



STUDI TENTANG ARUS YANG MENGALIR DI DALAM ARMATUR (STATOR) GENERATOR SINKRON

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

WAHYUDI
NIM. : 98.812.0021



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA

UNIVERSITAS MEDAN AREA M E D A N

2004

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

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

STUDI TENTANG ARUS YANG MENGALIR DI DALAM ARMATUR (STATOR) GENERATOR SINKRON

TUGAS AKHIR

Oleh :

WAHYUDI
NIM. : 98.812.0021

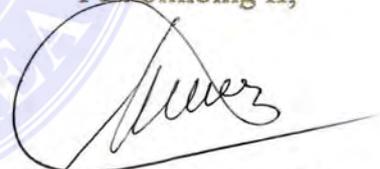
Disetujui Pembimbing :

Pembimbing I,



(Ir. Marlan Swadana)

Pembimbing II,



(Ir. Yance Syarif)

Mengetahui :

Dekan, 



(Drs. Dadan Ramdan, MEng., MSc)

Ka. Program Studi,



(Ir. Yance Syarif)

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA APR 2004

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT pengatur alam semesta sehingga dengan izin Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul : **STUDI TENTANG ARUS YANG MENGALIR DI DALAM ARMATUR (STATOR) GENERATOR SINKRON.**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh guna mendapatkan gelar kesarjanaan di jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dengan selesainya penulisan ini, tak lupa penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir. Zulkarnain Lubis MS, selaku Rektor Universitas Medan Area (UMA).
- Bapak Ir. Dadan Ramdan MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA).
- Bapak Ir. Marlan S, selaku Pembimbing I sekaligus Pembantu Dekan III Fakultas Teknik.
- Bapak Ir. Yance Syarif, selaku Pembimbing II sekaligus Ketua Jurusan Teknik Elektro.
- Seluruh Staf dan Karyawan Biro Administrasi Fakultas Teknik UMA.
- Ayahanda dan Ibunda tercinta, serta seluruh keluarga yang telah banyak membantu dan berkorban dalam hal materi dan spirituil.
- Sahabat-sahabat, dan Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UMA, serta teman-teman yang berada di luar lingkungan UMA yang telah membantu dan memberi dorongan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

Akhirnya penulis berharap agar kiranya tugas akhir ini bermanfaat bagi segenap pembaca. Atas segala kekhilafan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, sekali lagi Penulis mohon maaf dan kepada Allah SWT jualah Penulis mohon ampun.

Medan, 2003
Penulis,



WAHYUDI
NIM. 988120021

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Umum	1
I.2. Latar Belakang Masalah	2
I.3. Pembatasan Masalah	4
I.4. Tujuan Penulisan	5
BAB II GENERATOR SINKRON	
II.1. Konstruksi Generator Sinkron	6
II.1.1. Rotor	8
II.1.2. Stator (Armatur)	11
II.1.3. Belitan Stator	11
II.2. Prinsip Kerja Generator Sinkron	12
II.2.1. Generator Arus Putar	17
II.2.2. Reaksi Jangkar	19
BAB III KARAKTERISTIK GENERATOR SINKRON	
III.1. Karakteristik	21
III.1.1. Karakteristik Beban Nol	21
III.1.2. Karakteristik Hubung Singkat	23

III.1.3. Karakteristik Luar	24
III.1.4. Karakteristik Berbeban	25
III.1.5. Karakteristik Pengaturan	26
III.2. Generator Dalam Keadaan Berbeban	27
III.2.1. Rangkaian Ekuivalen	29
III.2.2. Proses Timbulnya Tegangan	30
III.3. Pengaturan Tegangan Generator	32
BAB IV DASAR PERHITUNGAN	
IV.1. Besarnya Tegangan Listrik Aliran Tiga Fasa	34
IV.2. Medan Putar	35
IV.3. Dasar Perhitungan Besarnya EMF Pada Generator Satu Fasa ..	38
IV.4. Lilitan Stator	40
BAB V ARUS PADA ARMATUR (STATOR) GENERATOR SINKRON	
V.1. Power Faktor Dari Generator Sinkron	44
V.2. Perubahan Impedansi Dari Generator Sinkron Beserta Beban	48
V.3. Kecepatan Putar Dari Rotor	49
V.4. Ukuran Dari Konduktor Dalam Kumparan	52
BAB VI PENUTUP	
VI.1. Kesimpulan Dan Saran	54
VI.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

	<i>Hal.</i>
Gambar 2.1. Konstruksi Generator Sinkron	6
Gambar 2.2. Konstruksi Generator Arus Bolak Balik	7
Gambar 2.3. Prinsip Sebuah Mesin Kutub Luar	7
Gambar 2.4. Gambar Sederhana Sebuah Mesin Kutub Dalam	8
Gambar 2.5. Sebuah Rotor dengan Kutub Menonjol	9
Gambar 2.6. Rotor dengan Kutub Menonjol dari sebuah Generator	10
Gambar 2.7. Rotor Silinder (Turbo)	10
Gambar 2.8. Menunjukkan Azas dari Generator Arus Bolak Balik	15
Gambar 2.9. Generator Arus Bolak Balik Fasa Satu yang Mempunyai Dua Kutub	16
Gambar 2.10. Dua Periode Dalam Waktu 1 Perputaran	17
Gambar 2.11. Generator Arus Putar Berkutub Empat	18
Gambar 2.12. Gambaran Terjadinya Suatu Reaksi Jangkar	19
Gambar 3.1. Karakteristik Beban Nol	22
Gambar 3.2. Rangkaian Ekuivalen Generator Tanpa Beban	22
Gambar 3.3. Rangkaian Ekuivalen Karakteristik Hubung Singkat	23
Gambar 3.4. Karakteristik Hubung Singkat	24
Gambar 3.5. Karakteristik Luar	25
Gambar 3.6. Rangkaian Ekuivalen Karakteristik Berbeban	25
Gambar 3.7. Karakteristik Berbeban	26
Gambar 3.8. Karakteristik Pengaturan	26
Gambar 3.9. Rangkaian Generator Berbeban dan Diagram Vektor	27

Gambar 3.10.	Rangkaian Ekuivalen	29
Gambar 3.11.	Diagram Vektor	30
Gambar 3.12.	Perubahan Tegangan pada Generator Arus Bolak Balik	33
Gambar 4.1.	Sumbu Kumparan	36
Gambar 4.2.	Mesin Tiga Fasa dan Gelombang yang Dihasilkan	37
Gambar 4.3.	Generator Satu Fasa Berkutub Banyak	40
Gambar 4.4.	Lilitan Fasa pada Generator Berkutub Dua	41
Gambar 4.5.	Lilitan Fasa pada Generator Berkutub Empat	41
Gambar 4.6.	Fungsi Harga Lilitan Fasa pada Generator Berkutub Empat .	42
Gambar 4.7.	Perbedaan Fasa pada Generator Berkutub Empat	42
Gambar 5.1.	Diagram Fasor pada Generator Arus Bolak Balik	46



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Umum

Pada dasarnya generator membutuhkan tenaga output yang konstan. Tetapi bila ditinjau dari karakteristik pembebanan generator, dapat diketahui bahwa setiap terjadinya perubahan beban yang bervariasi akan mengakibatkan perubahan tegangan output generator tersebut. Untuk mengatur tegangan output generator agar tetap konstan, maka dapat dilakukan dengan jalan mengatur arus medan generator.

Pengaturan tegangan secara manual, biasanya digunakan pada generator yang berkapasitas kecil, tetapi untuk generator yang berkapasitas besar, pengaturan tegangan secara manual tidaklah mungkin dilakukan, untuk itu perlu suatu peralatan yang bekerja secara otomatis.

Waktu yang digunakan untuk mengembalikan tegangan pada keadaan nominal bila terjadi perubahan beban tergantung dari besarnya arus penguatan medan generator tersebut, di samping itu tergantung juga pada konstanta komponen pengaturan tegangan.

Jadi untuk pengaturan tegangan secara otomatis yang sederhana terdiri dari beberapa sistem komponen yang berfungsi sebagai pendeteksi tegangan output dan juga komponen-komponen lainnya. Ketersediaan energi listrik dalam jumlah yang cukup pada kondisi yang memenuhi syarat (dengan mutu yang baik) dan pada saat yang tepat merupakan kunci keberhasilan pengembangan industri dalam era

pembangunan yang saat ini berlangsung di tanah air. Hal ini dapat mendukung kemajuan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Meskipun pada saat ini beberapa teknologi baru untuk membangkitkan tenaga listrik sedang dikembangkan, seperti magnetohidrodinamika dan sel bahan bakar dalam beberapa dasawarsa ini, kebutuhan akan tenaga listrik secara besar-besaran masih harus diperoleh dengan melakukan konversi energi mekanis ke energi listrik melalui suatu alat yang dikenal dengan generator sinkron atau generator serempak.

Dalam hubungan inilah dapat dilihat betapa penting peranan dari generator serempak. Dan karenanya perlu penelaahan secara terperinci mengenai pengertian dasar, prinsip operasi, karakteristik dan lainnya. Dilihat dari rancangan konstruksinya, mesin serempak dapat digunakan baik untuk generator maupun sebagai motor tanpa perbedaan yang berarti. Sebagai suatu mesin serempak dengan suatu putaran tetap yang ditentukan oleh frekuensi dan jumlah pasangan kutub. Jika mengalami beban lebih ataupun mendapat suatu beban kejut, keadaan yang sinkron itu dapat terlepas. Sebagai generator mesin serempak dapat dioperasikan sebagai mesin tunggal, tetapi biasanya mesin ini akan tergabung dalam suatu sistem interkoneksi dengan generator-generator lainnya.

I.2. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dewasa ini membawa dampak yang positif bagi dunia perindustrian. Berkembangnya suatu industri sangat didukung oleh kemajuan teknologi yang ada sekarang ini. Perindustrian di negara kita juga mengalami perkembangan-perkembangan yang sangat pesat, baik itu industri besar, menengah, maupun industri kecil. Kebanyakan industri-industri tersebut bergantung kepada

dalam kondisi yang memenuhi syarat dan pada saat yang tepat merupakan kunci perkembangan industri dalam era pembangunan yang saat ini sedang berlangsung di tanah air kita.

