigi pemutar (turning gear). Minyak bertekanan tinggi dipompakan pada permukaan bantalan dan poros untuk mengangkat poros rotor sehingga memungkinkan terbentuknya lapisan film minyak pelumas pada bantalan. Temperatur bantalan dimonitor dengan semua termokopel temperatur yang dipasang pada bagian paling bawah dari bantalan dengan sensor yang memanjang melalui selongsongan bantalan sampai ke lapisan babbitt bagian atas permukaan bantalan.

2. Sistem Pendinginan Generator

Untuk menyerap panas yang timbul dan mencegah terjadinya panas lebih yang dapat merusak isolasi kumparan maka pada generator digunakan udara sebagai media pendingin. Panas yang timbul pada generator merupakan kerugian yang dapat menurunkan efisiensi generator. Pendinginan generator

dibagi menjadi dua bagian yaitu pendinginan gulungan stator dan pendinginan rotor.

Pendinginan rotor digunakan dua buah fan radial pada kedua sisi ujung generator. Pada saat rotor berputar udara pendingin yang dihasilkan fan langsung dialirkan melalui celah-celah pendinginan paling bawah pada kedua ujung badan rotor sehingga akhirnya udara pendinginan keluar melalui celah pembuangan akibat gaya sentrifugal rotor itu sendiri. Pendinginan belitan rotor secara langsung maksudnya udara pendingin kontak langsung dengan penghantar mengalir di dalam rongga konduktor.

Sedangkan pada stator udara pendingin tidak kontak langsung dengan konduktor atau inti karena adanya isolasi. Untuk menjaga agar temperatur media pendingin tidak meningkat terus maka setelah menyerap panas, media pendingin ini harus didinginkan melalui cooler untuk membuang panas yang dikandungnya. Cooler adalah sekumpulan pipa tube yang tersusun vertical yang berisi air demineral yang berfungsi sebagai alat penukar panas (heat exchanger) yang terletak pada casing bagian luar generator. Oleh karena itu media pendingin harus disirkulasikan.

Udara pendingin disirkulasikan di dalam casing generator dalam suatu sirkuit tertutup oleh kedua fan radial.

Aliran udara pendingin dibagi menjadi 3 jalur setelah keluar fan, jalur

tersebut adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

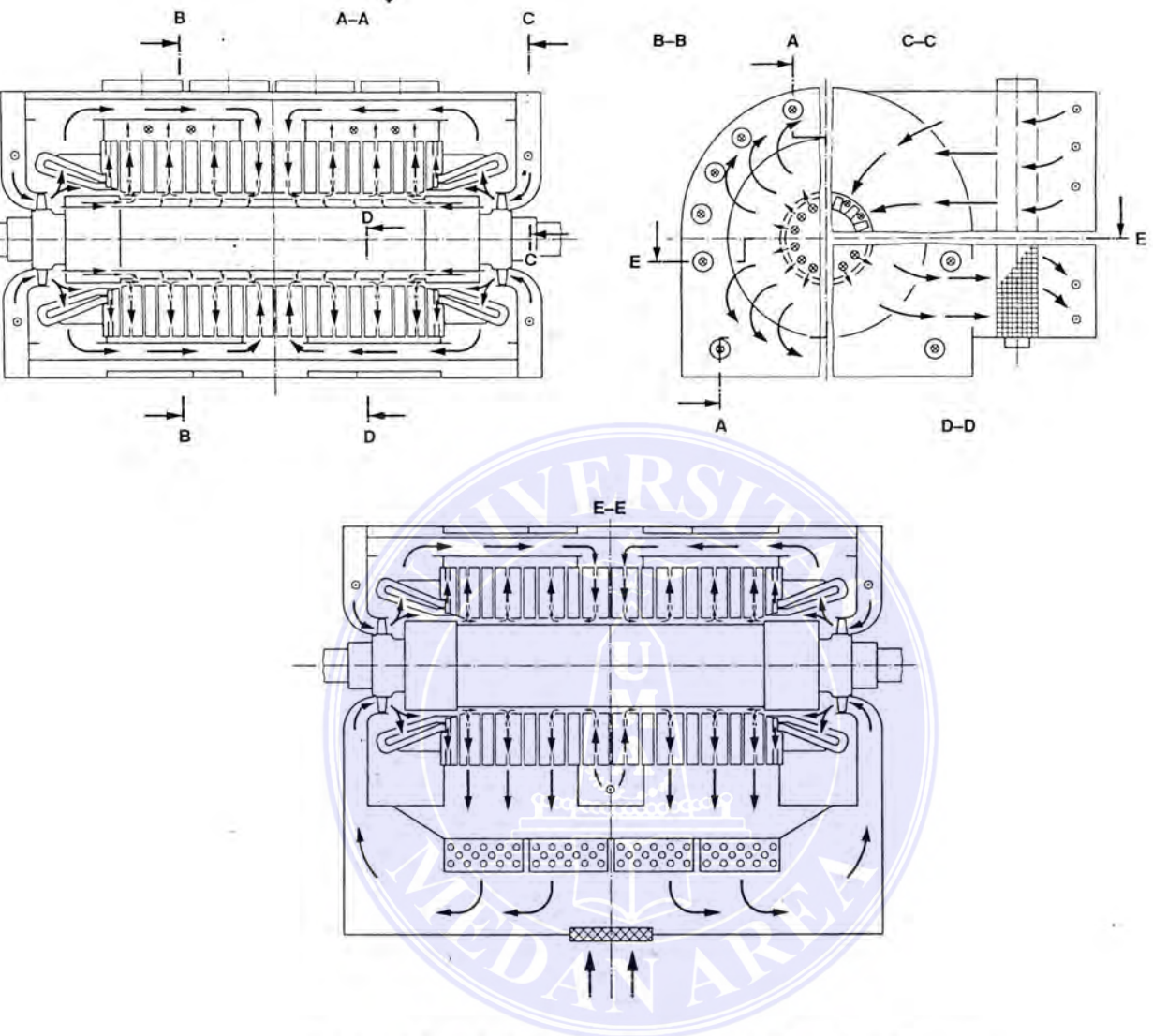
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

