

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pengenalan Alat Peraga

alat peraga bisa dikatakan menjadi media, media asal berasal bentuk jamak latin berasal istilah medium yang secara harfiah berarti pengantar, dalam bahasa Inggris media dikenal menjadi medium yg berarti perantara, demikian pula pada bahasa Arab disebut wasa'il yang berarti mediator. Singkatnya, media artinya indera yg menyampaikan atau memberikan pesan pengajaran. Media adalah alat apapun yang bisa dipergunakan menjadi pembawa pesan untuk mencapai tujuan mengajar. (Drs. Syaiful Bahri & Drs Aswin Zain, 1995)

1.2 Pengertian Motor DC

Motor arus searah (motor DC) artinya mesin yg mengganti tenaga listrik arus searah menjadi energi mekanik (Yon Rijono, 1997). Motor listrik berfungsi buat mengganti energi listrik menjadi energi mekanik. pada prinsipnya motor arus searah identik menggunakan generator arus searah. Padahal, mesin yang bekerja menjadi generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus searah. oleh sebab itu, mesin arus searah bisa dipergunakan menjadi motor arus searah atau generator arus searah.

Secara fisik, motor arus searah biasanya terdiri asal bagian yang diam dan bagian yang berputar. di bagian stasioner (stator) ialah daerah diletakkannya kumparan medan yang berfungsi buat membangkitkan fluks magnet sedangkan di bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator serta sikat. berdasarkan penguatan yang

diberikan, mesin arus searah bisa dibagi menjadi mesin arus searah yang memperkuat sendiri. (Irawati, 2020)

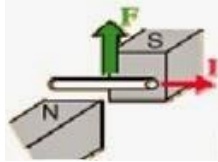
Motor listrik DC atau DC ini membentuk sejumlah putaran per menit atau biasa dianggap dengan RPM (Revolutions Per Minute) serta bisa dibuat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Bila polaritas listrik yang diberikan di Motor DC tadi dibalik. Motor listrik DC tersedia pada aneka macam ukuran dan bentuk rpm. Kebanyakan Motor listrik DC menyampaikan kecepatan putaran kurang lebih 3000 rpm sampai 8000 rpm menggunakan tegangan operasional dari 1,5V sampai 24V. Bila tegangan yang dialirkan ke Motor Listrik DC lebih rendah asal tegangan operasi maka akan bisa memperlambat putaran motor DC sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasi akan menghasilkan putaran motor DC lebih cepat. Tetapi, saat tegangan yang dialirkan ke motor DC turun di bawah 50% dari tegangan operasi yg dipengaruhi, motor DC tidak bisa berputar atau berhenti. sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke motor DC lebih kurang 30% lebih tinggi berasal tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC akan menjadi sangat panas dan di akhirnya akan rusak.

Saat motor listrik DC berputar tanpa beban, arus listrik atau daya yang dipergunakan hanya sedikit, namun ketika beban diterapkan, jumlah arus yg dipergunakan akan semakin tinggi sampai ratusan persen atau bahkan sampai 1000% atau lebih (tergantung di jenis beban yg diterapkan). oleh sebab itu umumnya penghasil Motor DC akan mencantumkan Stall Current di Motor DC. Stall Current ialah arus di waktu poros motor berhenti dampak beban maksimum.

1.3 Prinsip Kerja Motor Dc

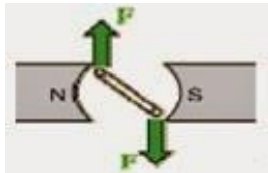
Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor listrik secara umum :

1. Arus listrik dalam suatu medan magnet akan memberikan gaya.



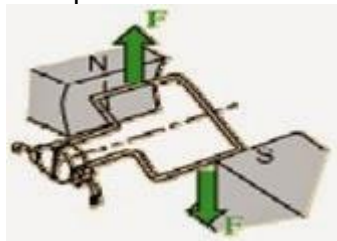
Gambar 2.1 Arus Listrik Dalam Medan Magnet

Jika kawat pembawa arus ditekuk menjadi satu lingkaran atau satu lingkaran, maka kedua sisi lingkaran tersebut, yaitu tegak lurus terhadap medan magnet, akan mengalami gaya yang berlawanan arah.



Gambar 2.2 Arus medan Magnet Berlawanan

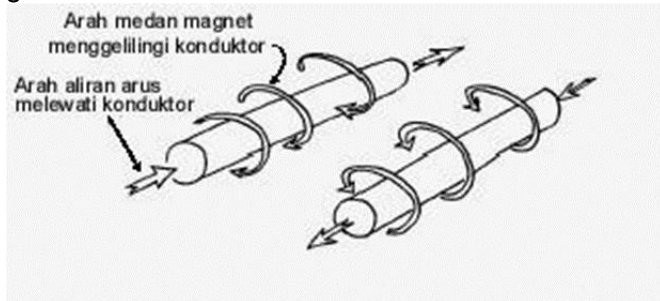
2. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torque untuk memutar kumparan.



