

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : MKH.LE .(1).20 (80 Jam)

MESIN DC

BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN



PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2003

KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003
Direktur Dikmenjur,

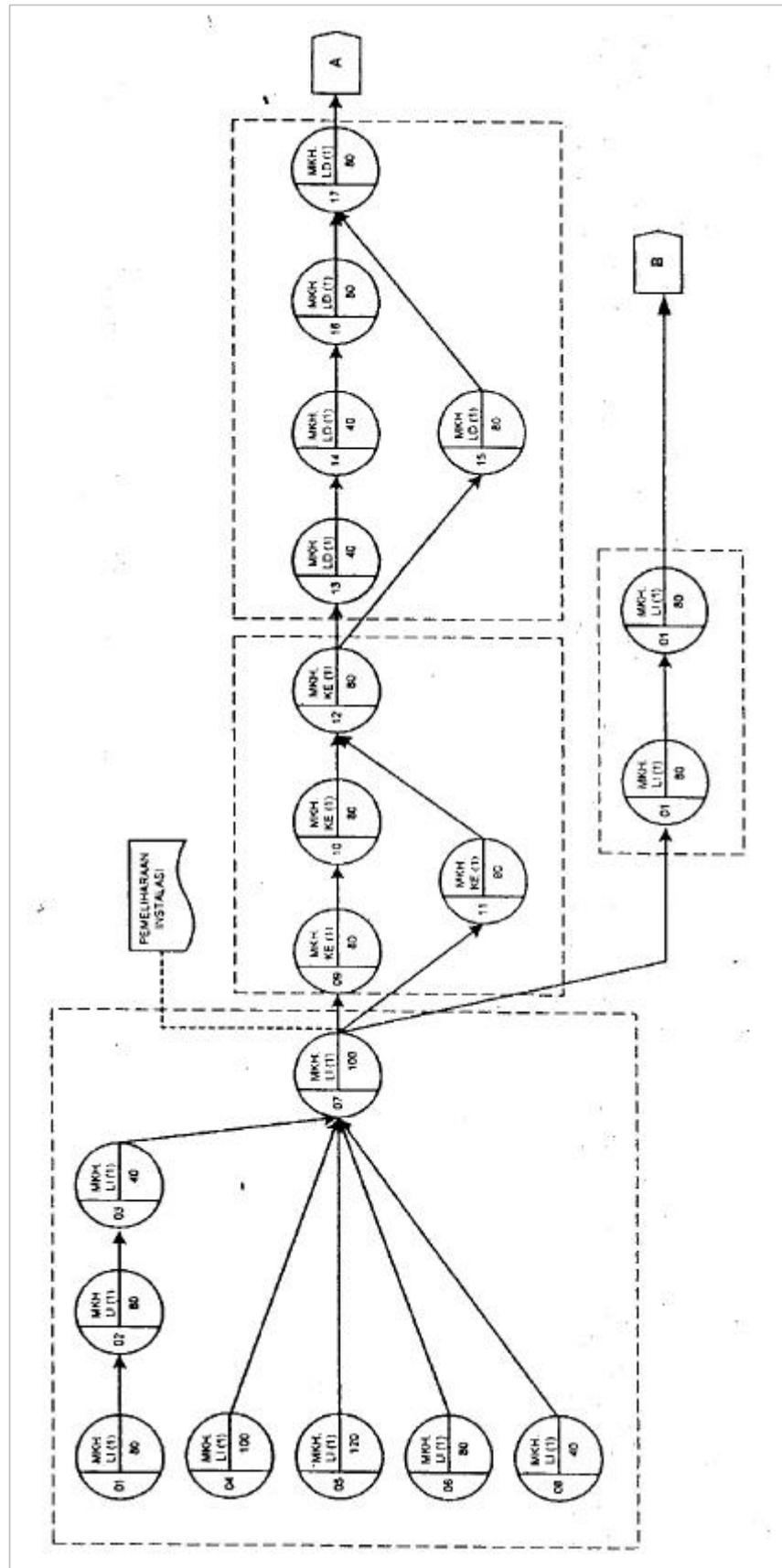
Dr. Ir. Gator Priowirjanto
NIP 130675814

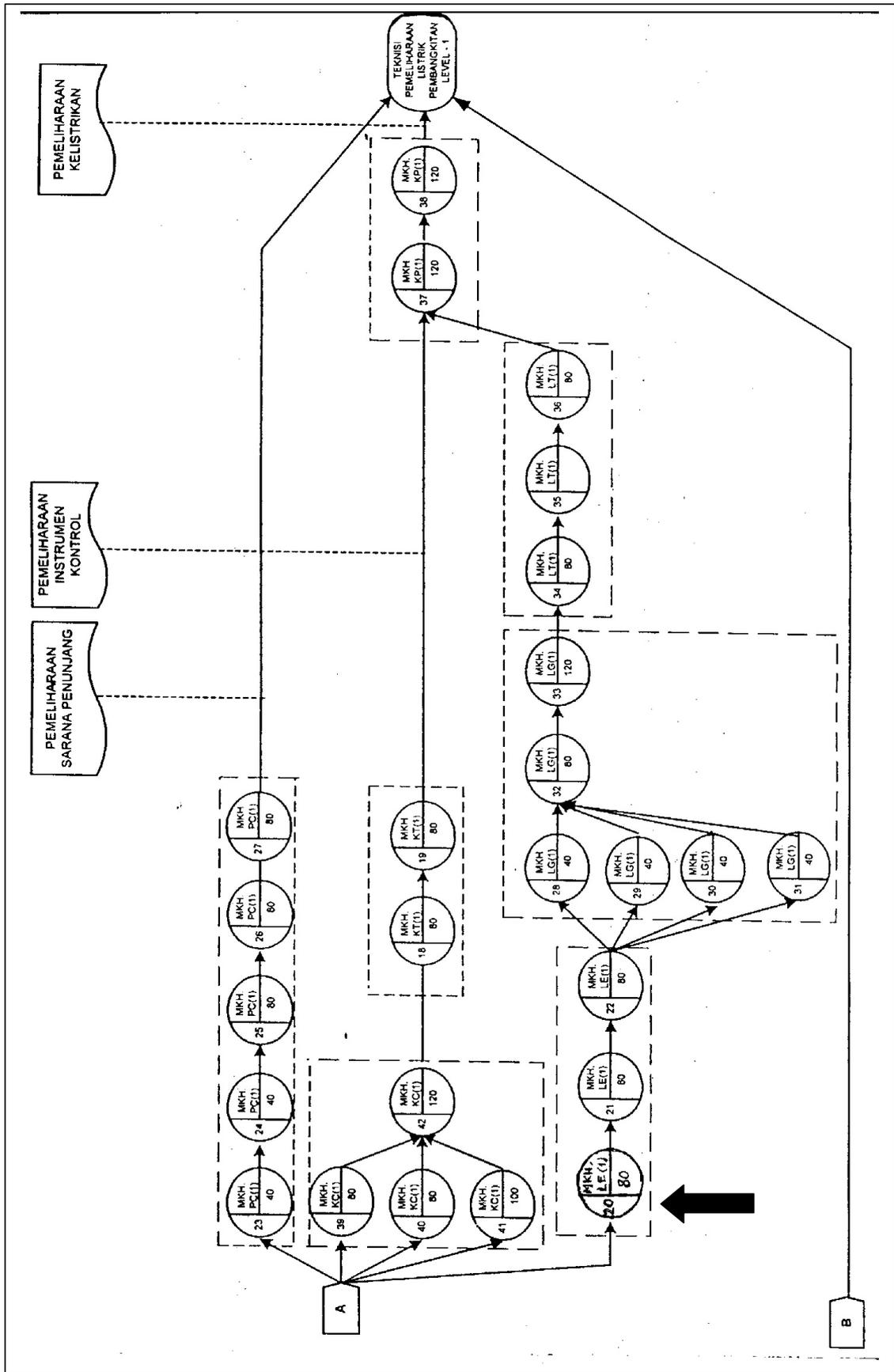
DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
REKOMENDASI	ii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL	v
GLOSARRY/PERISTILAHAN	
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. STANDAR KOMPETENSI.....	4
F. Cek Kemampuan	6
II PEMBELAJARAN	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT.....	7
B. KEGIATAN BELAJAR.	8
Kegiatan Belajar 1	8
A. Tujuan Kegiatan	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman 1	18
D. Tugas 1	20
E. Formatif 1	21
F. Jawaban Test Formatif 1	25
Kegiatan Belajar 2	26
A. Tujuan Kegiatan	26
B. Uraian Materi	26
C. Rangkuman 2	48
D. Tugas 2	50

E.	Test Formatif 2	52
F.	Jawaban Test Formatif 2	55
G.	Lembar Kerja Praktek.....	56
III	EVALUASI	58
IV	PENUTUP	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	STORYBOARD	68

PETA KEDUDUKAN MODUL





GLOSARIUM

- Mesin DC : Mesin arus searah, termasuk Motor DC dan Generator DC. Dalam kaitannya dengan kompetensi memelihara Genset, kedudukan Mesin DC disini sebagai kelengkapan sebagai komponen DC power.
- Fluksi : Jumlah Garis-garis gaya magnet yang dihasilkan oleh kutub magnet dan diukur dalam satuan weber.
- Rugi hysteresis : Kerugian daya pada inti mesin listrik yang disebabkan mengalirnya arus medan magnet pada inti
- Karakteristik : Sifat-sifat mesin sesuai dengan kerja komponen proses didalamnya pada tiap jenis mesin.
- Regulasi tegangan : Perubahan tegangan pada generator dari keadaan tanpa beban ke keadaan berbeban/beban penuh. Biasanya dinyatakan dalam prosentase regulasi.
- Reaksi jangkar : Pengaruh garis gaya magnet yang ditimbulkan arus jangkar terhadap garis gaya magnet kutub utama mesin, sehingga membelokkan arah garis gaya magnet utama dan menggeser garis netral aksis sebagai referensi kedudukan sikat.

Sikap : Patuh dalam mengikuti prosedur dan keselamatan kerja, teliti dalam melakukan pengukuran serta komit dalam menggunakan acuan/standar dalam persiapan kerja.

Kode kompetensi : KAA.HLE.001 (1) A

Kode Modul : MKH.LE (1). 20

Untuk menunjang dalam praktikum diperlukan peralatan sebagai berikut :

1. Motor-Generator (MG) arus searah.
2. Torsi meter unit
3. RPM meter/Tachometer
4. Beban resistip (Load Resistor)
5. Shunt Regulator
6. Field Regulator
7. Volt meter DC
8. Amper meter DC
9. Power Suplai DC dengan output tegangan yang dapat diatur sesuai dengan daya mesin seperti point 1
10. Saklar DC, SPDT dan DPDT
11. Kabel penghubung
12. Tool Kit

1.6 CEK KEMAMPUAN (*SELF ASSESMENT CHECK LIST*)

Gunakan table berikut ini untuk mengukur apakah Anda telah memahami keseluruhan materi modul yang merujuk kepada Kriteria Unjuk Kerja yang diperlukan sebagai pengetahuan

I. PENDAHULUAN

1.1 Deskripsi Modul

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta tentang sifat-sifat dan pengoperasian mesin-mesin arus searah. Modul ini adalah modul ke 1 dari 3 modul yaitu MKH.LE (1) 20, MKH.LE (1) 21 dan MKH.LE (1) 22 yang mendukung pencapaian kompetensi memelihara Genset. Kaitannya dengan pemeliharaan Genset adalah pada praktikum Genset di Laboratorium, dimana sebagai penggerak mulanya disimulasikan dengan menggunakan mesin DC.

Hasil belajar yang diharapkan setelah tuntas mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu :

1. Mengidentifikasi bagian-bagian mesin listrik arus searah.
2. Menyebutkan jenis-jenis mesin arus searah.
3. Menghitung tegangan pada generator arus searah.
4. Mengidentifikasi sifat-sifat generator arus searah.
5. Menghitung torsi dan putaran motor arus searah.
6. Mengidentifikasi sifat-sifat motor arus searah.
7. Menghitung rugi-rugi dan efisiensi motor -motor arus searah.
8. Mengoperasikan motor-motor arus searah.

1.2 Prasyarat

Untuk dapat mengikuti modul ini peserta harus sudah mempunyai pengetahuan dalam bidang :

- ? Matematika listrik
- ? Pengukuran Listrik
- ? Prinsip Arus Searah
- ? Kemagnetan listrik

Penilaian

Untuk mengukur tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, dilakukan evaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun aspek keterampilan. Aspek pengetahuan (teori) dievaluasi secara tertulis dengan menggunakan jenis test jawaban singkat dan pilihan ganda. Sedangkan aspek keterampilan (praktek) dievaluasi melalui pengamatan langsung terhadap proses kerja, hasil kerja dan sikap kerja.

1.3 Petunjuk Penggunaan Modul

Modul Pembelajaran ini menggunakan system Pelatihan Berbasis Kompetensi. Pelatihan berbasis kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan kemampuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah pada apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berbasis kompetensi adalah penguasaan individu terhadap bidang pengetahuan dan kerampilan tertentu secara nyata di tempat kerja.

Dalam system Pelatihan berbasis kompetensi, fokusnya adalah pada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mempelajari modul guna mencapai suatu kompetensi tertentu.

Setelah Anda mempelajari modul ini, kemudian dilakukan evaluasi dan uji kompetensi, ternyata belum mencapai tingkat kompetensi tertentu pada kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana bersama anda untuk mempelajari dan memberikan kesempatan kembali kepada Anda untuk meningkatkan level kompetensi sesuai dengan level tertentu yang diperlukan. Kesempatan mengulang yang disarankan maksimal tiga kali.

Penyajian modul ini dibagi dalam tujuh Kegiatan Belajar. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan Lembar Kerja/Tugas yang berupa pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab setelah Anda selesai membaca masukan atau referensi yang relevan.

Pada modul ini dilengkapi juga dengan lembar cek kemampuan yang dapat Anda isi sebagai tanda bahwa anda telah selesai mempelajari serta memahami isi modul dan siap untuk evaluasi ataupun uji kompetensi.

1.4 Kerangka Isi

1. Konstruksi mesin-mesin arus searah
2. Prinsip kerja dan jenis Generator arus searah
3. Karakteristik Generator arus searah
4. Prinsip kerja dan jenis Motor arus searah
5. Karakteristik dan penggunaan Motor arus searah
6. Starting dan pengontrolan kecepatan putaran Motor arus searah
7. Menentukan rugi-rugi dan efisiensi pada motor arus searah.

1.5 Standar kompetensi

Modul ini adalah salah satu modul kompetensi SMK Program Keahlian Teknik Pembangkitan Tenaga Listrik, yang mendukung Kompetensi/Sub Kompetensi serta Kriteria Unjuk Kerja sebagai berikut

Kompetensi	:	Memelihara Genset
Sub Kompetensi 1	:	Memahami prosedur pemeliharaan Genset
Kriteria Unjuk Kerja	:	- Masing-masing komponen dapat diidentifikasi sesuai dengan gambar teknik yang berlaku di perusahaan - Prosedur/instruksi kerja pemeliharaan dapat dijelaskan sesuai dengan standar unit pembangkit
Sub Kompetensi 2	:	Mempersiapkan pelaksanaan pemeliharaan Genset
Kriteria Unjuk Kerja	:	- Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan diidentifikasi sesuai dengan kebutuhan pemeliharaan - Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan disiapkan sesuai kebutuhan
Sub Kompetensi 3	:	Melaksanakan pemeliharaan Genset

Kriteria Unjuk Kerja : - Genset atau komponen kelengkapannya dibongkar sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan
- Komponen Genset dan kelengkapannya dibersihkan sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan
- Komponen Genset dan kelengkapannya dipasang sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan

Sub Kompetensi 4 : Membuat laporan pemeliharaan

Kriteria Unjuk Kerja : - Laporan dibuat sesuai dengan format dan prosedur/ instruksi kerja yang ditetapkan oleh perusahaan

Lingkup Belajar : Unit kompetensi ini berkaitan dengan pemahaman tentang prosedur pemeliharaan Genset pada station pembangkit. Pekerjaan ini mencakup identifikasi komponen Genset dan prosedur bongkar pasang **Komponen DC power** dan batere sesuai standar dan peraturan yang berlaku serta pembuatan laporan pelaksanaan pekerjaan

Pembelajaran :

Dengan kedudukan modul ini sebagai pendukung dalam kompetensi Pemeliharaan Genset, khususnya simulasi di laboratorium, maka aspek-aspek yang dipelajari adalah meliputi :

Pengetahuan : Menjelaskan prinsip kerja mesin DC, mengidentifikasi bagian-bagian mesin, memahami karakteristik, perhitungan-perhitungan pada mesin serta penggunaan mesin.

Keterampilan : Melakukan penyambungan pada macam-macam mesin DC, melakukan pengamatan dan pengukuran karakteristik Generator dan Motor DC, serta membuat laporan hasil pengamatan dan pengukuran

Sikap : Patuh dalam mengikuti prosedur dan keselamatan kerja, teliti dalam melakukan pengukuran serta komit dalam menggunakan acuan/standar dalam persiapan kerja.

Kode kompetensi : KAA.HLE.001 (1) A

Kode Modul : MKH.LE (1). 20

Untuk menunjang dalam praktikum diperlukan peralatan sebagai berikut :

1. Motor-Generator (MG) arus searah.
2. Torsi meter unit
3. RPM meter/Tachometer
4. Beban resistip (Load Resistor)
5. Shunt Regulator
6. Field Regulator
7. Volt meter DC
8. Amper meter DC
9. Power Suplai DC dengan output tegangan yang dapat diatur sesuai dengan daya mesin seperti point 1
10. Saklar DC, SPDT dan DPDT
11. Kabel penghubung
12. Tool Kit

1.6 CEK KEMAMPUAN (*SELF ASSESMENT CHECK LIST*)

Gunakan table berikut ini untuk mengukur apakah Anda telah memahami keseluruhan materi modul yang merujuk kepada Kriteria Unjuk Kerja yang diperlukan sebagai pengetahuan

pendukung untuk dapat memperoleh kompetensi utama dalam melakukan pekerjaan dasar perbaikan peralatan rumah tangga.

NO. ELEMEN	NO. KUK	YA	TIDAK	KETERANGAN
Memahami prosedur pemeliharaan Genset dan kelengkapannya	1.1.Masing-masing komponen dapat diidentifikasi sesuai dengan gambar teknik yang berlaku di perusahaan 1.2.Prosedur/instruksi kerja pemeliharaan dapat dijelaskan sesuai dengan standar unit pembangkit			
Mempersiapkan pelaksanaan pemeliharaan Genset dan kelengkapannya	2.1.Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan diidentifikasi sesuai dengan kebutuhan pemeliharaan 2.2.Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan disiapkan sesuai kebutuhan			
Melaksanakan pemeliharaan Genset dan kelengkapannya	3.1.Genset atau komponen kelengkapannya dibongkar sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan 3.2.Komponen Genset dan kelengkapannya dibersihkan sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan 3.3.Komponen Genset dan kelengkapannya dipasang sesuai dengan rencana kerja dan prosedur / instruksi kerja perusahaan			

Membuat laporan pemeliharaan	4.1.Laporan dibuat sesuai dengan format dan prosedur/instruksi kerja yang ditetapkan oleh perusahaan			
------------------------------	--	--	--	--

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Belajar 1

KONSTRUKSI DAN PRINSIP KERJA MESIN ARUS SEARAH

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menunjukkan bagian-bagian mesin arus searah
2. Menjelaskan prinsip dasar kerja generator
3. Menghitung tegangan yang dibangkitkan oleh generator
4. Menjelaskan prinsip dasar kerja motor listrik
5. Menghitung gaya dan torsi yang dihasilkan oleh motor

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip Arus Searah,
2. Dasar Kemagnitan.

Persyaratan Lulus

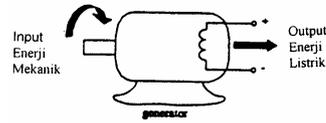
Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70.

Materi

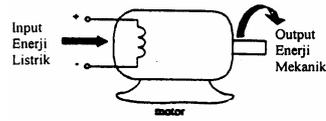
1. Pendahuluan

Ada dua type mesin DC

➤ **Generator** yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.



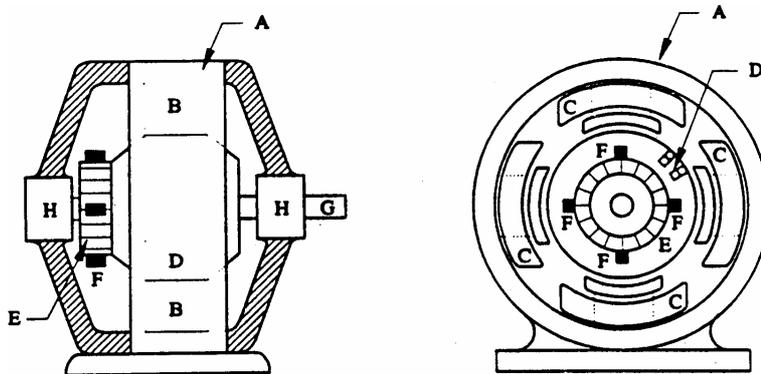
➤ **Motor** yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.



Konstruksi mesin DC

Bagian-bagian pokok

Sebagian besar bagian-bagian mesin DC ditunjukkan pada gambar diagram di bawah ini dan berikut keterangan singkat dari tiap-tiap bagian (A - H).



Mesin DC

Gandar (A) : terbuat dari bahan dengan permeabilitas tinggi, seperti baja tuang atau baja lempengan.