Jalur 1 diarahkan ke celah (air gap) melalui rotor retaining ring. Udara ini kemudian dialirkan ke inti stator melalui ventilating duct. Jalur ini ditujukan untuk mendinginkan retaining ring, badan rotor dan bagian pinggir inti stator.

Jalur 2 dialirkan ke kumparan stator ke duct udara di dalam rangka stator. Kemudian udara dialirkan ke duct di dalam inti untuk menyerap panas dari inti dan kumparan stator.

Jalur 3 udara dialirkan untuk mendinginkan kumparan rotor, aliran udara pendingin melintasi tiap kumparan kemudian mengalir ke lubang-lubang badan rotor.

Sebagian udara yang masuk ke generator bocor melalui poros, sehingga setiap saat udara ditambah dari atmosfer melalui saringan pada casing luar. Selain sistem pendinginan, generator juga dilengkapi dengan sistem pengering (drying system). Sistem pengering generator bertujuan untuk mencegah terbentuknya pengembunan udara (kondensat) di dalam casing stator pada saat generator dalam keadaan stand still ataupun putaran turning gear. Untuk itu pada setiap sudut casing generator dipasang heater. Heater ini menjaga agar temperatur di dalam casing generator selalu di atas temperatur kamar. Sirkulasi udara pendingin generator TLRI 108/36 ditunjukkan pada Gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 Sirkulasi Udara Pendinginan Rotor dan Stator

3. Peralatan Kontrol Instrumentasi

Generator juga dilengkapi dengan peralatan kontrol untuk memonitor berbagai besaran-besaran yang diperlukan dalam pengontrolan operasi

generator. Peralatan kontrol tersebut dipasang langsung pada bagian yang akan dimonitor, peralatan kontrol tersebut diantaranya adalah :

- Termokopel, dipasang pada kedua bantalan generator dan pada sisi sebelumnya dan sesudah pendingin udara untuk memonitor temperatur bantalan dan udara pendinginan tersebut.
- Resistance Temperature Detector (RTD), yang berfungsi untuk mendeteksi temperatur pada inti stator. Detektor temperatur ini dipasang pada celah-celah pendinginan dan juga pada saluran udara masuk dan saluran pembuangan udara panas untuk mengukur temperatur udara panas dan udara dingin. RTD bekerja mengubah tahanan listrik dari tahanan konduktor yang disebabkan temperatur sekelilingnya.
- Transducer getaran, dipasang pada rumah bantalan generator yang berfungsi untuk mengukur getaran absolut bantalan dimana getaran yang terukur akan menghasilkan gerakan relatif antara magnet permanen dan gulungan plunger yang menimbulkan beda potensial pada gulungan yang sebanding dengan kecepatan getaran. Signal output transducer diintegrasikan, dikuatkan dan kemudian ditampilkan dan direkam sebagai nilai amplitudo getaran peak to peak.

