



PENGGUNAAN ALTIVAR 18 UNTUK PENGATURAN PUTARAN PADA PERCOBAAN GENERATOR AC 1 PHASA 2 KVA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

Oleh :

**NUJAR EFFENDI
NIM. : 99 812 0016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2 0 0 4**

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

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	vi
BAB I : PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Batasan Masalah	2
I.3. Tujuan Penulisan	3
I.4. Sistematika Penulisan	3
BAB II : MOTOR INDUKSI TIGA PHASA	5
II.1. Umum	5
II.2. Prinsip Kerja	6
II.3. Rangkaian Ekuivalen	7
II.4. Metode Motor Induksi	8
4.1. Mengubah Jumlah Kutub	8
4.2. Mengubah Tegangan Jala-Jala	9
4.3. Mengubah Frekwensi Jala-Jala	9
II.5. Generator Satu Phasa	10

5.1. Umum	10
5.2. Prinsip Kerja	11
5.3. Exitasi Generator	13
5.4. Pembangkitan Tegangan	13
II.6. Elektronika Daya	14
6.1. Penyearah Dioda	14
6.2. Penyearah Thyristor	17
6.3. Inverter	20
BAB III : PERCOBAAN GENERATOR AC SATU PHASA	25
III.1. Karakteristik Percobaan Beban Nol	27
III.2. Karakteristik Percobaan Hubung Singkat	28
III.3. Karakteristik Percobaan Berbeban	29
BAB IV : PENGGUNAAN ALTIVAR 18 PADA PERCOBAAN GENERATOR AC SATU PHASA	31
IV.1. Percobaan Beban Nol.....	32
1.1. Tujuan Percobaan	32
1.2. Prosedur Percobaan	33
1.3. Karakteristik Percobaan Beban Nol	34
IV.2. Percobaan Hubung Singkat	35
2.1. Tujuan Percobaan	35
2.2. Prosedur Percobaan	35
2.3. Karakateristik Percobaan Hubung Singkat	36

IV.3. Percobaan Berbeban	37
3.1. Tujuan Percobaan	37
3.2. Prosedur Percobaan	37
3.3. Karakteristik Percobaan Berbeban	39
3.4. Karakteristik Pengaturan Pada Percobaan Generator Berbeban	40
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	



RINGKASAN

Motor induksi sangat luas pemakaiannya baik dalam industri maupun rumah tangga. Hal ini disebabkan karena motor induksi mempunyai konstruksi yang sederhana dan harganya pun relatif murah dibandingkan dengan motor jenis yang lain. Motor induksi dapat dikendalikan kecepatan putarannya dengan pengaturan frekwensi yang disertai dengan pengaturan tegangan guna mendapatkan torsi yang konstan.

Untuk menghasilkan efisiensi maximum dari motor dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah inverter (Altivar 18), dimana pengaturan di dalam inverter ini menerapkan pengaturan frekwensi.

Pengaturan frekuensi ini merupakan pengaturan secara elektronik yang menggunakan komponen semi konduktor (thyristor) pada rangkaian kontrolnya. Salah satu penerapan rangkaian elektronik ini adalah pada percobaan generator satu phasa yang meliputi :

1. Percobaan beban nol
2. Percobaan hubung singkat
3. Percobaan berbeban

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam kemajuan dibidang teknologi yang semakin meningkat, terutama dibidang kelistrikan, pembangunan dibidang tenaga listrik merupakan program pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan dan menunjang peningkatan devisa negara melalui sektor perindustrian.

Pada umumnya industri-industri menggunakan motor-motor listrik sebagai penggerak untuk proses produksinya, dimana sebelumnya penggunaan tenaga manusia yang merupakan hambatan teknis dan ekonomis yang selama ini banyak membatasi keunggulannya sebagai tenaga penggerak.

Sejalan dengan perkembangan teknologi dibidang Elektronika daya mempunyai peranan sangat penting dalam teknik kontrol (pengendalian) pada motor-motor listrik. Dengan menggunakan komponen elektronika daya, tegangan dan frekuensi yang mengatur kecepatan motor dapat dikendalikan dengan sangat memuaskan.

1.1. Latar Belakang Masalah

Penggunaan motor induksi sebagai penggerak cukup banyak kita jumpai di dalam rumah tangga, industri-industri dan sarana transportasi. Pada umumnya setiap industri selalu menggunakan motor induksi untuk melaksanakan kegiatannya Hal ini disebabkan karena motor induksi mempunyai konstruksi yang sederhana dan harganya relatif murah di bandingkan dengan motor jenis lainnya.

Industri-industri pada dewasa ini menggunakan motor induksi untuk tenaga penggerak, memindahkan, mengangkat sebagai pengganti tenaga manusia yang mana sangat menghambat teknis kegiatan produksi suatu industri.

Pada zaman modernisasi dewasa ini, segala kegiatan produksi suatu industri digunakan secara otomatis dan terpadu. Dalam hal ini dibutuhkan motor induksi yang putarannya dapat diatur sehingga keinginan pengaturan kecepatan motor untuk sinkronisasi dapat dicapai.

Untuk dapat mengatur kecepatan motor induksi diperlukan suatu rangkaian kontrol secara elektronik yang dapat mengatur kecepatan motor induksi yang sekaligus menjadi latar belakang penulisan tugas akhir ini.

1. 2. Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi pembicaraan masalah dimana di dalam hal ini penulis memfokuskan pembahasan pada prinsip kerja pengaturan putaran motor dengan menggunakan suatu rangkaian elektronik yaitu Altivar 18, dimana rangkaian elektronik ini merupakan pengaturan frekuensi pada motor yang aplikasinya pada percobaan generator satu fasa yang mencakup :

1. Percobaan beban nol
2. Percobaan hubung singkat
3. Percobaan berbeban

1. 3. Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Medan Area.

Penulis mengharapkan kiranya tugas akhir yang kecil ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat diabdikan pada pembangunan dan masyarakat.

1. 4. Sistematika Penulisan

Adapun tulisan ini disusun dalam sistematika yang terdiri dari lima Bab, yang masing-masing bab terbagi-bagi atas sub-sub, yang dapat diuraikan sebagai berikut :

- Bab I : Merupakan bab Pendahuluan yang berisikan Latar Belakang Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan dan Sistematika Penulisan.
- Bab II : Merupakan landasan teori secara umum dari pembahasan Skripsi ini pada bab-bab selanjutnya, bab ini menguraikan tentang motor induksi tiga fasa, prinsip kerja, rangkaian ekuivalen, dan metode motor induksi yang merupakan sebagai penggerak. Dan sebagai bahan percobaan yaitu generator 1 fasa, yang menguraikan tentang prinsip kerja eksitasi generator dan pembangkitan tegangan untuk mengatur kecepatan motor digunakan rangkaian elektronika daya dengan penyearah dioda dan penyearah thyristor dan inverter.
- Bab III : Menjelaskan tentang percobaan generator AC satu fasa yaitu terdiri dari percobaan beban nol, percobaan hubung singkat dan percobaan berbeban.
- Bab IV : Merupakan hasil yang diperoleh dengan melakukan percobaan generator AC satu fasa dengan menggunakan altivar 18 yang terdiri dari percobaan beban nol yang terdiri dari tujuan percobaan, prosedur

percobaan dan karakteristik percobaan generator beban nol. Percobaan hubung singkat yang terdiri dari tujuan percobaan, prosedur percobaan dan karakteristik percobaan generator hubung singkat. Dan percobaan berbeban yang terdiri di tujuan percobaan, prosedur percobaan, karakteristik percobaan generator berbeban dan karakteristik pengaturan percobaan generator berbeban.

Bab V : Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran.



BAB II

MOTOR INDUKSI TIGA PHASA

2. 1. Umum

Motor Induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor arus bolak-balik yang paling banyak digunakan baik dalam sektor Industri maupun rumah tangga. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh arus Stator.

Pada motor Induksi belitan stator menerima suplai dari tegangan jala-jala yang mana menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron (n_s) yaitu :

$$n_s = \frac{120 f}{p} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana : n_s = Kecepatan sinkron

F = Frekuensi

P = Jumlah kutub

Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor sehingga terinduksi arus dan sesuai dengan Hukum Lentz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara

medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi apabila motor bebannya bertambah, putaran rotor cenderung menurun.