Kebutuhan akan tenaga listrik itu secara besar-besaran masih harus diperoleh. Hal ini dilakukan dengan mengkonversikan energi mekanis menjadi energi listrik melalui suatu alat yang dikenal dengan alternator atau generator sinkron (serempak) atau generator AC. Generator sinkron atau generator AC bentuk dan ukurannya bervariasi, mulai dari yang kecil seperti generator pada mobil sampai generator besar yang dapat mensuplay kebutuhan tenaga listrik untuk suatu industri ataupun suatu kota besar.

Tegangan output yang konstan yang dibangkitkan oleh suatu pembangkit tenaga listrik adalah suatu syarat yang sangat mutlak dipenuhi guna melayani kestabilan beban yang menggunakan suplay tenaga listrik tersebut. Apabila suatu peralatan listrik, motor listrik menerima suplay tegangan dibawah kondisi tegangan nominal (*under voltage*) maka hal ini akan mengakibatkan peralatan listrik tersebut tidak dapat bekereja dengan output maksimal. Dan begitu juga dengan peralatan listrik yang menerima suplay tegangan di atas tegangan nominal (*over voltage*) maka peralatan tersebut akan mengalami kerusakan atau terbakar akibat terjadinya hubung singkat pada peralatan tersebut.

Dalam hal ini faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan tegangan output generator dari harga nominal adalah sebagai berikut :

- Perubahan putaran pada generator.
- Variasi-variasi beban.
- Perubahan power faktor pada beban.

Sistem pengaturan tegangan tersebut secara garis besarnya dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu :

1. Sistem pengaturan tegangan secara manual.
2. Sistem pengaturan tegangan secara otomatis. Dimana sistem pengaturan tegangan secara otomatis mempunyai banyak keuntungan-keuntungan dibandingkan secara manual, keuntungan-keuntungan tersebut antara lain :
 - Pengaturan tegangan secara otomatis bekerja dengan tepat dan cepat bila mana terjadi perubahan beban.
 - Pengaturan tegangan secara otomatis tidak perlu menggunakan tenaga manusia (*operator*).

Pada permasalahan ini yang akan dibahas adalah meliputi penggunaan dan pengaruh arus yang mengalir di dalam armatur (*stator*) generator sinkron.

I.3. Pembatasan Masalah

Sehubungan dengan permasalahan dari suatu sistem pembangkit tenaga listrik mempunyai ruang lingkup yang cukup luas, maka penulis membatasi masalah yang akan dibahas yaitu pengaruh arus yang mengalir di dalam armatur generator sinkron yang diakibatkan oleh :

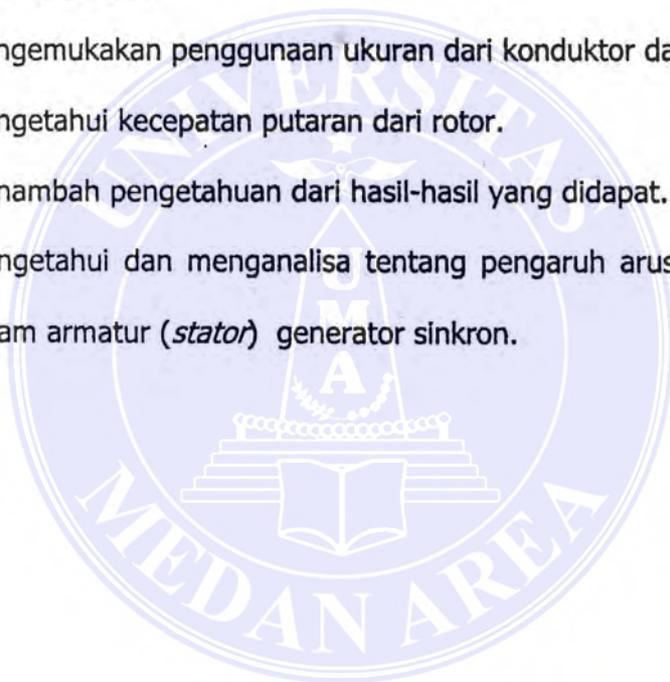
- Power faktor generator sinkron.
- Impedansi dari generator beserta beban.
- Kecepatan putar dari rotor.
- Ukuran dari konduktor yang digunakan dalam kumparan.

Mengingat keterbatasan waktu dalam penelitian, serta keterbatasan ilmu penulis dalam membahas studi tentang pengaruh arus yang mengalir di dalam armatur (*stator*) generator generator sinkron, maka tulisan ini hanya merupakan

I.4. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini tidak lain adalah :

- Untuk mengetahui prinsip kerja generator-generator sinkron.
- Mencoba mengemukakan hubungan antara rotor dengan stator pada generator sinkron.
- Mengetahui pengaruh perubahan Impedansi dari Generator sinkron beserta beban.
- Mengemukakan penggunaan ukuran dari konduktor dalam kumparan.
- Mengetahui kecepatan putaran dari rotor.
- Menambah pengetahuan dari hasil-hasil yang didapat.
- Mengetahui dan menganalisa tentang pengaruh arus yang mengalir di dalam armatur (*stator*) generator sinkron.

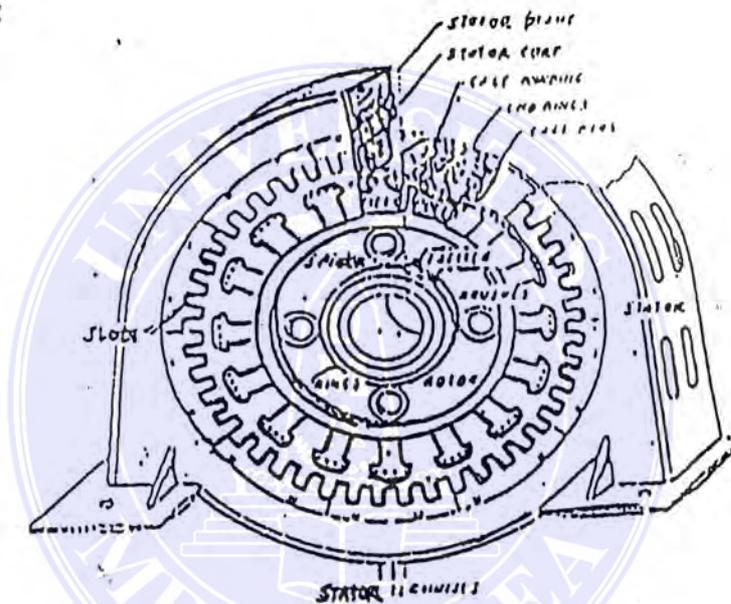


BAB II GENERATOR SINKRON

II.1. Konstruksi Generator Sinkron

Konstruksi generator sinkron mempunyai bagian-bagian seperti pada Gambar

2.1. berikut ini :



Gambar 2.1. Konstruksi Generator Sinkron

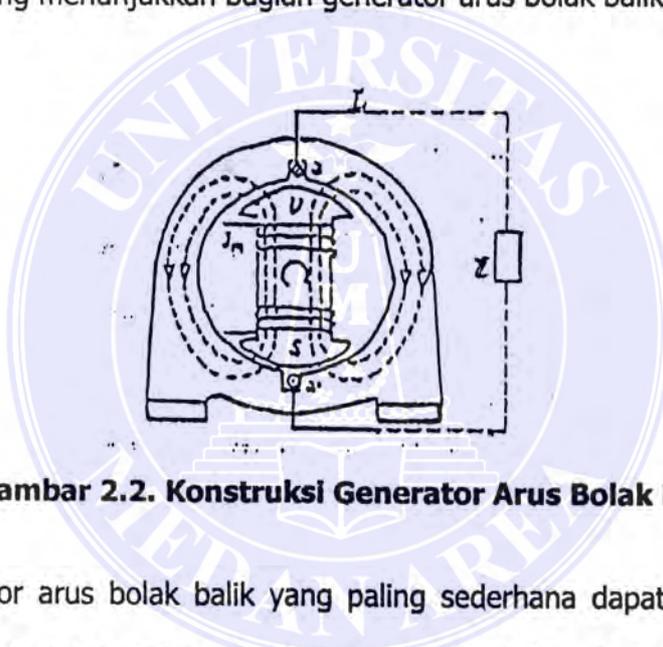
Pada umumnya Generator atau mesin-mesin listrik harus ada dan mempunyai :

- Edaran magnetis, yakni dimana fluks magnet yang dibangkitkan dan disalurkan.
- Edaran listrik, dimana g.g.l. dibangkitkan, dan dimana generator berbeban, arus beban mengalir. Edaran ini terdiri dari kumparan-kumparan dengan ujung-ujung yang dihubungkan pada jepitan-jepitan untuk dapat dihubungkan ke beban.

Edaran listrik di atas merupakan edaran utama, karena di samping itu sering masih terdapat edaran-edaran listrik pembangkit seperti kumparan medan dan

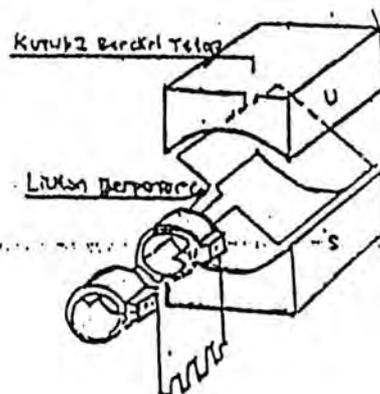
sebagainya. Kumparan medan misalnya mengalir arus medan (arus penguatan) untuk membangkitkan medan magnet.

Bagian-bagian yang membentuk rangkaian magnetis biasanya mempunyai tugas untuk menampung lilitan-lilitan yang membentuk edaran listrik sebagai tempat pemasangan. Kumparan jangkar pada umumnya dipasang pada stator, kumparan penguatan pada rotor. Edaran magnetis terdiri dari rotor dan kutub-kutub, celah-celah udara, dan garis-garis fluks yang digambarkan terputus-putus seperti pada Gambar 2.2. yang menunjukkan bagian generator arus bolak balik fasa tunggal.