Pengamatan yang kontinyu terhadap besaran-besaran yang keluar dari peralatan kontrol merupakan persyaratan bagi kelancaran operasi operator.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

4. Sistem Operasi Generator

Dalam pengoperasian generator ada beberapa sistem operasi dan batasan-batasan yang telah didesain oleh pabrik pembuat generator antara lain :

4.1 Rating Beban

Selama operasi variasi beban yang dibolehkan tidak boleh melebihi batas yang telah ditentukan dari disain generator. Rating pembebanan yang diizinkan tergantung pada kondisi isolasi gulungan. Karena setiap perubahan pembebanan akan menimbulkan panas yang mempengaruhi ketahanan isolasi terhadap temperatur. Pada generator TLRI 108/36 yang menggunakan isolasi Micalastic[®] pada gulungan stator dan isolasi laminasi kaca pada gulungan rotor bisa dibebani dan dikosongkan bebannya secara mendadak bila dalam keadaan gangguan/trip.

4.2 Operasi pada saat Alat Pendingin Udara tidak Berfungsi

Bila satu bagian dari alat pendingin tidak berfungsi generator hanya boleh dioperasikan pada 2/3 dari beban penuh yang diizinkan. Untuk menjaga agar temperatur tidak cepat naik maka udara didinginkan pada bagian pendingin (cooler) yang masih berfungsi dan aliran air pendingin pada bagian tersebut harus dinaikkan sehingga temperatur udara masih dalam batas yang dibolehkan (76 °C).

5. Data Teknis

Generator yang dipakai di PLTG Belawan adalah generator TLRI 108/36 buatan Siemens / KWU Jerman.

Generator tipe TLRI 108/36 maksudnya sebagai berikut :

T = Three phase generator = generator tiga fasa

L = Air = pendinginan dengan udara

R = Radial = pendinginan belitan rotor secara langsung dengan fan radial

I = Indirect = pendinginan belitan stator secara tidak langsung

108 = Diameter rotor 108 cm

36 = Panjang jangkar stator 36 dm

Generator TLRI 108/36 terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut :

- ❖ Stator :
 - Rangka stator
 - Inti stator
 - Kumparan stator
- ❖ Rotor :
 - Poros rotor
 - Kumparan rotor
 - Retaining ring
 - Slip ring
- ❖ Bantalan

Peralatan bantu generator adalah : – Sistem Pelumasan Bantalan
 – Eksitasi
 – Static Frequency Converter (SFC)

Data teknis generator :

Type : TLRI 108/36
 Tegangan : 10,5 kV 3 ~ / YY
 Arus : 9128 A
 Faktor daya : 0,8
 Putaran : 3000 rpm
 Kapasitas daya : 166,0 MVA
 Jenis isolasi belitan : Micalastic class F
 Arus eksitasi : 942 A
 Tegangan eksitasi : 430 V
 Media pendingin : udara
 Berat rotor : 168 Mg
 Berat stator : 37 Mg
 Pabrik pembuat : Siemens / KWU Jerman