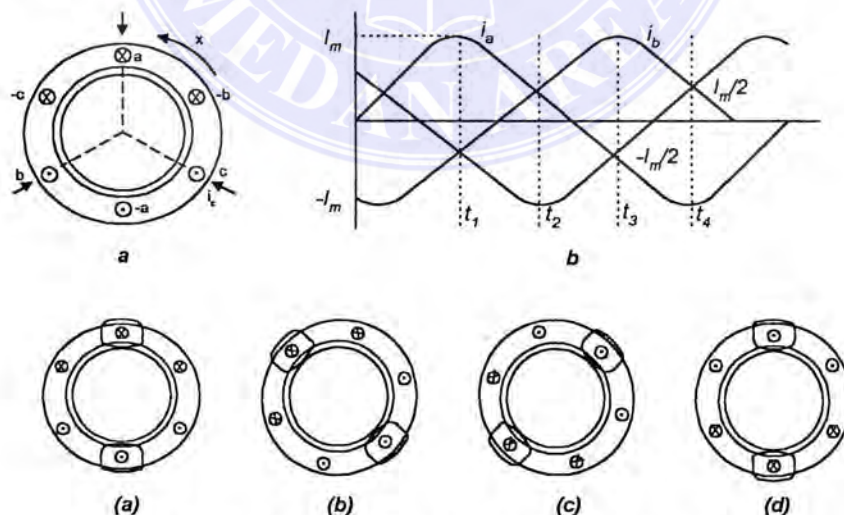
Sesuai dengan konstruksinya, maka motor ini terdiri dari dua bagian yaitu :

- Stator (bagian yang diam)
- Rotor (bagian yang berputar)

Bagian-bagian stator dan rotor membentuk suatu rangkaian induksi elektro magnetik. Antara kumparan stator dan rotor terdapat celah udara antara 0,25 mm - 0,75 mm, celah udara ini merupakan tempat arus magnetisasi yang diperlukan untuk menimbulkan fluksi.

2. 2. Prinsip Kerja

Motor induksi adalah motor yang bekerja dengan medan putar (Fluks yang berputar) yang dihasilkan dalam kumparan statornya medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa banyak, umumnya tiga fasa. Dimana hubungan dapat berupa hubungan bintang dan hubungan delta, dan terjadinya medan putar dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 2. 1. Terjadinya medan putar pada motor Induksi

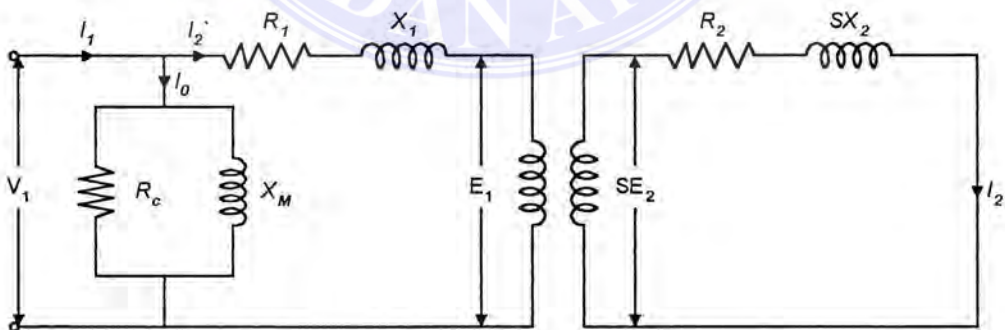
Misalnya kumparan a - a, b - b, c - c, dihubungkan dengan sumber tiga phasa, dengan beda phasa 120^0 (gambar 2.1a) dan dialiri arus sinusoidal. Distribusi i_a, i_b, i_c , sebagai fungsi waktu ditimbulkan oleh kumparan tersebut masing-masing adalah seperti gambar 2.1c, d, e, dan f. pada t_1 fluks resultan mempunyai arah sama dengan arah yang ditimbulkan oleh kumparan a-a, sedangkan pada t_2 , fluks resultannya dihasilkan oleh kumparan b-b. untuk t_4 , fluks resultannya berlawanan arah dengan fluks resultan yang di hasilkan pada saat t_1 .

Dari gambar 2.1 terlihat bahwa fluks resultan ini akan berputar satu kali. Oleh karena itu untuk mesin dengan jumlah kutub lebih dari dua, kecepatan sinkronnya dapat diturunkan sebagai berikut :

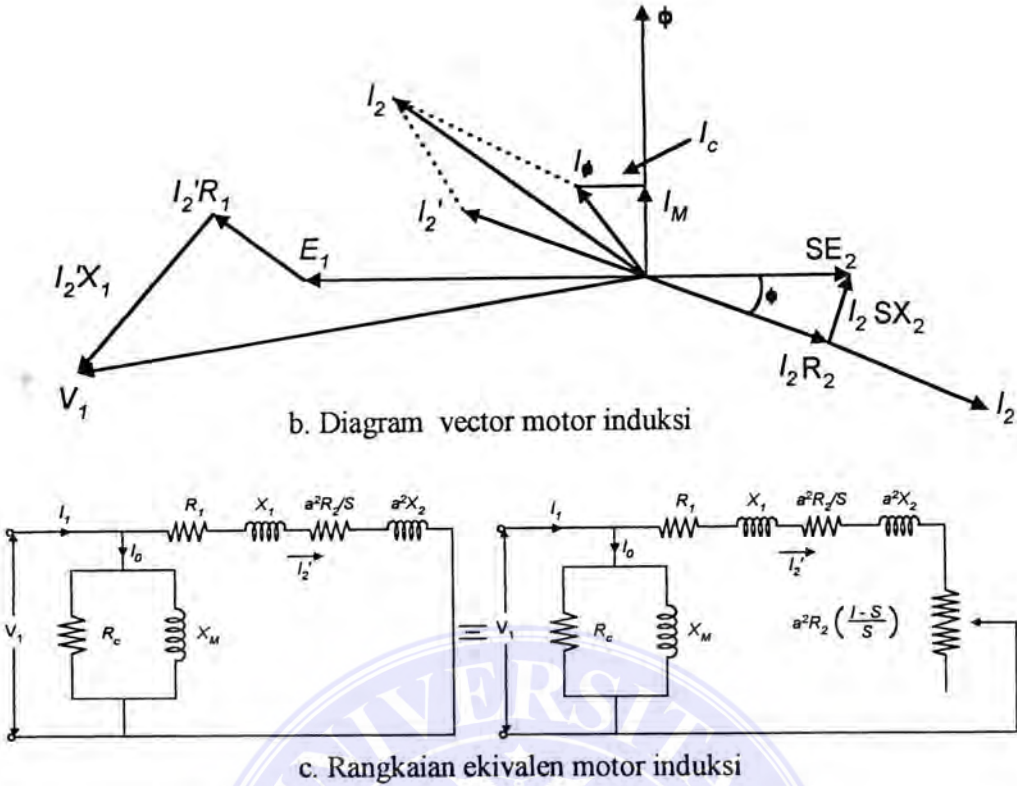
$$n_s = \frac{120 \cdot f}{P}$$

2.3. Rangkaian Ekuivalen

Kerja motor induksi seperti juga kerja transformator motor adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik oleh karena itu motor induksi dapat dianggap sebagai transformator dengan rangkaian sekunder yang berputar.



a. Rangkaian motor induksi



Gambar 2.2. Rangkaian Ekivalen Motor Induksi

2.4. Metode Pengaturan Motor Induksi

Motor Induksi pada umumnya berputar dengan kecepatan konstan. Meskipun demikian pada penggunaan tertentu dikehendaki juga pengaturan putaran. Biasanya pengaturan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara :

2.4.1. Mengubah Jumlah Kutub

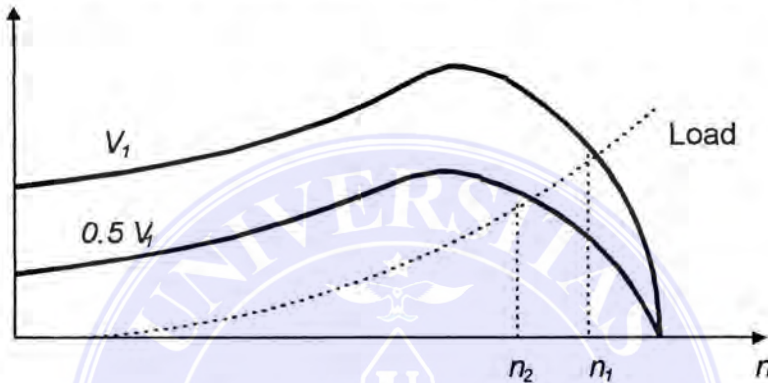
karena $n_s = 120 f / P$, maka perubahan jumlah kutub akan mempengaruhi putaran. Jumlah kutub dapat diubah dengan merencanakan kumparan stator sedemikian rupa sehingga dapat menerima tegangan masuk pada posisi kumparan berbeda-beda.