Inti Kutub (B) : Dapat merupakan bagian dari gandar atau diikat dengan baut pada gandar. Jika digunakan inti kutub yang solid, biasanya cocok dengan sepatu kutub dari pelat yang berlapis-lapis.

Kumparan Medan Magnit (C) : memberikan kemagnitan untuk sepatu kutub.

Inti Jangkar (D) : dibuat dari lempeng baja berlapis-lapis guna mengurangi arus eddy, merupakan rangkaian magnit, dilengkapi dengan alur-alur untuk menempatkan kumparan jangkar.

Komutator (E) : terdiri dari sejumlah lamel-lamel atau batang-batang tembaga yang keras, terisolasi satu sama lainnya dengan lempengan mika. Ujung-ujung kumparan jangkar dihubungkan pada lamel-lamel tersebut.

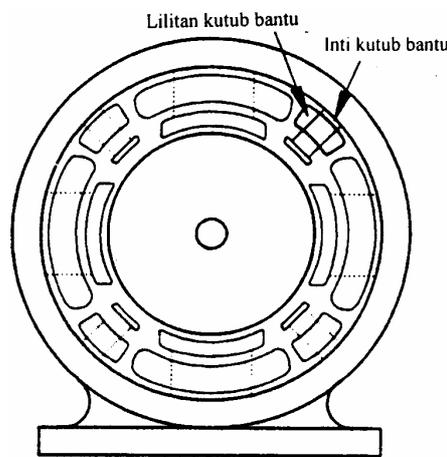
Sikat arang (F) : biasanya terbuat dari karbon atau grafit dan ditempatkan pada pemegang sikat.

Poros (G) : biasanya terbuat dari baja yang mempunyai kekuatan tarik yang besar.

Bantalan (H) : pada umumnya menggunakan jenis bantalan golong.

Kutub bantu seperti yang ditunjukkan diagram berikut adalah bagian dari komponen utama mesin DC. Kutub bantu adalah kutub-kutub kecil yang ditempatkan diantara kutub-kutub magnit utama. Lilitannya disambung seri dengan rangkaian jangkar.

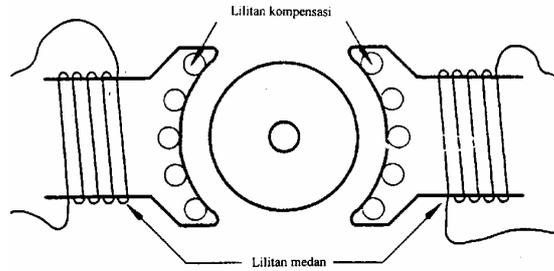
Kutub bantu hanya terdapat pada mesin-mesin yang besar saja dan fungsinya membantu mengurangi bunga api yang dapat terjadi pada komutator.



Konstruksi dengan kutub bantu

Lilitan Kompensasi

Lilitan ini ditempatkan pada bagian depan sepatu kutub dari kutub-kutub utama. Lilitannya disambung seri dengan rangkaian jangkar. Lilitan kompensasi ini hanya terdapat pada mesin-mesin yang besar saja, dan berfungsi membantu memperkecil pengaruh reaksi jangkar.

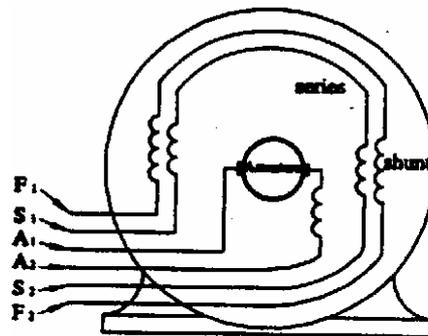


Sepatu kutub dengan lilitan kompensasi

Penandaan Terminal

Penandaan ujung-ujung lilitan pada terminal mesin DC adalah :

- F1 - F2 : Rangkaian medan Shunt
- S1 - S2 : Rangkaian medan Seri
- A1 - A2 : Rangkaian jangkar



Penandaan Terminal

Prinsip Kerja Generator

Kerja generator terjadi apabila sebuah penghantar diputar dalam medan magnet sehingga menyebabkan timbulnya tegangan induksi pada penghantar tersebut. Besarnya tegangan induksi ini tergantung pada :

- ? kuat medan magnet
- ? kecepatan putaran
- ? jumlah penghantar

Ggl induksi

Ggl induksi yang terjadi pada penghantar dinyatakan oleh Hukum Faraday :

“ Besarnya ggl induksi pada rangkaian tergantung pada jumlah penghantar dalam rangkaian dan nilai perubahan fluksi magnet yang melingkupi penghantar”

(Jenneson, 1990 p 95)

Secara matematika persamaan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$e = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \text{dimana : } N = \text{jumlah lilitan}$$

$\Delta \Phi$ = perubahan fluksi (Weber)

Δt = perubahan waktu (detik)

Comment:

Persamaan ini ada hubungannya dengan persamaan $e = Blv$ volt. Dan ini telah dijelaskan pada Prinsip Arus Searah.

Latihan 1.1

Hitung ggl yang diinduksikan pada kumparan yang terdiri dari 10 lilit jika fluksi yang melingkupi kumparan berubah dari 0,2 weber ke 0,1 weber dalam waktu 0,1 detik.

Jawaban : _____

Ggl yang dibangkitkan

Pada mesin DC ggl yang dibangkitkan dihitung dengan persamaan :

$$E_g = \frac{\Phi Z n}{60a} \text{ volt} \quad \text{dimana :}$$

E_g = ggl yang dibangkitkan dalam volt

Φ = fluksi per kutub

Z = Jumlah kawat pada jangkar

n = putaran jangkar dalam rpm

P = jumlah kutub medan magnet

a = jumlah cabang jangkar

Catatan : Untuk jenis lilitan gelombang, $a = 2$

Untuk jenis lilitan gelung, $a = P$

Latihan 1.2

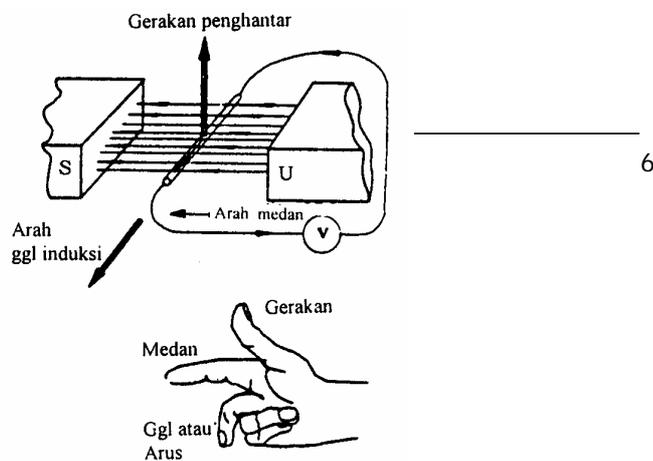
Hitung tegangan yang dibangkitkan oleh mesin 4 kutub yang berputar pada kecepatan 1000 rpm, jika fluksi per kutub 10 milliweber dan jumlah penghantar jangkar 250 dalam lilitan gelombang.

Jawaban : _____

Arah Ggl

Arah ggl yang terbangkit pada penghantar jangkar berhubungan dengan arah medan magnet dan arah gerakan penghantar itu sendiri.

Peraturan tangan kanan dari Fleming dapat digunakan untuk menentukan hubungan ketiga besaran tersebut diatas.

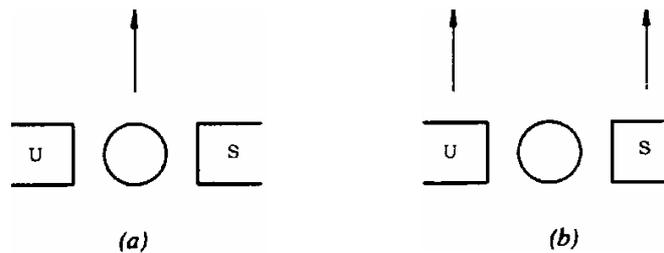


Peraturan tangan kanan Flemming

Catatan : Dalam prakteknya arus yang melalui kumparan medan dan jangkar dan arah putaran menentukan polaritas ggl yang dibangkitkan.

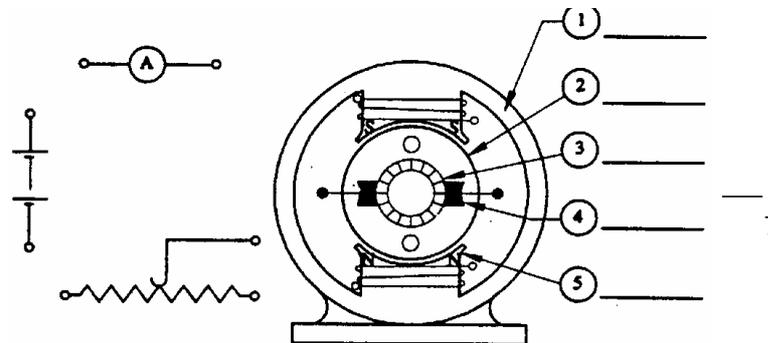
Latihan 1.3

Diagram dibawah ini menunjukkan gerakan relatif dari penghantar terhadap medan magnet.



- (a) Beri tanda arah ggl pada penghantar gambar (a), bila penghantar digerakkan ke atas.
- (b) Beri tanda arah ggl pada penghantar gambar (b), bila penghantar diam, tetapi kutub magnet digerakkan ke atas.

Latihan 1.4



- (a) Pada diagram diatas, tunjukkan hubungan yang diperlukan untuk memberikan

- (c) Jika bagian (2) diputar dengan arah berlawanan jarum jam, tunjukkan arah ggl induksi pada penghantar yang berada di depan kutub-kutub utara dan selatan.
- (d) Untuk mesin DC ini, tuliskan nama bagian-bagian yang diberi nomor (1), (2), (3), (4) dan (5).

Prinsip kerja motor

Tidak ada perbedaan konstruksi antara motor DC dengan generator DC. Perbedaannya hanya pada pemakaiannya. Sebuah mesin DC bila diputar dengan penggerak mula dapat membangkitkan ggl dan mensuplai arus kepada rangkaian luar. Mesin yang sama bila dihubungkan dengan sumber tegangan yang sesuai, dapat digunakan sebagai motor. Kerja motor terjadi apabila sebatang penghantar yang dialiri arus ditempatkan di dalam medan magnet. Gaya yang terjadi akan menghasilkan torsi atau menyebabkan timbulnya putaran bila penghantar tersebut bebas berputar.

Besarnya torsi

Besarnya gaya yang terjadi tergantung pada besarnya kerapatan fluksi, arus pada penghantar dan panjang penghantar yang berada di dalam medan magnet.

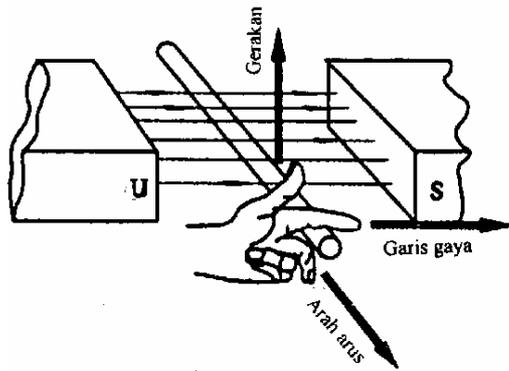
Besarnya gaya dapat dihitung sebagai berikut :

Hitung Torsi jika gaya yang dihasilkan adalah 1,4 Newton dan jarak dari penghantar ke titik pusat perputaran adalah 0,15 meter.

Jawaban : _____

Arah torsi

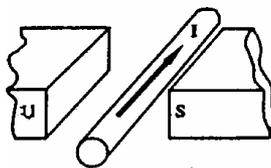
Hubungan yang ada antara arus pada penghantar, medan magnet dan arah gaya ditentukan oleh peraturan tangan kiri Flemming. Ini adalah peraturan yang digunakan bila mesin bekerja sebagai motor.



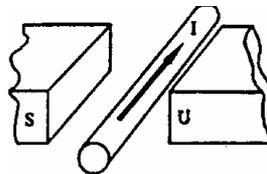
Hubungan pada peraturan tangan kiri Flemming

Latihan 1.7

Lengkapilah masing-masing gambar berikut ini dengan menggunakan peraturan tangan kiri Flemming.

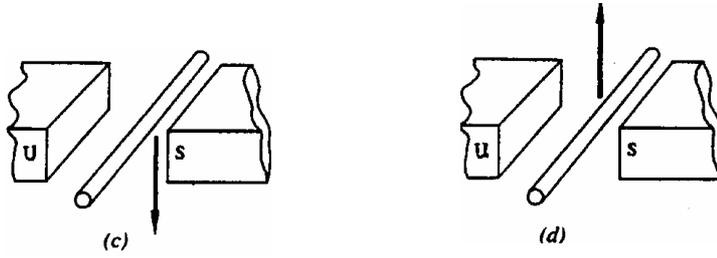


(a)

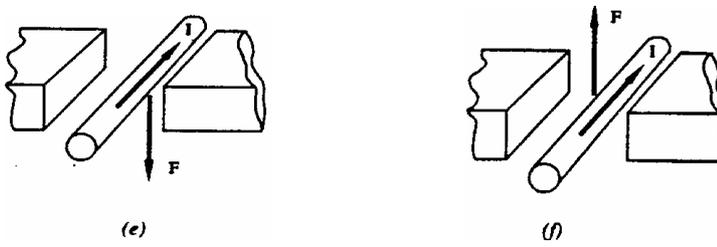


(b)

Untuk (a) dan (b) beri petunjuk arah gerakan penghantar.



Untuk (c) dan (d) beri petunjuk arah aliran arus pada penghantar.



Untuk (e) dan (f) beri tanda polaritas magnet.

The diagram shows a wire between two magnets labeled 'U' and 'S'. A curved arrow above the wire is labeled 'rotation' and points clockwise. A dot in the center of the wire indicates current flowing out of the page.

Untuk motor diatas berputar searah putaran jarum jam, beri tanda :

- (a) arah arus yang melalui penghantar jangkar
- (b) gambar bentuk medan disekitar penghantar jangkar
- (c) gambar bentuk medan antara kutub-kutub magnet.

Kegiatan Belajar 2

PRINSIP KERJA DAN JENIS GENERATOR DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan tentang komutasi dan persaratan komutasi tanpa bunga api
2. Menggambarkan pengaruh reaksi jangkar dan penggunaan lilitan untuk mengurangi pengaruh reaksi jangkar tersebut
3. Menyebutkan jenis-jenis generator DC
4. Menggambarkan diagram skematik generator shunt dan kompon
5. Melukiskan karakteristik hubung terbuka generator penguat terpisah.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. Unit 1 dari modul ini.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70

Materi

Prinsip Kerja Generator

Komutasi

Tegangan yang dibangkitkan pada penghantar jangkar generator DC adalah ggl arus bolak-balik. Arus jangkarnya juga adalah arus bolak-balik dan harus dibalik untuk mempertahankan output yang searah untuk dihubungkan dengan beban. Pembalikan arah arus jangkar ini disebut “komutasi”. Lamel-lamel komutator dan sikat-sikat merupakan bagian yang berpengaruh pada komutasi.

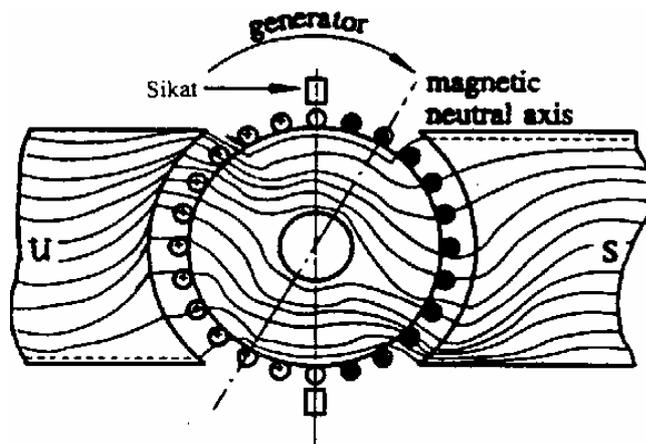
Komutasi yang baik (tanpa bunga api)

Pemilihan bahan untuk sikat dan penempatan sikat-sikat pada komutator terhadap medan magnet dan garis netral axis akan memperkecil dan mungkin menghapuskan, bunga api komutator. Faktor lainnya seperti induktansi kumparan, kekurangan tegangan pada satu kumparan dan lebar sikat memberikan pengaruh pada komutasi.

Kutub bantu

Dimana keadaan beban yang berubah-ubah, arus jangkar bervariasi menyebabkan distorsi medan magnet dan perubahan garis netral medan utama.

Kejadian ini dikenal sebagai reaksi jangkar. Hal ini menyebabkan timbulnya bunga api pada komutator yang tidak dapat diatasi dengan pergerakan fisik posisi sikat-sikat. Kutub bantu digunakan dalam keadaan ini untuk mempertahankan secara efektif posisi garis netral dan dengan menganggap posisi sikat tetap.



Pengaruh medan jangkar terhadap medan utama

Lilitan kompensasai

Lilitan kompensasi memperkecil pengaruh reaksi jangkar. Lilitan ini hanya terdapat pada mesin-mesin yang besar.

Jenis Generator

Medan magnet yang diperlukan oleh suatu generator dapat dibuat dari magnet permanen atau magnet listrik. Karena dalam prakteknya terdapat keterbatasan dari ukuran dan kekuatannya, maka pemakaian magnet permanen juga terbatas. Magnet listrik selalu digunakan sebagai sistem medan magnet pada generator dan motor DC ukuran besar.

Karena ggl induksi dalam penghantar jangkar tergantung pada kuat medan magnet pada celah udara, ggl yang dibangkitkan mudah dikontrol dengan cara mengatur arus dalam kumparan medan.

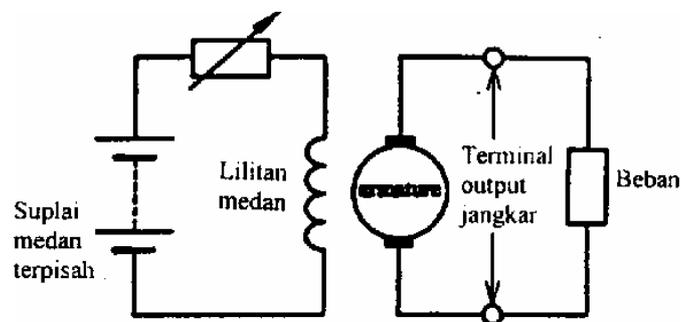
Berdasarkan sumber arus yang diberikan untuk penguat medan magnet, maka generator dapat diklasifikasikan menjadi :

- ? **generator penguat terpisah**
- ? **generator penguat sendiri**

Generator penguat terpisah

Cara yang sederhana untuk memberikan penguatan medan magnet sebuah generator DC adalah dengan menghubungkannya pada sumber DC dari luar.

Seperti ditunjukkan pada diagram di bawah, sebuah tahanan variable rheostat untuk medan magnet biasanya dihubungkan seri dengan lilitan medan untuk mengontrol ggl yang dibangkitkan dengan mengatur arus medan magnet.

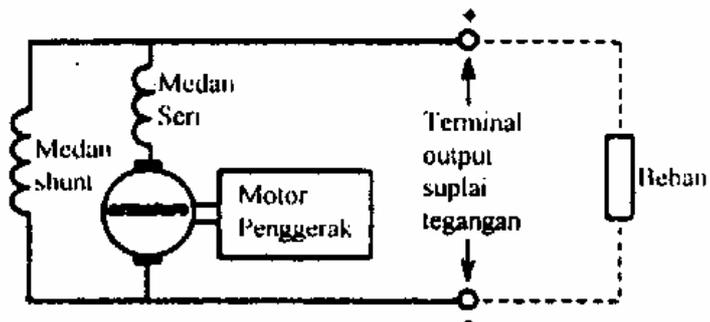


Generator penguat terpisah

Generator penguat sendiri

Generatot penguat sendiri adalah generator yang arus penguat medannya disuplai dari generator itu sendiri. Cara menghubungkan kumparan medan terhadap jangkar, memberikan ciri-ciri jenis generator penguat sendiri. Jenisnya adalah :

- ? hubungan shunt
- ? hubungan seri
- ? hubungan kompon



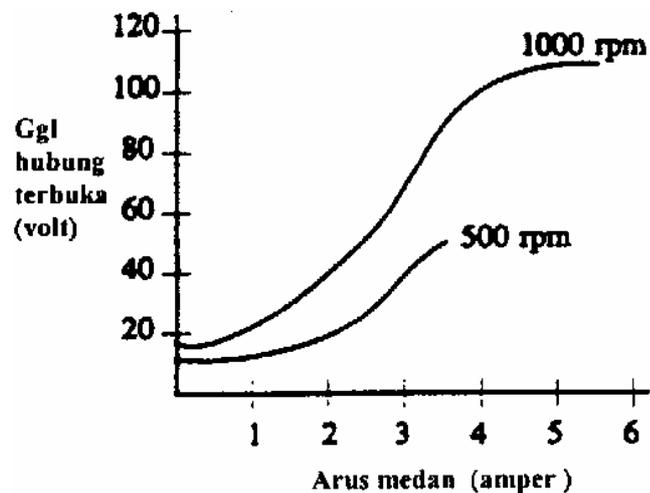
Generator penguat sendiri

Karakteristik rangkaian terbuka

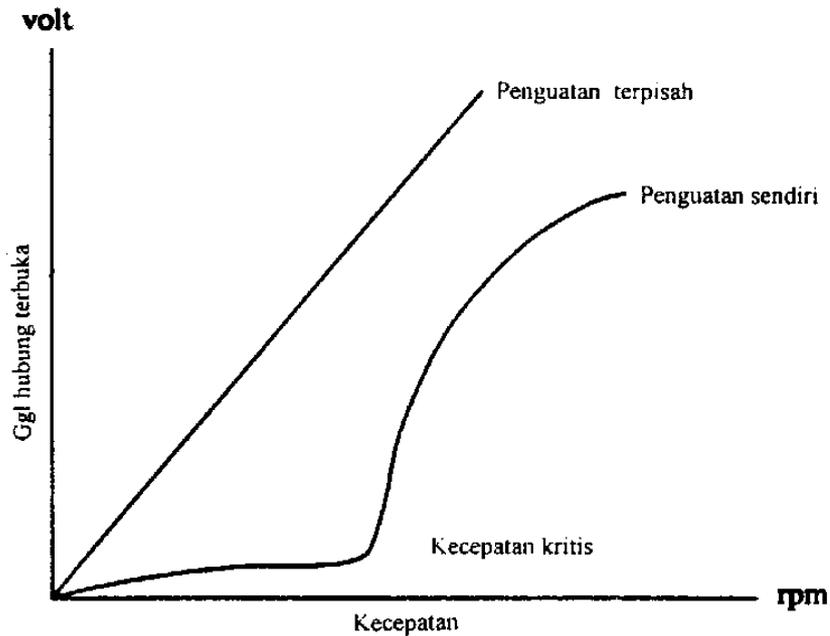
Tegangan sebuah generator berbanding lurus dengan arus medan dan kecepatan putaran jangkar sedangkan besaran lainnya tetap berdasarkan perencanaan.

$$E_g \propto n$$

Untuk kecepatan konstan dan arus medan yang variabel karakteristik tegangan generator adalah seperti yang ditunjukkan diagram di bawah:



Untuk arus medan yang konstan dan kecepatan putaran jangkar yang variabel, karakteristik tegangan generator seperti yang ditunjukkan diagram dibawah :



TUGAS PRAKTEK 1

Faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan terminal generator

Tugas

Menyelidiki pengaruh arah putaran, variasi putaran dan variasi fluksi medan magnet pada rangkaian terbuka generator DC.