Gambar 2.3 Gaya Tenaga Putar

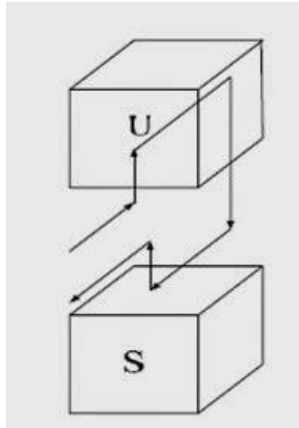
3. Motor memiliki banyak loop di angkernya untuk menghasilkan torsi yang lebih seragam dan medan magnet dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Sedangkan prinsip kerja motor DC adalah jika arus melewati suatu penghantar, maka timbul medan magnet di sekitar penghantar tersebut. Medan magnet hanya ada di sekitar konduktor jika arus mengalir di konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada konduktor. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Aliran Arus Pada Konduktor

Pada motor dc, luas kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang mengelilingi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Perubahan energi listrik menjadi energi mekanik (motor) dan sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat menyimpan energi, juga merupakan tempat terjadinya proses perubahan energi, daerah dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.5 Tempat penyimpanan Energi

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung dengan sempurna, tegangan sumber harus lebih besar dari tegangan gerak akibat reaksi lawan. Dengan memberikan arus ke kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan menyebabkan putaran motor.

Aturan nyala tangan kiri digunakan untuk menentukan arah putaran motor. Kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong penghantar yang membawa arus dengan arah yang sama dengan keempat jari, maka akan terjadi gerakan searah dengan ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F . Prinsip motor adalah bahwa aliran arus dalam konduktor di bawah pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

1.4 Kaidah Tangan Kiri Fleming

Dalam elektromagnet ada hubungan antara magnet

dan listrik. Elektromagnetisme terjadi ketika sebuah kumparan dialiri arus listrik, terbentuk garis-garis gaya magnet.

Arah gaya magnet ini dapat ditentukan dengan menggunakan aturan tangan kiri Fleming. Aturan tangan kiri Fleming diciptakan atau ditemukan oleh John Ambrose Fleming, seorang fisikawan Inggris.

Jika suatu penghantar (penghantar) berada di antara kutub N dan kutub S pada sebuah magnet permanen yang disusun seperti pada gambar di atas kemudian penghantar tersebut dialiri arus listrik, maka gaya garis magnet yang terbentuk pada bagian atas penghantar akan semakin kecil karena arah fluks magnet dari magnet permanen dengan arah fluks magnet yang dihasilkan oleh arus listrik dalam konduktor dalam arah yang berlawanan.

Sebaliknya, garis-garis gaya magnet di bagian bawah penghantar akan lebih besar karena arah fluks dari magnet permanen dan arah fluks yang dihasilkan oleh arus listrik di dalam penghantar adalah sama. Karena penghantar akan terdorong ke atas, gaya dorong ke atas ini disebut gaya elektromagnetik.

Arah gaya elektromagnetik ini dapat ditentukan dengan menggunakan aturan tangan kiri Fleming. Lihatlah gambar di bawah ini :



Gambar 2.6 Gambaran Kontruksi Motor DC

Keterangan :

- Jari telunjuk menunjukkan arah flux atau fluksi magnet.
- Jari tengah menunjukkan arah arus listrik.
- Ibu jari menunjukkan arah gerakan konduktor (arah elektromagnet).

Ukuran gaya elektromagnet yang paling besar pada saat arah medan magnet tegak lurus dengan arah arus listrik dan meningkat sebanding dengan panjang penghantar, sehingga kekuatan medan magnet dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut :

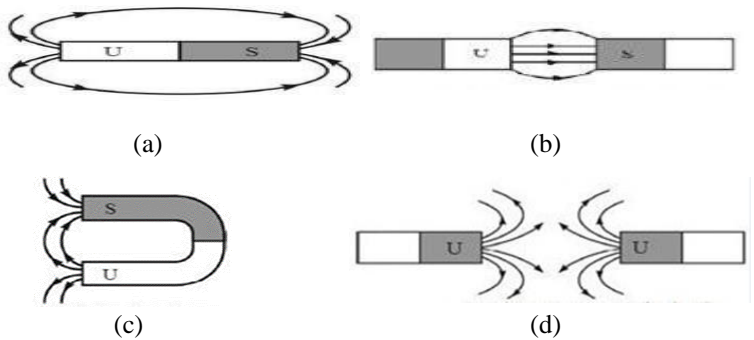
$$F = B \times I \times L \dots\dots\dots (2.1)$$