Gambar 2.2. Konstruksi Generator Arus Bolak Balik

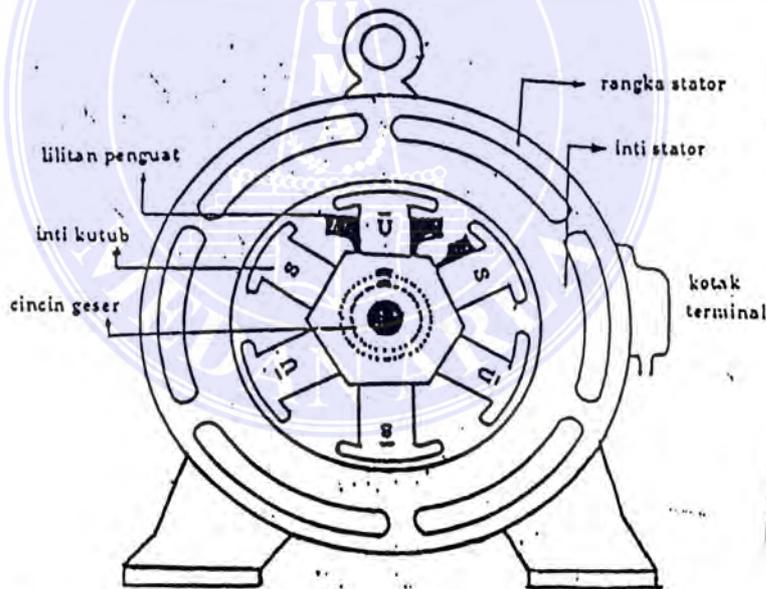
Generator arus bolak balik yang paling sederhana dapat diperoleh dengan memutar sebuah lilitan antara kutub-kutub magnet di sekeliling sebuah sumbu, tegak lurus pada arah medan (Gambar 2.3.).



Gambar 2.3. Prinsip Sebuah Mesin Kutub Luar

Ujung-ujung lilitan dengan cincin geser, pada cincin tersebut mengeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar. Supaya generator itu lebih nyata, maka harus mempunyai kuat arus yang besar. Arus searah untuk membangkitkan medan magnet biasanya diberikan oleh mesin penguat yang terpisah. Untuk mengalirkan arus penguat kelilitan medan yang berputar diperlukan cincin-cincin geser dan sikat. Hal ini penting untuk daya yang besar dengan tegangan yang lebih tinggi dan arus yang besar. Bahwa daya untuk elektromagnet tetap harus disalurkan melalui cincin geser dan sikat, tapi daya ini relatif kecil.

Dalam Gambar 2.4 dilukiskan kedua bagian utama mesin kutub dalam. Bagian yang tidak bergerak dinamakan stator dan bagian yang berputar dinamakan rotor.



Gambar 2.4. Gambar Sederhana Sebuah Mesin Kutub Dalam

II.1.1. Rotor

Rotor merupakan element yang berputar, terdiri dari belitan-belitan medan yang dihubungkan ke sumber arus searah (arus dc) melalui sikat. Fungsi arus searah adalah untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan dan kemudian dialirkan ke

Untuk memperlihatkan lebih jelas atau membedakan antara rotor dengan stator, maka rotor dikemukakan lebih dahulu dari stator.

Bagian-bagian yang terpenting dari rotor adalah:

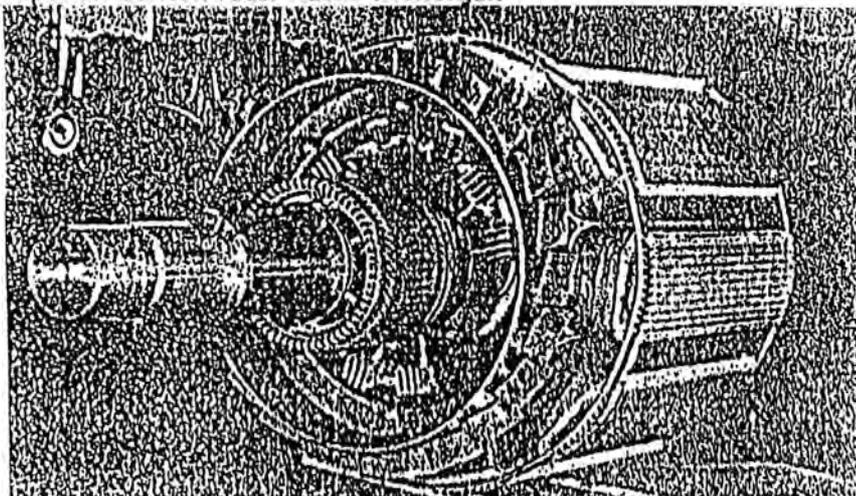
- Kutub-kutub lilitan medan.
- Cincin-cincin geser dan
- Poros mesin.

Bentuk dari rotor tergantung pada banyaknya kutub dan jumlah perputaran dari generator tersebut.

Rotor terdiri dari dua tipe:

- Kutub menonjol, yaitu tipe yang dipakai untuk generator dengan kecepatan rendah dan menengah.
- Kutub selindretis halus (bulat), yaitu digunakan untuk generator-generator turbo dengan kecepatan amat tinggi.

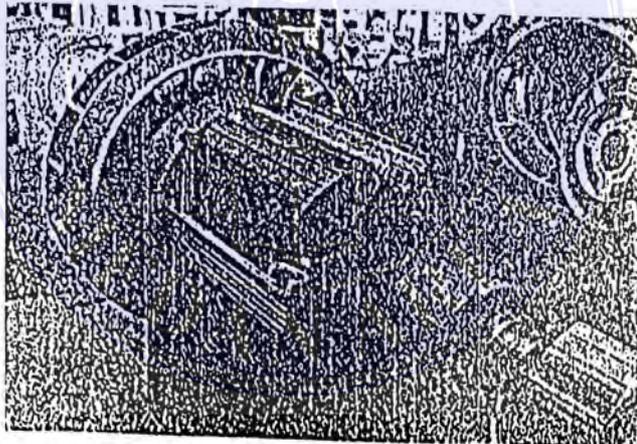
Rotor kutub menonjol dilengkapi dengan slip ring (*collector ring*) yang dipasang sebelah ujung, di atas poros utama. Laminasi dari kutub rotor dijepit bersama dan dibentuk seperti sepatu kutub, yang dapat mendistribusikan fluks serata mungkin agar dapat mendukung untuk kumparan medan. Gambar-gambar di bawah merupakan contoh rotor kutub menonjol.



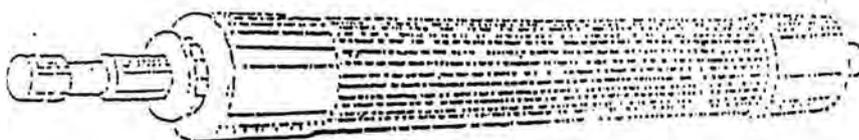
Gambar 2.5. Sebuah Rotor Dengan Kutub Menonjol

Rotor silinder pemakaiannya lebih umum. Kumparannya dimasukan ke dalam slot, dan dimasukan ke dalam rotor silinder. Poros akan mendukung rotor. Oleh karena dari konstruksi yang silinder dan karena kumparan-kumparan dimasukan ke dalam inti, maka gaya sentrifugal dan tekanan yang ditimbulkan karena putaran, tinggi yang pengaruhnya pada rotor silinder lebih kecil dibandingkan dengan rotor kutub menonjol sehingga rotor silinder pada umumnya digunakan untuk generator arus bolak balik yang putarannya tinggi dan dihubungkan langsung dengan penggerak utama.

Rotor jenis ini juga disebut turbo rotor atau rotor distribusi medan. Turbo rotor yang mempunyai distribusi medan, merupakan silinder yang panjang melebihi diameternya seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.6. Rotor Dengan Kutub Menonjol Dari Sebuah Generator



Gambar 2.7. Rotor Silinder (Turbo)

II.1.2. Stator (*Armatur*)

Stator adalah merupakan suatu kawat yang dililitkan pada inti besi yang berupa elemen diam yang terdiri dari belitan jangkar. Bagian-bagian yang terpenting dari stator adalah :

- Rumah stator (*rangka stator*).
- Lilitan stator.
- Terminal stator.

Inti stator adalah sebuah silinder yang berlubang terbuat dari plat baja dan terdapat alur-alur di sekeliling dalamnya. Di dalam alur-alur itu dipasang lilitan stator, dan ujung-ujung lilitan ini dihubungkan ke terminal yang tetap.

II.1.3. Belitan Stator

Belitan stator terdiri atas sejumlah belitan atau kumparan, yang diletakan dalam inti stator. Lilitan stator mesin listrik arus bolak balik pada umumnya lebih sederhana dari pada lilitan mesin arus searah. Pada lilitan stator generator sinkron boleh dikatakan sama dengan lilitan stator motor asinkron. Yang perlu diperhatikan pada lilitan stator generator sinkron antara lain :

- Tingkat kelas isolasinya.
- Besarnya tegangan kerja pada lilitan tersebut
- Bentuk lilitan.
- Besarnya penampang alur.

Pada dasarnya generator sinkron berkapasitas kecil statornya merupakan kutub tetap. Sedangkan pada generator sinkron berkapasitas sedang dan besar, menurut bentuk dan jenisnya dibagi atas dua macam :

Belitan yang dipusatkan.

- Belitan yang terbagi.

Belitan yang dipusatkan dipakai pada stator untuk kelompok generator sinkron berkapasitas kecil dan berkutub banyak, sedangkan belitan yang terbagi untuk kelompok mesin berkapasitas besar dan kutub relatif sedikit. Alur dimana belitan-belitan stator dipasang pada belitan yang dipusatkan, adalah lebih dalam dari pada alir pada belitan stator yang terbagi.

Pada generator sinkron dengan kapasitas yang sama, macam belitan stator yang dipusatkan diameter luarnya akan lebih besar dari pada macam belitan yang terbagi. Hanya tegangan rata-rata yang dapat di bangkitkan daripada belitan yang dipusatkan adalah lebih besar dari yang dibagi.

Dari uraian di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pemakaian bahan belitan stator dengan macam belitan stator terbagi, akan lebih ekonomis daripada macam belitan stator yang dipusatkan untuk kapasitas mesin yang sama.

II.2. Prinsip Kerja Generator Sinkron

Pada prinsipnya generator sinkron bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik yang memanfaatkan induksi untuk merubah energi mekanis menjadi energi listrik. Dimana bila sepotong kawat (*konduktor*) digerakkan dalam medan magnet dengan arah memotong garis-garis gaya magnet (*fluks*) maka tegangan akan di bangkitkan dalam konduktor tersebut.