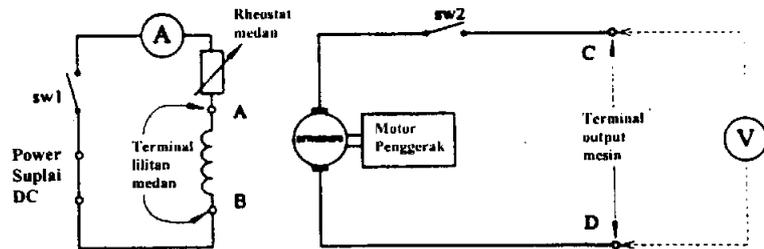
Peralatan

Mesin DC	Type _____	
Penggerak mula variable kecepatan	Type _____	
Ampermeter	Type _____	Range _____
Digital voltmeter	Type _____	Range _____
Saklar	Type _____	
Rheostat	Type _____	
Power Suplai DC variable	Type _____	
Kabel penghubung	Type _____	

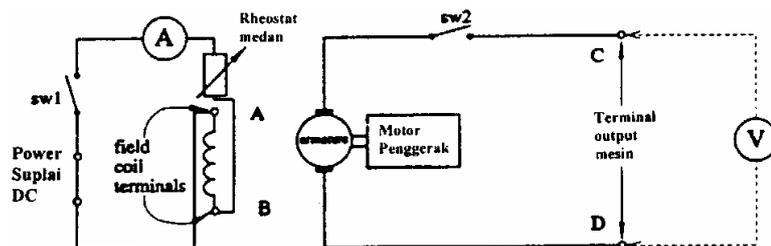
Langkah 1 : Polaritas terminal - sebagai pengaruh dari polaritas medan magnet

1. Hubungkan peralatan seperti ditunjukkan dalam diagram berikut ini.

Catatan: Power suplai DC dihubungkan dengan kumparan medan dimana terminal A positif dan B negatif.



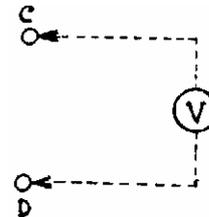
2. Pada diagram diatas beri tanda dengan anak panah arah arus yang melalui kumparan medan. Jangan hubungkan power suplai.
3. Dengan SW1 terbuka atur power suplai DC pada nol volt dan rheostat medan magnet pada tahanan maksimum.
4. Jalankan motor penggerak dan atur putaran sampai _____ rpm.
5. Hidupkan power suplai dan atur tegangan pada nilai _____ volt.
6. Tutup SW1 dan perlahan atur arus medan pada nilai _____ amper.
7. Tutup SW2 dan catat seperti pada diagram, tegangan output mesin dan polaritas terminal C dan D (volt meter digital akan menunjukkan nilai dan polaritas tegangan).
8. Buka SW1 dan SW2, matikan power suplai dan hentikan kerja motor penggerak.
9. Hubungkan kembali peralatan seperti diagram dibawah dengan hanya merubah sambungan kumparan medan magnet.



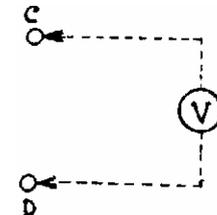
10. Ulangi langkah 2 sampai 8. Dari diagram diatas tunjukkan arah arus, besar dan polaritas tegangan.

Langkah 2 : Polaritas terminal sebagai pengaruh dari arah putaran.

1. Hubungkan peralatan seperti langkah 1 pada prosedur 1.
2. Hidupkan power suplai DC dan lakukan pegaturan sehingga arus medan memberikan harga _____ amper.
3. Jalankan motor penggerak.
4. Catat arah putaran searah atau berlawanan jarum jam. _____
5. Tutup SW2 dan catat tegangan output dan polaritas terminal C dan D pada diagram disamping.



6. Buka SW2 dan hentikan motor penggerak.
7. Jalankan motor penggerak pada arah yang berlawanan dan ulangi langkah 4 sampai 6. Tunjukkan tegangan dan polaritas pada diagram disamping.



Langkah 3 : Besarnya tegangan terminal - berdasar variasi putaran.

1. Hubungkan peralatan seperti langkah 1 pada prosedur 1.
Catatan : Dalam hal ini peralatan mungkin masih terhubung.
2. Hidupkan power suplai dan atur tegangan hingga _____ volt.
3. Tutup SW1 dan perlahan atur arus medan hingga _____ amper.
4. Jalankan motor penggerak dan atur putaran hingga _____ rpm. Catat nilai ini pada lajur 1 dalam tabel di bawah.
5. Tutup SW2 dan catat tegangan terminal output mesin sesuai dengan kecepatan putaran diatas pada tabel di bawah.

<i>lajur</i>	<i>Kecepatan</i>	<i>Tegangan</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

6. Naikkan putaran dalam tiga langkah dan catat tegangan sesuai putaran pada tiap langkah dalam tabel diatas.
7. Turunkan putaran pada harga seperti langkah 5 dan catat nilai ini pada lajur 5 tabel diatas. Catat juga nilai tegangannya.
8. Ulangi langkah 7 dengan variasi penurunan kecepatan.
9. Buka semua saklar, matikan power suplai dan hentikan motor penggerak.

Langkah 4 : Besarnya tegangan terminal - dengan variasi kuat medan.

1. Hubungkan peralatan seperti langkah 1 pada prosedur 1.
Catatan : Dalam hal ini peralatan mungkin masih terhubung.
2. Dengan power suplai posisi off, atur rheostat pada posisi kira-kira menunjukkan setengah dari nilai tahanannya.
3. Hidupkan power suplai dan atur tegangan hingga _____ volt.
4. Jalankan motor penggerak dan atur putaran hingga _____ rpm.
5. Tutup SW1 dan SW2 dan catat arus medan dan tegangan output pada lajur 1 dalam tabel di bawah.

<i>lajur</i>	<i>arus medan</i>	<i>Tegangan output</i>
1		
2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		

6. Naikkan arus medan dalam tiga tahapan dan catat nilai ini beserta tegangan outputnya dalam tabel diatas.
7. Atur arus medan hingga sama dengan nilai pada lajur 1 tabel diatas. Catat nilai ini pada lajur 5.
8. Ulangi langkah 6 dengan menurunkan arus medan.
9. Buka semua saklar, matikan power suplai dan hentikan motor penggerak.
10. Lengkapi tugas praktek ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini.
 - (a) Apa pengaruh pembalikan polaritas medan magnit terhadap tegangan yang dibangkitkan?

- (b) Apa pengaruh pembalikan arah putaran terhadap tegangan yang dibangkitkan?

- (c) Apa pengaruhnya terhadap tegangan yang dibangkitkan sebagai akibat perubahan putaran?

- (d) Jelaskan apa yang terjadi pada tegangan output generator DC yang bekerja pada putaran nominalnya, jika terjadi rangkaian terbuka pada sistem medan magnitnya.

Kegiatan Belajar 3

KARAKTERISTIK LUAR DAN PENGUNAAN GENERATOR DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan cara-cara mengontrol tegangan output
2. Menjelaskan karakteristik beban untuk generator shunt dan kompon
3. Menggambarkan rangkaian ekivalen generator shunt dan kompon
4. Menentukan pemakaian generator DC
5. Menghitung besaran-besaran listrik pada generator DC
6. Menjelaskan bagaimana cara membalik polaritas tegangan pada generator penguat sendiri
7. Menghitung regulasi tegangan pada generator DC.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. Unit 1 dan unit 2 dari modul ini.

Persyaratan Lulus

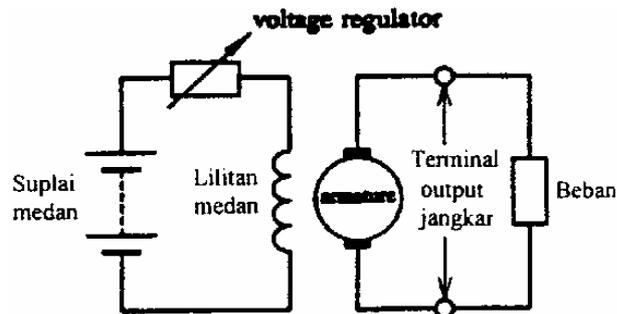
Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70.

Materi

Karakteristik Beban Generator

Generator penguat terpisah

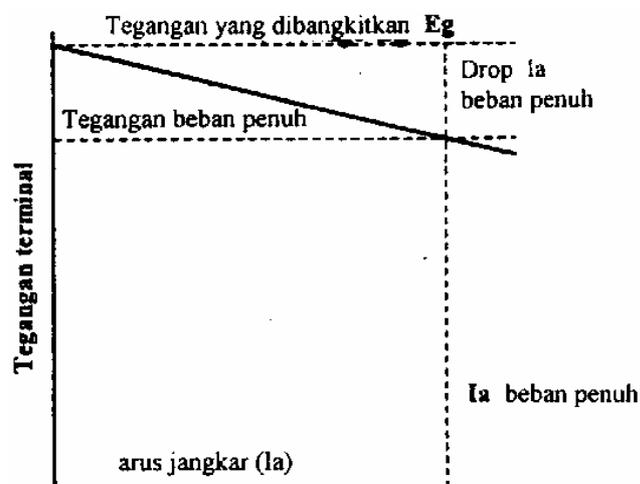
Seperti ditunjukkan pada diagram berikut, tahanan variabel atau rheostat medan magnet biasanya disambungkan seri dengan lilitan medan magnet untuk mengontrol ggl yang dibangkitkan dengan mengatur arus medan magnet.



Kontrol tegangan dgn arus medan

Karakteristik luar atau karakteristik beban sebuah generator adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara tegangan terminal dan arus beban. Gambar disamping menunjukkan bahwa dengan dinaikkannya beban, tegangan terminal turun sedikit demi sedikit dan teratur. Hal ini terjadi karena :

- ? berkurangnya fluksi per kutub yang disebabkan reaksi jangkar
- ? drop tegangan pada jangkar yang disebabkan oleh tahanan lilitan jangkar dan tahanan sikat-sikat.



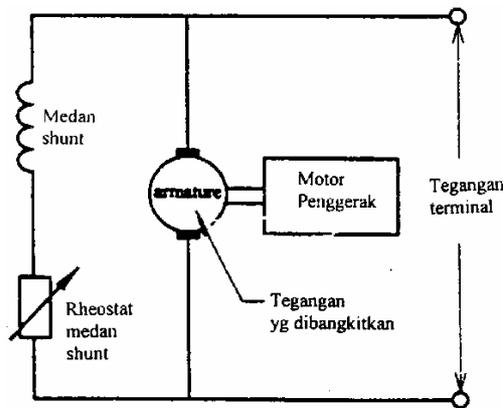
Tegangan terminal/ arus beban (jangkar) mesin penguat terpisah

Pemakaiannya

Generator penguat terpisah digunakan dalam keadaan dimana lebih cocok menjalankan penguat medan dengan tegangan yang berbeda dengan tegangan yang dibangkitkan pada jangkar. Hal ini memungkinkan pengaturan tegangan output lebih teliti dimana arus penguat medan tidak dipengaruhi oleh kecepatan dan beban.

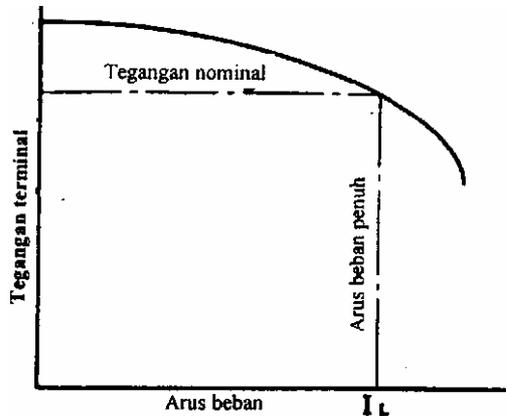
Generator shunt penguat sendiri

Tegangan generator shunt dikontrol dengan tahanan variabel yang dihubungkan seri dengan medan. jika tahanan dinaikkan arus medan turun menyebabkan tegangan output juga turun.



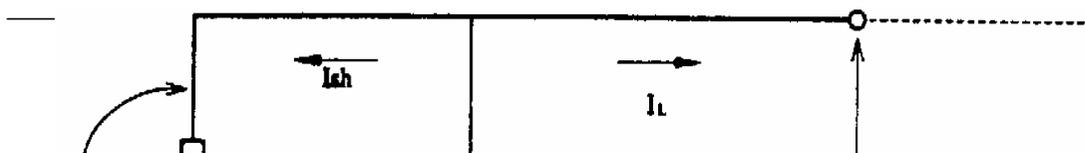
Generatot shunt dengan pengatur tegangan

Drop tegangan terminal yang disebabkan kenaikan beban, lebih besar dibanding generator penguat terpisah karena arus medan juga turun bersamaan turunnya tegangan. Jika dicoba menaikkan beban generator melebihi batasnya, tegangan terminal akan turun secara cepat.



Tegangan terminal / arus beban(jangkar)

Rangkaian ekivalen dari generator hubungan shunt ditunjukkan dibawah ini:



Rangkaian ekivalen

Hubungan kelistrikan rangkaian dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_t = E_g - I_a.R_a$$

dan

$$I_L = I_a - I_{sh}$$

Latihan 3.1

Lengkapi daftar berikut ini berdasarkan rangkaian ekivalen di atas.

R_{sh} melambangkan _____

I_{sh} melambangkan _____

E_g melambangkan _____

I_a melambangkan _____

R_a melambangkan _____

I melambangkan _____

V_t melambangkan _____

R_L melambangkan _____

Latihan 3.2

Hitung tegangan yang dibangkitkan oleh sebuah generator shunt 240 volt yang mempunyai daya output 9,6 kW. Tahanan medan shunt 120 ohm dan tahanan rangkaian jangkar 0,05 ohm.

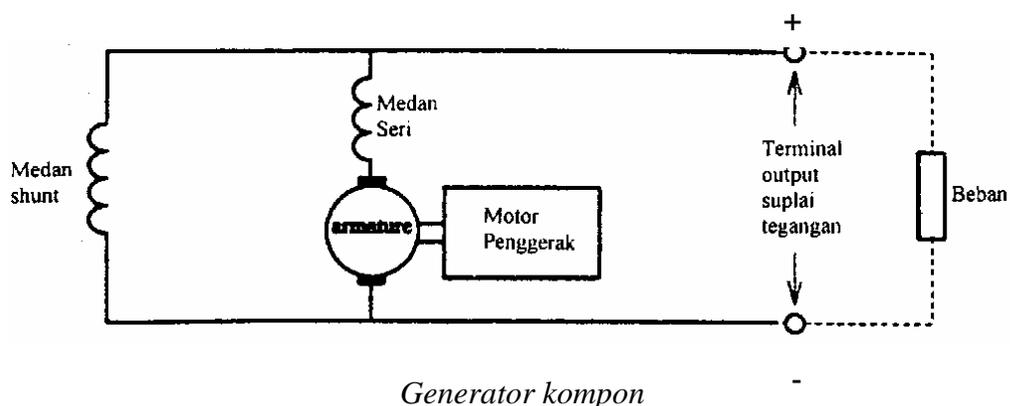
Jawaban : _____

Pemakaian generator shunt

Generator shunt digunakan untuk pengisi batere, penerangan, elektoplating atau untuk beban yang memerlukan perubahan tegangan sangat sedikit.

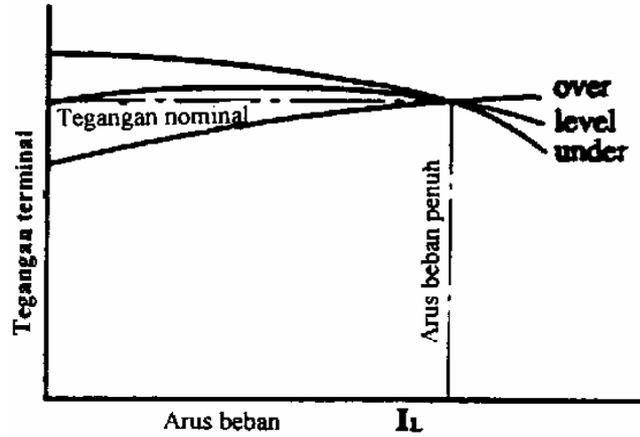
Generator kompon penguat sendiri

Generator kompon biasanya menggunakan rheostat medan untuk mengatur tegangan terminal sama halnya seperti generator shunt.. Namun demikian sebuah diverter dapat digunakan dan diparalel dengan lilitan seri untuk mengatur nilai gabungannya.



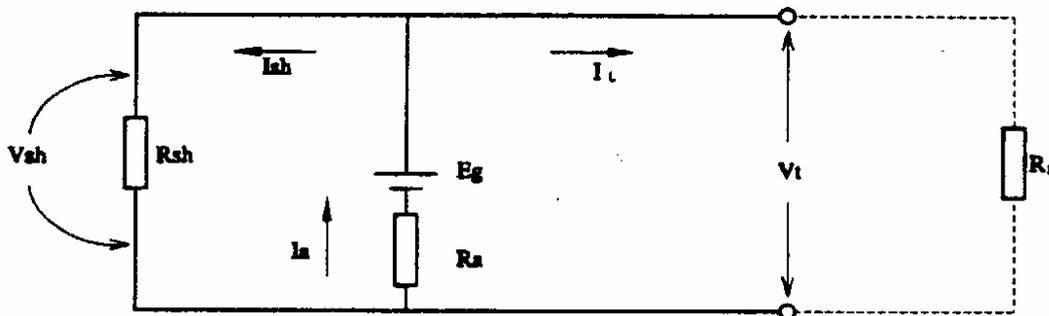
Kompon yang terjadi sebagai akibat pengaruh medan seri yang memperkuat pengaruh medan shunt disebut kompon kumulatif dan kompon yang memperlemah pengaruh medan shunt disebut kompon differensial. Nilai kompon tergantung pada jumlah lilitan seri yang dililitkan pada inti kutub.

Generator kompon kumulatif memanfaatkan lilit-ampere medan seri untuk mengatur tegangan terminal pada setiap perubahan beban secara otomatis. Medan seri dialiri arus jangkar, dan medan ini menjadi kuat apabila beban naik.



Karakteristik generator kompon

Rangkaian ekivalen generator kompon ditunjukkan dibawah ini.



Rangkaian ekivalen

Hubungan kelistrikan rangkaian dapat dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$V_t = E_g - I_a (R_a + R_{se}) \text{ volt}$$

dan

$$I_L = I_a - I_{sh}$$

Latihan 3.3

Hitung arus jangkar dan tegangan yang dibangkitkan oleh generator kompon shunt panjang bila sedang mensuplai beban 120 kW pada tegangan 240 volt. Tahanan jangkar 0,04 ohm, tahanan medan seri 0,05 ohm dan tahanan medan shunt 50 ohm.

Jawaban : _____

Pemakaian generator kompon kumulatif

Kompon-datar (plat) : Digunakan bila beban dekat dengan generator, dimana tidak terjadi drop tegangan jala-jala.

Kompon-lebih : digunakan untuk mensuplai tegangan DC yang jaraknya cukup jauh dimana terjadi drop tegangan pada jala-jala.

