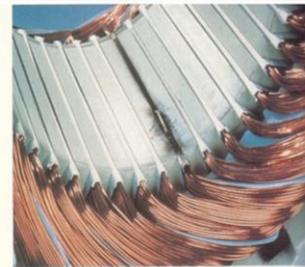
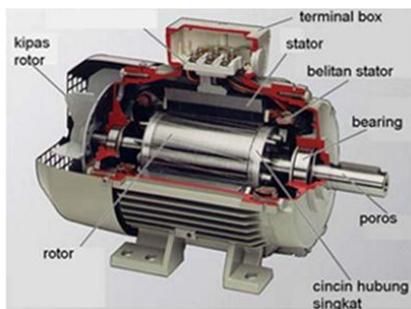


PANDUAN PRAKTIKUM



DASAR KONVERSI ENERGI

Disusun oleh:
Ervan Hasan Harun, ST.,MT
NIP. 19741125 2001 12 1 002



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
Juni 2010



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu alaikum warohmatullahi wabbarokatuh.

Alhamdulillah, puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan **Panduan Praktikum Dasar Konversi Energi**.

Praktikum Dasar Konversi Energi merupakan salah satu mata kuliah pada Program Srtudi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, yang dalam susunan kurikulum Program Studi Teknik Elektro mata kuliah ini diberikan pada semester 3 (tiga) dengan bobot 1(satu) SKS.

Panduan Praktikum ini disusun dengan maksud untuk memberikan panduan kepada mahasiswa agar kegiatan praktikum berjalan dengan baik dalam rangka mencapai sasaran, yakni memahami hukum-hukum dasar kelistrikan, terutama dalam hal proses alih ragam energi yang berlangsung dalam peralatan teknik tenaga listrik seperti:

1. Transformator
2. Mesin arus searah
3. Generator sinkron

Sebagaimana disadari bahwa *tidak ada yang abadi di dunia ini, kecuali perubahan*, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk memberikan perubahan panduan praktikum ini dalam rangka penyempurnaan di masa-masa yang akan datang.

Gorontalo, Juni 2010

Penyusun



PERCOBAAN I TRANSFORMATOR 1 FASA

1.1. Tujuan Percobaan

A. Transformasi Tegangan

- 1) Membuktikan Hukum Faraday
- 2) Menentukan karakteristik tegangan sekunder sebagai fungsi tegangan primer, pada sistem arus searah

B. Percobaan beban NOL

- 1) Menentukan perbandingan transformasi
- 2) Menentukan parameter transformator, yakni R_C dan X_M
- 3) Menentukan karakteristik arus beban nol sebagai fungsi tegangan primer
- 4) Menentukan karakteristik daya beban nol sebagai fungsi tegangan primer

C. Percobaan Hubung Singkat

- 1) Menentukan parameter transformator, yakni: R_{ek} dan X_{ek}
- 2) Menentukan karakteristik arus hubung singkat sebagai fungsi tegangan primer
- 3) Menentukan karakteristik daya hubung singkat sebagai fungsi tegangan primer

1.2. Komponen serta peralatan yang diperlukan

1. Sistem Catu Daya
2. Trafo uji 110/220 Volt, 50 Hz
3. Amperemeter 1 unit
4. Voltmeter 2 unit
5. AVO meter 1 unit

6. Wattmeter 2 unit
7. Cos ϕ meter
8. Beban resistif variabel
9. Beban induktif
10. Connecting leads

1.3. Dasar Teori

Transformator adalah suatu peralatan listrik yang termasuk dalam klasifikasi mesin listrik statis dan berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, dengan frekuensi sama. Dalam pengoperasiannya, transformator-transformator tenaga pada umumnya ditanahkan pada titik netral, sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan atau proteksi. Sebagai contoh transformator 150/70 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV, dan transformator 70/20 kV ditanahkan dengan tahanan di sisi netral 20 kV nya. Transformator yang telah diproduksi terlebih dahulu melalui pengujian sesuai standar yang telah ditetapkan.