Generator sinkron menghasilkan arus bolak balik (AC), untuk dapat menghasilkan arus yang besar dipakai generator tiga fasa. Untuk membangkitkan tegangan bolak balik, diperoleh dengan jalan memutar medan magnet dan lilitan kawatnya. Terutama pada generator-generator tegangan tinggi, keadaan ini mendatangkan keuntungan yaitu:

- Kuat arus yang diambil tidak melalui cincin seret, tetapi dari bagian statornya.
- Untuk magnet arus listriknya, mendapat arus listrik dari dinamo penguat yang melalui dua buah cincin seret.

Gambar 2.8. menunjukkan azas dari sebuah generator arus bolak balik berfasa satu yang mempunyai dua buah kutub magnet. Dengan memperhatikan Gambar 2.8.c. dan 2.8.d. supaya lubang stator bisa bebas, sisi depan dan belakang dari lilitan perlu dilengkungkan. Jika kutub-kutub berputar dibelitkan beberapa kali belitan. Apabila lilitan ini dimasukkan ke dalam alur-alur jangkar, terjadi sebuah mesin arus searah. Perbedaan antara lilitan jangkar mesin arus bolak balik dengan mesin arus searah adalah lilitan jangkar arus bolak balik dihubungkan dengan dua buah cincin geser, sedangkan mesin arus searah dihubungkan sebuah komutator.

Mesin yang jangkarnya berputar dan kutub-kutub magnet diam disebut dengan kutub luar pelaksanaan yang seperti ini hanya dipakai pada generator yang berdaya kecil. Untuk membangkitkan GGI tidak ada bedanya apakah itu jangkar yang berputar terhadap kutub ataupun kutub berputar terhadap jangkar.

Pada generator arus searah untuk komutasi diperlukan jangkar yang berputar dengan lilitan dan pada generator arus bolak balik dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan-lilitan pembangkit GGL tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub pembangkit medan magnet, berputar di dalamnya. Mesin-mesin yang semacam ini dinamakan mesin kutub dalam.

Keuntungan pelaksanaan ini ialah, bahwa untuk mengalirkan arus bolak balik tidak diperlukan cincin geser dan sikat, oleh karena kawat-kawat penyalurnya dihubungkan langsung dengan lilitan-lilitan yang bergerak itu. Terutama ini penting

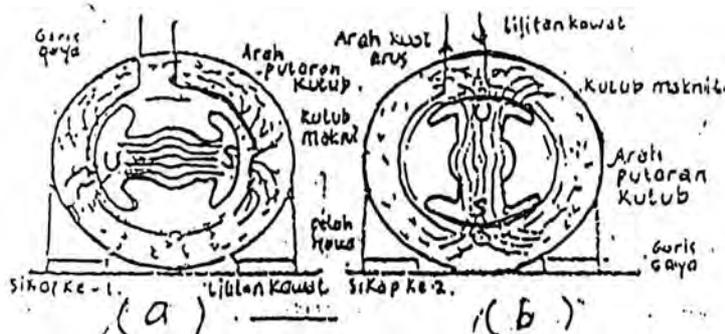
pada mesin-mesin dengan tegangan tinggi dan melewati lilitan kawat yang diam, maka tepi-tepi lilitannya ini dipotong oleh garis-garis gaya.

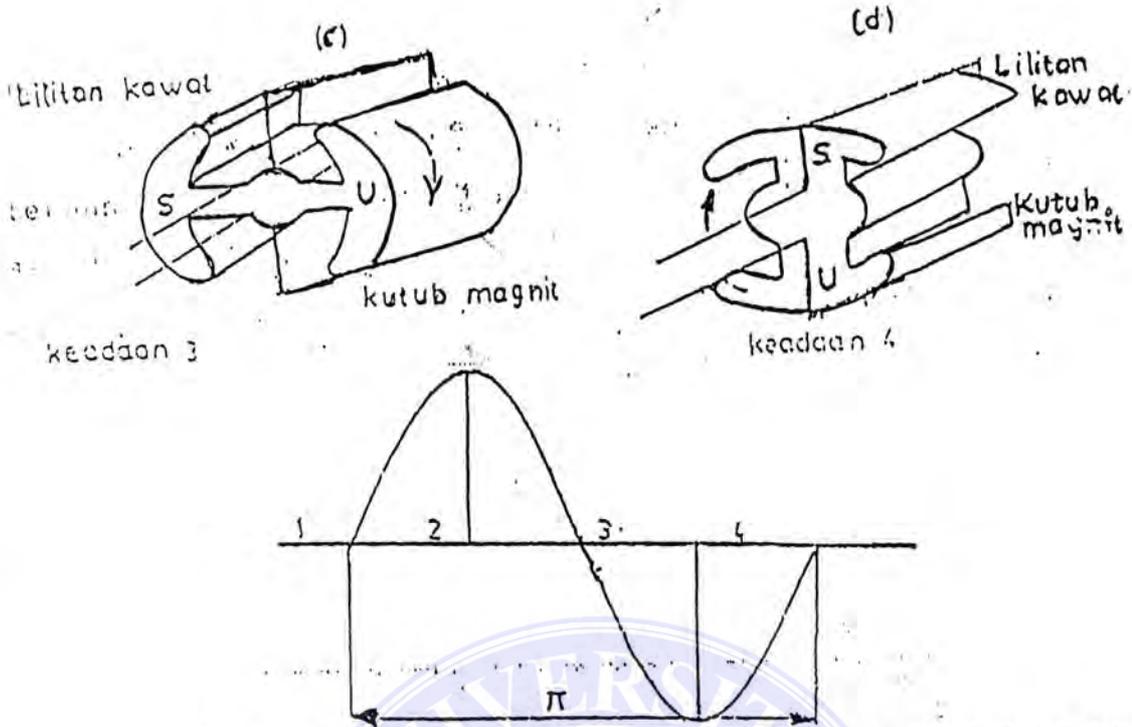
Di dalam azas generator ini, untuk menentukan arah dan besarnya GGL yang diinduksikan maka dapat dipergunakan kaidah tangan kanan. Tetapi arus diingat, bahwa lilitannya dalam keadaan diam, garis-garis gaya dipotong dalam arah yang bertentangan.

Jika sisi permulaan lilitan terletak di tengah pertengahan kutub utara (U), ujungnya harus terletak di depan pertengahan kutub selatan (S), dan tegangan yang ditimbulkan di dalam kedua sisi itu akan saling memperkuat satu sama lain.

Gambar 2.8.a keadaan 1 dari pada magnet lilitan tidak akan memotong garis-garis gaya dan tegangan yang ditimbulkan adalah nol. Makin lama jumlah garis-garis gaya yang terpotong bertambah banyak dan akan menjadi maksimum (seperti Gambar 2.8.b keadaan ke-2). Sesudah itu menjadi kurang lagi dan dalam Gambar 2.8.c keadaan ke-3 akan menjadi nol.

Gaya gerak listrik (GGL) yang diinduksikan akan berubah, dan untuk keadaan ke 4 dari kutub ini akan mencapai nilai maksimum, dalam keadaan akan menjadi nol (0) lagi. Untuk membangkitkan tegangan bolak balik dengan frekuensi 50 Hz maka kutub magnet dari generator tadi harus membuat 50 putaran/detik, atau juga = $60 \times 50 = 3000$ putaran permenit.

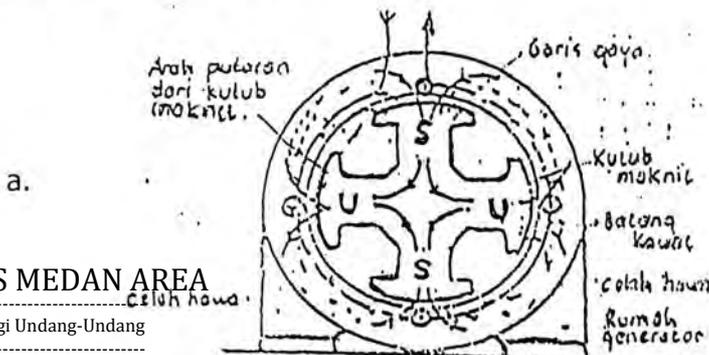


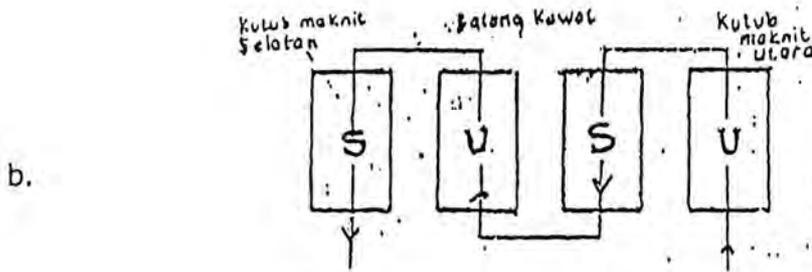


Gambar 2.8. Menunjukkan Azas Dari Generator Arus Bolak Balik

Gambar 2.9.a. menunjukkan prinsip dasar kerja generator arus bolak balik fasa satu yang mempunyai 4 buah kutub. Karena disini ada 2 pasang kutub, maka gulungan kawatpun terdiri dari dua bagian. Jika gulungan pertama itu berada di tengah-tengah bagian depan dari pasang kutub, maka bagian belakang dari pasangan kutub berikutnya, sehingga 4 tegangan tadi akan memperkuat satu sama lainnya.

Besarnya tegangan yang diinduksikan ini selain tergantung dari jumlah garis gaya yang dipotong dalam satu detik, juga tergantung dari jumlah lilitan kawatnya. Karena itu bila kita memasang lebih banyak di dalam aluran-aluran stator, maka terjadi dua gulungan kawat. Sedangkan Gambar 2.9.b. menunjukkan gambar bentangan dari Gambar 2.9.a.





Gambar 2.9. Generator Arus Bolak Balik Fasa Satu Yang Mempunyai Dua Kutub

Gambar 2.9.b. menyatakan gulungan kawat tadi dibentang keseluruhan bidang keliling dari stator dan ini biasanya dinamakan "gulungan kawat jala 3". Dengan memperhatikan gambar pada simpangan yang pertama, bahwa jumlah garis-garis gaya yang dipotong adalah maksimum. Sesudah 1/8 putaran dari pada kutub maka kutub-kutub magnetnya berada di antara lilitan-lilitan dan tidak adanya garis-garis gaya yang dipotong. Dalam jangka perjalanan waktu 1/8 perputaran, tegangan turun dari maksimum sampai nol. Seperdelapan putaran berikutnya maka besaran mencapai maksimum dalam arah yang bertentangan, sehingga pada setengah putaran dari pada roda kutub terjadi suatu tegangan bolak balik dalam 1 kala (periode).