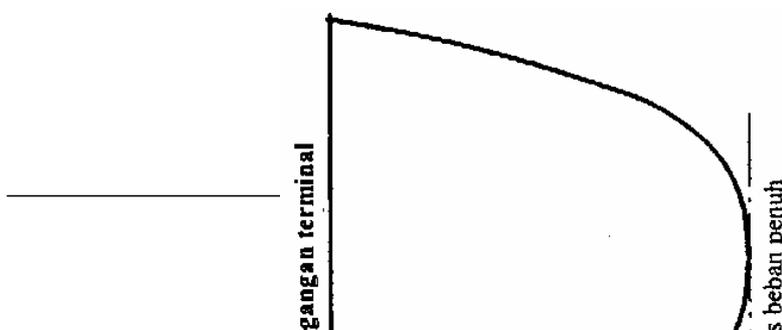
Kompon-kurang : tidak digunakan sebagai generator dan lebih tepat pemakaiannya untuk motor.

Pemakaian - Generator kompon differensial

Generator kompon differensial

digunakan untuk pemakaian dimana diinginkan untuk membatasi output mesin secara otomatis.

Sebagai contoh, yang pasti pada sistem pengelasan diperlukan arus yang konstan pada tegangan yang berubah-ubah. Hal ini menjamin tegangan hubung terbuka yang relatif tinggi diikuti dengan tegangan saat berbeban yang relatif rendah untuk kelangsungan proses pengelasan.



Karakteristik beban generator kompon differensial

Pengaruh pembalikan putaran pada generator

Jika generator penguat terpisah dijalankan dengan arah putaran terbalik, maka polaritas tegangan outputnya pun terbalik. Polaritas semula dapat dikembalikan dengan membalik arah arus pada medan magnit.

Jika generator penguat sendiri dijalankan dengan putaran terbalik ia akan gagal membangkitkan tegangan karena magnit sisa yang ada pada inti medan menjadi hilang. Untuk menghindari ini sebelumnya hubungan rangkaian jangkar harus dirubah. Harus diperhatikan bahwa kutub bantu merupakan bagian dari rangkaian jangkar.

Pada generator kompon perlu mengubah hubungan kedua lilitan medan magnitnya, karena itu lebih mudah membalik rangkaian jangkar.

Regulasi tegangan Generator arus searah

Regulasi tegangan generator DC adalah perbandingan, yang dinyatakan sebagai persentase perbedaan antara tegangan beban-nol dan tegangan beban penuh terhadap tegangan beban penuh. Persentase regulasi menunjukkan kemampuan generator untuk mempertahankan tegangan terminal pada saat beban penuh.

$$\% \text{ Reg.} = \frac{E_g - V_t}{V_t} \times 100$$

dimana: % Reg = persen regulasi

E_g = tegangan terminal beban nol

V_t = tegangan terminal beban penuh

Latihan 3.4

Hitung regulasi tegangan generator yang bekerja pada tegangan 240 V, jika tegangan beban nolnya adalah 260 V.

Jawaban : _____

TUGAS PRAKTEK 2

Karakteristik luar generator

Tugas

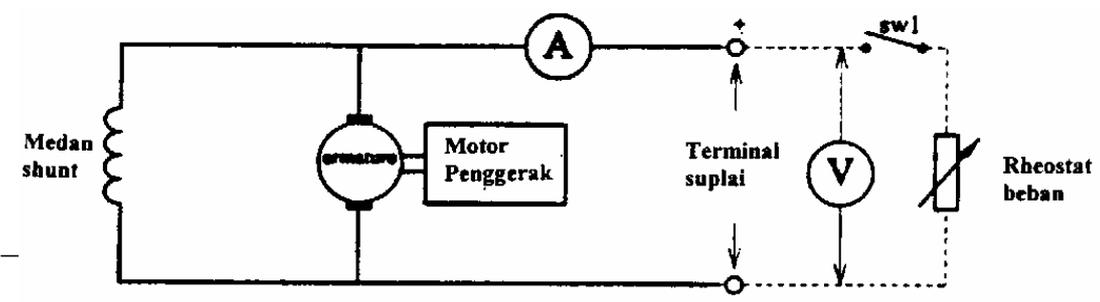
Menghubungkan dan menguji karakteristik luar generator shunt dan generator kompon.

Peralatan

Mesin DC	Type _____	
Penggerak mula	Type _____	
Ampermeter	Type _____	Range _____
Voltmeter	Type _____	Range _____
Rheostat	Type _____	
Alat ukur kecepatan	Type _____	Range _____
Kabel penghubung		

Langkah 1 : Karakteristik luar generator shunt.

1. Hubungkan peralatan seperti ditunjukkan dalam diagram berikut ini.



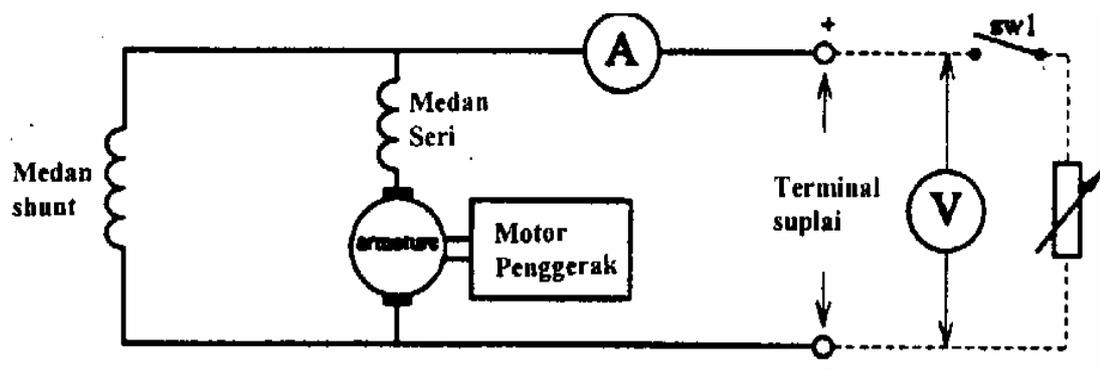
2. Jalankan motor penggerak dan atur kecepatan hingga mencapai putaran nominal generator.
3. Tutup saklar SW1 dan rheostat beban hingga generator mensuplai arus beban penuh dan catat pada tabel di bawah.
4. Ukur tegangan terminal dan catat nilainya pada tabel di bawah untuk tegangan pada arus beban penuh.
5. Atur beban dalam 4 langkah untuk mendapatkan harga-harga arus beban seperti ditunjukkan tabel di bawah dan pada tiap langkah catat tegangan terminal yang sesuai dengan arus bebannya. Langkah yang terakhir adalah pada beban nol.

<i>Arus beban</i> I	<i>Tegangan terminal</i> V_t
$I_{fl} =$	
$I_{nl} =$	

6. Buka SW1 dan hentikan kerja motor penggerak.

Langkah 2 : Karakteristik generator kompon

1. Hubungkan peralatan seperti diagram dibawah :



2. Jalankan motor penggerak dan atur kecepatan hingga mencapai putaran nominal generator.
3. Tutup saklar SW1 dan rheostat beban hingga generator mensuplai arus beban penuh dan catat pada tabel di bawah.
4. Ukur tegangan terminal dan catat nilainya pada tabel di bawah untuk tegangan pada arus beban penuh.
5. Atur beban dalam 4 langkah untuk mendapatkan harga-harga arus beban seperti ditunjukkan tabel di bawah dan pada tiap langkah catat tegangan terminal yang sesuai dengan arus bebannya. Langkah yang terakhir adalah pada beban nol.

<i>Arus beban</i> I	<i>Tegangan terminal</i> V_t
$I_{fl} =$	
$I_{nl} =$	

6. Buka SW1 dan hentikan kerja motor penggerak.
7. Lengkapi tugas praktek dengan menyelesaikan latihan berikut ini.

(a) Pada aksis berikut ini lukiskan kurva karakteristik luar untuk masing- masing generator. Gunakan data hasil percobaan / prosedur 1 dan 2.



25 % 50 % 75 % 100 %
Arus beban

- (b) Hitung persen regulasi masing-masing generator.

Generator shunt

Jawaban : _____

Generator kompon

Jawaban : _____

- (c) Faktor apa yang menyebabkan tegangan turun pada saat beban dinaikkan?

- (d) Mengapa generator kompon mempunyai regulasi yang lebih baik daripada generator shunt?

Kegiatan Belajar 4

PRINSIP KERJA DAN JENIS-JENIS MOTOR DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan prinsip kerja motor DC
2. Menentukan pengaruh dan harga ggl lawan yang dihasilkan motor DC
3. Menjelaskan terbangkitnya torsi pada motor DC
4. Menyebutkan beberapa pengaruh reaksi jangkar pada motor DC
5. Menggambarkan diagram rangkaian jenis-jenis motor DC
6. Menggambarkan diagram ekivalen tiap jenis motor DC.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. Unit 1 dan unit 2 dari modul ini.

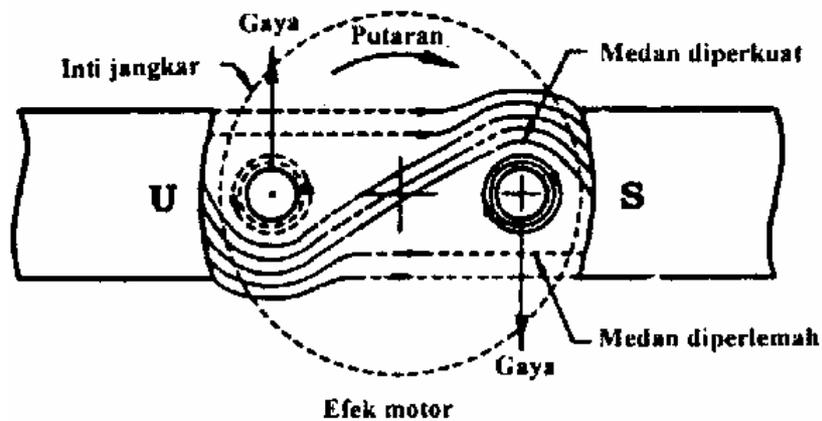
Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70.

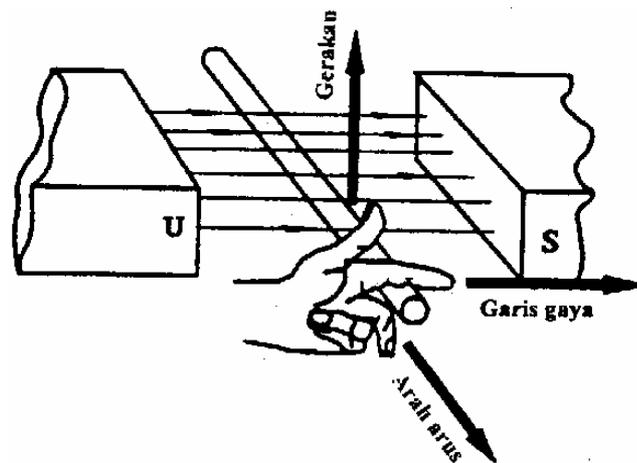
Prinsip kerja dan jenis-jenis motor DC

Kerja motor

Jika penghantar yang dialiri arus listrik ditempatkan di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya pada tiap sisi-sisi penghantar. Hal ini menyebabkan putaran dan dikenal sebagai aksi/kerja motor.



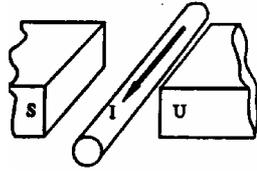
Hubungan yang terdapat antara arus pada penghantar, medan magnet dan arah gaya ditentukan dengan menggunakan peraturan tangan kiri Flemming.



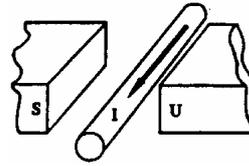
Peraturan tangan kiri Flemming

Latihan 4.1

Lengkapilah masing-masing gambar berikut ini dengan menggunakan peraturan tangan kiri Fleming.

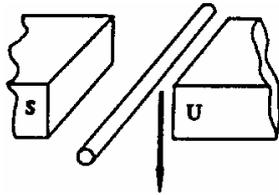


(a)

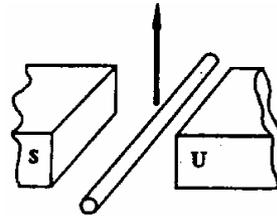


(b)

Untuk (a) dan (b) tunjukkan arah gerakan penghantar.

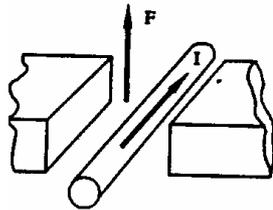


(c)

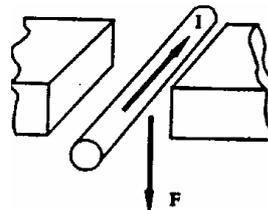


(d)

Untuk (c) dan (d) tunjukkan arah arus yang melalui penghantar.

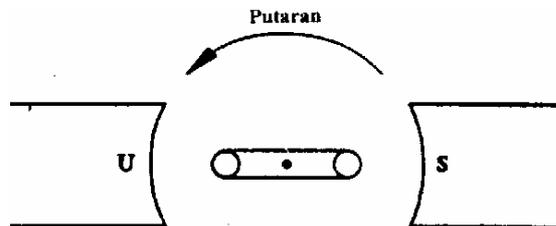


(e)



(f)

Untuk (e) dan (f) tunjukkan polaritas magnet.



Pada motor di atas untuk putaran searah jarum jam, tandai :

- (a) arah arus yang melalui penghantar jangkar
- (b) gambar pola medan magnet disekeliling penghantar jangkar
- (c) gambar pola medan magnet diantara kutub-kutub.

Sejara setelah penghantar jangkar berputar, memotong fluksi medan magnit, dan timbul ggl induksi. Ggl induksi ini bekerja dengan arah yang menentang ggl yang diberikan. Ggl yang diinduksikan didalam jangkar motor disebut ggl lawan.

Ggl lawan pada motor ini mempunyai harga yang sama seperti halnya jangkar mesin yang diputar pada kecepatan yang sama sebagai generator pada kondisi kemagnitan medan yang sama, sehingga ggl lawan ini berbanding lurus dengan fluksi dan kecepatan.

$$E_g = k \cdot \Phi \cdot n \text{ volt}$$

Arus jangkar

Karena tegangan pemakaian dan ggl lawan berlawanan arah satu sama lain, jumlah tegangan pada jangkar adalah selisih dari kedua tegangan ini. Dengan demikian arus jangkar dapat dihitung dengan persamaan :

$$I_a = \frac{V_t - E_g}{R_a} \text{ amper}$$

Dimana :

$$I_a = \text{ arus jangkar}$$
$$V_t = \text{ tegangan terminal}$$
$$E_g = \text{ ggl lawan}$$
$$R_a = \text{ tahanan jangkar}$$

Jika ggl lawan turun, arus naik dan sebaliknya. Ggl lawan dapat diatur dengan mengubah medan magnit dan/atau dengan mengubah kecepatan motor.

Jika fluksi medan motor DC diturunkan dengan mengatur rheostat medan, bagaimanakah pengaruhnya terhadap motor? Lingkari jawaban yang benar.

- ggl lawan : naik atau turun
arus jangkar : naik atau turun
kecepatan motor : naik atau turun

Torsi

Torsi yang dibangkitkan jangkar berbanding lurus dengan fluksi kutub dan arus jangkar. Hubungan antara torsi dan kecepatan dapat ditentukan dari persamaan :

$$P_{out} = \frac{2\pi nT}{60} \text{ watt}$$

- Dimana : P_{out} = Daya mekanik output
 n = kecepatan putaran motor dalam rpm
 T = torsi dalam Newton-meter

Latihan 4.3

Hitung daya output motor DC shunt yang menghasilkan torsi 50 Nm pada kecepatan putaran 1500 rpm.

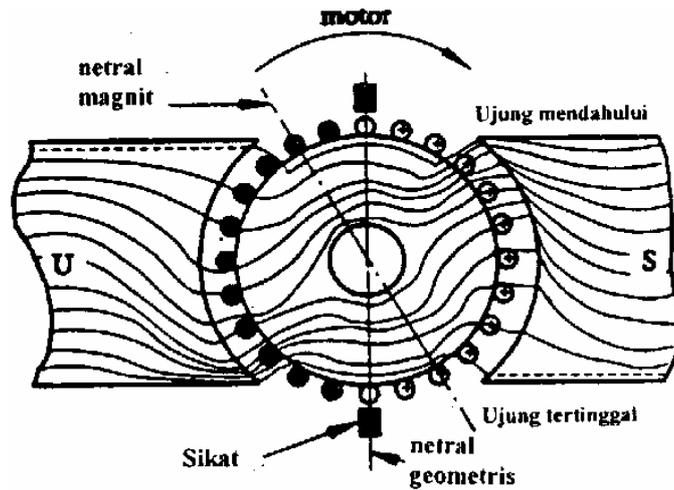
Jawaban : _____

Reaksi jangkar

Pengaruh reaksi jangkar pada motor DC adalah menurunkan fluksi yang diperlukan ketika beban dinaikkan.

Reaksi jangkar mempunyai pengaruh terhadap komutasi dan menyebabkan timbulnya bunga api.

Pada umumnya untuk memperbaiki komutasi dapat dilakukan dengan menggeser posisi sikat atau melengkapi motor dengan kutub bantu.



Kedudukan medan magnet pada motor DC

Jika kutub bantu dipasang pada motor polaritasnya adalah berlawanan terhadap kutub utama berikutnya menurut arah putaran motor.

Latihan 4.4

Pada diagram dibawah tunjukkan polaritas kutub bantu.

Klasifikasi motor DC

Seperti telah dijelaskan pada unit 1 dari modul ini, mesin DC dapat dioperasikan apakah sebagai generator atau sebagai motor. Perbedaannya hanya pada jenis tutup/pelindung yang ditentukan oleh lingkungan kerja dimana motor dipasang. Motor DC juga diklasifikasikan berdasarkan cara lilitan medan magnitnya dihubungkan terhadap jangkar yaitu :

- ? disambung shunt
- ? disambung seri
- ? disambung kompon

Motor shunt

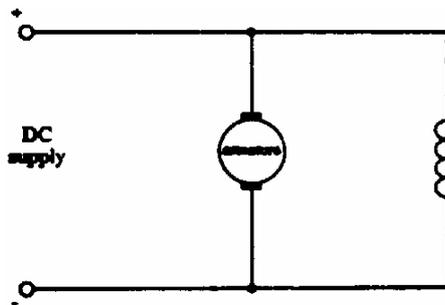
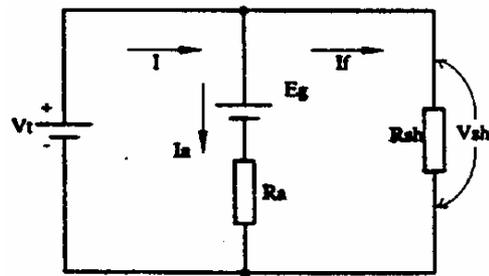


Diagram rangkaian



Rangkaian ekivalen

Latihan 4.5

Lengkapi daftar berikut menggunakan rangkaian ekivalen motor shunt di atas:

- V_t menyatakan _____
- E_g menyatakan _____
- R_a menyatakan _____
- R_{sh} menyatakan _____
- I menyatakan _____
- I_a menyatakan _____
- I_f menyatakan _____

Motor seri

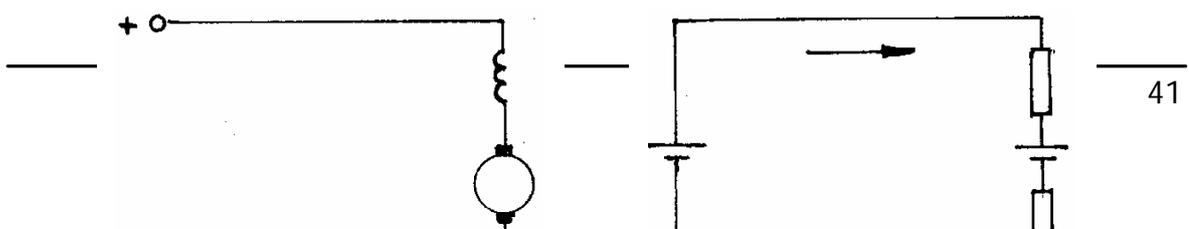


Diagram rangkaian

Rangkaian ekivalen

- ? R_{se} menyatakan tahanan medan seri
- ? I adalah arus rangkaian secara umum.

Latihan 4.6

Dengan menggunakan rangkaian ekivalen motor seri di atas, tentukan persamaan untuk V_t .

$V_t = \text{_____} \text{ volt}$

Motor kompon

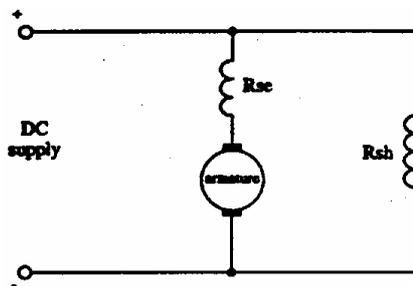
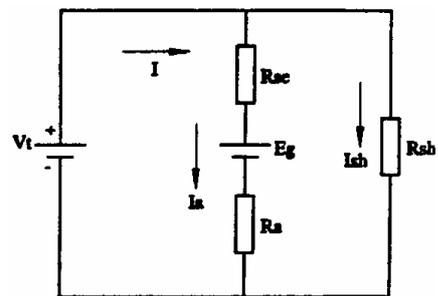


Diagram rangkaian



Rangkaian ekivalen

Latihan 4.7

Dengan menggunakan rangkaian ekivalen motor kompon seperti ditunjukkan di atas tentukan persamaan untuk :

(a) Hubungan tegangan antara suplai dan rangkaian jangkar :

$$V_t = \text{_____} \text{ volt}$$

(b) Hubungan tegangan antara suplai dengan medan shunt:

$$V_t = \text{_____} \text{ volt}$$

(c) Hubungan arus antara suplai dengan rangkaian jangkar dan medan magnet:

$$I_a = \text{_____} \text{ amper}$$

Kegiatan Belajar 5

KARAKTERISTIK DAN PEMAKAIAN MOTOR DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menggambar karakteristik motor DC shunt, motor seri dan motor kompon
2. Membandingkan torsi start untuk masing-masing jenis motor.
3. Menghitung tegangan terminal, arus dan ggl lawan untuk tiap jenis motor
4. menentukan pemakaian tiap jenis motor.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. Kegiatan Belajar 1, 2 dan 4 dari modul ini.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70 .