2.4.2. Mengubah Tegangan Jala-Jala

Dari persamaan kopel motor induksi

$$T = \frac{3}{2s} (v_1)^2 \frac{S_a^2 R_2}{(a^2 R_2) + S^2 (a^2 X_2)^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Diketahui bahwa torsi sebanding dengan pangkat dua tegangan yang diberikan, kecepatan akan berubah dari n_1 ke n_2 untuk tegangan masuk setengah tegangan semula. Cara ini hanya menghasilkan pengaturan putaran yang terbatas.



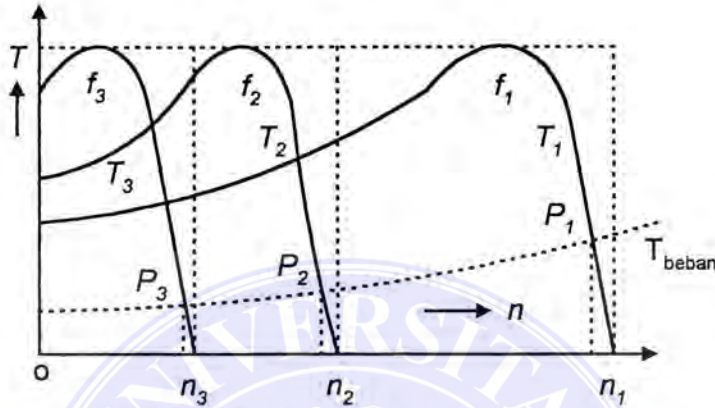
Gambar 2.3. Karakteristik beban

2.4.3. Mengubah Frekuensi Jala-Jala

Dari persamaan kecepatan motor $n_s = 120 f / P$ juga dapat dilihat bahwa perubahan frekuensi akan mempengaruhi putaran. Pengaturan frekuensi untuk mengendalikan kecepatan motor induksi biasanya dibarengi juga dengan pengaturan tegangan masuk yang sebanding dengan frekuensi tersebut, karena untuk mendapatkan fluks konstan.

Pada pengaturan frekuensi biasanya menggunakan rangkaian penyearah yang terdiri atas thyristor, tegangan dapat diatur (dengan mengatur sudut penyalaaan). Dengan menggunakan rangkaian mengubah arus DC menjadi AC atau inverter, frekuensi yang dihasilkan dapat di buat berubah, perubahan frekuensi

arus bolak-balik dari inverter ditentukan oleh periode pulsa yang memacu penyearah (thyristor) yang digunakan. Dengan mempercepat atau memperlambat periode pulsa yang memacu thyristor, frekuensi dan juga kecepatan motor dapat diatur. Perubahan frekuensi akan berpengaruh pada lengkung-lengkung kopel putaran sebagaimana terlihat pada gambar 2.4.



Gambar : 2.4. Lengkung kopel putaran

Untuk frekuensi f_1 diperoleh lengkung T_1 , yang mempunyai titik pertemuan P_1 dengan lengkung beban dan menghasilkan putaran n_1 , untuk frekuensi f_2 diperoleh lengkung T_2 dengan titik pertemuan dengan lengkung beban P_2 , menghasilkan putaran n_2 dan untuk frekuensi f_3 , diperoleh lengkung T_3 yang mempunyai titik pertemuan P_3 dengan lengkung beban menghasilkan putaran n_3 .

2.5. Generator Satu Phasa

2.5.1. Umum

Generator adalah suatu alat yang berfungsi merubah energi mekanik menjadi energi listrik, pada prinsipnya mesin listrik dapat berlaku sebagai motor maupun sebagai generator, dimana perbedaannya hanya pada konversi dayanya.

Dengan menghubungkan sumber tegangan pada kumparan stator dihasilkan medan putar dan penggerak utama dipakai untuk memutar rotor searah dengan arah medan putar. Jika kecepatan rotor (n_r) lebih besar dari kecepatan medan putar (n_s), maka mesin akan berfungsi sebagai generator dan energi listrik akan dikembalikan ke jala-jala.

Sesuai dengan konstruksinya, maka generator ini terdiri dari dua bagian yaitu :

a. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar yang dipasang pada poros generator fluks resultan pada celah udara antara stator dan rotor, membangkitkan tegangan dalam kumparan lilitan stator dan menyebabkan terjadinya momen putar antara stator dan rotor. Dalam pemberian penguatan pada generator, dimana kutub medannya ada yang dipasang pada bagian stator (generator ber kutub luar) dan ada juga yang dipasang pada bagian rotor (generator ber kutub dalam).

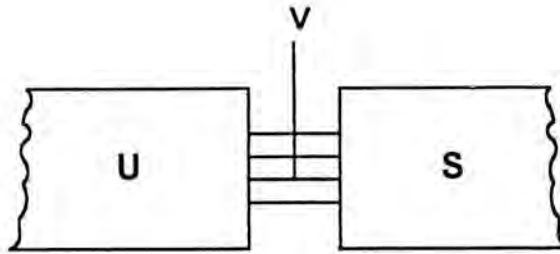
b. Stator

Stator adalah bagian yang diam yang terdiri dari belitan yang umumnya adalah belitan jangkar dan terminal output luar generator, dan juga merupakan tempat duduk elemen generator itu sendiri yaitu rumah rotor .

2.5.2. Prinsip Kerja

Pada dasarnya bahwa prinsip kerja generator hampir sama dengan prinsip kerja motor induksi hanya perbedaan pengubahan energi listrik. Peristiwa terjadinya gaya gerak listrik dari energi mekanik menjadi energi listrik pada generator adalah apabila sebuah konduktor digerakkan tegak lurus sejauh ds memotong medan magnet dengan kerapatan fluks B, maka pada konduktor terjadi

perubahan fluks dengan panjang efektif L dan persamaannya adalah sebagai berikut :



$$d\Phi = B.L.ds \dots\dots\dots (2.3)$$

Gambar : 2.5. Prinsip dasar generator

Jika konduktor tersebut dihubungkan dengan beban maka konduktor akan mengalir arus. Menurut hukum Faraday apabila setiap perpotongan fluks magnet persatu satuan waktu (dt) oleh sebuah penghantar maka pada penghantar tersebut akan diinduksikan ggl sebesar

$$e = \frac{d\Phi}{dt} \dots\dots (2) \dots\dots\dots (2.4)$$

Jika persamaan (2.3) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.4) maka

$$e = \frac{B.L.ds}{dt} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : $\frac{ds}{dt} = v = \text{kecepatan}$

Maka persamaan menjadi :

$$E = B. L. V \dots\dots\dots (2.6)$$

Dari persamaan di atas dapat diuraikan bahwa bila medium medan magnet diberi energi mekanik maka akan di bangkitkan energi listrik.

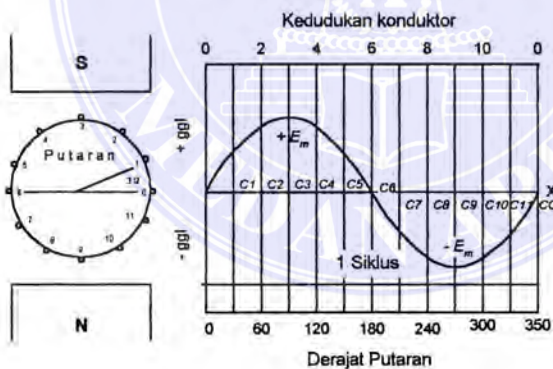
2.5.3. Excitasi Generator

Excitasi (penguatan) pada generator berfungsi sebagai pengatur generator dalam pembangkitan tegangan listrik. Gaya gerak listrik (ggl) yang ditimbulkan generator disebabkan perpotongan medan magnet atau fluks dengan konduktor. Penguatan pada generator adalah berupa arus searah atau arus bolak-balik yang disearahkan.