Dasar dari teori transformator adalah sebagai berikut :

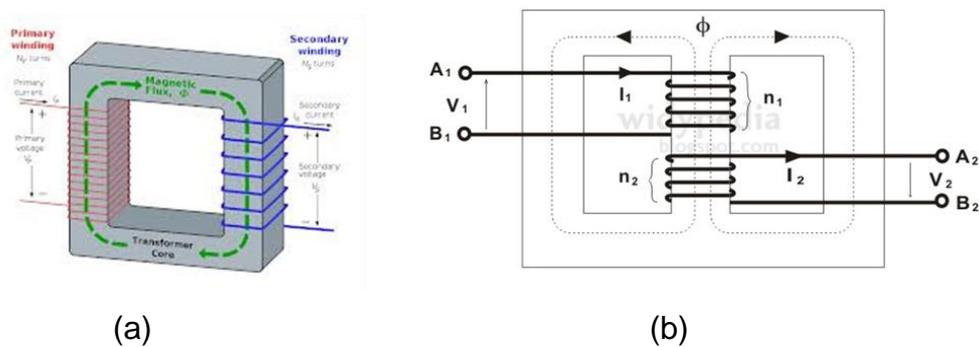
“Apabila ada arus listrik bolak-balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda tegangan mengelilingi magnet, sehingga akan timbul gaya gerak listrik (GGL)”.

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

1. Transformator Daya
2. Transformator Distribusi
3. Transformator pengukuran: terdiri atas trafo arus dan trafo tegangan.

Kerja transformator yang berdasarkan induksi elektromagnet, menghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder, gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks

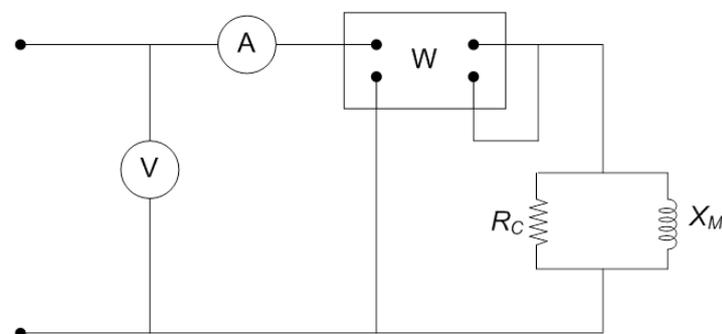
bersama. Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti, dikenal dua macam transformator, yaitu tipe inti dan tipe cangkang, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.1. Transformator tipe inti (a) dan tipe cangkang (b)

(1) Pengukuran beban NOL

Dalam keadaan tanpa beban bila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 , maka hanya I_0 yang mengalir.



Gambar 1.2. Transformator dalam keadaan tanpa beban

Dari pengukuran daya yang masuk (P_1), arus I_0 , dan tegangan V_1 akan diperoleh harga berikut:

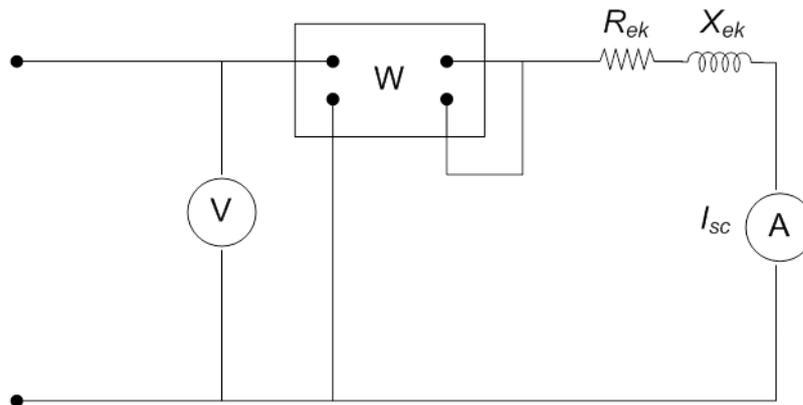
$$R_C = \frac{V_1^2}{P_1}$$

$$Z_0 = \frac{V_1}{I_0} = \frac{jX_M R_C}{R_C + jX_M}$$

Dengan demikian, dari pengukuran beban NOL dapat diketahui harga R_C dan X_M .

(2) pengukuran hubung singkat

Hubung singkat berarti impedans beban Z_L diperkecil menjadi nol, sehingga hanya impedans $Z_{ek} = R_{ek} + jX_{ek}$ yang membatasi arus.