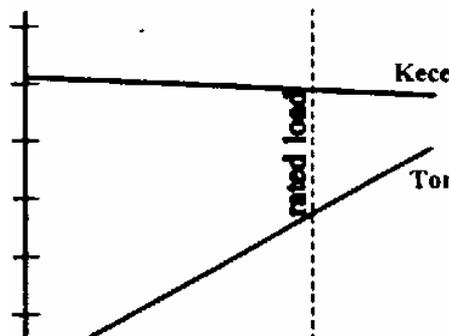
MOTOR SHUNT

Karakteristik torsi dan kecepatan putaran

Untuk tujuan praktis motor shunt dipertimbangkan sebagai mesin yang mempunyai kecepatan konstan pada semua kondisi beban sampai dengan beban penuh. Torsi berbanding lurus dengan perubahan beban untuk harga fluksi medan yang konstan.

$$T \propto I_a$$

Hubungan ini ditunjukkan pada gambar di bawah..



Karakteristik motor shunt

Kondisi kelistrikan

Nilai-nilai kelistrikan motor shunt dapat dihitung dari persamaan :

$$V_t = E_g + I_a \cdot R_a \text{ volt}$$

$$I = I_a + I_{sh} \text{ amper}$$

Latihan 5.1

Hitung ggl lawan yang dibangkitkan oleh motor shunt yang dihubungkan pada tegangan sumber 250 V DC dan mengambil arus sebesar 120 A. Tahanan medan shunt adalah 150 ohm dan tahanan rangkaian jangkar adalah 0,06 ohm.

Jawaban : _____

Pemakaian

Motor shunt sangat sesuai untuk menggerakkan dengan kecepatan konstan seperti penggerak peralatan mesin, kipas angin, blower dan poros-poros yang lurus.

MOTOR SERI

Karakteristik torsi dan kecepatan putaran

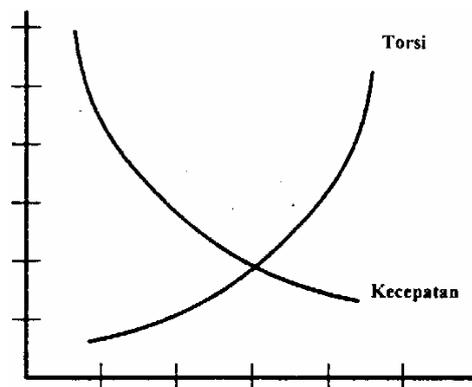
Motor seri mempunyai kecepatan yang tinggi dan torsi yang rendah pada beban ringan dan kecepatan rendah torsi tinggi pada beban yang berat.

Kecepatan motor seri dapat menjadi sangat tinggi jika beban dilepas seluruhnya. Pada kerja normal keadaan seperti ini diusahakan tidak terjadi.

Kenaikan yang cepat dari torsi sebagai akibat kenaikan beban terjadi penguatan secara serempak pada harga fluksi medan dan fluksi jangkar oleh arus rangkaian yang sama.

$$T \propto I_a^2$$

Hubungan ini ditunjukkan pada gambar di bawah.



Karakteristik motor seri

Kondisi kelistrikan

Nilai-nilai kelistrikan untuk motor seri dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_t = E_g + I_a.R_a \text{ volt}$$

$$I = I_a = I_f \text{ amper}$$

Latihan 5.2

Hitung ggl lawan yang dibangkitkan oleh motor seri yang dihubungkan pada tegangan suplai 250 VDC dan mengambil arus 120 A. Tahanan rangkaian jangkar 0,06 ohm.

Jawaban : _____

Pemakaian

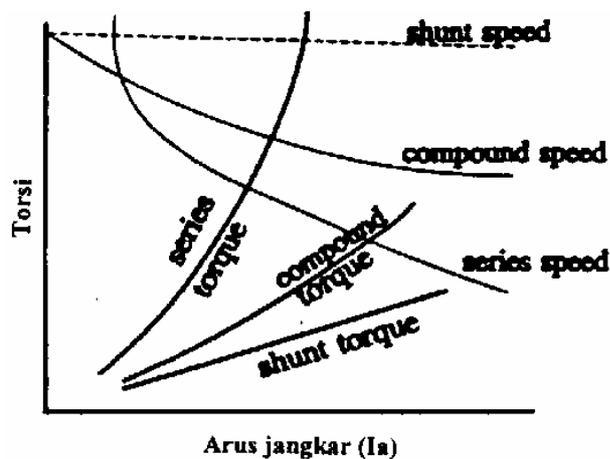
Motor seri digunakan terutama untuk beban yang berubah-ubah secara luas dimana perubahan kecepatan yang ekstrim tidak begitu disukai dan dimana harus selalu ada operator. Motor ini banyak dipakai untuk crane, hoist dan penggerak traksi.

MOTOR KOMPON

Karakteristik torsi dan kecepatan putaran

Sebuah motor kompon adalah menunjukkan gabungan karakteristik motor shunt dan motor seri. Hal ini memperagakan ciri-ciri sifat dari kedua motor.

Gambar di bawah membandingkan kecepatan dan torsi dari ketiga jenis motor .



Karakteristik motor kompon kumulatif

Kondisi kelistrikan

Kondisi kelistrikan motor kompon dapat dihitung dengan cara yang sama dengan motor DC jenis lain

Latihan 5.3

Hitung ggl lawan yang dibangkitkan oleh motor kompon berikut.

<i>Tegangan terminal</i>	:	<i>250 V</i>
<i>Arus jala-jala</i>	:	<i>120 A</i>
<i>Tahanan medan shunt</i>	:	<i>150 ohm</i>
<i>Tahanan medan seri</i>	:	<i>0,06 ohm</i>
<i>Tahanan jangkar dan sikat</i>	:	<i>0,05 ohm</i>

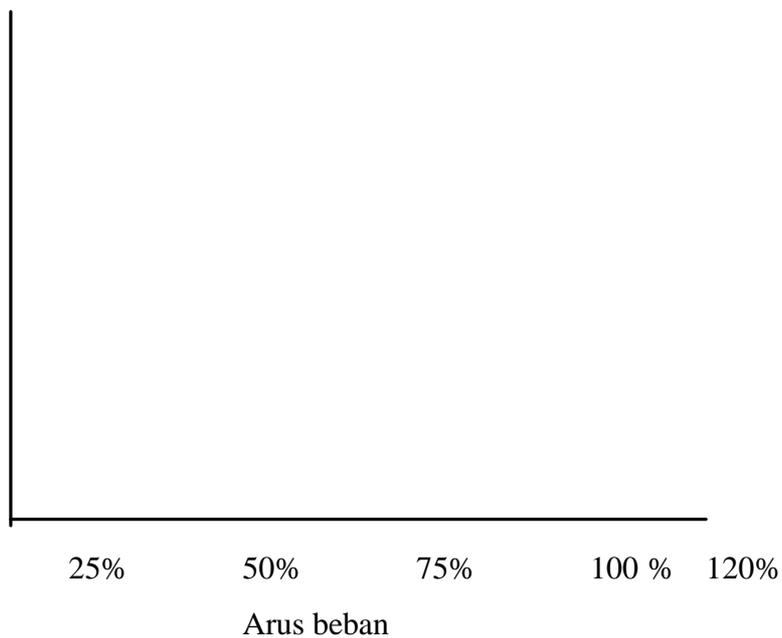
Jawaban : _____

Pemakaian

Motor kompon digunakan untuk mesin penggerak yang memerlukan kecepatan yang hampir konstan dan pada beban-bebab yang tidak menentu atau pemakaian untuk beban berat yang tiba-tiba seperti mesin press, mesin ketam, kompresor dan lift

Beban nol	
Beban penuh	
Beban lebih 20%	

4. Hentikan motor dan kopel beban dengan poros motor.
5. Jalankan kembali motor dan atur beban untuk mendapatkan arus jala-jala serta catat kecepatan motor berdasarkan pada arus pada tiap langkah dalam tabel di atas.
6. Lepaskan rangkaian dan matikan power suplai.
7. Lengkapi tugas praktek dengan menyelesaikan latihan berikut :
 - (a) Lukiskan karakteristik beban-kecepatan dari tabel hasil pengukuran diatas, pada aksis berikut.



- (b) Dengan menggunakan data hasil pengukuran pada tabel, hitung persen regulasi kecepatan motor.

Jawaban : _____

- (c) Jelaskan mengapa motor shunt dianggap sebagai mesin yang mempunyai kecepatan konstan.

- (d) Jelaskan mengapa kecepatan motor shunt hanya turun sedikit ketika beban dinaikkan.

Kegiatan Belajar 6

STARTING, KONTROL KECEPATAN DAN MEMBALIK PUTARAN MOTOR DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan cara-cara mengontrol kecepatan motor DC
2. Menghitung regulasi kecepatan motor DC
3. Membalik arah putaran motor DC
4. Menjelaskan mengapa perlu membatasi arus pada waktu mula jalan / starting motor DC.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. KB 1, 2 , 4 dan 5 dari modul ini.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70.

Materi

Kontrol kecepatan motor

Kontrol kecepatan putaran jangkar motor DC dapat dicapai dengan tiga cara :

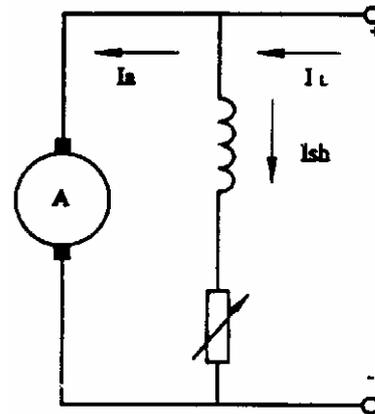
Kontrol arus medan

Kecepatan motor dapat diatur dengan mengubah kuat medan shunt. Sebuah rheostat dapat dihubungkan seri dengan medan shunt untuk memberikan pengaruh sebagai berikut :

- ? menaikkan arus medan
akan menurunkan kecepatan
- ? menurunkan arus medan
akan menaikkan kecepatan

Catatan :

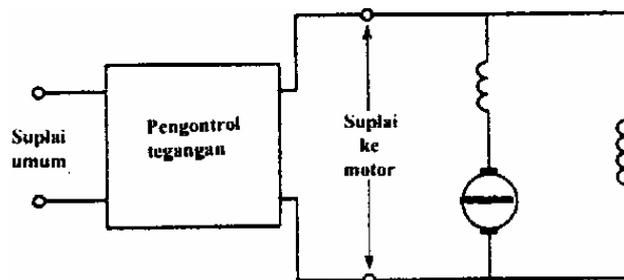
Biasanya motor seri mempunyai diverter medan yaitu sebuah rheostat yang dihubungkan paralel dengan medan.



Kontrol tegangan suplai

Kontrol kecepatan dapat dicapai dengan mengatur tegangan suplai untuk mendapatkan efek sebagai berikut :

- ? menaikkan tegangan suplai
menaikkan kecepatan motor
- ? menurunkan tegangan suplai
menurunkan kecepatan motor



Catatan : Sistem yang modern menggunakan kontrol tegangan elektronik.

Regulasi kecepatan

Persen regulasi kecepatan memberikan indikasi kemampuan motor untuk dapat mempertahankan kecepatannya dari perubahan beban - nol ke beban penuh.

Regulasi kecepatan dapat dihitung dari persamaan:

$$\text{Persen Regulasi} = \frac{n_{NL} - n_{FL}}{n_{FL}} \times 100$$

Dimana : n_{NL} = kecepatan jangkar pada beban nol

n_{FL} = kecepatan jangkar pada beban penuh

Latihan 6.1

Hitung persentase regulasi kecepatan motor DC shunt bila kecepatan beban -nol 1500 rpm turun menjadi 1440 rpm pada beban penuh.

Jawaban : _____

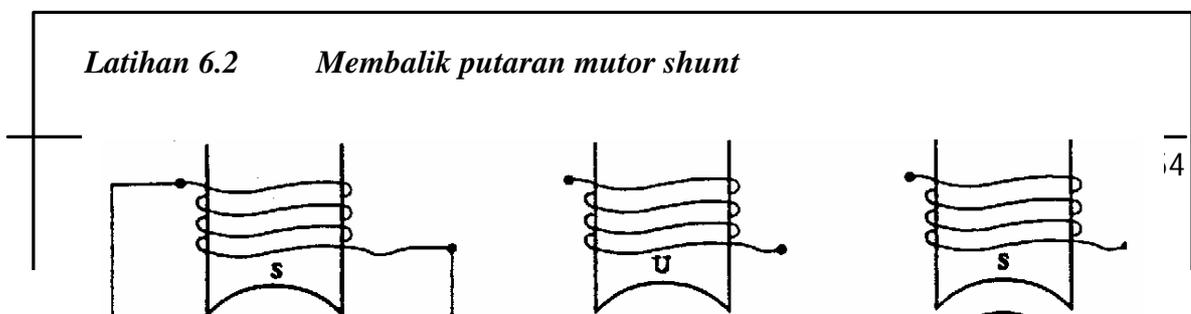
Membalik putaran mesin DC

Untuk membalik arah putaran motor, harus membalik salah satu dari arus medan atau arus jangkar.

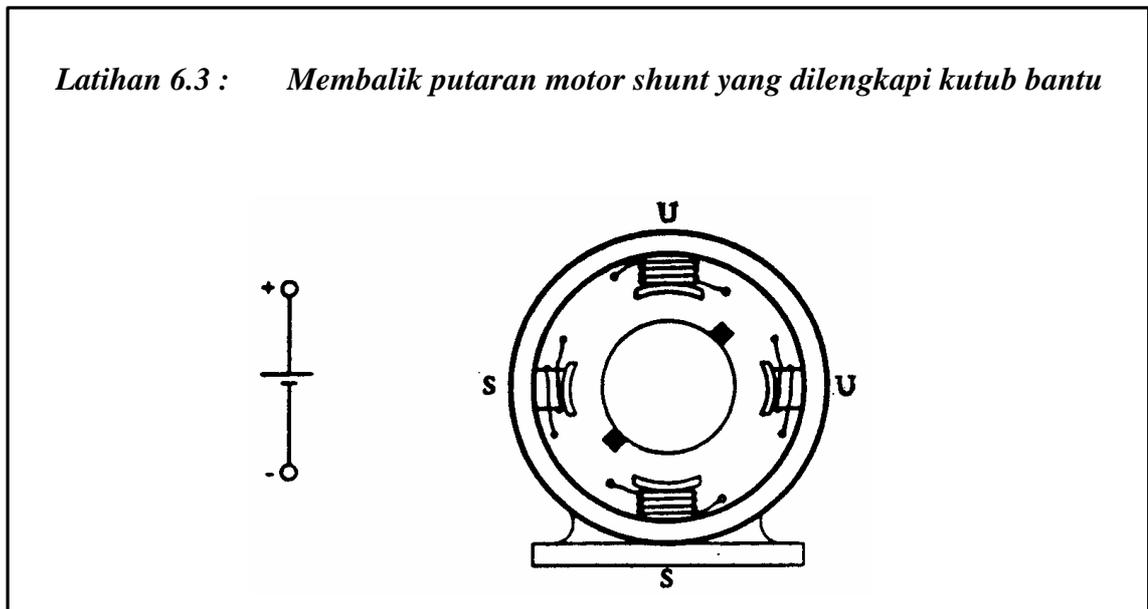
Jika kabel positif dan negatif suplai untuk motor dibalik, putaran motor tidak akan berbalik, karena kedua arus medan dan arus jangkar arahnya dibalik secara bersamaan.

Secara umum prosedur untuk mengubah arah putaran motor DC adalah:

- ? membalik polaritas medan magnet utama, atau arah arus jangkar
- ? mengingat lilitan kutub bantu dan lilitan jangkar adalah satu rangkaian, jangan mengubah sambungan pada kedua lilitan tersebut
- ? Jika motor tidak mempunyai kutub bantu, ubah posisi sikat-sikat untuk arah putaran yang baru.



- (a) Sambungkan diagram B sehingga arah putaran berlawanan dengan diagram A. Yang perlu dirubah adalah polaritas kutub.
- (b) Ulangi latihan dengan menggunakan diagram C. Yang diperlukan adalah polaritas kutub-kutub medan magnet dan arah putaran.



- (a) Sambungkan Suplai dengan medan dan rangkaian jangkar untuk mendapatkan polaritas seperti ditunjukkan pada gambar.
- (b) Pada diagram tunjukkan arah putaran motor.

Catatan :

Dalam halnya dengan motor, polaritas kutub bantu adalah berlawanan dengan polaritas kutub utama berikutnya berdasarkan arah putaran. Hubungan ini harus tetap ketika motor dibalik putarannya.

(c) Jelaskan dengan singkat bagaimana membalik arah putaran motor di atas.

Starting motor DC

Arus jala-jala motor DC pada saat mula jalan (starting) besarnya dapat berlebihan. Gaya magnet yang menyebabkan arus yang tinggi dapat merusak lilitan jangkar, torsi yang dibangkitkan dapat menyebabkan kerusakan mekanis, dan sistem suplai dapat terganggu.

Masalah tersebut dapat diatasi dengan membatasi arus start kira-kira 150% dari arus beban penuh motor. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan tahanan kedalam rangkaian jangkar selama waktu start. Nilai tahanan start dapat ditentukan dengan :

$$I_a (start) = \frac{V_t}{R_a + R_{st}} \quad \text{amper}$$

$$R_{st} = \text{tahanan yang ditambahkan pada waktu start}$$

Latihan 6.4

Hitung nilai tahanan yang ditambahkan pada rangkaian jangkar untuk membatasi arus start sampai 150% arus beban penuh untuk sebuah motor DC 240 volt

dengan arus beban penuh 100 amper. Tahanan medan shunt 120 ohm dan tahanan rangkaian jangkar 0,1ohm.

Jawaban : _____

TUGAS PRAKTEK

Kontrol kecepatan motor

Tugas

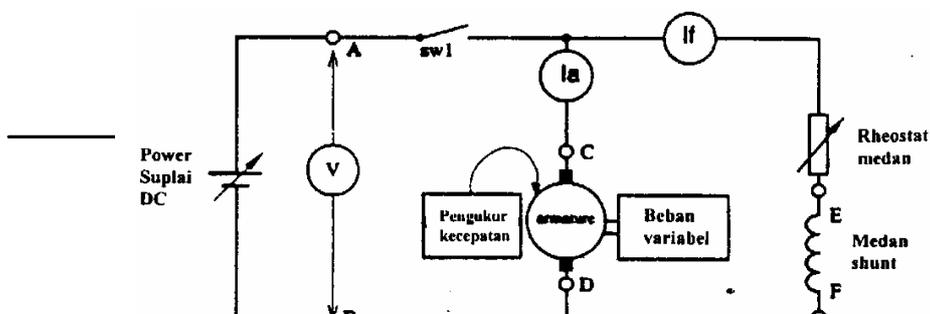
- ? Menyelidiki pengaruh perubahan tegangan suplai dan arus medan magnet terhadap kecepatan putaran motor DC.
- ? Membalik arah putaran motor DC.

Peralatan

Mesin DC	Type _____	
Power Suplai DC variabel	Type _____	
2 ampermeter	Type _____	Range _____
Voltmeter	Type _____	Range _____
Rheostat	Type _____	
Alat ukur kecepatan	Type _____	Range _____
Beban variabel	Type _____	
Kabel penghubung		
Saklar		

Langkah 1 : Kontrol kecepatan dengan variasi tegangan.

1. Hubungkan peralatan seperti ditunjukkan dalam diagram berikut ini.

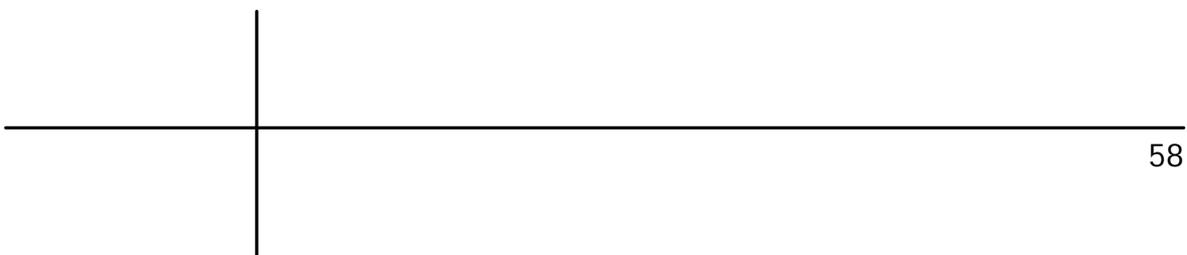


- A dan B - terminal input
- C dan D - terminal jangkar
- E dan F - terminal medan shunt

2. Atur beban hingga kira-kira 60% beban penuh motor.
3. Pada tabel di bawah hitung dan catat tegangan aktual motor berdasarkan persen dari tegangan kerja motor yang tertera pada pelat nama , dari 20% sampai 100%.
4. Atur rheostat medan hingga tahanan minimum.
5. Hidupkan power suplai DC dan atur tegangan pada 0 volt.
6. Tutup SW1 dan catat arus jangkar, arus medan dan kecepatan pada tabel di bawah untuk masing-masing penunjukan tegangan.