Untuk generator arus bolak balik dari dua periode dalam jangka waktu 1 perputaran untuk menimbulkan arus bolak balik dengan frekuensi 50 Hz, maka roda kutub dari generator yang berkutub empat harus membuat 25 perputaran perdetik atau $60 \times 25 = 1500$ perputaran/menit.

Untuk mesin berkutub dua (2), jumlah putaran semenit adalah :

$$n = 60 \times 50 = 3000 \text{ putaran/menit} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk generator berkutub empat :

$$n = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ perputaran /menit} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan demikian dapat dituliskan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{60 \times f}{p} \dots\dots\dots (2.3.)$$

Atau :

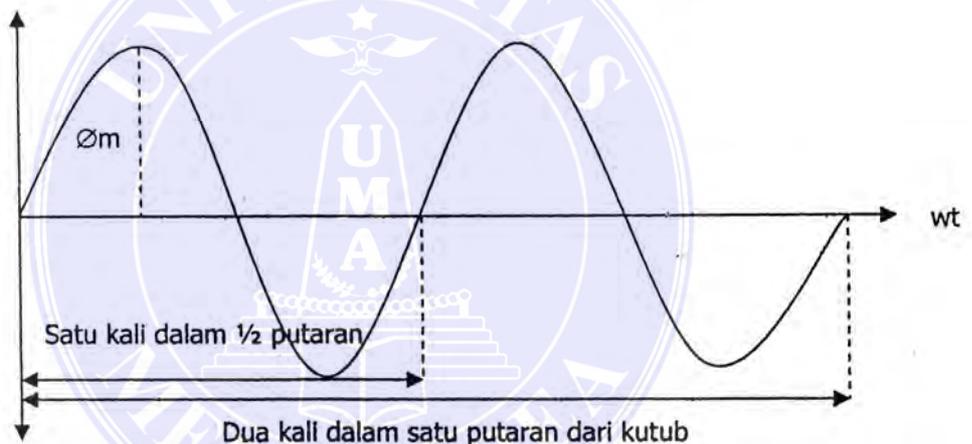
$$f = \frac{n \times p}{60} \dots\dots\dots (2.4.)$$

Dimana :

f = frekuensi dari jala-jala yang diukur dengan satuan hertz.

p = jumlah pasang kutub dari generator.

n = putaran per menit.



Gambar 2.10. Dua Periode Dalam Waktu 1 Perputaran

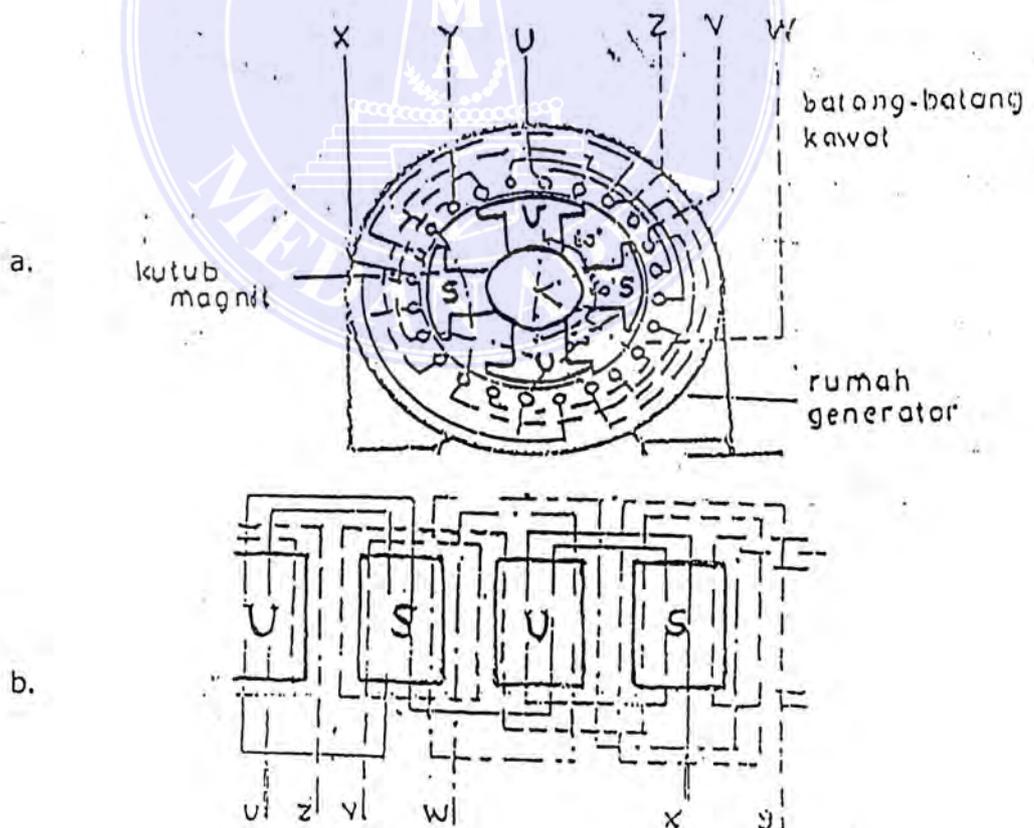
II.2.1. Generator Arus Putar

Pada generator jenis ini, untuk membangkitkan tegangan bolak balik fasa tiga, di dalam stator harus dipasang 3 buah gulungan dan ini dipasang sedemikian rupa sehingga tegangan-tegangan yang terjadi di dalamnya harus mempunyai perbedaan fasa dari 1/3 periode satu sama lain.

Pada generator yang ber kutub dua terjadi dalam waktu dari 1 perputaran roda kutub suatu tegangan bolak balik dari 1 periode sehingga disini titik permulaan dari 3 gulungan harus terletak di antara 1/3 keliling statornya.

Gambar 2.11.a dan 2.11.b menunjukkan generator arus putar berkutub empat, dimana tiap-tiap gulungan terdiri dari dua bagian, jadi pada stator dipasang 6 buah kumparan ataupun berkas gulungan. Oleh karena itu pada $\frac{1}{2}$ putaran dari roda kutub terjadi tegangan bolak balik dari 1 kala (periode), titik-titik permulaan dari gulungan itu, yaitu U, V, dan W ini harus terletak pada $\frac{1}{3}$ bahagian dari $\frac{1}{2}$ keliling atau $180^\circ : 3 = 60^\circ$ terhadap satu sama lain.

Disini gulungan dibuat sebagai gulungan kumparan 2 jalan dan ini terdiri dari pada tiga berkas gulungan bawah dan tiga berkas bagian atas. Pada waktu penggulingannya, pertama-tama dipasang berkas bagian atas, kemudian berkas bagian bawah yang pada sisi depan dan belakangnya ditekukkan, alur stator itu dibuat sebebaskan mungkin untuk menempatkan 3 berkas kumparan bagian atas.



Gambar 2.11. Generator Arus Putar Berkutub Empat

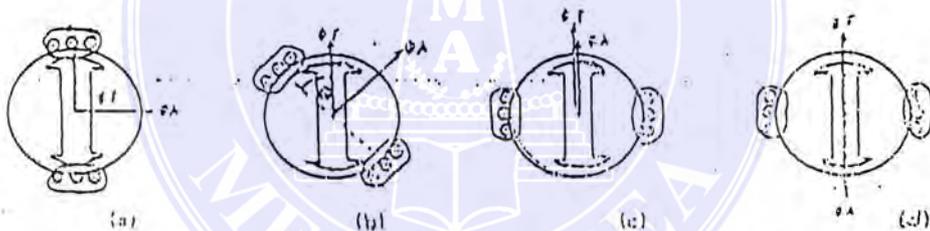
II.2.2. Reaksi Jangkar

Reaksi jangkar adalah pengaruh fluksi jangkar terhadap fluksi magnet utama atau adanya interaksi dua buah fluksi yang terjadi pada generator, karena adanya pembebanan generator itu sendiri. Adalah generator-generator power faktor dari beban mempunyai pengaruh agak besar terhadap reaksi jangkar.

Apabila sebuah generator melayani beban, maka pada kumparan jangkar stator akan mengalir arus, dan arus ini akan menimbulkan fluksi jangkar. Afluksi jangkar yang ditimbulkan arus (ϕA) akan berinteraksi dengan yang dihasilkan kumparan medan rotor (ϕF), sehingga menghasilkan fluksi resultan (ϕR).

$\phi R = \phi F + \phi A$; jumlah secara vektor.

Adanya interaksi ini di kenal sebagai reaksi jangkar.



Gambar 2.12. Gambaran Terjadinya Suatu Reaksi Jangkar

Kondisi reaksi jangkar untuk berbagai macam jenis beban adalah sebagai berikut :

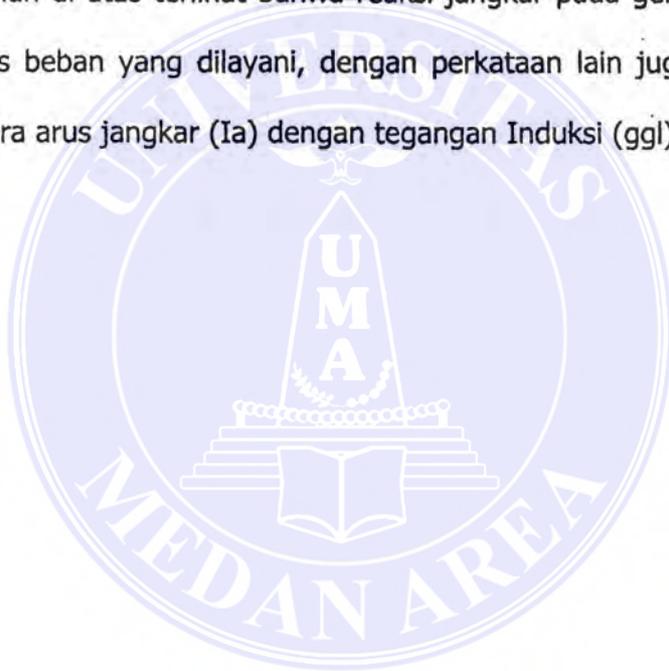
Pada gambar a. melukiskan arus jangkar (I_a) sefasa dengan GGL (E), sedangkan fluksi jangkar tegak lurus terhadap fluksi yang dihasilkan oleh kumparan rotor dan jenis beban.