Gambar 1.3. Transformator dalam keadaan hubung singkat

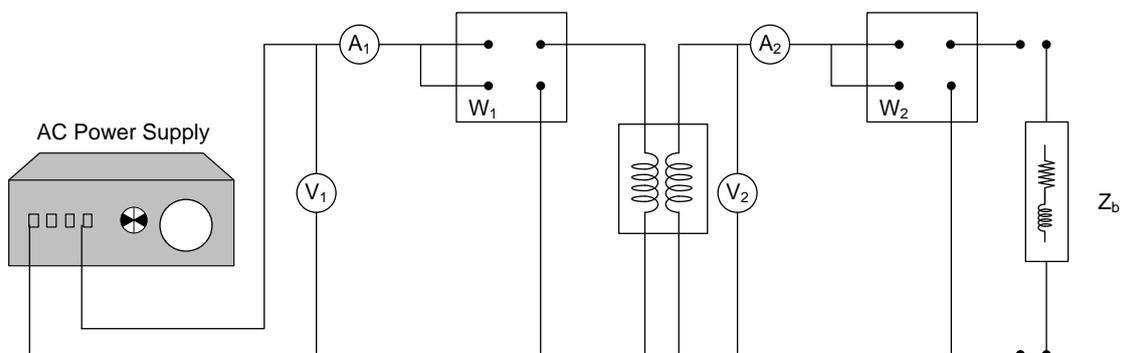
Dengan mengukur tegangan V_{hs} , arus I_{hs} , dan daya P_{hs} , akan dapat dihitung parameter:

$$R_{ek} = \frac{P_{hs}}{(I_{hs})^2}$$

$$Z_{ek} = \frac{V_{hs}}{I_{hs}} = R_{ek} + jX_{ek}$$

$$X_{ek} = \sqrt{Z_{ek}^2 - R_{ek}^2}$$

1.4. Rangkaian Percobaan.



Gambar 1.4. Rangkaian Percobaan

1.5. Prosedur Percobaan

A. Transformasi Tegangan

1. Rangkai alat-alat percobaan seperti pada Gambar 1.4 dengan ujung terminal sekunder dalam keadaan terbuka.
2. Hubungkan rangkaian primer transformator ke sumber tegangan variabel pada terminal output 0 s/d 24 volt, 8 Ampere.
3. Pastikan tombol potensio pada posisi minimum. (Putar ke arah berlawanan jarum jam)
4. Persilahkan asisten praktikum untuk memeriksa dan memastikan rangkaian percobaan sudah benar.
5. Jika rangkaian sudah benar, hidupkan sumber utama Power Supply, kemudian hidupkan sumber tegangan variabel
6. Naikkan tegangan dengan cara memutar potensio secara perlahan-lahan, amati tegangan primer pada voltmeter dan catat data yang ditunjukkan oleh alat ukur ke dalam tabel berikut:

V1 (V)	I1 (A)	V2 (V)	Ket
.....
.....

7. Turunkan tegangan perlahan-lahan sampai minimum, kemudian OFF-kan sumber tegangan variabel dan sumber utama Power Supply.

B. Percobaan Beban Nol

1. Rangkai alat-alat percobaan seperti pada Gambar 1.4 dengan ujung terminal sekunder dalam keadaan terbuka.
2. Hubungkan rangkaian primer transformator ke sumber tegangan variabel pada terminal output 0 s/d 250 volt, 3 Ampere.
3. Pastikan tombol potensio pada posisi minimum. (Putar ke arah berlawanan jarum jam)

4. Persilahkan asisten praktikum untuk memeriksa dan memastikan rangkaian percobaan sudah benar.
5. Jika rangkaian sudah benar, hidupkan sumber utama Power Supply, sumber tegangan variabel dan wattmeter primer.
6. Naikkan tegangan dengan cara memutar potensio secara perlahan-lahan, amati tegangan primer pada voltmeter dan catat data yang ditunjukkan oleh alat ukur ke dalam tabel berikut:

V_1 (V)	I_0 (A)	P_1 (W)	V_2 (V)
10			
20			
....			
.....			
130			

7. Turunkan tegangan perlahan-lahan sampai minimum, kemudian OFF-kan Wattmeter, sumber tegangan variabel dan sumber utama Power Supply.