<i>Tegangan V</i>		<i>Arus jangkar Ia</i>	<i>Arus medan If</i>	<i>Kecepatan rpm</i>
<i>% tegangan motor</i>	<i>Aktual</i>			
20%				
40%				
60%				
80%				
100%				

7. Buka SW1 dan matikan power suplai. Jangan lepaskan sambungan peralatan.
8. Akhiri dan lengkapi tugas praktek pada bagian ini dengan menyelesaikan latihan-latihan berikut ini:
 - (a) Pada aksis dibawah, lukiskan karakteristik kecepatan versus tegangan dengan menggunakan hasil dari tabel di atas.



Kecepatan

Tegangan suplai

- (b) Jelaskan secara singkat mengapa kecepatan berbanding lurus dengan tegangan.

Langkah 2 : Kontrol kecepatan dengan perubahan fluksi magnet

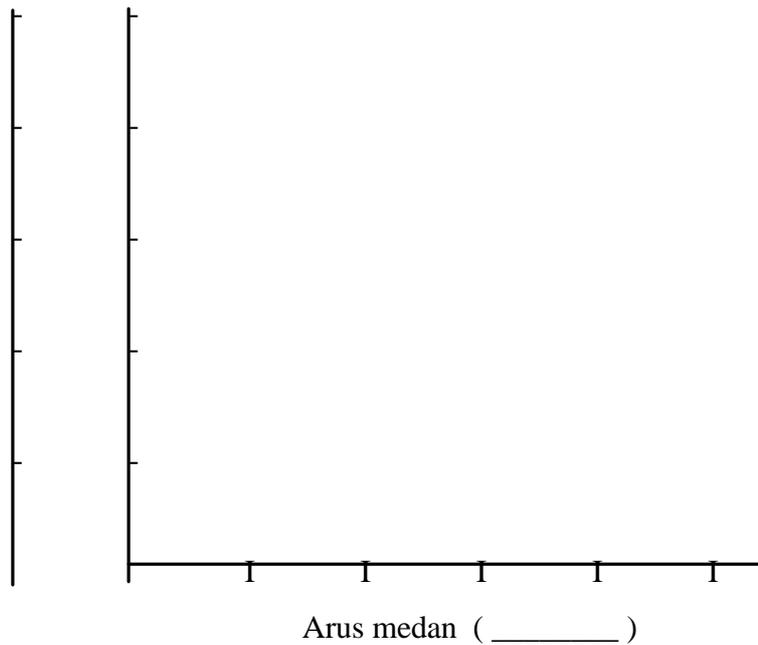
1. Atur beban hingga kira-kira 60% beban penuh motor.
2. Atur rheostat medan pada tahanan minimum.
3. Dengan SW1 terbuka, hidupkan power suplai dan atur tegangan hingga harga tegangan nominal motor _____ volt.
4. Tutup SW1, atur rheostat medan dan catat nilai arus jangkar, kecepatan dan tegangan untuk arus medan yang diberikan.

<i>Arus medan I_f</i>	<i>Arus jangkar I_a</i>	<i>Kecepatan rpm</i>	<i>Tegangan suplai V</i>

5. Gunakan rheostat untuk menurunkan arus medan pada harga mula-mula yang ditunjukkan pada tabel di atas.
6. Ulangi langkah 4 dengan memberi kenaikan pada harga arus medan. Catat hasilnya pada tabel di bawah.

<i>Arus medan</i> <i>I_f</i>	<i>Arus jangkar</i> <i>I_a</i>	<i>Kecepatan</i> <i>rpm</i>	<i>Tegangan suplai</i> <i>V</i>

7. Buka semua saklar dan matikan power suplai.
8. Selesaikan tugas praktek pada bagian ini dengan melengkapi latihan berikut:
 - (a) Pada aksis di bawah lukiskan karakteristik kecepatan dan arus jangkar terhadap arus medan.

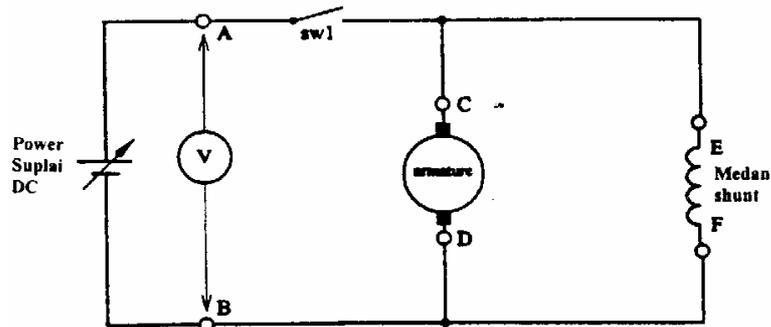


- (b) Tuliskan urutan kejadian yang menyebabkan sebuah motor shunt kecepatannya naik.

- (c) Dari gambar di atas tentukan arus jangkar dan arus medan bila motor bekerja pada 50% kecepatan nominalnya.

Langkah 3 : Membalik arah putaran

1. Sambungkan peralatan seperti ditunjukkan diagram di bawah.

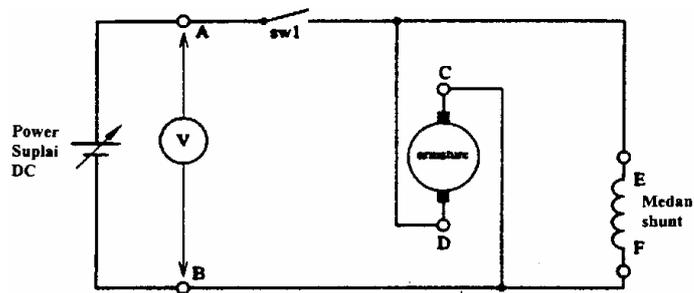


2. Hidupkan power suplai DC dan atur tegangan hingga harga tegangan nominal motor _____ volt.
3. Tutup SW1 dan tandai arah putaran dalam diagram di atas (searah atau berlawanan arah jarum jam).
4. Buka SW1 dan matikan power suplai.
5. Pada ruang di bawah ini gambarkan kembali semua komponen dan tunjukkan hubungan yang diperlukan untuk membalik arah putaran dengan mengubah polaritas medan magnet.



6. Hubungkan kembali rangkaian mengikuti susunan rangkaian pada langkah 5.
7. Hidupkan power suplai DC dan atur tegangan hingga mencapai tegangan nominal motor.
8. Tutup SW1 dan tandai arah putaran dalam diagram langkah 5.
9. Buka SW1 dan matikan power suplai.

10. Hubungkan peralatan seperti ditunjukkan diagram di bawah .



11. Hidupkan power suplai, atur tegangan hingga harga nominal motor, tutup SW1 dan tandai arah putaran dalam diagram langkah 11.

11. Selesaikan tugas praktek pada bagian ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

12.

(a) Jelaskan alasan mengapa arah putaran biasanya berubah dengan perubahan sambungan medan.

(b) Jelaskan pengaruhnya pada putaran jika rangkaian jangkar dan medan magnet dibalik pada saat yang sama.

(c) Jelaskan pengaruhnya membalik polaritas suplai terhadap arah putaran motor.

(d) Mengapa generator kompon mempunyai regulasi yang lebih baik dari pada generator shunt?

Kegiatan Belajar 7

MENENTUKAN RUGI-RUGI DAN EFISIENSI MESIN DC

Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Mengidentifikasi sumber kerugian yang terjadi pada mesin DC
2. Menjelaskan tentang rugi-rugi yang terjadi pada mesin DC
3. Menjelaskan cara menentukan rugi-rugi pada mesin DC
4. Menghitung rugi-rugi dan efisiensi mesin DC
5. Melukiskan karakteristik efisiensi mesin DC dan menentukan titik efisiensi maksimum.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Prinsip arus searah
2. Pengukuran listrik
3. Unit 1 s.d. 6 dari modul ini.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah menyelesaikan seluruh latihan dengan benar dan telah mengerjakan test dengan skor minimal 70.

RUGI-RUGI DAN EFISIENSI MESIN DC

Kerugian adalah berhubungan dengan selisih antara daya sebenarnya yang diberikan pada mesin dan daya yang dihasilkan oleh mesin tersebut.

$$\text{Input} - \text{Output} = \text{Rugi-rugi}$$

Rugi-rugi yang terjadi pada mesin listrik seperti halnya generator atau motor terbagi dalam tiga kelompok utama yaitu Rugi tembaga, rugi besi serta rugi gesekan dan celah udara. Semua kerugian ini menghasilkan panas pada beberapa bagian mesin. Hal ini memerlukan daya yang cukup besar yang harus diberikan pada mesin.

Rugi tembaga

Bila arus listrik mengalir melalui suatu rangkaian, dayanya dinyatakan dalam watt dan dihitung sebagai hasil perkalian tahanan dan kwadrat arus.

$$P = I^2 \cdot R \text{ watt}$$

Pada mesin DC, rugi-rugi terjadi pada :

- ? lilitan jangkar
- ? hubungan sikat dan komutator
- ? lilitan kutub bantu
- ? lilitan medan seri
- ? lilitan medan shunt

Rugi tembaga pada lilitan jangkar, hubungan sikat dan komutator, lilitan kutub bantu, dan lilitan medan seri dapat berubah-ubah menurut perubahan beban, tetapi rugi pada medan shunt tetap untuk harga tegangan terminal yang konstan.

Rugi besi

Rugi besi terutama terjadi pada inti jangkar dan terdiri dari rugi arus eddy dan rugi histerisis. Dalam prakteknya rugi besi ini dinyatakan rugi tetap.

Rugi gesekan dan celah udara

Rugi gesekan terjadi pada bantalan dan komutator. Rugi celah udara terjadi pada putaran jangkar dengan celah udara disekelilingnya. Pada prakteknya rugi-rugi gesekan dan celah udara dianggap konstan/tetap.

Latihan 7.1

Hitung rugi tembaga dan rugi-rugi tetap sebuah motor DC shunt 250 volt pada beban nol jika arus beban nol adalah 6 A, tahanan jangkar 0.1ohm, dan tahanan medan shunt 250 ohm.

(a) Rugi tembaga pada beban nol.

Jawaban : _____

(b) Rugi-rugi tetap.

Jawaban : _____

Latihan 7.2

Hitung rugi-rugi tetap dari motor DC 120 volt berikut ini. Pengukuran daya beban nol adalah 720 watt.

Tahanan rangkaian jangkar : 0,14 ohm

Tahanan medan seri : 0,035 ohm

tahanan lilitan kutub bantu : 0,025 ohm

tahanan medan shunt : 60 ohm

Jawaban : _____

Efisiensi mesin

Efisiensi biasanya dinyatakan sebagai persentase perbandingan antara output terhadap input.

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

Daya output mesin lebih kecil dari daya input karena ada kerugian daya.

Dari gambar dapat dilihat bahwa:

$$\text{Input} = \text{Output} + \text{Rugi-rugi}$$

dan

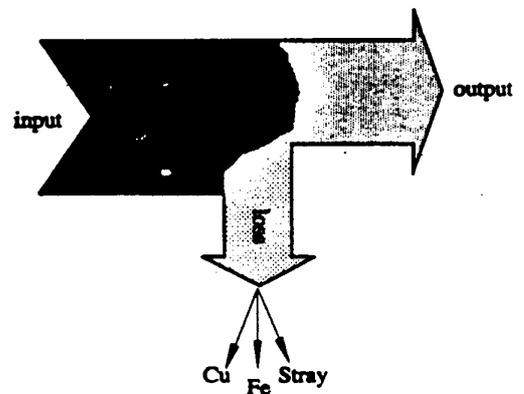
$$\text{Output} = \text{Input} - \text{Rugi-rugi}$$

Jadi :

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

dan

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{\text{Input} - \text{Rugi-rugi}}{\text{Input}} \times 100$$



Latihan 7.3

Hitung efisiensi mesin DC yang mempunyai daya output nominal 10 kW. Tegangan suplai 250 volt dan arus beba penuhnya 45 amper.

Jawaban : _____

Latihan 7.4

Hitung efisiensi sebuah generator DC yang digerakkan oleh motor diesel dengan output 5,6 kW. Kerugian-kerugian pada generator didapatkan sebesar 600 watt.

Jawaban : _____

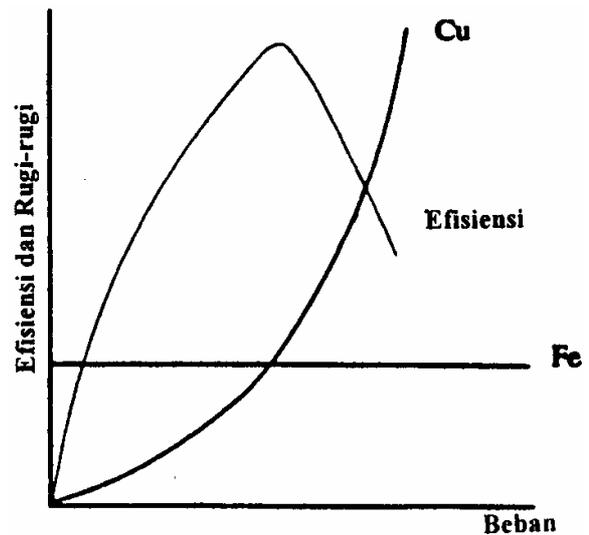
Efisiensi maksimum

Efisiensi maksimum terjadi pada mesin bila rugi-rugi yang berubah-ubah sama dengan rugi-rugi yang konstan. Pada umumnya mesin DC didisain terjadinya efisiensi maksimum mendekati beban penuh mesin.

Latihan 7.5

Pada diagram berikut, tunjukkan :

- (a) kurva yang menggambarkan rugi-rugi tetap
- (b) kurva yang menggambarkan rugi-rugi yang berubah
- (c) titik dimana efisiensi maksimum terjadi (lukiskan garis yang memotong beban, rugi-rugi dan efisiensi)



Latihan 7.6

Hitung daya output, rugi-rugi tetap dan tahanan rangkaian jangkar motor DC shunt 600 volt yang bekerja pada efisiensi maksimum 80%. Arus jala-jala pada keadaan beban tersebut adalah 15 amper, dan tahanan medan shunt 600 ohm.

(a) Daya output.

Jawaban : _____

(b) Rugi-rugi tetap.

Jawaban : _____

(c) Tahanan rangkaian jangkar.

Jawaban : _____

III. EVALUASI

Waktu : 210 menit
Sifat : Closed Book

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 1. Untuk pertanyaan pilihan ganda 1 - 20 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

1. Inti dari jangkar mesin DC berlapis-lapis :
 - mengurangi besarnya arus eddy
 - menyederhanakan konstruksi
 - mengurangi rugi histerisis
 - memperkuat inti kutub.

2. Sikat-sikat pada mesin DC biasanya terbuat dari arang karbon karena :
 - sikat arang mudah dibuat
 - arang menjaga komutator tetap bersih
 - tahanan kontak antara sikat arang dan komutator relatif tinggi
 - arang adalah penghantar yang baik.

3. Dalam prakteknya lebar permukaan sikat pada sebuah mesin DC pada umumnya :
 - lebih kecil dari lebar lamel-lamel komutator
 - lebih besar dari lebar lamel-lamel komutator
 - sama dengan lebar lamel-lamel komutator
 - lebih kecil atau sama dengan lamel-lamel komutator.

4. Lamel-lamel komutator pada mesin DC terbuat dari :
 - aluminium
 - kuningan
 - perunggu
 - tembaga yang dikeraskan.

5. Sebuah generator DC mengubah :
- ✍ energi listrik menjadi energi mekanik
 - ✍ elektron-elektron yang dilepas kutub menjadi arus suplai
 - ✍ energi mekanik kutub bantu menjadi energi listrik
 - ✍ energi mekanik menjadi energi listrik.
6. Gandar atau bingkai mesin DC biasanya terbuat dari :
- ✍ baja tuang atau baja lempengan
 - ✍ baja kecepatan tinggi
 - ✍ kuningan tuangan atau perunggu meriam
 - ✍ besi tuang.
7. Mesin DC yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik adalah:
- ✍ generator
 - ✍ dinamometer
 - ✍ motor
 - ✍ alternator.
8. Rugi hysteresis pada inti jangkar disebabkan oleh :
- ✍ arus beban pada lilitan jangkar
 - ✍ pembalikan fluksi terus menerus pada inti jangkar
 - ✍ arus pada lilitan medan
 - ✍ ggl induksi pada inti jangkar.
9. Kutub bantu pada mesin DC adalah :
- ✍ terletak pada jangkar
 - ✍ kutub-kutub kecil yang ditempatkan diantara kutub-kutub utama
 - ✍ kutub-kutub yang ukurannya sama dengan kutub-kutub utama
 - ✍ ditempatkan pada bagian depan dari kutub magnet utama.
10. Lilitan kompensasi dan kutub bantu membantu :
- ✍ mengurangi bunga api pada komutator dengan mengubah arah medan magnet utama

- ✍ mengurangi bunga api pada komutator dengan memperkecil pengaruh penyimpangan medan magnet dan variasi beban
 - ✍ meningkatkan kerapatan fluksi
 - ✍ memberi kemagnetan lintang dari kutub-kutub magnet.
11. Hubungan antara ggl induksi, arah medan magnet dan gerakan penghantar dapat ditentukan dengan :
- ✍ peraturan tangan kiri Flemming
 - ✍ hukum Faraday
 - ✍ hukum Lenz
 - ✍ peraturan tangan kanan Flemming.
12. Meningkatnya kuat medan pada generator DC menyebabkan :
- ✍ naiknya ggl
 - ✍ menurunnya ggl
 - ✍ meningkatnya kecepatan
 - ✍ menurunnya kecepatan.
13. Lilitan gelombang mempunyai :
- ✍ empat cabang paralel
 - ✍ dua cabang paralel
 - ✍ cabang paralel sejumlah kutub bantu
 - ✍ cabang paralel sejumlah kutub magnet utama.
14. Bila gerakan relatif terjadi antara sebatang penghantar dan medan magnet, sehingga terjadi perpotongan diantaranya, suatu ggl diinduksikan sebanding dengan nilai dari perpotongan tersebut. Pernyataan ini adalah :
- ✍ hukum Lenz
 - ✍ hukum Ohm
 - ✍ hukum Faraday
 - ✍ hukum Flemming.
15. Pada generator yang mempunyai fluksi medan magnet yang konstan, ggl yang dibangkitkan sebanding dengan :

- arus jangkar
 - tahanan jangkar
 - kecepatan putaran
 - arus medan magnit.
16. Gaya yang bekerja pada penghantar yang dialiri arus berada di dalam medan magnit sebanding dengan :
- tegangan, kecepatan dan fluksi
 - kerapatan fluksi, arus dan panjang penghantar
 - kerapatan fluksi, torsi dan kecepatan
 - kerapatan fluksi, tegangan dan panjang penghantar.
17. Usaha yang menghasilkan putaran adalah berkenaan dengan :
- Newton meter
 - gaya
 - Newton
 - torsi
18. Hubungan antara arus, fluksi dan gaya pada motor dapat dinyatakan dengan :
- perturan tangan kanan Flemming
 - peraturan tangan kiri Flemming
 - peraturan tangan kiri Faraday
 - peraturan tangan kanan Faraday.
20. Sebuah generator akan bekerja sebagai motor apabila :
- polaritas terminal dibalik
 - lilitan dibalik
 - posisi sikat di setel
 - konversi energi dibalik.
21. Sebutkan enam bagian pokok mesin DC.
- _____
 - _____
 - _____

- ~~/~~ _____
- ~~/~~ _____
- ~~/~~ _____

22. Nyatakan dua fungsi gandar pada mesin DC :

- ~~/~~ _____
- ~~/~~ _____

23. Jelaskan pada lingkaran perputaran dimana ggl maksimum terjadi.

24. Jelaskan pada lingkaran perputaran dimana ggl minimum terjadi.

25. Hitung kecepatan putaran dari generator 4 kutub dengan 400 batang penghantar dalam 2 cabang paralel menghasilkan tegangan terminal 240 V, jika fluksi per kutub adalah 0,03 Wb.

Jawaban : _____

26. Hitung ggl induksi pada kumparan dengan 10 lilit jika fluksi yang melingkupinya berubah dari 250 mWb ke 135 mWb dalam waktu 120 millidetik.

Jawaban : _____

27. Identifikasi dua cara untuk memperbaiki komutasi.

✍ _____
✍ _____

28. Apakah kutub bantu itu? Dimana tempatnya pada mesin DC?

✍ _____
✍ _____

29. Hitung gaya yang bekerja pada penghantar sepanjang 200 mm yang dialiri arus 4 A berada didalam medan magnet 0,6 Tesla.

Jawaban : _____

30. Dimana lilitan kompensasi didapati pada mesin DC?

✍ _____

31. Apakah fungsi komutator dan sikat-sikat pada mesin DC?

✍ _____
✍ _____

32. Berapakah arus tiap rangkaian dari lilitan jangkar 6 kutub, lilitan gelung, jika arus totalnya 600 amper.

Jawaban : _____

33. Pada kecepatan berapakah generator shunt 6 kutub harus diputarkan untuk menghasilkan tegangan 300 V? Jangkar lilitan gelombang mempunyai 640 batang penghantar aktif dan fluksi per kutubnya adalah 0,0156 Wb.