BAB IV

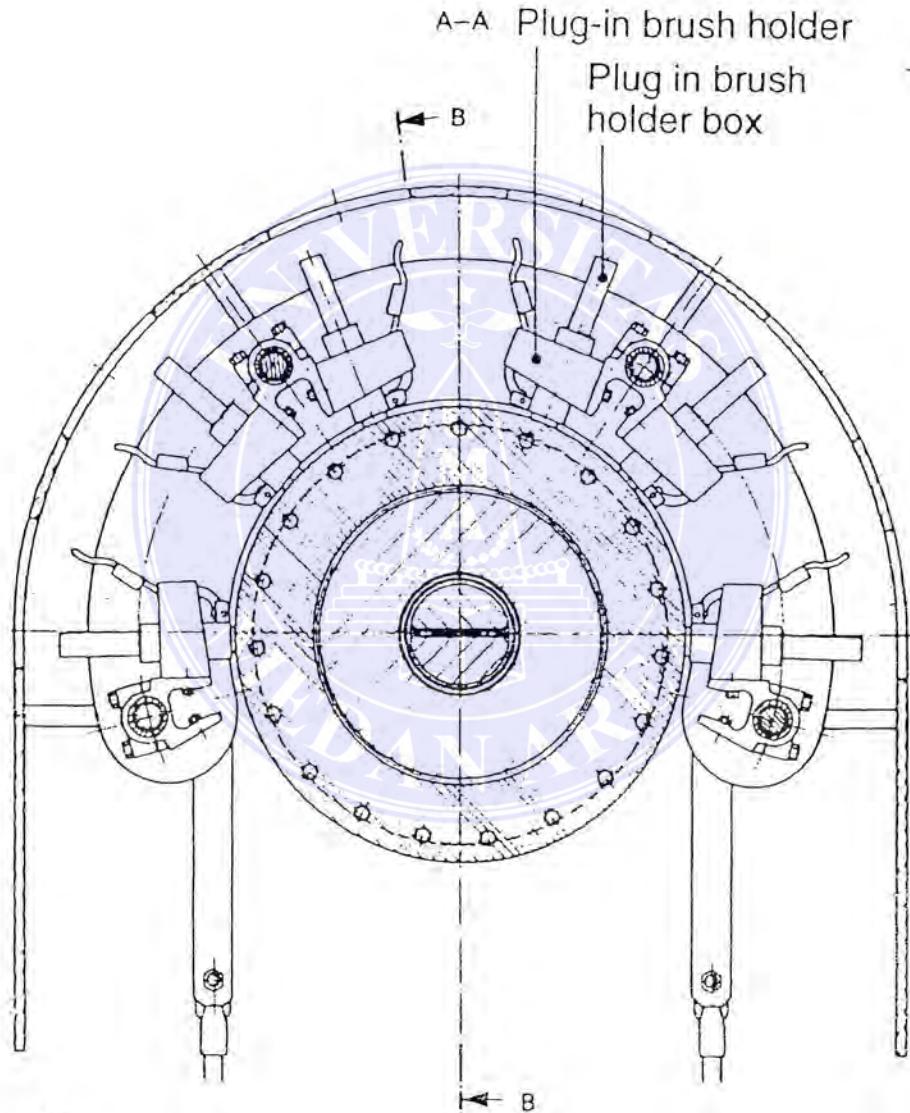
SISTEM EKSITASI GENERATOR TLRI 108/36

1. Komponen Sistem Eksitasi Generator

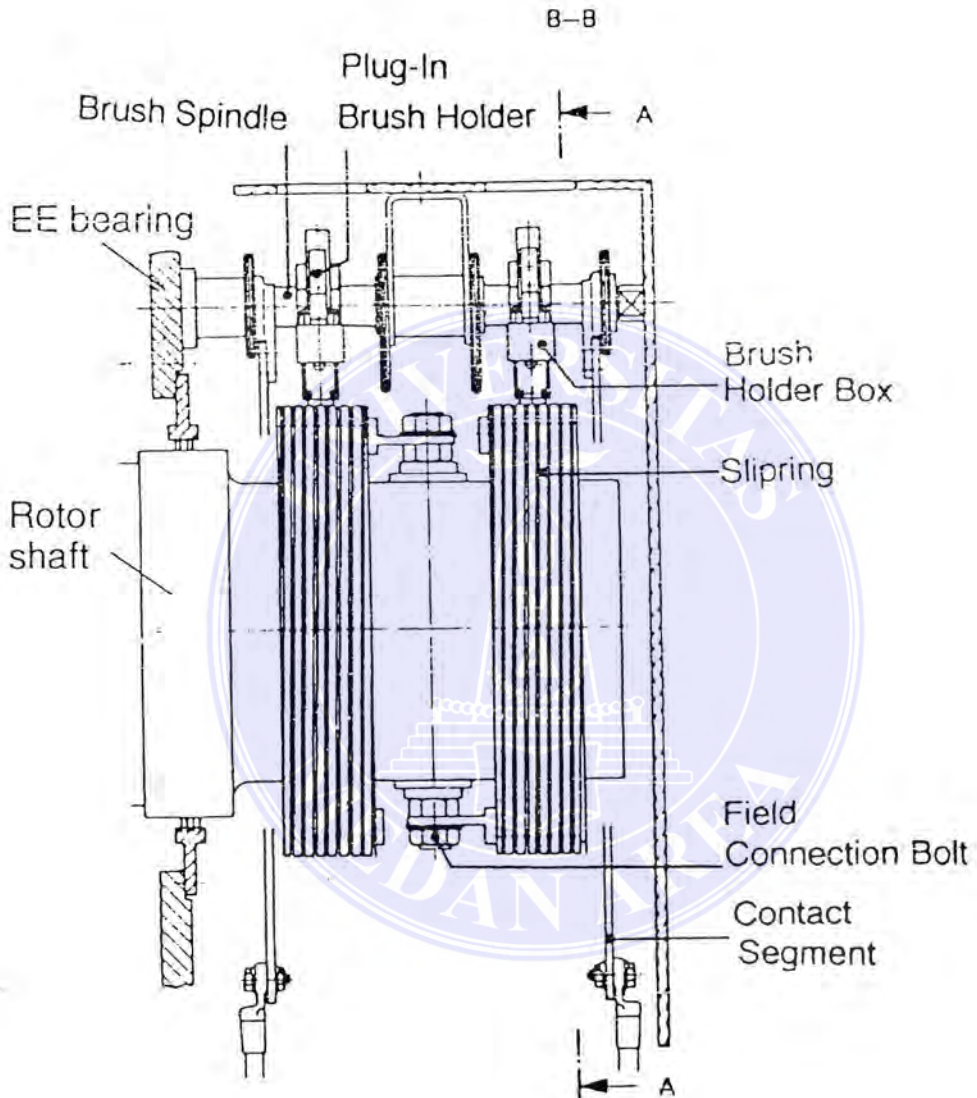
Sistem eksitasi generator TLRI 108/36 disebut juga sebagai eksitasi statis karena semua peralatan dan komponen eksitasi tidak ikut berputar sebagaimana sistem eksitasi konvensional. Eksitasi SEMIPOL mengubah tegangan AC 3 fasa menjadi tegangan DC yang digunakan untuk membangkitkan medan magnet di generator. Untuk menyalurkan arus eksitasi ke rotor generator yang sedang berputar digunakan slip ring dan sikat karbon (carbon brush). Sikat-sikat karbon pada slip ring dimasukkan ke dalam kotak pemegang sikat (brush holder). Brush holder berbentuk persegi sesuai dengan ukuran sikat karbon 32 x 32 mm dan panjangnya 64 mm. Tiap-tiap sikat karbon dilengkapi dengan kabel konektor. Brush holder berfungsi untuk memegang sikat. Agar pemasangan sikat karbon lurus terhadap slip ring maka brush holder dilengkapi dengan brush guide. Kontaknya sikat karbon pada slip ring diatur oleh adanya tekanan pegas pada teleskopik plunger melalui pin yang dapat maju mundur. Pada saat diperlukan penggantian sikat karbon brush holder harus dilepas dari brush guide. Penggantian sikat karbon dapat dilakukan pada saat generator dalam keadaan beroperasi melayani beban.

Keausan sikat karbon dapat diperiksa dengan memasukkan dipstick ke dalam

lubang teleskopis plunger. Konstruksi brush holder dan slip ring ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar. (a)