C. Percobaan Hubung Singkat

1. Rangkai alat-alat percobaan seperti pada Gambar 1.4 dengan ujung terminal sekunder dalam keadaan hubung singkat.
2. Hubungkan rangkaian primer transformator ke sumber tegangan variabel pada terminal output 0 s/d 24 volt, 8 Ampere. Dalam percobaan ini, hanya diperlukan tegangan yang kecil untuk memperoleh arus nominal transformator.
3. Pastikan tombol potensio pada posisi minimum. (Putar ke arah berlawanan jarum jam)
4. Persilahkan asisten praktikum untuk memeriksa dan memastikan rangkaian percobaan sudah benar.

5. Jika rangkaian sudah benar, hidupkan sumber utama Power Supply, sumber tegangan variabel dan wattmeter primer.
6. Naikkan tegangan dengan cara memutar potensio sangat perlahan-lahan sekali, kemudian dengan segera catat data-data tegangan primer, daya hubung singkat, arus sekunder ke dalam tabel berikut:

I_1 (A)	V_1 (V)	P_1 (W)	I_2 (A)
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

7. Turunkan tegangan perlahan-lahan sampai minimum, kemudian OFF-kan Wattmeter, sumber tegangan variabel dan sumber utama Power Supply.

Tugas Rumah (dalam bentuk laporan praktikum)

1. Gambarkan grafik tegangan sekunder sebagai fungsi tegangan primer
2. Hitunglah perbandingan transformasi
3. Hitunglah parameter transformator, yakni R_C dan X_M
4. Gambarkan karakteristik arus beban nol sebagai fungsi tegangan primer
5. Gambarkan karakteristik daya beban nol sebagai fungsi tegangan primer
6. Hitunglah parameter transformator, yakni: R_{ek} dan X_{ek}
7. Hitunglah karakteristik arus hubung singkat sebagai fungsi tegangan primer
8. Gambarkan karakteristik daya hubung singkat sebagai fungsi tegangan primer.

PERCOBAAN II MOTOR DC

2.1. Tujuan Percobaan

Mengamati hubungan antara tegangan input dengan kecepatan motor

2.2. Komponen serta peralatan yang diperlukan

- DC Motor Training System
- Voltmeter Digital
- Komputer PC / Laptop

2.3. Dasar Teori

Motor DC/arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Gambar 8.3 memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:

- *Kutub medan.* Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- *Dinamo.* Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub,

sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

- *Kommutator*. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Kommutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.1. Motor DC.

Keuntungan utama motor DC adalah kecepatannya mudah dikendalikan dan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Kecepatan Motor DC ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- *Tegangan dinamo* – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- *Arus medan* – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\text{Gaya elektromagnetik: } E = K\Phi N \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Torsi: } T = K\Phi I_a \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

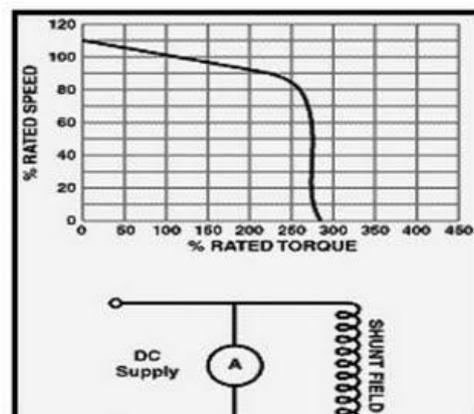
T = torsi electromagnetik

I_a = arus dinamo

K = konstanta persamaan

Jenis-Jenis Motor DC/Arus Searah

- a) *Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited*, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.
- b) *Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt*. Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A) seperti diperlihatkan dalam gambar 8.4. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.



Gambar 2.2. Karakteristik Motor DC Shunt.

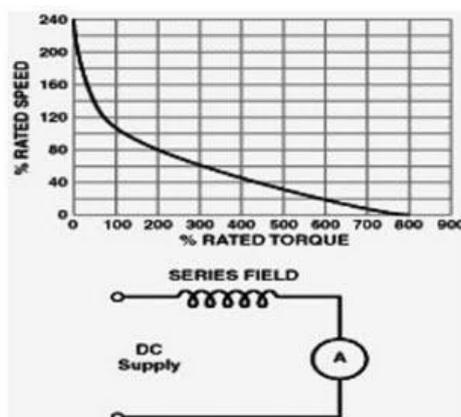
Kecepatan Motor Shunt

- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torsi tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar 4) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
 - Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).
- c) *Motor DC daya sendiri: motor seri.* Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A) seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Kecepatan Motor

- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM.
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