- F adalah gaya elektromagnet (N)
- B adalah jumlah garis gaya magnet (Wb)
- I adalah besarnya arus yang mengalir pada penghantar (A)
- L adalah panjang penghantar yang digunakan(m)

1.5 Garis Gaya Magnet

Garis gaya magnet (GGM) adalah arah medan magnet yang berupa garis-garis yang menghubungkan kutub-kutub magnet. Setiap magnet memiliki kutub magnet yang berlawanan yaitu kutub utara (U) dan kutub selatan (S), keduanya memiliki energi untuk menarik sepotong besi atau sesuatu. Seperti muatan listrik, kutub yang sejenis akan saling tolak menolak dan kutub yang berlawanan akan saling menarik. Daerah antara kutub utara dan kutub selatan disebut medan magnet.

Medan magnet memiliki energi untuk menarik sepotong logam atau sesuatu. Medan magnet terdiri dari garis-garis yang berarah dari kutub utara ke kutub selatan, sehingga arah medan magnetnya juga dari kutub utara ke kutub selatan. Semakin kuat magnetnya, semakin besar jumlah garis gaya magnetnya.



Gambar 2.7 (a) Arah garis gaya magnet batang, (b) Arah garis gaya dua kutub magnet yang tidaksejenis, (c) Arah garis-garis gaya magnet U, (d) Arah garis gaya dua kutub magnet yang sejenis.

Jumlah garis gaya magnet yang keluar dari kutub utara suatu magnet disebut fluks magnet (*magnetic flux*), yang dinyatakan dengan simbol π (phi). Satuan internasional untuk fluks magnet adalah *Weber* (Wb). Satu Weber sama dengan 10^8 garis gaya magnet. Satuan cgs untuk fluks magnet adalah *Maxwell*. Satu Maxwell sama dengan 10^{-8} Weber. (Nugroho, 2014)

Kuat medan magnet untuk kawat melingkar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2a} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

B: Kuat medan magnet (T)

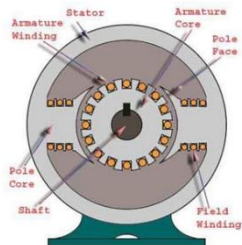
a: Jari-jari lingkaran yang terbentuk oleh kawat (m)

i : Kuat arus listrik (A)

μ_0 : $4\pi \times 10^{-7}$ (N A⁻²) Konstanta magnet

1.6 Kontruksi Motor DC

Motor DC memiliki dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian stasioner yang juga berfungsi sebagai rumah motor yang juga terdiri dari kumparan penguat medan magnet dan terminal motor. Adalah bagian berputar yang menghasilkan putaran mekanis. Selain komponen utama tersebut terdapat bagian pendukung yaitu kuk motor (axle/housing/yoke), tiang, motor, kumparan penguat medan magnet, kumparan jangkar, komutator dan sikat arang.



Gambar 2.8 Gambaran Konstruksi Motor DC

1.7 Kuk (Gandar / Yoke / Housing)

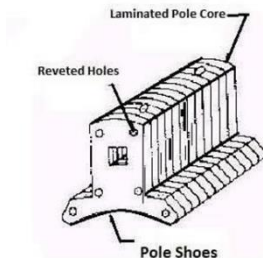
Bingkai magnet atau kuk motor DC terbuat dari besi atau baja dan merupakan bagian integral dari stator motor. Fungsi utamanya adalah untuk melindungi dan menutupi bagian dalam stator dan menopang jangkar. Kuk juga berfungsi untuk melindungi sistem kutub medan magnet dan penguat medan magnet.



Gambar 2.9 Bentuk Yoke Motor DC

1.8 Kutub Motor DC

Kutub ini dibuat menempel pada dinding yoke. Kontruksi dasar kutub ini terdiri dari dua bagian yaitu, inti kutub dan sepatu kutub. Keduanya ditumpuk bersama dengan menggunakan tekanan hidrolik kemudian ditempelkan pada yoke. Pada sepatu kutub tersedia slot untuk meletakkan kumparan penguat medan magnet.



Gambar 2.10 Gambaran Kutub Motor DC

1.9 Kumparan Penguat Medan Magnet

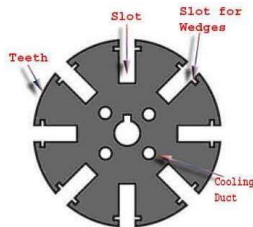
Kumparan penguat medan magnet dibuat dari kawat email tembaga yang digulung pada slot sepatu kutub. Kumparan ini bekerja dengan prinsip elektromagnetik, yang mana menghasilkan fluks magnet saat dialiri arus listrik.