Gambar. (b)

Gambar 4.1 : (a). Pemasangan Brush Holder dan Sikat Arang pada Slip Ring

UNIVERSITAS MEDAN AREA Konstruksi Slip Ring

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

Pada saat proses start up generator diubah fungsinya sebagai motor listrik oleh static frequency converter (SFC) untuk mendapatkan udara pembakaran pada ruang bakar. Bila kebutuhan udara pembakaran telah terpenuhi maka SFC dilepas (putaran 2100 rpm) dan generator kembali pada fungsinya semula. Peralatan eksitasi dapat distart apabila tidak terdapat sinyal kerusakan / gangguan dan putaran generator $> 95\%$ putaran nominal.

2. Pengatur Tegangan Otomatis (Auto Voltage Regulator / AVR)

2.1 Prinsip Kerja Pengatur Tegangan Otomatis

Penggunaan energi listrik oleh pelanggan dilakukan setiap saat diperlukan tanpa pemberitahuan ke pusat pembangkit. Hal ini akan menyebabkan beban selalu berubah-ubah setiap saat. Perubahan ini menuntut unit pembangkit mempunyai respon yang cepat untuk memulihkan variasi beban tersebut agar segera kembali stabil (steady). Untuk memenuhi hal ini, maka unit pembangkit dilengkapi dengan katup governor dan pengatur tegangan otomatis (AVR). Katup gubernur berhubungan dengan frekuensi, sedangkan pengatur tegangan otomatis / AVR berfungsi untuk menjaga tegangan terminal generator agar selalu tetap harganya. Prinsip kerja daripada pengatur tegangan otomatis untuk generator adalah sebagai berikut :