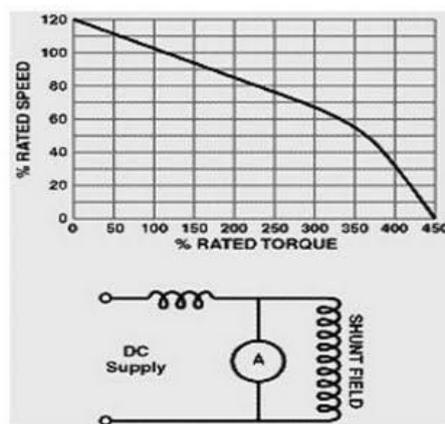
Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist (lihat Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Karakteristik Motor DC Seri.

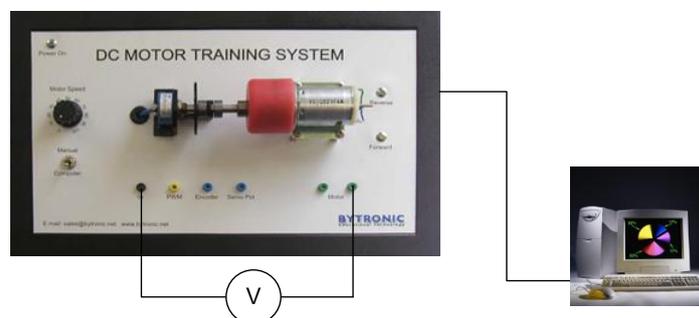
d) *Motor DC Kompon/Gabungan.*

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.4. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok.



Gambar 2.4. Karakteristik Motor DC Kompon.

2.4. Rangkaian Percobaan



Gambar 2.5. Rangkaian Percobaan

2.5. Prosedur Percobaan

1. Rakitlah rangkaian seperti Gambar 2.5.
2. Hubungkan DC Motor Training System ke komputer PC menggunakan kabel USB.
3. Gunakan voltmeter digital untuk mengukur tegangan yang masuk ke Motor pada terminal seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.
4. Pastikan bahwa potensiometer untuk kecepatan motor berada pada posisi minimum (nol).
5. Hidupkan DC Motor Training System.
6. Naikkan kecepatan motor secara perlahan dengan memutar potensiometer ke arah kanan.
7. Amati kecepatan motor yang ditunjukkan pada komputer secara bersamaan dengan perubahan tegangan yang ditunjukkan oleh voltmeter.
8. Catatlah data/besaran kecepatan dan tegangan ke dalam tabel.
9. Buatlah grafik kecepatan fungsi tegangan.

PERCOBAAN III GENERATOR SINKRON

3.1. Tujuan Percobaan:

A. Percobaan beban NOL

- 1) Mempelajari karakteristik tegangan terminal fungsi arus eksitasi pada putaran konstan.
- 2) Mempelajari karakteristik gelombang tiga fasa, beda fasa, frekuensi, dan amplitudo gelombang tegangan tiga fasa.

B. Percobaan Hubung Singkat

- 1) Mempelajari karakteristik arus fasa fungsi arus penguat ketika terjadi hubung singkat
S

C. Percobaan berbeban

- 1) Mempelajari hubungan antara tegangan terminal dengan arus saat beban seimbang

3.2. Komponen serta peralatan yang digunakan

- Sumber DC variabel
- Motor AC
- Generator sinkron 1 unit
- 3 buah resistor variabel (0 s/d 10 k Ω)
- 3 buah lampu 12 s/d 15 V / 2W
- 3 buah kapasitor 10 μ F ; 35 V
- Oscilloscope
- Watt meter
- AVO meter
- Amperemeter 2 buah
- Lampu strobo
- Resistor eksitasi

3.3. Dasar Teori

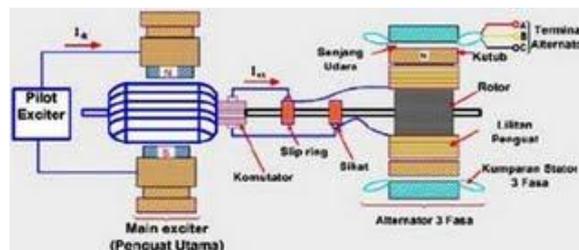
Konstruksi Generator Sinkron

Pada dasarnya konstruksi dari generator sinkron adalah sama dengan konstruksi motor sinkron, dan secara umum biasa disebut mesin. Ada dua struktur kumparan pada mesin sinkron yang merupakan dasar kerja dari mesin tersebut, yaitu kumparan yang mengalirkan penguatan DC (membangkitkan medan magnet, biasa disebut sistem eksitasi) dan sebuah kumparan (biasa disebut jangkar) tempat dibangkitkannya GGL arus bola-balik.