Pada gambar b. melukiskan bahwa arus jangkar (I_a) dan sudut ϕ adalah terdahulu terhadap GGL (E), sedangkan beban merupakan beban kapasitif, kemudian fluksi jangkar (ϕA) terbelakang dengan sudut (90°).

Pada gambar c. arus jangkar (I_a) terdahulu dari GGL (E) sebesar 90° , dan untuk beban adalah beban kapasitif murni sedangkan fluksi jangkar memperkuat fluksi yang dihasilkan kumparan medan rotor (ϕF) ini akan menyebabkan pengaruh pemagnetan.

Untuk gambar d, arus jangkar (I_a) terbelakang sebesar 90° dari GGL (E), merupakan beban induktif murni, adapun fluksi jangkar (ϕA) akan memperlemah fluksi kumparan medan (ϕF), dan mengakibatkan terjadinya pengaruh pemagnetan.

Dari uraian di atas terlihat bahwa reaksi jangkar pada generator tergantung pada jenis jenis beban yang dilayani, dengan perkataan lain juga tergantung dari sudut fasa antara arus jangkar (I_a) dengan tegangan Induksi (ggl).



BAB III

KARAKTERISTIK GENERATOR SINKRON

III.1. Karakteristik

Karakteristik generator sinkron yaitu :

- Karakteristik beban nol.
- Karakteristik hubung singkat.
- Karakteristik luar.
- Karakteristik beban

III.1.1. Karakteristik Beban Nol

Saat alternator diputar dengan n rpm dan kumparan medan di rotor dialiri arus medan I_f , maka akan terinduksi tegangan pada kumparan jangkar di stator sebesar :

$$E_o = c.n.\phi$$

Dimana :

E_o = tegangan terminal tanpa beban

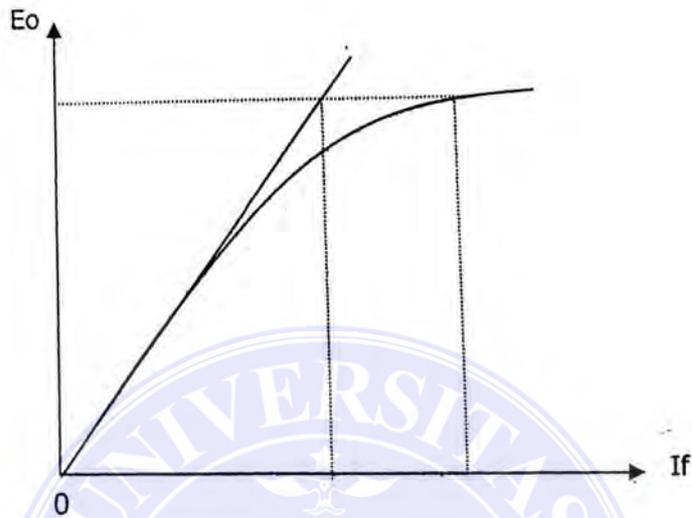
n = putaran (rpm)

c = konstanta generator

ϕ = fluksi yang dihasilkan kutub medan

Dalam keadaan yang tidak berbeban arus jangkar tidak mengalir pada stator, karena itu tidak terjadi interaksi jangkar terhadap putaran rotor. Fluksi yang dihasilkan oleh arus medan I_f dan apabila arus medan I_f berubah-ubah maka

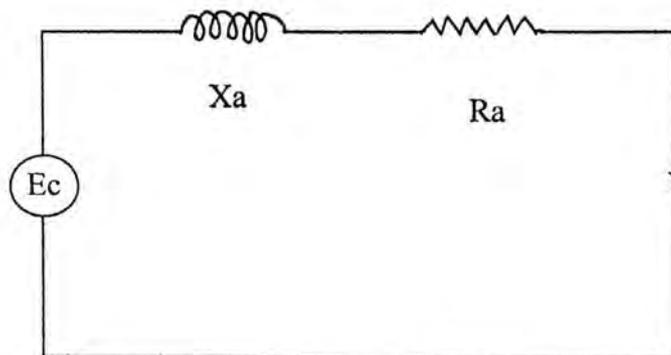
diperoleh grafik karakteristik sebagai berikut sebagai hubungan E_o dengan I_f seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.1. Karakteristik Beban Nol

Secara ideal seharusnya tidak terjadi kelengkungan pada grafik di atas, tetapi akibat pengaruh kejenuhan inti maka terjadi kelengkungan saat mendekati jenuh.

Sedangkan pada celah udara kurva pemagnetan merupakan garis yang lurus. Gambar rangkaian ekivalen untuk generator tanpa beban digambarkan di bawah ini :

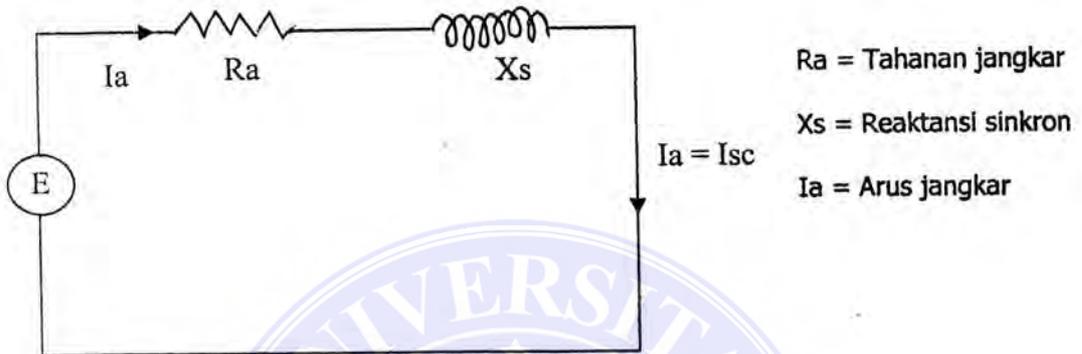


Gambar 3.2. Rangkaian Ekuivalen Generator Tanpa Beban

III.1.2. Karakteristik Hubung Singkat

Pada kondisi hubung singkat, $V = 0$

Rangkaian ekivalen generator sinkron dalam keadaan hubung singkat dapat dilukiskan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.3. Rangkaian Ekivalen Karakteristik Hubung Singkat

Persamaan umumnya adalah :

$$E = V + I_a \cdot (R_a + jX_s)$$

Karena generator dalam keadaan hubung singkat maka harga tegangan terminal $V = 0$, Sehingga persamaan di atas menjadi :

$$E = I_a \cdot (R_a + jX_s)$$

$$E = I_a \cdot Z_s$$

$$I_a = \frac{E}{Z_s} \quad \text{Dan } E = c.n.\phi \quad ; \quad \phi = I_f$$

$$I_a = k \cdot I_f$$

Dari persamaan di atas terlihat bahwa karakteristik hubung singkat $I_{sc} = I_{sc}(I_f)$. Dari suatu generator ideal merupakan garis lurus seperti gambar di bawah ini, tetapi karena adanya efek remanensi pada generator tersebut dimana pada saat $I_f = 0$, telah ada e.m.f yang dibangkitkan, sehingga arus hubung singkat sudah ada.

UNIVERSITAS MEDAN AREA Karakteristik hubung singkat dari generator sinkron tersebut telah

dimulai dari titik (0,0) dan fluksi yang dihasilkan hanya untuk menghasilkan tegangan induksi yang kecil yaitu mengatasi drop tegangan $I_a (R_a + jX_s)$ sehingga sistem magnetik tidak mengalami kejenuhan, oleh karena itu karakteristik tidak melengkung.



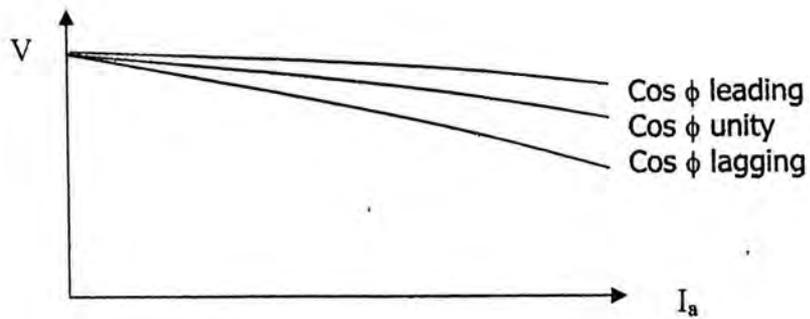
Gambar 3.4. Karakteristik Hubung Singkat

III.1.3. Karakteristik Luar

Seperti telah diketahui bahwa tegangan terminal alternator akan berubah bila dihubungkan dengan beban. Perubahan ini disebabkan jatuh tegangan pada belitan dan akibat reaksi jangkar, perubahan tegangan terminal terhadap reaksi jangkar tergantung pada besar tegangan dan faktor daya beban. Persamaan tegangan terminal dari suatu generator sinkron adalah : $V = E - I_a (R_a + jX_s)$, karena n dan I_f konstanta, maka :

$$E = c n \phi$$

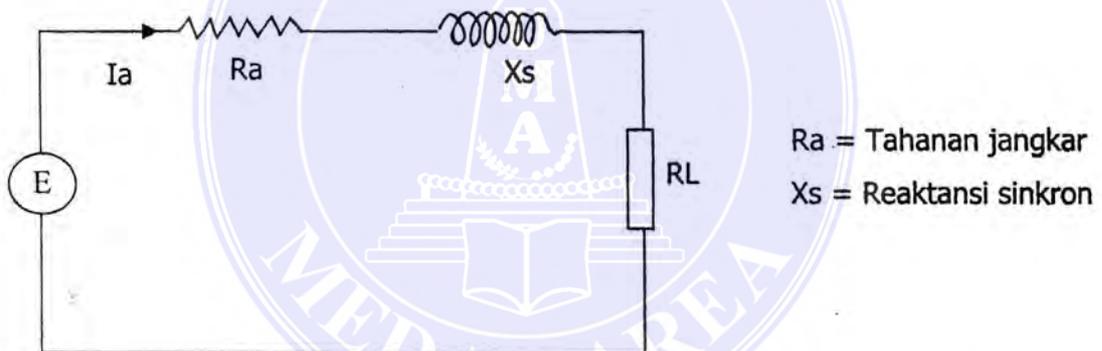
Secara teoritis persamaan di atas merupakan fungsi linier yang grafiknya merupakan garis lurus, tetapi di dalam praktek grafik yang diperoleh sedikit melengkung akibat adanya reaksi jangkar, dimana semakin besar arus jangkar (I_a) maka jatuh tegangan akibat reaksi jangkar semakin besar, kurva karakteristiknya :