Generator yang memberikan penguatan pada alternator disebut penguat terpisah, sedangkan apabila sumber penguatan diambil dari alternator itu sendiri disebut penguatan sendiri.

2.5.4. Pembangkitan Tegangan

Sistem pembangkitan tegangan pada terminal generator disebabkan oleh terjadinya perpotongan medan magnet oleh putaran jangkar, cara pembangkitan ggl bolak-balik satu fasa dapat ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Kurva perubahan ggl yang dibangkitkan

Besarnya tegangan yang diinduksikan pada kecepatan putaran dan besarnya penguatan arus searah yang diberikan. Pengaturan eksitasi ini tidak hanya berfungsi mengatur tegangan generator saja tetapi sekaligus pengatur daya

reaktif yang dibangkitkan generator tersebut. Pengaturan tegangan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis sekarang ini untuk mesin-mesin besar pengaturan tegangan umumnya telah menggunakan system pengaturan secara otomatis atau Automatic Voltage Regulator (AVR).

2.6. Elektronika Daya

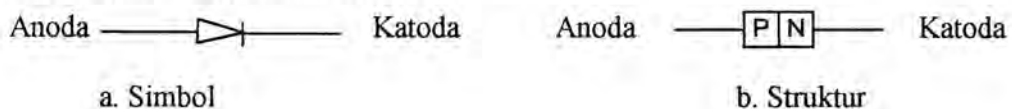
Semenjak ditemukan bahan semi konduktor memberi perkembangan baru dalam teknologi pelistrikan khususnya teknologi elektronika. Dengan demikian semi konduktor juga semakin luas. Dimana dulu hanya digunakan untuk pengaturan pada rangkaian elektronika, akan tetapi sekarang dapat dimanfaatkan ke dalam pengaturan sistem tenaga.

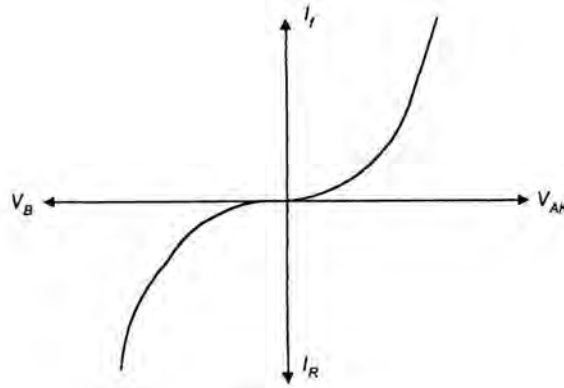
Sebagaimana komponen terpenting dalam aplikasi sistem tenaga adalah dioda dan thyristor. Dioda diperlukan untuk menyearahkan arus arus bolak balik sedangkan thyristor berfungsi sebagai penyearah dan juga dapat mengatur tenaga arus yang dihasilkan melalui gate.

2.6.1. Penyearah Dioda

Pada umumnya dioda pada system tenaga listrik banyak digunakan untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah atau sering disebut penyearah (rectifier).

Simbol, struktur bahan semi konduktor dan karakteristik tegangan arus suatu dioda dapat ditunjukkan gambar 2.7.





c. Karakteristik

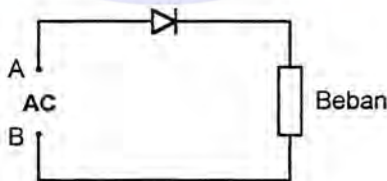
Gambar 2.7. Dioda

Karakteristik dioda pada gambar 2.7. C. menunjukkan bahwa arus akan mengalir bila tegangan Anoda lebih positif dari pada katoda. Jika tegangan anoda lebih negatif dari katoda maka dioda tidak akan mengalirkan sampai pada batas tegangan jatuh (V_B).

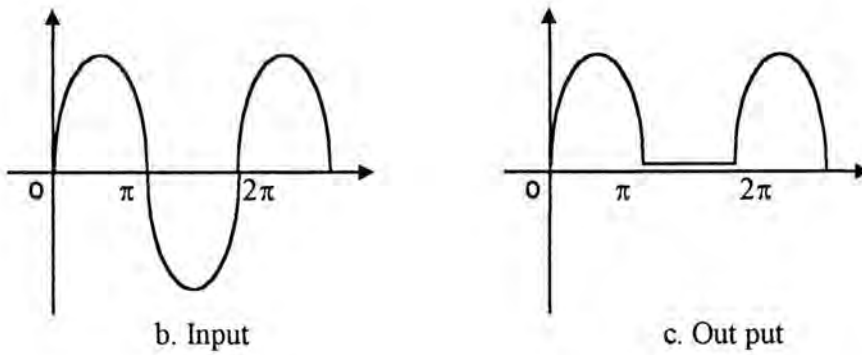
Apabila diberikan sumber arus bolak-balik pada dioda maka menghasilkan arus yang dilewatkan dalam periode searah saja dan akan berfungsi sebagai penyearah (rectifier).

Rangkaian suatu penyearah umumnya dikelompokkan atas :

1. Penyearah setengah gelombang



a. Rangkaian



Gambar 2.8. Penyearah setengah gelombang

Pada periode 0 s/d π titik A lebih positif dari titik B sehingga dioda dalam keadaan forward bias yang dapat melalui arus.

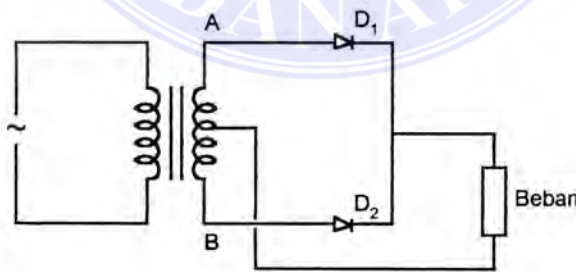
Pada periode π s/d 2π titik B lebih positif dari pada titik A sehingga dioda dalam keadaan reverse bias. Sehingga tegangan yang dihasilkan

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int v(t) dt$$

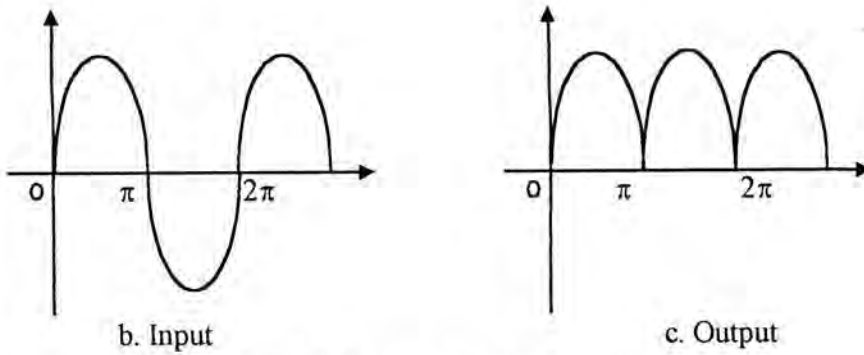
$$V(t) = V_m \sin \omega t$$

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t \, d\omega t \dots\dots\dots (2.7)$$

2. Penyearah gelombang penuh



a. Rangkaian



Gambar 2.9. Penyearah gelombang penuh

Pada periode 0 s/d π titik A lebih positif sedangkan titik B negatif sehingga di dalam keadaan forward dan D_2 dalam keadaan reverse.