Jawaban : _____

34. Hitung ggl yang dibangkitkan dari sebuah generator lilitan gelung 4 kutub yang mempunyai 360 aktif, fluksi per kutub 0,02 Wb dan berputar pada kecepatan 1200 rpm.

Jawaban : _____

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 2. Untuk pertanyaan pilihan ganda 35 - 46 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

35. Reaksi jangkar pada generator mengubah/menggeser medan utama, dalam hal ini
- menghasilkan medan manit yang kuat
 - mengubah distribusi medan utama ke arah mendahului ujung-ujung kutub
 - mengubah distribusi medan utama ke arah mengikut ujung-ujung kutub
 - menaikkan tegangan output.
36. Arus yang mengalir dalam lilitan kutub bantu pada generator adalah :
- lebih besar dari arus jangkar
 - sama dengan arus jangkar
 - lebih kecil dari arus jangkar
 - tergantung pada arus medan shunt.

37. Kecepatan kritis sebuah generator adalah kecepatan dimana :
- kerusakan terjadi pada gaya sentrifugal jangkar
 - bantalan mengalami panas yang berlebihan
 - kecepatan keliling komutator berlebihan
 - ggl mulai dibangkitkan.
38. Polaritas kutub bantu generator DC harus :
- sama dengan kutub utama berikutnya pada arah perputaran
 - selalu dengan polaritas utara
 - sama dengan kutub utama didepannya pada arah putaran
 - selalu dengan polaritas selatan.
39. Sebuah generator shunt diputarkan dengan kecepatan konstan. jika fluksi dikurangi 50 % dari nilai yang tertera, ggl yang dibangkitkan akan menjadi :
- seperempat
 - setengah
 - dua kali lipat
 - tidak berubah.
40. Generator penguat terpisah mempunyai :
- medan yang dihubung paralel dengan jangkar
 - energi disuplai dari sumber lain diluar jangkar
 - energi disuplai dari jangkar
 - medan dihubung seri dengan jangkar.
41. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam jangkar generator :
- berubah-ubah dalam waktu dan ruang
 - berputar searah putaran jangkar
 - tetap tak berubah di dalam ruang
 - berputar berlawanan dengan putaran jangkar.
42. Generator shunt tidak dapat mulai membangkitkan tegangannya jika tahanan dari
- rangkaian medan terlalu tinggi

- rangkaian medan terlalu rendah
 - rangkaian jangkar terlalu rendah
 - rangkaian jangkar terlalu tinggi.
43. Suatu kurva kemagnitan menunjukkan hubungan antara:
- gaya gerak magnet dan fluksi total
 - fluksi total dan kerapatan fluksi
 - permeabilitas dan kerapatan fluksi
 - tegangan yang dibangkitkan dan arus beban.
44. Kurva yang menunjukkan hubungan antara ggl yang dibangkitkan dan arus medan untuk sebuah generator disebut :
- karakteristik rangkaian terbuka
 - karakteristik penguatan
 - karakteristik beban
 - karakteristik tahanan medan magnet.
45. Jika generator shunt diputar dengan arah terbalik dan semua faktor lainnya tetap sama , maka :
- tidak akan membangkitkan tegangan
 - akan membangkitkan tegangan , tetapi polaritas terminal menjadi terbalik
 - akan membangkitkan tegangan, tetapi polaritas terminal tidak berubah
 - akan membebani lebih penggerak mulanya.
46. Komutasi dari generator tanpa kutub bantu dibantu dengan :
- menggeser sikat-sikat kebelakang/mundur
 - menaikkan kecepatan putaran
 - menggeser sikat-sikat kedepan/maju
 - mengencangkan pegas sikat.
47. Pada generator yang tidak dilengkapi kutub bantu, pada kondisi kerja yang bagaimana magnet axis bertepatan sama dengan geometrik axis?
-

48. Tuliskan **tiga** cara yang digunakan untuk mengurangi bunga api pada komutator.

✍ _____
✍ _____
✍ _____

49. Tuliskan **tiga** keuntungan menggunakan generator dengan kutub bantu.

✍ _____
✍ _____
✍ _____

50. Bagaimana kutub bantu mengurangi bunga api pada komutator?

51. **Tiga** kondisi apakah yang penting untuk membangkitkan tegangan pada generator shunt penguat sendiri?

✍ _____
✍ _____
✍ _____

52. Tuliskan **tiga** langkah untuk memperkecil pengaruh reaksi jangkar.

✍ _____
✍ _____
✍ _____

53. Bagaimana besarnya tegangan yang dihasilkan oleh generator dapat dikontrol?

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 3. Untuk pertanyaan pilihan ganda 54 - 67 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

54. Tegangan terminal generator shunt dapat dikontrol dengan sebuah tahanan variabel yang dihubungkan :
- seri dengan medan shunt
 - seri-paralel dengan medan shunt
 - paralel dengan medan shunt
 - paralel dengan jangkar.
55. Tegangan terminal generator kompon lebih menjadi naik apabila :
- beban menjadi kapasitip
 - beban dinaikkan
 - beban dikurangi
 - arus medan dikurangi.
56. Sebuah generator shunt dijalankan pada kecepatan konstan hanya dapat mempertahankan drop tegangan terminal pada harga yang konstan untuk suatu kenaikan beban dengan cara :
- mengurangi jumlah lilitan
 - menaikkan fluksi medan magnit utama
 - menurunkan fluksi medan magnit utama
 - menambah jumlah cabang paralel pada lilitan jangkar.
57. Bila beban pada generator shunt kecepatan konstan dinaikkan dari beban-nol sampai beban penuh, maka beda potensial pada terminal :
- | | |
|--------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> naik | <input type="checkbox"/> tetap konstan |
| <input type="checkbox"/> turun | <input type="checkbox"/> turun sampai nol. |
58. Sebuah generator kompon-lebih digunakan dimana tegangan yang agak konstan diperlukan :
- pada terminal generator

- untuk periode yang panjang
 - untuk waktu yang singkat
 - pada beberapa keadaan tertentu.
59. Menurunnya nilai tahanan pada rheostat medan magnet pada generator shunt akan menyebabkan :
- tegangan terminal turun
 - generator over speed
 - tegangan terminal naik
 - generator gagal membangkitkan tegangan.
60. Jika beda potensial terminal beban-nol pada generator kompon sama dengan tegangan beban penuhnya disebut :
- kompon lebih
 - kompon datar
 - kompon diferensial
 - kompon kurang.
61. Regulasi tegangan generator dapat dinyatakan dengan persamaan
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> $\frac{E_g - V_t}{E_g}$ | <input type="checkbox"/> $\frac{E_g}{E_g - V_t}$ |
| <input type="checkbox"/> $\frac{E_g - V_t}{V_t}$ | <input type="checkbox"/> $\frac{V_t - E_g}{V_t}$ |
62. Sebuah generator kompon mempunyai lilitan shunt dan seri pada tiap inti kutubnya. Jika kedua arus kumparan sama arahnya , maka generator disebut :
- kompon nol
 - kompon shunt
 - kompon kumulatif
 - kompon differensial.
63. Karakteristik luar generator penguat terpisah :
- sedikit menurun
 - datar

- ✍ menurun tajam
 - ✍ sedikit menaik.
64. Generator dengan lilitan-kompon kumulatif lebih sesuai untuk :
- ✍ beban traksi yang besar
 - ✍ pengisi batere
 - ✍ rangkaian penerangan seri
 - ✍ electroplating.
65. Regulasi tegangan generator DC adalah perubahan pada tegangan terminal yang dinyatakan dalam persentase :
- ✍ tegangan rangkaian terbuka
 - ✍ tegangan terminal pada setengah beban penuh
 - ✍ tegangan terminal beban penuh
 - ✍ tegangan terminal pada beban kecil.
66. Pada generator kompon dimana ggm medan seri berlawanan dengan ggm medan shunt disebut :
- ✍ kompon kumulatif
 - ✍ kompon seri
 - ✍ kompon lebih
 - ✍ kompon differensial
67. Menaikkan nilai tahanan rheostat medan pada generator shunt akan menghasilkan :
- ✍ putaran lebih pada generator
 - ✍ kenaikan tegangan terminal
 - ✍ turunnya tegangan terminal
 - ✍ kegagalan membangkitkan tegangan
68. Hitung arus medan shunt dan arus jangkar generator shunt dengan data-data sebagai berikut :
- Tegangan terminal* : 220 volt, *Jumlah kutub* : 4
Arus beban : 85 amper, *Tahanan medan shunt* : 150 ohm
Tahanan rangkaian jangka : 0,33 ohm

Jawaban : _____

69. Sebuah generator shunt 4 kutub tegangan terminalnya 250 volt. Jika tahanan lilitan medan shunt 175 ohm, dan output 8 kW, hitung :

(a) arus medan shunt = _____

(b) arus jangkar = _____

(c) arus beban = _____

70. Sebuah generator shunt mensuplai daya 20 kW pada tegangan 200 volt. Jika tahanan medan shunt 125 ohm dan tahanan rangkaian jangkar 0,25 Ohm. Hitung :

(a) arus medan shunt :

(b) arus beban :

(c) arus jangkar :

(d) ggl yang dibangkitkan : _____

71. Generator kompon 4 kutub mempunyai tegangan terminal 300 volt bila mensuplai beban 56 amper. Jika lilitan medan shunt mempunyai tahanan 100 ohm, tahanan rangkaian jangkar 0,125 ohm, tahanan medan seri 0,175 ohm, tahanan lilitan kutub bantu 0,1 ohm dan kerugian-kerugian diabaikan, Hitung :

(a) arus lilitan medan shunt : _____

(b) arus jangkar : _____

(c) Tegangan yang dibangkitkan : _____

72. Hitung persen regulasi generator bila tegangan terminal naik dari 250 volt menjadi 275 volt ketika beban diturunkan sampai nol.

Jawaban : _____

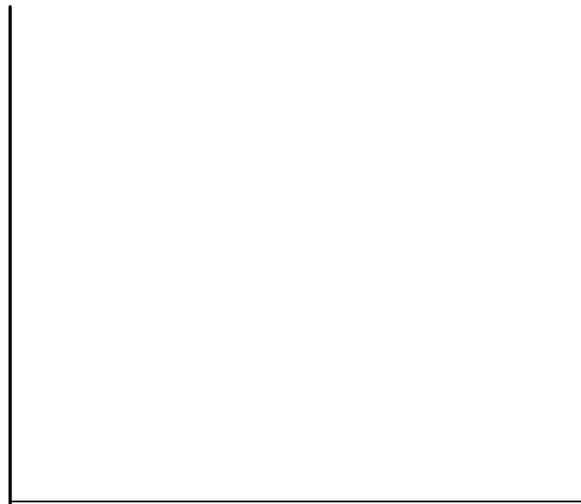
73. Hitung tegangan beban-nol generator dimana regulasinya 8 % dan tegangan terminal berbeban 240 volt.

Jawaban : _____

74. Hitung tegangan terminal saat berbeban sebuah generator shunt yang mempunyai tegangan beban-nol 300 volt dan regulasi 7,5 %.

Jawaban : _____

75. Lukiskan karakteristik beban generator shunt dan generator kompon kumulatif pada aksis dibawah ini. Anggap V_t pada beban penuhnya sama besar.



Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 4. Untuk pertanyaan pilihan ganda 76 – 83 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

76. Arah ggl lawan pada penghantar jangkar motor DC dapat ditentukan dengan :
- kaidah tangan kanan untuk selenoid
 - kaidah tangan kanan Flemming untuk generator
 - kaidah tangan kiri Flemming untuk motor
 - kaidah Faraday.

77. Ggl lawan yang diinduksikan di dalam jangkar motor DC sama dengan :
- $V_t - I_a.R_a$
 - V_t
 - $V_t + I_a.R_a$
 - $I_a.R_a$.
78. Torsi motor DC berbanding lurus dengan produk dari :
- tegangan dan arus suplai
 - fluksi dan arus jangkar
 - fluksi dan arus medan
 - arus jangkar dan arus medan.
79. Polaritas kutub bantu harus berlawanan dengan kutub utama berikutnya mengikuti arah putaran untuk :
- motor
 - motor dan generator
 - generator
 - dynamometer.
80. Pengaruh reaksi jangkar pada motor DC menyebabkan kedudukan netral magnetik :
- bergeser sesuai arah putaran
 - tidak berubah posisi
 - bergeser berlawanan arah putaran
 - berubah-ubah berdasarkan waktu dan ruang.
81. Pengaruh reaksi jangkar pada motor DC meningkat/naik sejalan dengan :
- kenaikan beban
 - kenaikan arus medan
 - kenaikan kecepatan putaran
 - turunnya beban.
82. Torsi motor shunt untuk harga fluksi medan yang tetap adalah :
- berbanding terbalik dengan arus jangkar

- berubah sebanding dengan kwadrat arus
 - berbanding lurus dengan arus jangkar
 - tetap konstan
83. Ggl lawan motor shunt yang bekerja pada beban yang ringan adalah :
- sama dengan tegangan suplai
 - lebih kecil dari tegangan suplai
 - lebih tinggi dari tegangan suplai
 - nol.
84. Untuk putaran yang telah ditentukan, ggl lawan motor DC berubah secara langsung dengan mengubah :
- _____
85. Gaya yang berputar pada motor disebut :
- _____
86. Jelaskan pengaruh reaksi jangkar terhadap distribusi fluksi kutub pada permukaan kutub.
- _____
- _____
87. Jelaskan seberapa buruk komutasi dapat dikurangi pada motor yang tidak menggunakan kutub bantu dimana terdapat persyaratan perubahan yang tetap pada beban.
- _____
- _____
88. Jelaskan bagaimana motor DC diklasifikasikan.
- _____
- _____
89. Apakah yang dimaksud dengan ggl lawan pada motor?
- _____
- _____

90. Apakah yang akan terjadi pada motor jika ggl lawan sama dengan tegangan terminal?

91. Hitung torsi yang dihasilkan oleh motor jika daya yang ditransmisikan oleh poros adalah 20 kW, kecepatan putaran 1480 rpm.

Jawaban : _____

92. Hitung daya yang dihasilkan pada poros motor yang bekerja pada putaran 950 rpm jika torsi yang dihasilkan pada putaran tersebut adalah 37 Nm.

Jawaban : _____

93. Hitung ggl lawan yang dibangkitkan oleh motor DC seri 250 volt yang mengambil arus 60 amper dari sumber, jika tahanan rangkaian jangkar 0,08 ohm.

Jawaban : _____

94. Hitung arus jangkar motor DC 240 volt jika tahanan rangkaian jangkar adalah 0,15 ohm dan ggl lawan yang dibangkitkan 236 volt.

Jawaban : _____

95. Sebuah motor DC 4 kutub, lilitan gelung mempunyai 400 penghantar aktif dan berputar pada kecepatan 1500 rpm. Hitung arus jangkar bila motor dihubungkan pada tegangan sumber 260 volt.
Tahanan rangkaian jangkar 0.05 ohm. Fluksi medan magnit 25 mWb.

Jawaban : _____

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 5. Untuk pertanyaan pilihan ganda 96 – 105 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

96. Jenis motor DC yang digunakan untuk traksi pada umumnya :
- yang disambung shunt
 - sambungan seri
 - sambungan kompon
 - hubungan diferensial.

97. Pada saat beban dinaikkan pada motor DC seri putarannya akan :
- naik
 - tetap konstan
 - turun
 - berosilasi.
98. Torsi motor motor shunt pada harga fluksi yang telah tertentu :
- adalah berbanding terbalik dengan arus jangkar
 - berubah sebesar kwdratis arus
 - adalah berbanding lurus dengan arus jangkar
 - tetap konstan.
99. Ggl lawan motor shunt yang bekerja pada beban yang ringan adalah :
- sama dengan tegangan suplai
 - lebih kecil dari tegangan suplai
 - lebih besar dari tegangan suplai
 - nol
100. Apabila beban dinaikkan pada motor DC shunt, kecepatannya akan :
- naik
 - tetap konstan
 - turun dengan cepat
 - turun sedikit.
101. Motor DC seri pada beban nol akan :
- tidak bekerja hingga beban disambungkan
 - berputar, tetapi pada putaran kurang
 - gagal start
 - berputar pada kecepatan sangat tinggi.
102. Motor yang cocok untuk bekerja pada beban yang berat dan selalu berubah-ubah dimana kecepatannya relatif konstan adalah :
- motor shunt

- motor kompon kumulatif
- motor seri
- motor differensial.

103. Besarnya arus yang diambil jangkar motor DC dapat dicari dengan persamaan :

$I_a = \frac{V_t - E_g}{R_a}$ $I_a = \frac{E_g - V_t}{R_a}$

$I_a = \frac{E_g - V_t}{R_a}$ $I_a = \frac{V_t - E_g}{R_a}$

104. Bila motor bekerja secara normal pada saat dibebani, arus jangkar dibatasi oleh :

- kuat medan magnit utama
- tahanan jangkar
- ggl lawan
- tegangan suplai

105. Jika lilitan kutub bantu motor kompon kumulatif menjadi terbuka, kecepatan motor akan :

- naik sedikit
- turun sedikit
- turun sampai nol
- naik secara tajam.

106. Mengapa motor DC seri tidak boleh dikopel pada beban dengan menggunakan belt?

107. Ketika beban pada motor shunt naik, torsi juga naik. Faktor apakah yang menyebabkan torsi naik secara otomatis ?

108. Mengapa kecepatan putaran motor seri turun dengan cepat ketika beban dinaikkan ?

109. Apakah keuntungan yang diperoleh dengan menambahkan sedikit lilitan medan shunt pada motor seri khusus ?

110. Apakah keuntungan yang diperoleh dengan menambahkan lilitan medan seri pada motor shunt khusus ?

111. Sebuah motor shunt 250 volt mengambil arus total 20 amper. Hitung ggl lawan pada bebabn ini, bila tahanan medan shunt 200 ohm dan tahanan rangkaian jangkar 0,2 ohm.

Jawaban : _____

112. Hitung ggl lawan yang dibangkitkan oleh motor seri 4 kutub dengan tahanan rangkaian jangkarnya 0.5 ohm. Tegangan terminal 500 volt dan arus beban 50 A.

Jawaban : _____

113. Hitung arus yang diambil dari suplai oleh motor kompon 240 volt yang mempunyai data-data sebagai berikut :

<i>Tahanan medan shunt</i>	:	<i>240 ohm</i>
<i>Tahanan medan seri</i>	:	<i>0,25 ohm</i>
<i>Tahanan rangkaian jangkar</i>	:	<i>0.55 ohm</i>
<i>Ggl lawanyang dibangkitkan</i>	:	<i>220 volt</i>

Jawaban : _____

114. Hitung torsi beban penuh dan ggl lawan untuk mesin DC berikut.

<i>Jenis mesin</i>	:	<i>motor seri</i>
<i>Tegangan terminal</i>	:	<i>600 volt</i>
<i>Output beban penuh</i>	:	<i>56 kW</i>
<i>Arus beban penuh</i>	:	<i>102 amper</i>
<i>Kecepatan beban penuh</i>	:	<i>1500 rpm</i>
<i>Tahanan medan seri</i>	:	<i>0,17 ohm</i>
<i>Tahanan kutub bantu</i>	:	<i>0,12 ohm</i>
<i>Tahanan jangkar</i>	:	<i>0,11 ohm</i>

Jawaban : _____

115. Hitung arus jangkar dan arus total yang diambil oleh motor berikut.

<i>Jenis motor</i>	:	<i>shunt</i>
<i>Tahanan rangkaian jangkar</i>	:	<i>1,5 ohm</i>
<i>Tahanan rangkaian medan</i>	:	<i>200 ohm</i>
<i>Tegangan terminal</i>	:	<i>600 volt</i>
<i>Ggl lawan yang dibangkitkan</i>	:	<i>555 volt</i>
<i>Kecepatan motor</i>	:	<i>1500 rpm</i>

Jawaban : _____

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 6. Untuk pertanyaan pilihan ganda 116 – 130 beri tanda (☒) pada kotak yang benar.

116. Untuk menaikkan kecepatan motor shunt, menggunakan kontrol medan magnet, tahanan rangkaian medan magnetnya :

- diturunkan
- dinaikkan
- dihubung singkat
- dihubung terbuka

117. Jika sebuah motor DC shunt diharapkan dapat bekerja pada suatu range kecepatan dengan kontrol medan magnet, hal ini didesain untuk berputar pada kecepatan minimum dengan :

- arus medan minimum
- arus medan maksimum
- fluksi sisa
- tanpa arus medan.

118. Kecepatan putaran motor kompon dikurangi dengan :
- ✍ menaikkan tahanan rangkaian medan shunt
 - ✍ menaikkan beban
 - ✍ menurunkan beban
 - ✍ menurunkan tahanan rangkaian medan shunt.
119. Jika lilitan kutub bantu motor kompon kumulatif menjadi rangkaian terbuka, kecepatan motor akan :
- ✍ naik sedikit
 - ✍ turun sedikit
 - ✍ turun sampai nol
 - ✍ naik secara tajam.
120. Untuk membalik arah putaran motor DC shunt :
- ✍ harus membalik sambungan jangkar dan medan
 - ✍ harus membalik sambungan jangkar
 - ✍ harus mengganti lilitan jangkar
 - ✍ harus membalik kabel penghubung ke suplai.
121. Jika kabel positif dan negatif suplai yang disambungkan pada motor saling ditukarkan, maka motor akan :
- ✍ berhenti berputar
 - ✍ berputar dengan arah sebaliknya
 - ✍ berputar sama dengan arah semula
 - ✍ naik kecepatannya.
122. Untuk membalik arah putaran motor DC seri :
- ✍ harus membalik sambungan jangkar
 - ✍ harus menukar sambungan kabel ke jala-jala
 - ✍ harus mengganti lilitan medan
 - ✍ harus membalik sambungan kutub bantu dalam hubungannya dengan jangkar.