Gambar 3.5. Karakteristik Luar

II.1.4. Karakteristik Berbeban

Rangkaian ekuivalen generator sinkron dalam keadaan berbeban dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.6. Rangkaian Ekuivalen Karakteristik Berbeban

Dari rangkaian ekuivalen di atas diperoleh hubungan :

$$E = V + I_a(R_a + jX_s)$$

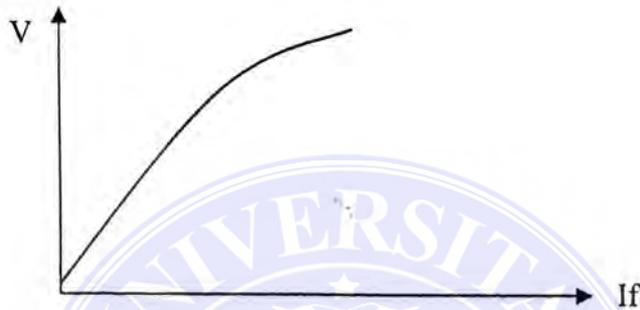
Sedangkan :

$$E = c.n.\phi \quad ; \quad \phi = I_f$$

$$E = c.n.I_f$$

$$E = k.I_f$$

Secara teoritis persamaan di atas menunjukkan hubungan linier antara I_f dan E , tetapi seperti pada keadaan beban nol akibat adanya kejenuhan inti maka pertambahan tegangan (V) tidak sebanding dengan pertambahan arus medan I_f . Pada daerah jenuh, sehingga grafik melengkung terutama pada saat tegangan di atas nominal.

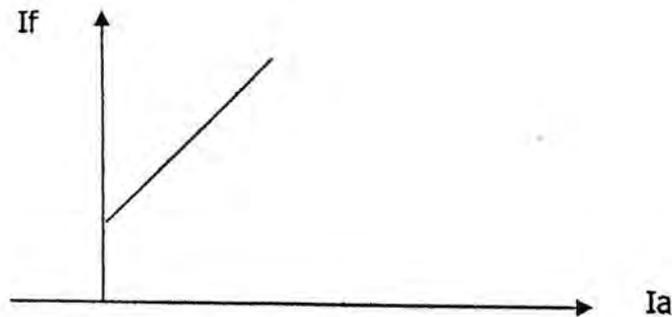


Gambar 3.7. Karakteristik Berbeban

III.1.5. Karakteristik Pengaturan

Karakteristik pengaturan menunjukkan bagaimana pengaturan arus medan bilamana beban berubah-ubah dimana tegangan dan putaran konstan. Karakteristik pengaturan ini di sebut juga karakteristik jangkar.

Karakteristik $I_f = I_f (I_a)$; $n, v,$ dan $\cos \phi$ konstan.



Gambar 3.8. Karakteristik Pengaturan

Persamaan tegangan yang dibangkitkan oleh suatu generator adalah :

$$E = V + I_a(R_a + jX_s)$$

$$E = c.n.\phi \quad ; \quad \phi = I_f, \quad E = k1. I_f$$

$$K1.I_f = V + I_a (R_a + jX_s)$$

Dimana: V konstan, maka diperoleh :

$$I_f = k. I_a$$

III.2. Generator Dalam Keadaan Berbeban

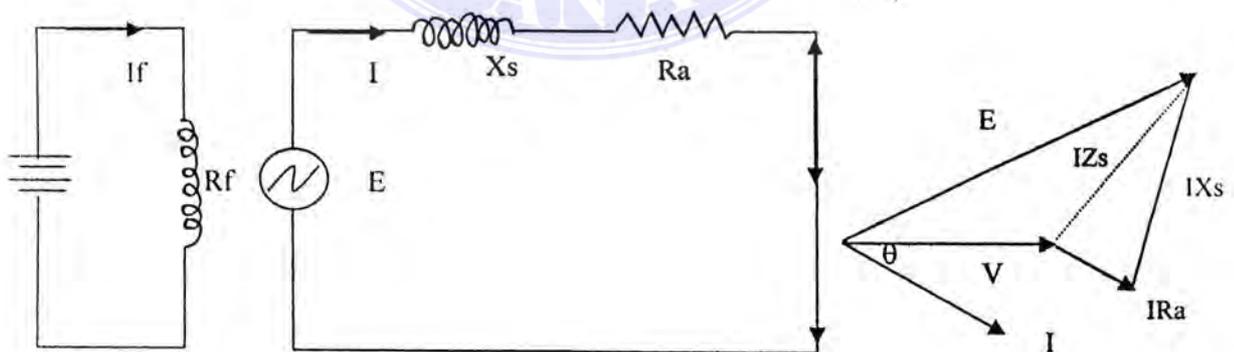
Dalam keadaan berbeban arus jangkar akan mengalir dan mengakibatkan terjadinya reaksi jangkar yang bersifat reaktif, karena itu dinyatakan sebagai reaktansi dan disebut reaktansi pemagnet (X_m). Reaktansi pemagnet (X_m) ini bersama-sama dengan reaktansi fluksi bocor (X_a) yang dikenal sebagai reaktansi sinkron.

Dalam gambar rangkaian di bawah ini (Gambar 3.9) serta diagram vektor dari generator berbeban induktif (faktor kerja terbelakang) didapat persamaan :

$$E = V + IR_a + jIX_s \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$X_s = X_m + X_a$$

$$E = V + I. Z_s \quad \dots\dots\dots (3.2)$$



Gambar 3.9. Rangkaian Generator Berbeban Dan Diagram Vektor

Gambar 3.9. menunjukkan nilai dari GGL generator pada perputaran konstan

untuk nilai penguatan $I_m = I_{mo}$ dan menyebabkan $E = E_o$, kemudian generator

dibebani. Maka tegangan sebesar E_o tidak sepenuhnya muncul pada jepitan-jepitan generator.

Hal ini disebabkan pertama karena kumparan-kumparan generator itu sendiri mempunyai tahanan dalam yaitu R_s , yang bila arus beban kumparan generator adalah pertama mengakibatkan kerugian tegangan $I.R_s$. Kedua, kumparan kerja juga mempunyai reaksi, yang dalam keadaan berbeban menyebabkan kerugian tegangan. Ketiga, kumparan tersebut bila dilalui arus beban juga akan menimbulkan fluksi magnet, gejala ini disebut reaksi jangkar.

Reaksi jangkar ini pada beban-beban biasa umumnya memperlemah fluksi medan utama (yakni yang dibangkitkan oleh I_m) dimana sama dengan kerugian tegangan. Sebab-sebab kedua dan ketiga ini dapat dipelajari dengan memakai rangkaian ekuivalen dari rangkaian didapat persamaan generator :

$$E_o = V + I (R_s + jX_s) \dots\dots\dots (3.3)$$

$$V = E_o - (R_s + jX_s) \dots\dots\dots (3.4)$$

Pada umumnya R_s sangat kecil dibandingkan X_s , sehingga dengan demikian dapat diambil,

$$E_o = V + IjX_s \dots\dots\dots (3.5)$$

$$V = E_o - IjX_s \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

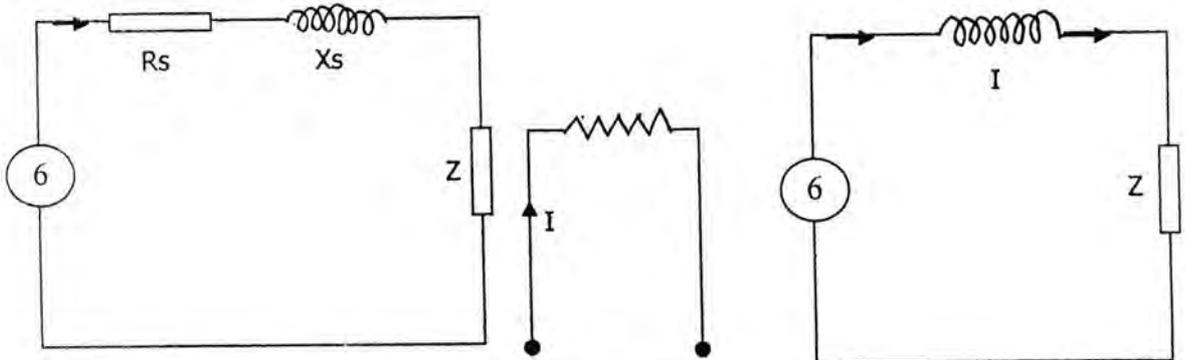
E_o = tegangan beban nol

V = tegangan terminal

I = arus jangkar

X_s = resistansi sinkron

III.2.1. Rangkaian Ekivalen



Gambar 3.10. Rangkaian Ekivalen

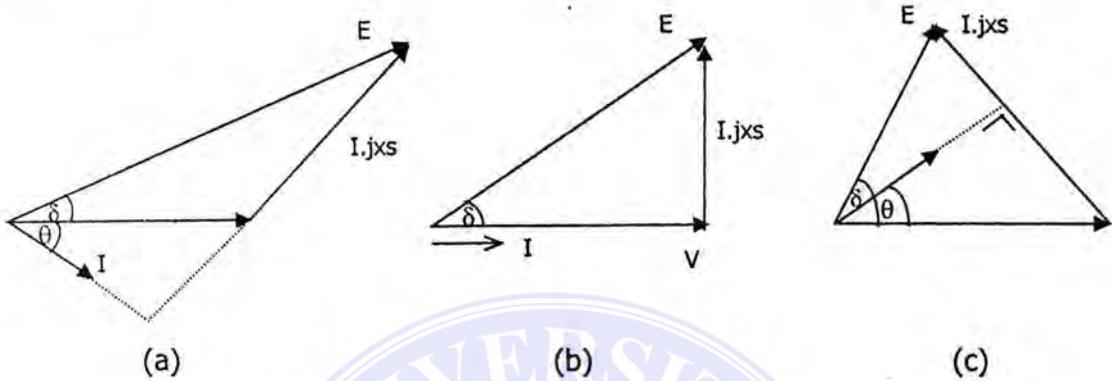
Dari gambar rangkaian di atas maka arus dapat dihitung :

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan persamaan (3.2) dan (3.3) untuk suatu beban I tertentu dapat dihitung tegangan jepitan V, bila tegangan tidak berbeda Eo diketahui. Perhitungan dapat dilakukan secara aljabar biasa (dengan perhitungan kompleks) atau dengan lukisan grafik pada diagram vektor. Gambar 3.11.a, 3.11.b, dan 3.11.c menunjukkan diagram vektor generator yang dibebani. Tampak bahwa selisih harga-harga efektif Eo dan V tidak saja semata-mata tergantung dari besarnya I, tetapi juga dari selisih fasa antara I dan V, jadi tergantung juga dari faktor kerja beban. Gambar 3.5.a adalah diagram vektor untuk beban induktif, gambar 3.11.b apabila $\cos \phi = 1$ sedangkan gambar 3.11.c bila beban kapasitif.