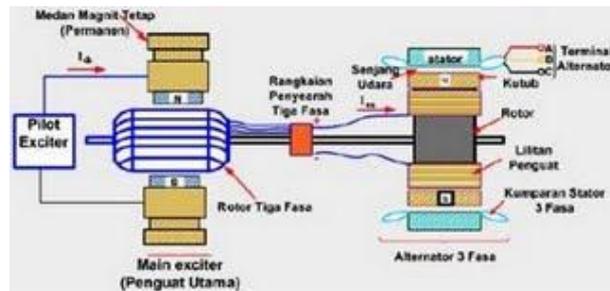
Hampir semua mesin sinkron mempunyai belitan GGL berupa stator yang diam dan struktur medan magnet berputar sebagai rotor. Kumparan DC pada struktur medan yang berputar dihubungkan pada sumber DC luar melalui slipring dan sikat arang, tetapi ada juga yang tidak mempergunakan sikat arang yaitu sistem “brushless excitation”.

Bentuk Penguatan

Seperti telah diuraikan diatas, bahwa untuk membangkitkan fluks magnetik diperlukan penguatan DC. Penguatan DC ini bisa diperoleh dari generator DC penguatan sendiri yang seporos dengan rotor mesin sinkron. Pada mesin sinkron dengan kecepatan rendah, tetapi rating daya yang besar, seperti generator Hydroelectric (Pembangkit listrik tenaga air), maka generator DC yang digunakan tidak dengan penguatan sendiri tetapi dengan “*Pilot Exciter*” sebagai penguatan atau menggunakan *magnet permanent* (magnet tetap).



Gambar 3.1. Generator Sinkron Tiga fasa dengan Penguatan Generator DC “Pilot Exciter”.



Gambar 3.2. Generator Sinkron Tiga fasa dengan Sistem Penguatan “Brushless Exciter System”.

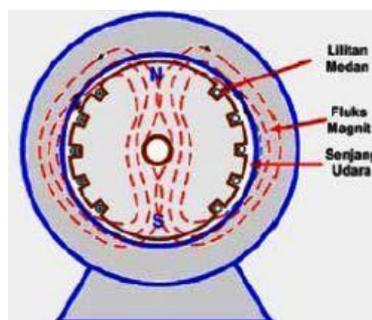
Alternatif lainnya untuk penguatan *eksitasi* adalah menggunakan Diode silikon dan Thyristor.

Ada dua tipe sistem penguatan “Solid state”, yaitu:

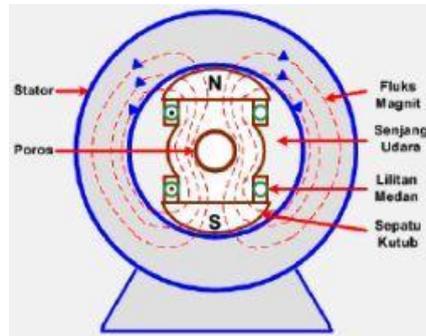
- Sistem statis yang menggunakan Diode atau Thyristor statis, dan arus dialirkan ke rotor melalui Slipring.
- “Brushless System”, pada sistem ini penyearah dipasang diporos yang berputar dengan rotor, sehingga tidak dibutuhkan sikat arang dan slip-ring.

Bentuk Rotor

Untuk medan rotor yang digunakan tergantung pada kecepatan mesin, mesin dengan kecepatan tinggi seperti turbo generator mempunyai bentuk silinder gambar 3.3a, sedangkan mesin dengan kecepatan rendah seperti Hydroelectric atau Generator Listrik Diesel mempunyai rotor kutub menonjol gambar 3.3b.



Gambar 3.3a. Bentuk Rotor kutub silinder.



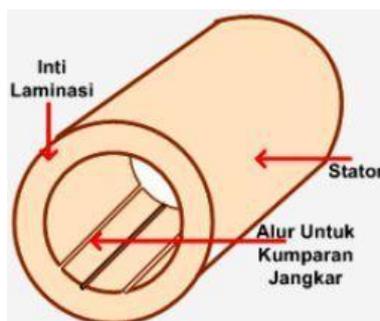
Gambar 3.3b. Bentuk Rotor kutub menonjol.