123. Jika motor shunt dijalankan sebagai generator dalam arah putaran yang sama :
- hubungan jangkar harus dibalik
 - hubungan jangkar dan medan tetap/tidak diubah
 - hubungan medan harus dibalik
 - medan harus dilepas
124. Jika putaran motor DC dibalik, sambungan antara kutub bantu dan jangkar harus
- dibalik
 - dibiarkan tidak dirubah
 - dilepas
 - dihubung terbuka.
125. Untuk membalik arah putaran motor kompon :
- hanya hubungan lilitan medan seri yang dibalik
 - hanya hubungan lilitan medan shunt yang dibalik
 - kedua hubungan lilitan seri dan shunt dibalik
 - hanya hubungan lilitan kutub bantu saja yang dibalik.
126. Arus start motor DC yang dibebani penuh umumnya akan dibatasi pada kira-kira
- 100% arus nominal
 - 150% arus nominal
 - 500% arus nominal
 - 600% arus nominal
127. Pada saat start, arus yang masuk motor dibatasi oleh :
- ggl lawan pada jangkar
 - tahanan starter
 - ggl lawan dan tahanan jangkar
 - tahanan medan shunt
128. Motor-motor kecil tidak memerlukan tahanan start dari luar karena :
- tegangan suplai kecil
 - ggl lawan pada waktu start kecil

- tahanan jangkar rendah
 - tahanan jangkar tinggi.
129. Faktor utama yang membatasi arus kerja yang diambil motor DC adalah :
- tahanan jangkar
 - tahanan lilitan medan
 - ggl lawan
 - tahanan sikat-sikat.
130. Bila tahanan-tahanan start, digunakan bersama dengan starter DC, diperlukan untuk dapat dialiri arus yang sangat besar, bahan yang digunakan adalah :
- kawat baja
 - kawat tahanan eureka
 - kawat kisi besi tuang
 - blok karbon
131. Hitung persen regulasi motor shunt yang mempunyai kecepatan beban-nol 1200 rpm dan kecepatan beban penuhnya 1160 rpm.

Jawaban : _____

132. Hitung kecepatan beban penuh sebuah motor DC jika kecepatan beban-nol 1000 rpm dan persen regulasi 5%.

Jawaban : _____

133. Hitung kecepatan beban-nol motor DC kompon dengan kecepatan beban penuh 2500 rpm dan persen regulasi 20%.

Jawaban : _____

134. Hitung nilai tahanan yang harus ditambahkan pada rangkaian jangkar untuk membatasi arus start hingga 150% arus beban penuh untuk motor berikut ini :

<i>Jenis motor</i>	:	<i>shunt</i>
<i>Tahanan jangkar</i>	:	<i>0,15 ohm</i>
<i>Tahanan shunt</i>	:	<i>150 ohm</i>
<i>Arus beban penuh</i>	:	<i>120 amper</i>
<i>Tegangan terminal</i>	:	<i>250 volt</i>

Jawaban : _____

135. Hitung arus start yang diambil motor berikut ini jika tahanan start sebesar 1ohm ditambahkan pada rangkaian jangkar.

<i>Jenis motor</i>	:	<i>Kompon</i>
<i>Tegangan terminal</i>	:	<i>240 volt</i>
<i>Tahanan shunt</i>	:	<i>100 ohm</i>
<i>Tahanan jangkar</i>	:	<i>0,04 ohm</i>
<i>Tahanan medan seri</i>	:	<i>0,05 ohm</i>
<i>Tahanan lilitan kutub bantu</i>	:	<i>0,03 ohm</i>

Jawaban : _____

Pertanyaan-pertanyaan berikut ini menguji kemampuan pengetahuan Anda tentang apa yang telah Anda pelajari dalam Pembelajaran 7. Untuk pertanyaan pilihan ganda 136 – 145 beri tanda (X) pada kotak yang benar.

136. Inti jangkar mesin DC dibuat berlapis-lapis gunanya untuk :
- mengurangi besarnya arus eddy
 - menyederhanakan konstruksi
 - mengurangi rugi hysteresis
 - mengurangi rugi tembaga.
137. Rugi hysteresis pada jangkar generator DC terjadi karena :
- arus beban pada lilitan jangkar
 - pembalikan fluksi yang terus menerus pada jangkar
 - arus pada lilitan medan
 - ggl induksi pada inti jangkar.
138. Arus eddy pada mesin DC menyebabkan :
- berkurangnya fluksi pada medan magnet.
 - gangguan medan magnet
 - panas pada laminasi inti jangkar
 - kesalahan pembacaan pada ampermeter.
139. Kemampuan mesin DC menahan kenaikan suhu selama waktu kerjanya tergantung pada :
- kelas isolasi lilitan
 - ukuran jangkar
 - cara pendinginan
 - suhu sekitar.
140. Total rugi-rugi tembaga pada mesin DC adalah jumlah dari :
- drop tegangan pada jangkar dan medan magnet
 - kerugian daya pada jangkar
 - rugi gesaekan dan rugi celah udara
 - rugi-rugi daya pada lilitan jangkar dan medan magnet.

142. Efisiensi mesin DC ditunjukkan dari perbandingan :
- ✘ ggl yang dibangkitkan terhadap tegangan terminal
 - ✘ daya output terhadap daya input
 - ✘ kecepatan beban nol terhadap kecepatan beban penuh
 - ✘ daya input terhadap daya output
143. Yang manakah berikut ini yang dimaksud dengan rugi-rugi yang berubah-ubah pada sebuah generator :
- ✘ rugi-rugi jangkar
 - ✘ rugi celah udara
 - ✘ rugi medan shunt
 - ✘ rugi gesekan.
144. Untuk menentukan rugi-rugi tetap pada mesin DC perlu melakukan:
- ✘ test penurunan tegangan
 - ✘ test beban nol
 - ✘ test berbeban
 - ✘ test rotor dikunci
145. Baja silikon digunakan pada pembuatan jangkar mesin DC adalah :
- ✘ untuk kekuatan mekanik
 - ✘ karena baja silikon ringan
 - ✘ untuk mengurangi arus eddy
 - ✘ untuk mengurangi rugi hysteresis.
146. Hitung efisiensi motor berikut ini :
- | | | |
|----------------------------------|---|-----------------|
| <i>Jenis motor</i> | : | <i>shunt</i> |
| <i>Arus beban</i> | : | <i>52 amper</i> |
| <i>Tegangan terminal</i> | : | <i>100 volt</i> |
| <i>Tahanan rangkaian jangkar</i> | : | <i>0,05 ohm</i> |
| <i>Tahanan medan shunt</i> | : | <i>50 ohm</i> |
| <i>Rugi besi dan gesekan</i> | : | <i>500 watt</i> |

Jawaban : _____

147. Hitung efisiensi sebuah motor DC 240 volt dengan output beban penuh 11,2 kW jika rugi-rugi total pada beban ini adalah 2238 kW.

Jawaban : _____

148. Hitung jumlah rugi-rugi tembaga dan rugi-rugi tetap pada generator DC shunt yang dihubungkan pada tegangan suplai 200 volt dan mengambil arus beban nol 6 A. Tahanan medan shunt 200 ohm dan tahanan rangkaian jangkar 0,2 ohm.

(a) Total Rugi tembaga.

Jawaban : _____

(b) Rugi-rugi tetap :

Jawaban : _____

149. Efisiensi sebuah motor DC adalah 90 % ketika arus jala-jala 12 amper pada tegangan 600 volt. Hitung :

(a) Daya output motor.

Jawaban : _____

(b) Total rugi-rugi dalam watt

Jawaban : _____

150. Hitung efisiensi beban penuh, ggl lawan dan rugi-rugi tetap/konstan sebuah motor DC seri 52,2 kW yang mengambil arus beban penuh 102 A ketika dihubungkan pada tegangan suplai 600 volt. Tahanan lilitan medan seri 0,17 ohm, tahanan lilitan kutub bantu 0,12 ohm dan tahanan jangkar 0,11 ohm.

(a) Efisiensi pada beban penuh.

Jawaban: _____

(b) ggl lawan pada beban penuh.

Jawaban : _____

(c) Rugi-rugi tetap

Jawaban : _____

KUNCI JAWABAN PERTANYAAN EVALUASI

Kegiatan Belajar 1

1. Mengurangi besarnya arus eddy.
2. Tahanan kontak antara sikat arang dan komutator relatif tinggi.
3. Lebih besar dari lamel-lamel komutator.
4. Tembaga yang dikeraskan.
5. Energi mekanik menjadi energi listrik.
6. Baja tuang atau baja lempengan.
7. Motor.
8. Pembalikan fluksi terus menerus pada inti jangkar.
9. Kutub-kutub kecil yang ditempatkan diantara kutub-kutub utama.
10. Mengurangi bunga api pada komutator dengan memperkecil pengaruh penyimpangan medan magnet dan variasi beban.
11. Peraturan tangan kanan Fleming.
12. Naiknya ggl.
13. Dua cabang paralel.
14. Hukum Faraday.
15. Kecepatan putaran.
16. Kerapatan fluksi, arus, dan panjang penghantar.
17. Torsi.
18. Peraturan tangan kiri Fleming.
19. Komutator.
20. Konversi energi dibalik.
21. Enam bagian utama adalah :
? gandar

- ? inti kutub
 - ? kumparan medan
 - ? inti jangkar
 - ? komutator
 - ? sikat-sikat.
22. Kegunaan gandar :
- ? penyangga inti kutub
 - ? melengkapi rangkaian medan magnet kutub.
23. Ggl maksimum diinduksikan ketika penghantar memotong medan magnet pada 90° .
24. Saat bergerak sejajar dengan medan magnet.
25. 600 rpm.
26. 9,58 V.
27. Menggunakan bahan sikat dengan tahanan tinggi, menggunakan kutub bantu.
28. Kutub bantu adalah kutub-kutub kecil yang dihubungkan seri dengan jangkar dan ditempatkan diantara kutub-kutub utama.
29. 0,48 N.
30. Lilitan kompensasi terdapat pada permukaan kutub utama.
31. Komutator dan sikat-sikat menghubungkan lilitan jangkar dengan rangkaian luar.
32. 100 A.
33. 600 rpm.
34. 144 V.

Kegiatan Belajar 2

35. mengubah distribusi medan magnet utama ke arah mendahului ujung-ujung kutub.
36. sama dengan arus jangkar.
37. Ggl mulai dibangkitkan.
38. Sama dengan kutub utama berikutnya pada arah putaran.
39. Setengah.

40. Energi disuplai dari sumber lain diluar jangkar.
41. Tetap tak berubah pada ruang.
42. Rangkaian medan terlalu tinggi.
43. Gaya gerak magnit dan fluksi total.
44. Karakteristik rangkaian terbuka.
45. Tidak akan membangkitkan tegangan.
46. Menggeser sikat maju/kedepan.
47. Kedua aksis bertepatan sama pada beban nol.
48. Tiga cara yang digunakan untuk mengurangi bunga api :
 - ? menaikkan waktu komutasi
 - ? menggunakan bahan sikat dengan tahanan tinggi.
 - ? menginduksikan ggl yang berlawanan pada kumparan hubung singkat.
49. Keuntungan menggunakan kutub bantu adalah :
 - ? mengurangi bunga api
 - ? memberikan kedudukan konstan sikat-sikat
 - ? nominal tegangan dan output lebih tinggi
 - ? mudah membalik putaran.
50. Dengan melawan reaksi jangkar.
51. Kondisi penting tersebut adalah :
 - ? mengurangi kemagnitan
 - ? arah putaran yang benar
 - ? putaran diatas kecepatan kritis.
52. Tiga langkah mengurangi pengaruh reaksi jangkar ialah :
 - ? memastikan medan magnit yang kuat
 - ? menaikkan reluktansi ujung-ujung kutub
 - ? menggunakan kutub bantu atau lilitan kompensasi.
53. tegangan yang dihasilkan dapat dikontrol dengan kecepatan putaran atau memperkuat medan magnit.

Kegiatan Belajar 3

54. Seri dengan medan sunt.

55. Beban dinaikkan.
56. Menaikkan fluksi medan magnet utama.
57. turun.
58. Pada beberapa keadaan tertentu.
59. Tegangan terminal naik.
60. Komponen datar.
61. $\frac{E_g - V_t}{V_t}$
62. Komponen kumulatif.
63. Sedikit menurun.
64. Beban traksi yang besar.
65. Tegangan terminal beban penuh.
66. Komponen diferensial.
67. Turunnya tegangan terminal.
68. (a) 1,33 A
(b) 86,33 A.
69. (a) 1,43 A
(b) 33,43 A
(c) 32 A.
70. (a) 1,6 A
(b) 100 A
(c) 101,6 A
(d) 225,4 V.
71. (a) 3 A
(b) 59 A
(c) 323,6 V.
72. 10%
73. 259,2 V.
74. 279,1 V

75. (Karakteristik)

Kegiatan Belajar 4

76. Kaidah tangan kanan untuk generator

77. $V_t - I_a R_a$

78. Fluksi dan arus jangkar.

79. Motor.

80. Bergeser dengan arah berlawanan putaran.

81. Beban dinaikkan.

82. Berbanding lurus dengan arus jangkar.

83. Lebih kecil dari tegangan suplai.

84. Arus medan.

85. Torsi.

86. Reaksi jangkar memperkuat pada ujung kutub yang mendahului dan memperlemah ujung kutub yang tertinggal.

87. Reaksi jangkar dapat dikurangi dengan menggeser mundur kedudukan sikat.

88. Motor DC diklasifikasikan dengan sambungan lilitan medan dalam hubungannya dengan jangkar.

89. Ggl lawan adalah tegangan yang dibangkitkan pada penghantar jangkar yang berputar di dalam medan magnet.

90. Torsi tidak akan terbangkit, karena tidak ada arus jangkar yang mengalir.

91. 129 Nm.

92. 2680 W.

93. 245,2 V.

94. 26,7 A.

95. 200 A.

Kegiatan Belajar 5

96. Motor seri.
97. Turun.
98. Berbanding lurus dengan arus jangkar.
99. Lebih kecil dari tegangan suplai.
100. Sedikit menurun.
101. Berputar dengan kecepatan sangat tinggi.
102. Motor kompon kumulatif.
103. $I_a ? \frac{V_t ? E_g}{R_a}$
104. Ggl lawan.
105. Turun sampai nol.
106. Jika dengan belt, akan menjadi berlebihan.
107. Kecepatan menurun akibat beban, menyebabkan ggl lawan turun, jangkar kemudian mengambil arus lebih besar untuk mendapatkan torsi baru yang diperlukan.
108. Kecepatan berbanding terbalik dengan fluksi medan. Jika fluksi naik akibat arus beban yang naik, putaran turun.
109. Kecepatan beban nol dibatasi oleh medan shunt.
110. Torsi start dinaikkan dengan medan seri.
111. 246,25 V.
112. 475 V.
113. 26 A.
114. (a) 356,5 Nm
(b) 559,2 V.
115. (a) 30 A.
(b) 33 A.

116. Dinaikkan.
117. Arus medan maksimum.
118. Menurunkan tahanan rangkaian medan shunt.
119. Turun sampai nol.
120. Sambungan jangkar harus dibalik.
121. Berputar dengan arah yang sama seperti sebelumnya.
122. Sambungan jangkar harus dibalik.
123. Sambungan jangkar dan medan tetap tidak berubah.
124. Biarkan tidak diubah.
125. Hanya sambungan lilitan medan shunt yang dibalik.
126. 150% arus nominal.
127. Tahanan starter.
128. Tahanan jangkar tinggi.
129. Ggl lawan.
130. Batangan besi tuang.
131. 3,45%.
132. 952,4 rpm.
133. 3000 rpm.
134. 1,25 ohm.
135. 214,3 A

Kegiatan Belajar 7

136. Mengurangi besarnya arus eddy.
 137. Pembalikan terus menerus fluksi pada jangkar.
 138. Panas pada inti jangkar.
 139. cara pendinginan.
-

140. Rugi daya lilitan jangkar dan medan.
142. Daya output terhadap daya input.
143. Rugi-rugi jangkar.
144. Tes beban nol
145. Mengurangi rugi hysteresis.
146. 84,1%.
147. 83,3%.
148. (a) 205 W
(b) 995 W.
149. (a) 6840 W
(b) 720 W.
150. (a) 85.3%
(b) 559,2 V
-(c) 4838,4 W

IV. PENUTUP

Modul Pembelajaran ini menggunakan system Pelatihan Berbasis Kompetensi. Pelatihan berbasis kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan kemampuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah pada apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berbasis kompetensi adalah penguasaan individu terhadap pengetahuan dan kerampilan secara nyata di tempat kerja.

Dalam system Pelatihan berbasis kompetensi, fokusnya adalah pada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika Anda belum mencapai tingkat kompetensi tertentu pada kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana bersama Anda untuk mempelajari dan memberikan kesempatan kembali kepada Anda untuk meningkatkan level kompetensi sesuai dengan level yang diperlukan. Kesempatan mengulang yang disarankan maksimal tiga kali.

Untuk mengukur tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, dilakukan evaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun aspek keterampilan. Aspek pengetahuan dievaluasi melalui tes tertulis, sedangkan aspek keterampilan dievaluasi melalui tugas praktik.

Setelah Anda dinyatakan lulus dalam modul ini, maka Anda boleh melanjutkan ke modul berikutnya yaitu : Modul MKH.LE (1) 21.

LEMBAR PENILAIAN

Modul : Mesin DC

Nama Peserta :

Nama Penilai :

HASIL : KOMPETEN BELUM KOMPETEN

Catatan :

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

Tanda tangan Penilai

Tanggal :

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

Tanda tangan Peserta

Tanggal :

DAFTAR PUSTAKA

Theraja B.L. *A Text Book of Electrical Technology*, Dhampat Rai & Son , New Delhi, 1984.

Usman Effendi, *Direct Current Machines*, PPPG Teknologi, Bandung, 1995

Jenneson J.R. *Electrical principles for the Electrical Trades*, 3rd edition, McGraw Hill, Sidney, 1990.

STRORY BOARD

Judul Modul Pembelajaran : MESIN DC
Bidang keahlian : KETENAGALISTRIKAN
Program Keahlian : TEKNIK PEMBANGKITAN

NO.	URUTAN PEMBELAJARAN	NARASI	SIMULASI PEMBELAJARAN SESUAI URUTAN TOPIK								KETERANGAN SIMULASI
			Animasi	Gambar	Video	Audio	Simulasi	Praktek	Latihan	Evaluasi	
1.	DESKRIPSI MATERI	<p>Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta tentang sifat-sifat dan pengoperasian mesin-mesin arus searah yang meliputi :</p> <p>Konstruksi mesin-mesin arus searah, Prinsip kerja dan jenis Generator arus searah, Karakteristik Generator arus searah Prinsip kerja dan jenis Motor arus searah Karakteristik dan penggunaan Motor arus searah Starting dan pengontrolan kecepatan putaran Motor arus searah Menentukan rugi-rugi dan efisiensi pada motor</p>	-	v	-	-	-	-	v	-	

6	KEGIATAN BELAJAR 1	<p>Pada bagian ini Anda akan belajar tentang konstruksi dan Prinsip kerja mesin arus searah, meliputi konstruksi dan prinsip kerja Generator dan Motor DC. Pengetahuan ini sangat menunjang dalam Anda mempelajari materi selanjutnya. Diakhir kegiatan belajar 1 ini Anda akan diuji kemampuan pengetahuan melalui evaluasi teori.</p>	-	v	-	-	-	v	v	-	
7	KEGIATAN BELAJAR 2	<p>Pada Kegiatan belajar 2 ini Anda akan mempelajari khusus prinsip kerja dan jenis Generator DC, melalui teori dan praktik. Dalam hal ini Anda diuji kemampuannya dalam pengetahuan dan keterampilan melalui tes tertulis dan tes praktik.</p>	-	v	-	-	v	v	v	-	
8	KEGIATAN BELAJAR 3	<p>Pada Kegiatan belajar 3, akan dipelajari karakteristik dan penggunaan Generator DC, Untuk mengetahui karakteristik Generator,</p>	-	v	-	-	v	v	v	-	

11	KEGIATAN BELAJAR 6	Cara menjalankan, mengontrol kecepatan serta membalik putaran Motor DC akan Anda pelajari pada Kegiatan belajar 6. Untuk lebih memahainya Anda harus menyelesaikan tugas latihan teori dan tugas praktik.	-	v	-	-	v	v	v	-	
12	KEGIATAN BELAJAR 7	Kegiatan belajar 7 ini mempelajari tentang bagaimana menentukan rugi-rugi pada mesin DC melalui latihan soal-soal perhitungan.	-	v	-	-	-	v	v	-	
13	EVALUASI	Setelah Anda selesai mempelajari secara keseluruhan kegiatan belajar dalam modul ini, kemampuan, sikap dan keterampilan Anda akan diuji kembali secara komprehensif. Bila secara keseluruhan teori anda mendapat nilai >70, dan Anda dinyatakan terampil melalui tes praktik, maka Anda dapat dinyatakan kompeten dalam kompetensi Mesin DC, dan diharapkan selanjutnya Anda dapat melanjutkan pada kompetensi berikutnya yaitu memelihara Genset.	-	v	-	-	v	-	v	-	