Pada periode π s/d 2π titik A lebih negatif sedangkan titik B positif sehingga di dalam keadaan reverse dan D_2 dalam keadaan forward, sehingga tegangan yang dihasilkan:

$$V_{DC} = \frac{2}{T} \int v(t) dt$$

$$V(t) = V_m \sin \omega t$$

$$V_{DC} = \frac{2}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d \omega t$$

$$V_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d \omega t \dots\dots\dots (2.8)$$

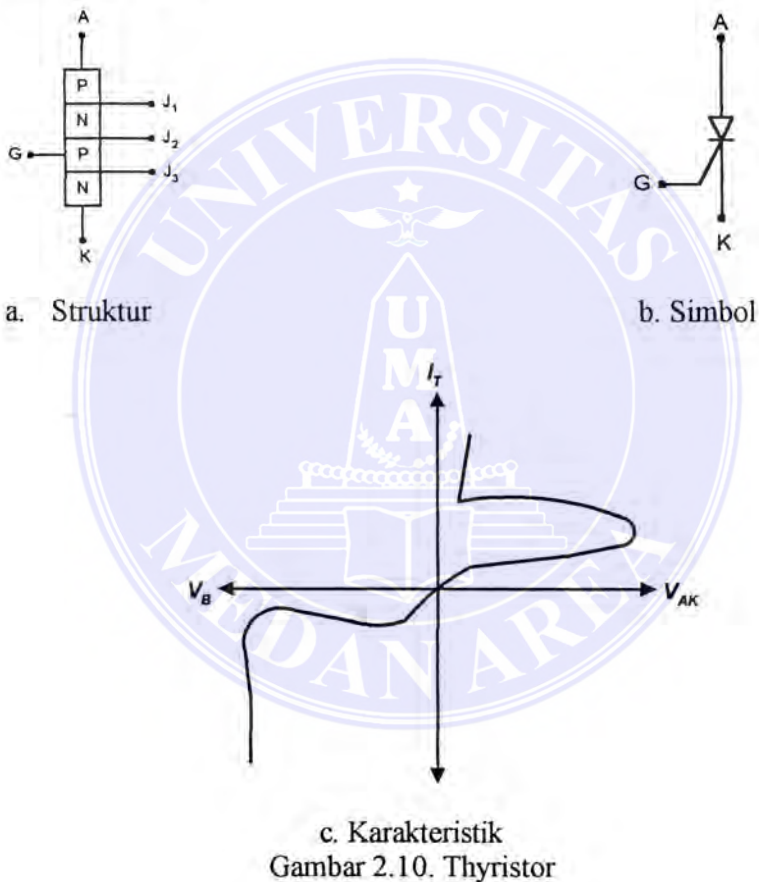
2.6.2. Penyearah Thyristor

Thyristor adalah merupakan suatu peralatan yang sangat penting dan selalu digunakan pada rangkaian elektronika daya, terutama pada pengaturan putaran motor induksi. Thyristor mempunyai sifat yang hampir sama dengan dioda yaitu hanya dapat melewatkan arus dari anoda ke katoda dan kelebihan

thyristor ini adalah adanya terminal gate yang dapat mengontrol bekerjanya thyristor.

Struktur thyristor terdiri dari empat lapisan bahan semi konduktor yaitu PNPN dengan tiga buah junction dan thyristor memiliki tiga buah kaki yang diberi nama anoda (A), katoda (K) dan gate (G). Gate berfungsi sebagai gerbang untuk memacu thyristor agar konduksi bila anoda dan katoda diberi tegangan.

Symbol, struktur dan karakteristik dari sebuah thyristor dapat ditunjukkan pada gambar 2.10. berikut :



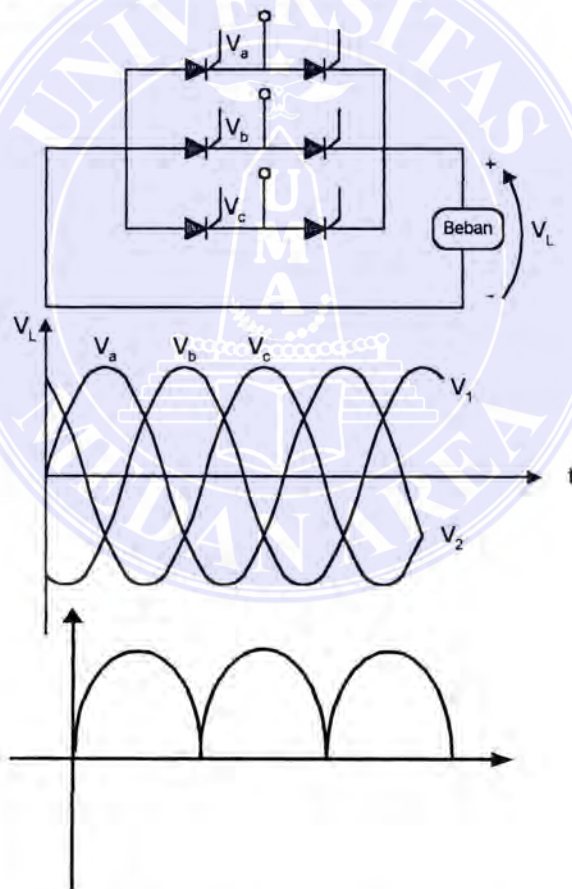
Gambar 2.10. Thyristor

Bila tegangan anoda lebih positif dari katoda, junction J_1 dan J_3 dalam keadaan forward bias dan junction J_2 dalam keadaan reverse bias dan hanya ada

arus yang mengalir sangat kecil yang mengalir dari anoda ke katoda. Thyristor disebut dalam keadaan forward blocking (off state).

Bila tegangan anoda dan katoda dinaikkan maka reverse bias pada J_2 akan tembus, keadaan ini disebut dengan avalanche breakdown (VBO). Oleh karena itu J_1 dan J_3 dalam keadaan forward bias maka akan mengalir arus yang besar dari anoda ke katoda keadaan ini disebut dengan conducting state (on state). Pada kondisi on state resistansi anoda ke katoda menjadi kecil dan tegangan anoda dan katoda lebih kurang satu volt.

Untuk lebih memahami dalam aplikasi dapat ditinjau suatu bentuk rangkaian pengaturan thyristor pada gambar 2.11. berikut :



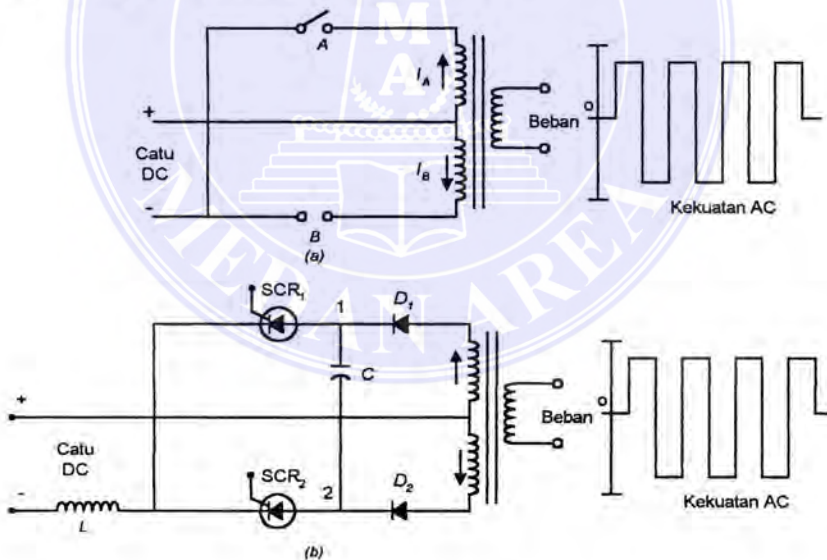
Gambar 2.11. Penyearah Thyristor

2.6.3. Inverter

Inverter digunakan untuk mengubah arus DC menjadi arus AC, yang merupakan kebalikan dari penyearah yang mengubah daya AC menjadi DC. Rangkaian inverter pada dasarnya adalah type pencincang (chopper). Dalam rangkaian pencincang, atau daya DC secara bergantian dibuka dan ditutup atau dicincang oleh alat pensaklaran seperti transistor atau thyristor.

Dengan mengubah baik perbandingan waktu *on* sampai *off* dari alat pensaklaran maupun laju pengurangan pensaklaran maka tegangan rata-rata dan frekuensi keluaran pencincang dapat dikendalikan. Sehingga inverter dapat mengatur tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dengan melalui suatu penyearah yang diatur tiga fasa.

Prinsip kerja dasar inverter dapat digambarkan dengan cara sederhana oleh rangkaian yang ditunjukkan dalam gambar 2.12.