Bentuk Stator

Stator dari Mesin Sinkron terbuat dari bahan ferromagnetik , seperti telah dibahas di sini, yang berbentuk laminasi untuk mengurangi rugi-rugi arus pusar. Dengan inti ferromagnetik yang bagus berarti permeabilitas dan resistivitas dari bahan tinggi.

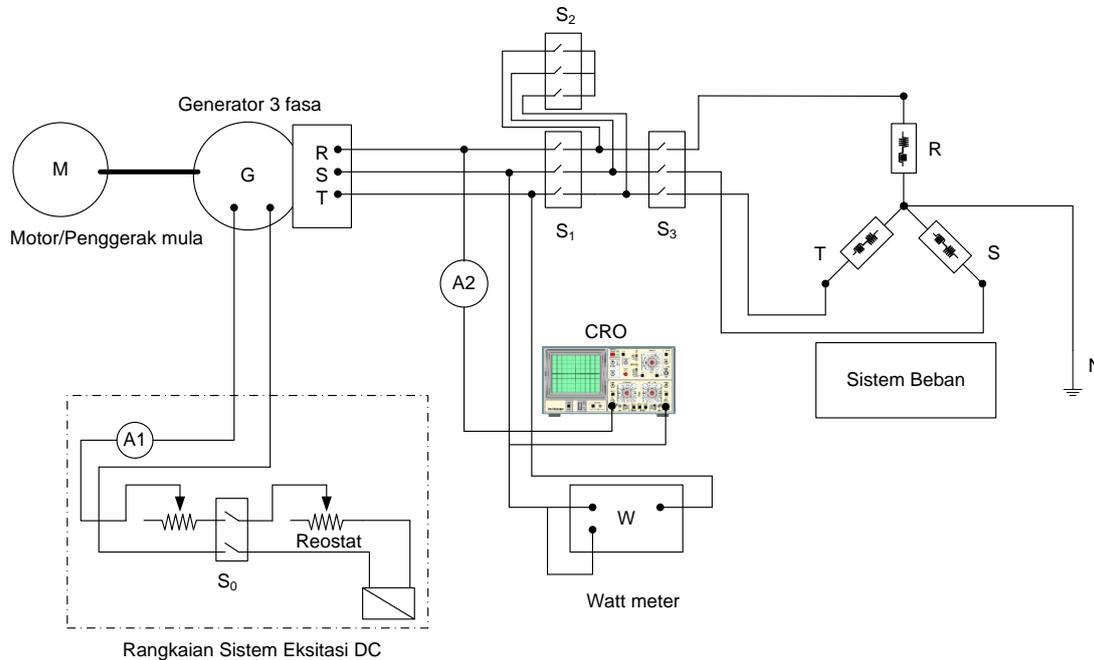
Gambar 3.4. memperlihatkan alur stator tempat kumparan jangkar. Belitan jangkar (stator) yang umum digunakan oleh mesin sinkron tiga fasa, ada dua tipe yaitu :

- a) Belitan satu lapis (Single Layer Winding).
- b) Belitan berlapis ganda (Double Layer Winding).



Gambar 3.4. Inti Stator dan Alur pada Stator

3.4. Rangkaian percobaan



Gambar 3.5. Rangkaian Percobaan

3.5. Prosedur Percobaan

A. Percobaan Beban Nol

1. Rakitlah rangkaian seperti pada Gambar 3.5, dengan posisi saklar S_1 dan S_0 posisi nol (terbuka).
2. Pastikan rangkaian sudah benar. Jika sudah yakin, panggil asisten untuk memeriksa rangkaian.
3. Nyalakan sumber daya utama
4. Nyalakan sumber DC
5. Hidupkan motor penggerak mula, dan atur kecepatan konstan 3000 rpm
6. Masukkan saklar S_0 ke posisi 1, bila putaran motor dan tentunya juga adalah putaran generator berubah, sesuaikan menjadi 3000 rpm.
7. Amati fenomena tegangan puncak ke uncak terminal R-N yang terhubung ke kanal 1 dari CRO dengan arus eksitasi dinaikkan secara perlahan-lahan dengan memperkecil % resistor sistem eksitasi.