Makin induktif beban, makin besar selisih harga-harga Eo dan V yang efektif. Bila beban sangat kapasitif, dapat terjadi bahwa V lebih besar dari Eo, meskipun pada beban-beban biasa V pada umumnya lebih kecil dari pada Eo.

Dengan pertolongan diagram vektor dapat diturunkan fungsi V terhadap arus penguatan I_m konstan dan $\cos \phi$ konstan (perputaran n sudah barang tentu harus konstan = ns).



Gambar 3.11. Diagram Vektor

Fungsi macam ini disebut karakteristik luar generator. Lengkung-lengkung yang didapat adalah seperti pada Gambar 3.11. Dari lengkung-lengkung ini pun jelas mengapa $\cos \phi$ yang besarnya sangat dikehendaki.

III.2.2. Proses Timbulnya Tegangan

Pada prinsipnya generator sinkron bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu : apabila suatu batang konduktor bergerak/berputar terhadap medan magnet maka akan timbul tegangan induksi pada konduktor tersebut (*hukum faraday*), medan magnet ini dapat ditimbulkan oleh arus searah yang dialirkan pada batang konduktor (*hukum bio savart*), batang konduktor ini akan terjadi tegangan induksi, sedangkan bagian dimana medan magnet dibangkitkan disebut dengan medan penguat (*exciter*) dari generator.

Bagian jangkar ini biasa terdapat pada stator, sedangkan pada generator-generator berkapasitas besar hal ini merupakan kebalikannya. Timbulnya tegangan

induksi secara matematis dapat diterangkan sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

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

Misalkan :

Z = Jumlah konduktor yang diberikan per fasa – $2T$ di

T = jumlah belitan per fasa

P = jumlah pasang kutub

F = frekuensi dari tegangan induksi (hertz)

ϕ = fluksi per kutub (weber)

KF = form faktor = 1,11 jika tegangan induksi dianggap sinusoidal

N = jumlah putaran per menit

$KC = k_p =$ pitch atau faktor jarak kumparan
 $= \cos a/2.$

Dalam satu putaran dari rotor ($60/N$) detik, masing-masing konduktor stator dipotong oleh fluksi dari $\phi \cdot P$ weber.

Tegangan induksi (emf) rata-rata per konduktor :

$$= \frac{d\phi}{dt} = \frac{\phi \cdot N}{60/N} = \frac{\phi \cdot N \cdot P}{60} = \text{Volt} \dots\dots\dots (3.8)$$

Sedangkan :

$$F = \frac{P \cdot N}{120} \text{ atau } N = \frac{120 \cdot F}{P} \dots\dots\dots (3.9)$$

Tegangan induksi rata-rata per konduktor :

$$= \frac{120 \cdot f \cdot P \cdot \phi}{60}$$

$$= 2 \cdot f \cdot \phi \text{ Volt} \dots\dots\dots (3.10)$$

Jika ada dua konduktor diserikan per fasa maka :

Emf rata-rata per fasa : $2 \cdot f \cdot \phi \cdot z = 4 \cdot f \cdot \phi \cdot T$ volt

Harga rms dari emf per fasa : $4,44 \cdot f \cdot \phi$ volt

Jika kumparan dalam phasanya :

- full pitch
- concentrated

maka dapat harga aktualnya :

$$= 4,44 \cdot K_f \cdot K_c \cdot f \cdot \phi \cdot T \text{ volt}$$

III.3. Pengaturan Tegangan Generator

Tegangan terminal generator ac banyak berubah dengan berubahnya beban, maka untuk pengoperasian hampir semua peralatan listrik, diperlukan usaha untuk menjaga agar tegangan konstan. Cara yang biasa dilakukan untuk ini adalah dengan menggunakan alat pembantu yang disebut pengatur tegangan (*voltage regulator*) untuk mengendalikan besarnya medan penguat arus searah yang dicatukan pada generator.

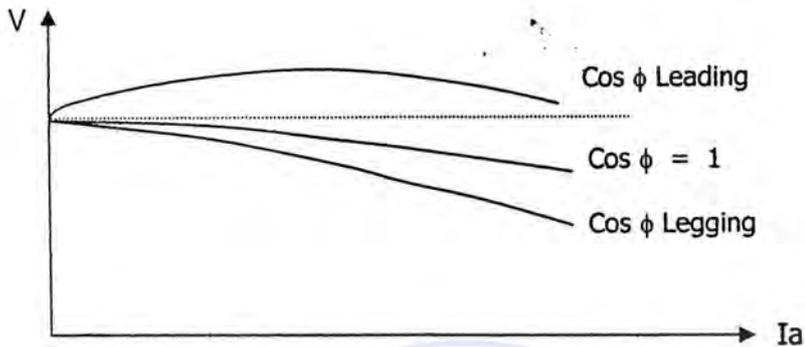
Apabila tegangan terminal generator turun karena perubahan beban, pengatur tegangan secara otomatis menaikkan pembangkitan medan sehingga tegangan kembali normal. Sama halnya bila tegangan terminal naik karena perubahan dari beban, pengatur mengendalikan nilai tegangan normalnya dengan mengurangi medan penguat.

Hampir semua pengatur tegangan mengendalikan medan penguat generator secara tidak langsung yaitu dengan mengoperasikan rangkaian-rangkaian penguat. Arus yang ditangani oleh pengatur jauh lebih kecil dalam rangkaian medan penguat dari pada dalam rangkaian medan generator.

Pada generator arus bolak-balik yang sedang bekerja pada keadaan konstan dan dengan medan penguat konstan, jika beban ditambah maka tegangan terminal akan berubah. Besarnya perubahan akan bergantung pada rancangan mesin dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA. Pengaruh faktor daya berbeda dan perubahan tegangan

terminal dengan perubahan beban pada generator tegangan ac ditunjukkan seperti Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Perubahan Tegangan pada Generator Arus Bolak Balik

Pengaturan generator ac didefinisikan sebagai persentase kenaikan tegangan terminal ketika beban dikurangi dari arus beban terminal sampai nol, dimana kenaikan dan medan penguat dijaga konstan, atau persentase pengaturan (pada faktor daya tertentu) adalah :

$$\frac{\text{Tegangan tanpa beban} - \text{tegangan beban penuh}}{\text{Tegangan beban penuh}} \times 100\%$$

$$= \frac{E_0 - V}{V} \times 100\%$$

Pengaturan tegangan sangat diperlukan dalam sebuah generator, karena menunjukkan bagaimana generator itu memberikan tegangannya untuk berbagai macam beban.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang pengaruh arus yang mengalir di dalam armatur generator sinkron ini, penulis merangkum beberapa kesimpulan, yaitu:

- Hal-hal yang mempengaruhi arus yang mengalir di dalam armatur generator sinkron adalah :
 - power faktor
 - kecepatan putar dari rotor
 - ukuran konduktor dalam kumparan
 - impedansi
- Besarnya arus generator ditentukan oleh ukuran dari konduktor yang digunakan di dalam kumparan. Bila arus melebihi ratingnya, maka rugi-rugi I^2R di dalam kumparan akan menimbulkan panas yang berlebihan dan akan merusak generator. Tegangan operasi dari generator ditentukan oleh besarnya tegangan yang dibangkitkan di dalam kumparan. Tegangan ini tergantung kepada kecepatan putar dari rotor, medan penguat, banyaknya lilitan dan fluks.
- Nilai dari power faktor tergantung kepada beban, hal ini tidak mempengaruhi beberapa penentuan rating dari generator dan akan mengakibatkan naiknya temperatur sesuai dengan power faktor.
- Batasan kerja dari generator tergantung pada rugi-rugi panas maksimum yang dapat dipertahankan di dalam armatur dan di dalam medan. Isolasi,

ventilasi dan kapasitas mengalirnya arus dari konduktor armatur juga akan menentukan rating dari generator.

- Arus yang mengalir melalui kumparan armatur akan mengakibatkan jatuh tegangan karena tahanan dan reaktansi dari kumparan.

IV.2. Saran

- Untuk menghindari tegangan suplay di bawah kondisi tegangan nominal (*under voltage*) dan tegangan suplay di atas kondisi tegangan nominal (*over voltage*) maka diperlukan tegangan output yang konstan guna melayani kestabilan beban, untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan listrik.
- Sebaiknya setiap penggerak mula, generator haruslah dapat diatur putarannya sehingga generator tersebut dapat secara bergantian paralel.
- Perlunya suatu peralatan yang bekerja secara otomatis, untuk mengatur tegangan khususnya untuk generator berkapasitas besar.
- Bimbingan kepada mahasiswa yang sedang mengambil data dalam Tugas Akhir perlu ditingkatkan lagi secara berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. J.R. Jenneson, *Electrical Principles for The Elektrical Trades*, Mc Graw Hill Book Campany.
2. Kadir, Abdul, Prof. Ir, 1993, "*Mesin Serempak*", Jakarta, penerbit Djambatan.
3. Kadir, Abdul, Prof, Ir, 1986, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, Jakarta, Edisi ke-tiga, Penerbit LP3S.
4. Lister, 1988, "*Mesin dan Rangkaian Listrik*", Jakarta, Edisi ke-enam Penerbit Erlangga.
5. Marapung, Muslim, Ir, 1979, "*Teknik Tenaga Listrik*", Bandung, Penerbit Armico.
6. Sumanto, MA, 1996, *Mesin Sinkron*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
7. William D. Stevenson., Jr, *Analisis Sistem Tenaga*, Penerbit Erlangga.
8. Zuhail, 1986, "*Dasar Tenaga Listrik*" Bandung, Penerbit ITB.