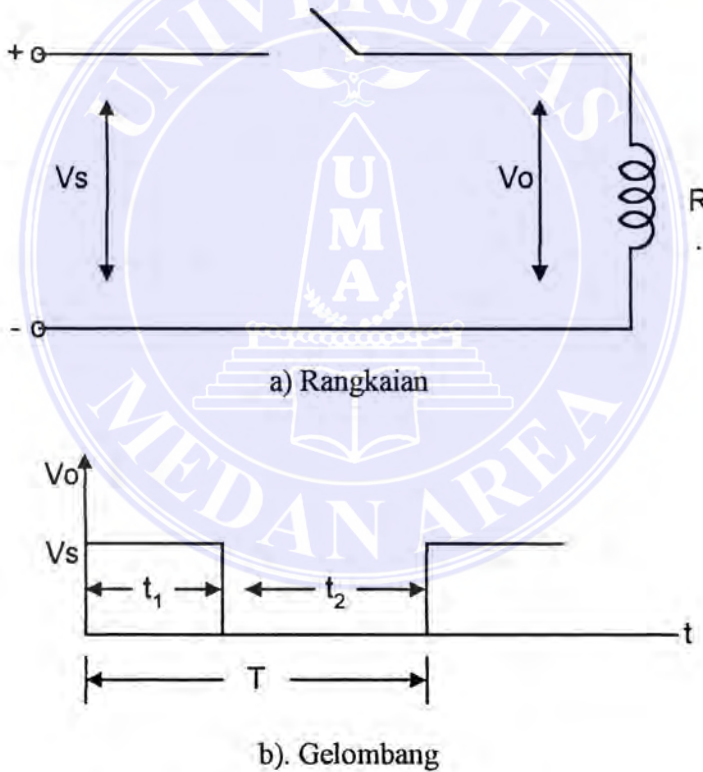


Gambar 2.12. Prinsip dasar inverter

Dalam rangkaian tersebut ditunjukkan dua buah saklar manual A dan B, jika kedua saklar terbuka maka rangkaian tidak ada arus yang mengalir jika saklar

A ditutup, mengalir arus I_A seperti arah yang ditunjukkan dan jika saklar B ditutup, mengalir arus I_B , jika saklar A dan B bekerja secara bergantian dibuka dan ditutup, maka pada terminal beban dari rangkaian akan dibangkitkan tegangan bolak-balik. Dalam rangkaian inverter praktis digunakan thyristor atau transistor sebagai pengganti saklar mekanis seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.

Salah satu jenis inverter yang digunakan adalah altivar 18, dimana jenis inverter ini adalah bekerja dengan frekuensi yang dapat di ubah-ubah dengan menggunakan suatu rangkaian chopper. Untuk mendapatkan frekuensi chopping yang bervariasi dapat dilakukan dengan menjaga waktu on t_1 atau waktu on t_2 dijaga tetap.



Gambar 2.13. Prinsip Dasar Kerja Chopper

Tegangan keluaran rata-rata chopper :

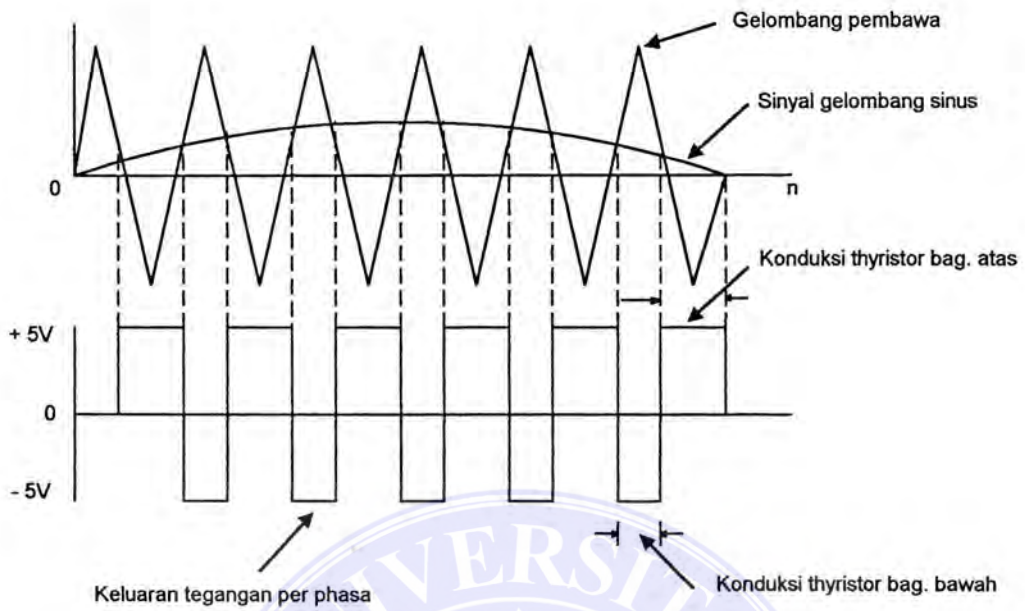
$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{T} \int_0^{t_1} V_o \, dt & K = \text{duty cycle} &= \frac{t_1}{T} \\
 &= \frac{t_1}{T} \cdot V_s \\
 &= f \cdot t_1 \cdot V_s \\
 &= K \cdot V_s \dots\dots\dots (2.9)
 \end{aligned}$$

Duty cycle (k) dapat divariasikan dari 0 sampai 1 dengan bervariasi menurut t_1 , T atau f . maka tegangan keluaran (V_o) dapat dioperasikan dari 0 sampai V_s dengan mengatur K , dan aliran daya dapat diatur.

Pengaturan pada chopper tersebut dengan menggunakan sistem PWM (pulse Width modulation). PWM adalah modulasi (mengatur) lebarnya suatu pulsa gelombang empat persegi seperti arus gate pada thyristor, oleh level amplitud (tegangan atau arus) suatu gelombang sinus kebanyakan sistem ini digunakan untuk sistem telekomunikasi tetapi dewasa ini telah mulai, diterapkan pada sistem tenaga listrik.

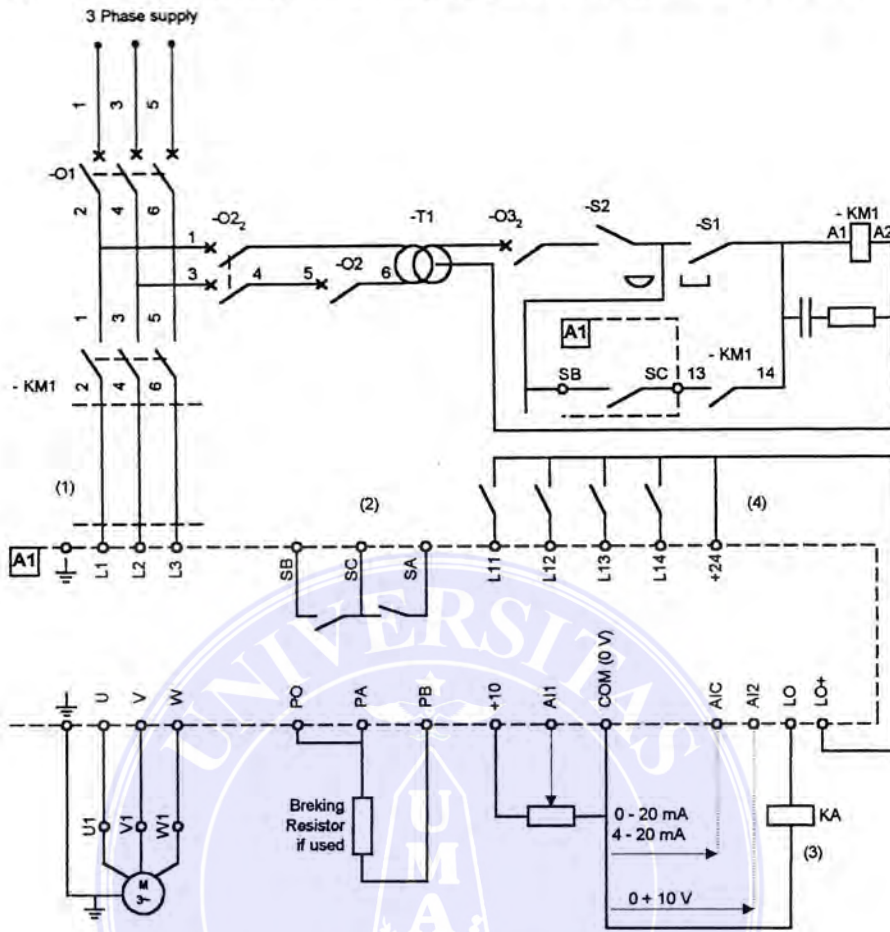
Prinsip PWM inverter adalah menswitching elemen tenaga pada kecepatan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi dasar. Hal ini dilakukan dengan membandingkan sebuah frekuensi gelombang sinus yang berfrekuensi dasar terhadap sebuah gelombang segitiga yang memiliki frekuensi tertentu lebih tinggi dari frekuensi dasar.