8. Turunkan perlahan-lahan putaran motor penggerak mula, bersama-sama dengan arus eksitasi sampai nol. Kemudian pindahkan S_0 ke posisi 0
9. Hubungkan kanal 2 CRO pada ujung terminal genertaor di fasa S
10. Hidupkan CRO dan atur agar sumbu X kanal 1 dan kanal 2 berbeda 4 DIV. Kanal 1 mengukur tegangan fasa R; dan kanal 2 mengukur tegangan di fasa S.
11. Putar motor penggerak sehingga generator berputar dengan kecepatan 3000 rpm
12. Masukkan saklar S_0 ke posisi 1, lalu setel arus eksitasi sehingga mencapai nilai 1 Ampere.
13. Amati fenomena gelombang tegangan melalui layar monitor CRO, yang terjadi di ujung terminal R dan S, kemudian himpitkan sumbu kedua gelombang tersebut dan gambarkan.
14. Selanjutnya ukur gelombang tegangan yang terjadi pada ujung terminal T melalui kanal 2, dengan terlebih dahulu memindahkan ujung kanal 2 dari fasa S ke fasa T, kemudian gambarkan grafiknya.
15. Diusahakan selama pengukuran berlangsung kecepatan motor konstan di 3000 rpm.
16. Naikkan putaran menjadi 4000 rpm, kemudian lakukan langkah 13 dan 14.
17. Turunkan putaran, arus eksitasi, dan OFF-kan saklar S_0
18. Shutt down CRO.

B. Percobaan Hubung Singkat

1. Rangkailah alat-alat seperti pada Gambar 3.5 dengan posisi S_0 "OFF"; S_1 "ON"; dan S_2 "ON".
2. Pastikan rangkaian sudah benar. Jika sudah yakin, panggil asisten untuk memeriksa rangkaian.
3. Nyalakan sumber daya utama
4. Nyalakan sumber DC
5. Atur tegangan output DC variabel sampai 24 V.

6. Masukkan saklar S_0 ke posisi ON.
7. Hidupkan motor penggerak sehingga generator berputar dengan kecepatan 3000 rpm. Pertahankan kecepatan putar ini konstan.
8. Atur besaran arus eksitasi dengan merubah kedudukan % resistor eksitasi. Catatlah besar arus hubung singkat untuk arus eksitasi 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 Ampere
9. Amati perubahan putaran rotor (Motor/Generator).
10. Turunkan arus eksitasi sampai minimum
11. Turunkan putaran motor penggerak sampai minimum
12. OFF-kan semua saklar.

C. Percobaan Berbeban

1. Rangkailah alat-alat seperti pada Gambar 3.5. dengan S_0 posisi OFF, S_1 posisi ON, S_2 posisi OFF dan S_3 posisi ON.
2. Pastikan rangkaian sudah benar. Jika sudah yakin, panggil asisten untuk memeriksa rangkaian.
3. Nyalakan sumber daya utama
4. Nyalakan sumber DC
5. Atur tegangan output DC variabel sampai 24 V.
6. Masukkan saklar S_0 ke posisi ON.
7. Perkecil % resistor eksitasi sampai 0% dan naikkan tegangan eksitasi sampai arus eksitasi mencapai 2 A.
8. Putar motor penggerak sampai kecepatan 3000 rpm.
9. Hidupkan CRO (*oscilloscope*)
10. Amati fenomena arus fasa R (IR); gelombang tegangan puncak-puncak fasa R-N; perioda gelombang tegangan RN, dan daya aktif fasa R, kemudian catat data ke dalam tabel.
11. Pindahkan posisi S_3 ke posisi OFF.
12. Ganti beban dengan kapasitor 10 μF , 35 V
13. Pindahkan posisi saklar S_3 ke posisi ON
14. Pertahankan putaran rotor pada 3000 rpm

15. Amati fenomena yang terjadi, dan rekam data ke dalam tabel
16. Pindahkan posisi S_3 ke posisi OFF, kemudian ganti beban dengan lampu, selanjutnya lakukan langkah 13 s/d 15.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zuhail, "Dasar Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya", Penerbit Gramedia, Jakarta, 1995
2. <http://www.faqs.org/docs/elctric/> Lessons In Electric Circuits -- Volume I
3. <http://www.faqs.org/docs/elctric/> Lessons In Electric Circuits -- Volume II