Tegangan terminal generator dibandingkan dengan tegangan referensi. Apabila terdapat perbedaan, baik itu berharga positif atau negatif, maka selisih ini digunakan untuk mengubah posisi rangkaian penyulut thyristor, sehingga arus eksitasi ke generator harganya berubah sesuai dengan besaran signal. Dengan demikian tegangan terminal generator dipertahankan tetap konstan sesuai dengan harga referensinya.

3. Data Teknis

Eksitasi generator TLRI 108/36 adalah satu unit peralatan yang terdiri dari gabungan peralatan elektronika dan mekanis. Adapun data daripada komponen eksitasi dan peralatan pendukungnya adalah :

Tipe identifikasi	: 780 / 1500 SEMIPOL
Rating arus medan	: 1500 A
Arus medan kejut	: 2500 A
Tegangan AC input	: 780 V
Tegangan medan kejut	: 944 V
Media pendingin	: udara tekan paksa
Dissipasi daya	: 9 kW
Tipe proteksi	: IP 30
Ketelitian	: $\leq \pm 0,5\%$
Daerah kontrol	: 85 – 110% Vn

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

Masa respon inisial	: ≤ 10 ms
Penyearah	: Thyristor tipe T 709 N 2600 TOC
Daya trafo tegangan AC	: 2,5 kVA
Frekuensi	: 50 Hz
Gulungan trafo	: YY 0
Pabrik pembuat	: AEG Jerman.



BAB VI

KESIMPULAN

- Eksitasi adalah suatu sistem yang digunakan untuk menimbulkan medan magnet pada rotor generator sehingga timbul GGL pada kumparan jangkar generator.
- Dalam keadaan tanpa beban tidak ada arus yang mengalir pada jangkar sehingga I_f yang diberikan akan mengalami kejenuhan.
- Bila beban generator meningkat maka arus generator juga akan semakin besar, naiknya arus generator akan mengakibatkan besarnya drop tegangan.
- Tegangan dan putaran generator diharapkan selalu stabil (konstan) dimana $E = c \cdot n \cdot \Phi$, maka untuk mempertahankan tegangan generator agar dalam keadaan konstan maka dilakukan dengan mengatur fluks pada rotor melalui arus eksitasi.
- Arus penguat medan yang diberikan pada rotor generator TLRI adalah arus tegangan AC yang disearahkan dengan thyristor rectifier dan disalurkan ke rotor melalui sikat karbon.
- Tegangan drop pada terminal generator disebabkan oleh :
 - Tahanan jangkar (R_a)
 - Reaktansi bocor (X_L)
 - Reaktansi jangkar (X_a).

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul, Kadir, Prof. Ir, **Mesin Sinkron**, Penerbit Djambatan, Cetakan Kedua, Jakarta, 1999.
2. Kaiser, Joe, **Electrical Power, Motors, Controls, Generators, Transformers**, The Goodheart Willcox Company Inc, South Holland, Illionis, 1991
3. Lister, **Mesin dan Rangkaian Listrik**, Erlangga, Jakarta, 1988
4. Marapping, Muslimin, Ir, **Teori dan Soal Penyelesaian Teknik Tenaga Listrik**, CV. Airmaco, Bandung, 1979.
5. Sumanto, Drs, MA, **Mesin Sinkron**, Andi Offset, Yogyakarta, 1996
6. Theraja, B.L, **A Text Book of Electrical Technology in SI Units**, Nirja Contruction & Development Co.Ltd, Ram Nagar, New Delhi, 1980
7. Wildi, Theodore, **Electrical Machines, Drivers and Power Systems**, Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1991
8. -----, **Gas Turbines Turbo Generators**, Part 1.2.1, Siemens Power Generation Group, Germany, 1994
9. -----, **Excitation Equipment / AVR**, Power Plant Personal Training Vol.5, Siemens AG Power Generation Group, Germany, 1994.
10. -----, **Gas Turbines Design Manual**, Part 1.1.0, Siemens AG Power Generation Group, Germany, 1994.
11. -----, **Alternator**, PT. PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan, Jakarta, 1997
12. Zuhal, **Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya**, Cetakan Keempat, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.