Elemen-elemen tenaga diswitch pada titik potong dari perbandingan kedua sinyal diatas seperti ditunjukkan pada gambar 2.13. Distorsi dari gelombang output yang terjadi pada frekuensi pembawa dan bandwidth akan menghasilkan harmonik atau tidak, hal ini tergantung pada sinkron tidaknya frekuensi pembawa terhadap frekuensi dasar referensi.



Gambar 2.13. Prinsip dari modulasi lebar pulsa

Gambar diagram altivar 18 dapat di tunjukan pada gambar dibawah ini



Gambar 2.17. Diagram satu garis dari rangkaian altivar 18

Altivar 18 mengatur kecepatan motor melalui frekuensi, adapun range frekuensinya antara 0,5 – 320 Hz. Kecepatan motor induksi yang dapat di kendalikan adalah motor yang mempunyai daya 0,75 kw sampai dengan 15 kw, baik yang satu phasa maupun tiga phasa.

BAB III

PERCOBAAN GENERATOR AC SATU PHASA

Generator arus bolak-balik atau generator sinkron terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berputar (rotor) dan bagian yang diam (stator). Pada rotor terdapat belitan medan sedangkan pada stator terdapat belitan jangkar (armature). Belitan stator (jangkar) berfungsi sebagai tempat pembangkitan tegangan induksi (output) sedangkan belitan rotor (belitan medan = eksitasi) berfungsi sebagai tempat pembangkitan medan magnet (fluksi magnet). Fluksi magnet pada belitan rotor dibangkitkan dengan cara memberikan arus searah (disebut juga arus eksitasi) dimana sumber tegangannya relatifnya kecil sehingga memungkinkan terletak dalam konstruksinya. Dengan memberikan arus eksitasi dan putaran pada rotor, maka fluksi yang dihasilkan oleh rotor akan memotong belitan pada belitan stator sehingga menimbulkan fluksi yang berubah-ubah pada belitan stator dengan kecepatan yang sama dengan putaran rotor. Fluksi yang berubah ini akan menimbulkan tegangan induksi yang berubah-ubah pada belitan stator atau dengan kata lain pada belitan stator/jangkar timbul arus bolak-balik (AC). Frekuensi arus/tegangan bolak-balik yang dihasilkan adalah :

$$f = \frac{p \times n}{120} \text{ Hz} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana :

- f = Frekuensi
- p = Jumlah kutub generator
- n = Putaran rotor (rpm)

Tegangan induksi (E_g) yang dibangkitkan pada jangkar.

$$E_g = C \cdot n \cdot \phi \dots\dots\dots (3.2)$$

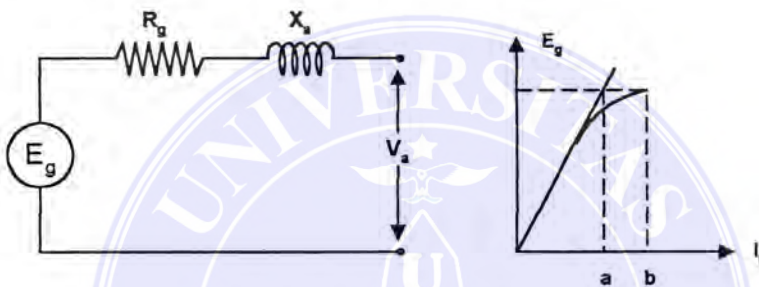
dimana :

C = Konstanta generator

ϕ = Fluksi yang dihasilkan oleh medan generator

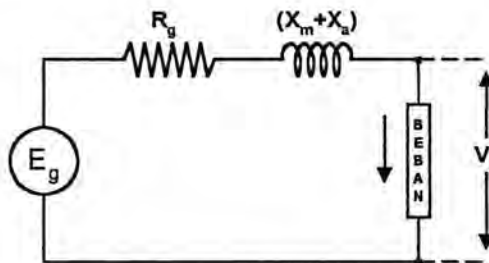
Fluksi yang dibangkitkan sebanding dengan arus medan generator (I_g).

Rangkaian ekivalen dan karakteristik generator tanpa beban dapat dilihat seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Rangkaian ekivalen dan karakteristik beban nol generator sinkron.

Dalam keadaan berbeban arus jangkar (I_g) yang mengalir pada generator sinkron terjadinya reaksi jangkar. Reaksi jangkar bersifat reaktif, oleh karena itu dinyatakan sebagai reaktansi dan disebut reaktansi pemagnet (X_m). Reaktansi X_m dan X_a bersama-sama membentuk reaktansi generator (X_g) atau dinyatakan dengan $X_g = X_m + X_a$. rangkaian ekivalen generator sinkron berbeban dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Rangkaian ekivalen generator sinkron.

$$E_g = V_g + I_g \times R_g + I_g \times jX_g = V_g + I_g (R_g + jX_g) \dots\dots\dots (3.3)$$

bila :

$$Z_g = R_g + jX_g$$

$$E_g = +V_g + I_g \times Z_g \quad \text{dimana } Z_g = \text{impedansi generator}$$

atau

$$C.n.\phi = V_g + I_g \times Z_g \dots\dots\dots (3.4)$$

Untuk mendapatkan beberapa karakteristik generator sinkron dilakukan percobaan :

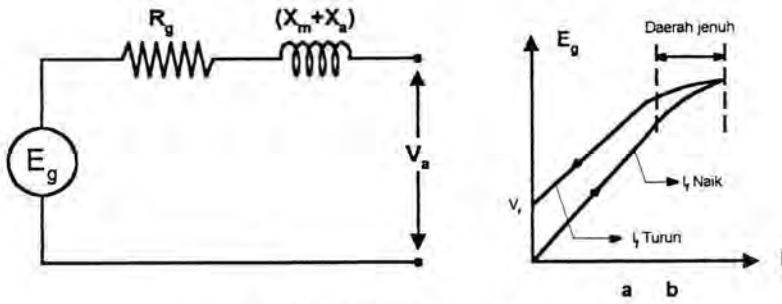
- a. Generator beban nol
- b. Generator hubung singkat
- c. Generator berbeban

3.1. Karakteristik Percobaan Generator Beban Nol

Karakteristik generator beban nol menyatakan hubungan antara arus medan atau eksitasi (I_f) dengan tegangan output generator (tegangan jangkar) pada frekuensi yang konstan dan arus output (I_g) = 0. Tegangan pada generator : $E_g = +V_g + I_g \times Z_g$. Bila beban generator = 0, maka $I_g = 0$, sehingga $E_g = V_g$ atau $C.n.\phi = V_g$. Bila $C.n$ dianggap satu konstanta, dan fluksi (ϕ) sebanding dengan arus medan, maka :

$$E_g = V_g = k \cdot I_f \dots\dots\dots (3.5)$$

Dari persamaan terakhir terlihat bahwa V_g sebagai fluksi I_f merupakan fungsi linier (garis lurus).

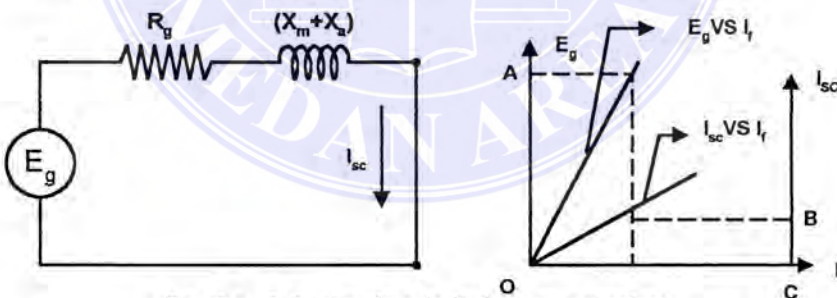


Gambar 3.3. Karakteristik beban nol

Pada karakteristik V_g vs I_f untuk penamban I_f dan penurunan I_f mempunyai titik yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya faktor remanensi belitan stator (V_r).

3.2. Karakteristik Percobaan Generator Singkat

Untuk mendapatkan karakteristik hubung singkat hanya diperlukan tegangan output generator yang kecil yaitu untuk mengatasi drop $I_g (R_g + jX_g)$ yang berarti kutub stator belum mengalami kejenuhan walaupun I_g sudah mencapai nominal. Dalam hal ini arus medan (I_f) yang diberikan cukup kecil saja (lebih kurang 5% dari I_f nominal).



Gambar 3.4. Karakteristik hubung singkat

Dari : $C n \phi = V_g + I_g \times Z_g$, $V_g = 0$ untuk keadaan hubung singkat dan ϕ sebanding dengan arus medan (I_f), maka : $I_g = k \cdot I_f$, dimana $k =$ konstanta. Karakteristik I_g vs I_f merupakan fungsi linier sebelum inti stator mengalami

kejenuhan. Dari karakteristik pada percobaan beban nol dan hubung singkat (gambar 3.4), diperoleh reaktansi generator (X_g).

$$X_s = \frac{E_g}{I_{sc}} = \frac{OA}{BC} \dots\dots\dots (3.6)$$

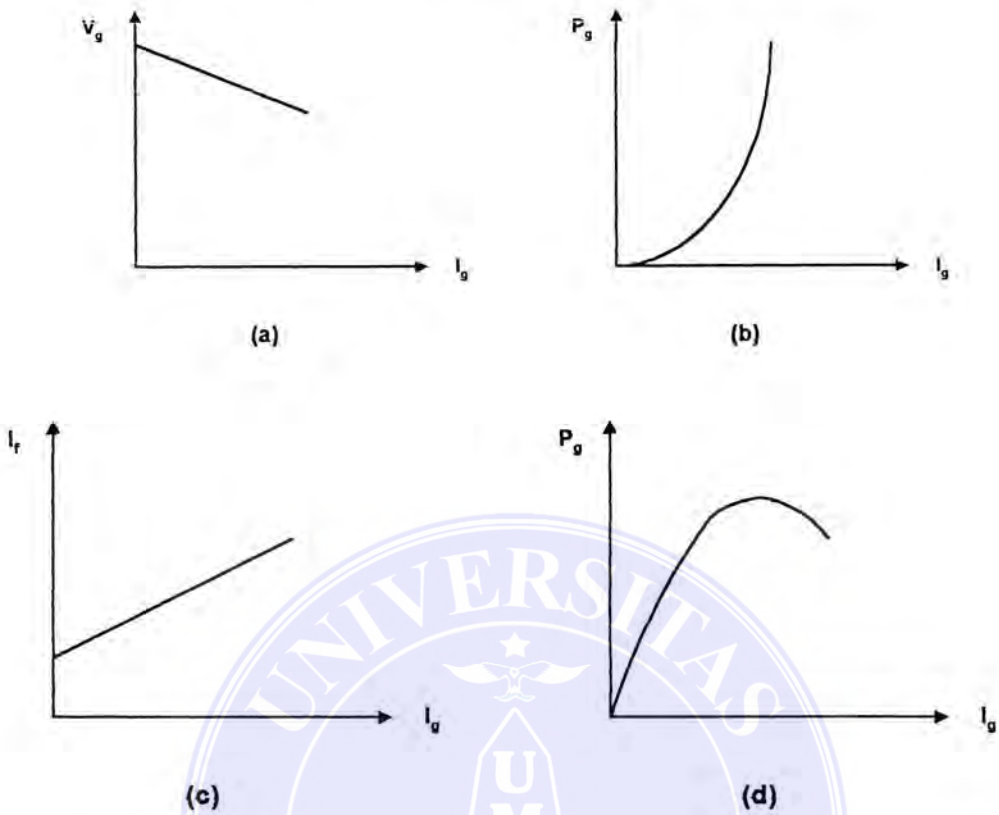
Sedangkan untuk menentukan R_g dapat dilakukan dengan mengukur langsung resistansi belitan stator dengan menggunakan ohmmeter digital.

3.3. Karakteristik Percobaan Generator Berbeban

Untuk mendapatkan karakteristik generator dalam keadaan berbeban diperlukan persyaratan putaran (n) atau frekuensi konstan. Karakteristik yang dapat diperoleh dari percobaan ini :

- Hubungan antara tegangan generator dengan arus generator, pada arus medan generator yang konstan.
- Hubungan antara daya output generator dengan arus generator pada arus medan generator yang konstan.
- Hubungan antara arus medan dengan arus beban generator pada tegangan generator yang konstan.
- Hubungan antara daya output dengan dan arus generator pada tegangan generator yang konstan.

Karakteristik pembebanan generator dapat dilihat seperti pada gambar 3.5.



Keterangan :

- (a) Karakteristik V_g vs I_g , I_f Konstan
- (b) Karakteristik P_g vs I_g , I_f Konstan
- (c) Karakteristik I_f vs I_g , V_g Konstan
- (d) Karakteristik P_g vs I_g , V_g Konstan

Gambar 3.5. Karakteristik pembebanan generator

Regulasi tegangan pada generator :

$$\%Reg = \frac{\text{Tegangan beban nol} - \text{Tegangan berbeban}}{\text{Tegangan berbeban}} \times 100\%$$

$$\%Reg = \frac{V_o - V_g}{V_g} \times 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan-penjelasan yang telah dibahas, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan yang merupakan intisari daripada tugas akhir ini :

1. umumnya pemakaian motor listrik di industri. Industri adalah jenis motor induksi karena konstruksinya yang sederhana, kokoh dan harganya relatif murah dibandingkan dengan motor DC.
2. Umumnya operasi pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan metode pengaturan tegangan terminal stator dan variasi tahanan rotor, yaitu menggunakan autotransformator atau tahanan luar. Hal ini menimbulkan rugi-rugi pada motor yang cukup besar sehingga kurang efisien dalam pemakaiannya.
3. Berdasarkan perkembangan teknologi elektronika daya, ditemukan metode pengaturan tegangan menggunakan inverter berdaya rendah, selain itu variasi pengaturannya sangat luas dan dapat dirancang berbagai model.
4. Salah satu metode pengaturan kecepatan motor adalah mengatur frekuensi sumber dengan menggunakan inverter (Altivar 18), sinyal tringgering dapat dibuat bervariasi sesuai dengan porsi beban.
5. Pengaturan frekuensi Altivar 18 adalah dengan menggunakan sistem modulasi lebar (PWM), dimana periode ini ditentukan oleh periode pulsa yang memacu penyearah (thyristor) yang digunakan. Dengan memperlambat atau

mempercepat periode pulsa yang memacu thyristor, maka frekuensi dan kecepatan motor dapat diatur.

6. Pengaturan kecepatan putaran dengan menggunakan Altivar 18 adalah diterapkan pada percobaan generator AC satu fasa guna untuk mendapatkan putaran yang konstan.
7. Tujuan melakukan percobaan generator satu fasa adalah untuk mendapatkan karakteristik dari generator.
8. Untuk mendapatkan karakteristik dari generator dilakukan percobaan :
 - a. Generator beban nol
 - b. Generator hubung singkat
 - c. Generator berbeban
9. Karakteristik percobaan generator beban nol menyatakan hubungan antara arus medan atau eksitasi (I_f) dengan tegangan output generator (tegangan jangkar) pada frekuensi yang konstan dan arus output (I_g) = 0.
10. Untuk mendapatkan karakteristik hubung singkat hanya diperlukan tegangan output generator yang kecil yaitu mengatasi drop tegangan pada generator yang berarti kutub stator mengalami kejenuhan walaupun arus generator sudah mencapai nominal.
11. Untuk mendapatkan karakteristik generator dalam keadaan berbeban diperlukan putaran yang konstan atau frekuensi yang konstan.

5.2. Saran

1. Pada percobaan pembebanan pada generator apabila arus beban bertambah maka putaran pada generator akan menurun dan untuk mengembalikan keadaan semula diperlukan suatu alat elektronik yaitu inverter.
2. Untuk mendapatkan tegangan nominal pada generator kita harus menjaga arus medan (I_f) dan putaran (n) pada generator tetap konstan.