Gambar 2.11 Gambaran Kumparan Penguat Medan Magnet

1.10 Kumparan Jangkar

Kumparan jangkar motor DC diletakkan pada motor. Kumparan jangkar ini dibuat laminasi baja silikon yang rendah histeresis untuk mengurangi kehilangan magnetik seperti hysteresis dan arus eddy. Lembaran laminasi baja ini ditumpuk membentuk struktur silinder dan inti jangkar.



Gambar 2.12 Gambaran Lembaran Laminasi Baja Untuk Kumparan Jangkar

1.11 Komulator Motor DC

Komulator dibuat dari kumpulan tumpukan segmen tembaga, diantara segmen tersebut disolasi mika. Fungsi utamanya dari komulator ialah media penghantar bergerak dari sikat arang menuju kumparan jangkar.



Gambar 2.13 Gambaran Bentuk Komutator

1.12 Sikat Arang Motor DC

Sikat arang dibuat dari karbon atau grafit materi ini dapat membuat kontak berputar pada komulator. Sikat arang digunakan untuk penghantar dari terminal suplai menuju komulator lalu ke kumparan jangkar.



Gambar 2.14 Gambaran Bentuk Sikat Arang

1.13 Daya

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam suatu rangkaian. Sumber energi berupa tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam suatu rangkaian atau sirkuit listrik.

Rumus yang digunakan untuk mencari daya motor DC adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(4.3)$$

P : Daya listrik (Watt)

V : Tegangan Listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

1.14 Torsi Motor DC

Torsi (momen gaya) adalah ukuran keefektifan gaya yang diberikan atau bekerja pada suatu benda untuk memutar benda tersebut pada suatu sumbu tertentu. Momen gaya menentukan berapa banyak gaya yang diterapkan untuk memutar objek pada sumbu tertentu. Perhitungan torsi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus momen gaya di bawah ini.

Torsi dihasilkan berdasarkan energinya bersinggungan dengan arah putaran jangkar dikalikan jarak.

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(4.4)$$

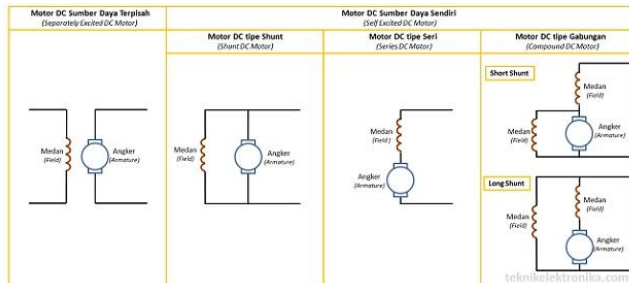
T : torsi (Nm)

P : Daya (Watt)

ω : Kecepatan sudut (Rps)

1.15 Jenis-Jenis Motor DC

Motor DC banyak digunakan dalam peralatan teknik. Misalnya untuk menghidupkan mesin mobil atau motor, dari kecil hingga besar. Hal ini dikarenakan torsi awal yang dihasilkan oleh motor DC lebih besar daripada motor AC sehingga dapat menghidupkan mesin untuk memulai pembakaran. Motor DC digabung menjadi tiga jenis utama, yaitu penguat Terpisah, penguat sendiri, dan magnet permanen. Untuk penguat sendiri dibagi lagi menjadi tiga macam, yaitu penguat seri, penguat paralel (shunt) dan penguat kompon. Penguat kompon juga ada dua jenis, yaitu kompon komulatif dan kompon diferensial. Kedua kompon ini sama-sama memiliki dua jenis lagi, yaitu Kompon panjang dan kompon pendek



Gambar 2.15 jenis-jenis motor DC

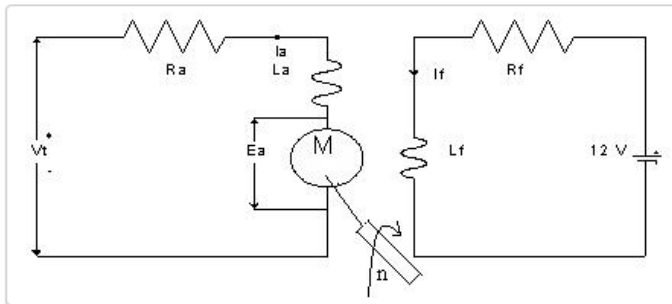
1.16 Motor DC Penguat Terpisah

Sesuai namanya, motor DC ini memiliki penguat medan magnet yang disuplai terpisah dari suplai untuk kumparan armatur. Dari persamaan torsi motor DC kita tahu bahwa Jadi disini torsi dapat divariasikan dengan mengatur fluks ϕ dari penguat medan magnet dan tidak bergantung pada arus kumparan jangkar Ia. Dengan suplai terpisah untuk penguat medan magnet, kecepatan

putaran motor jenis ini dapat disesuaikan. Sebenarnya ada dua hal yang mempengaruhi motor ini yaitu tegangan dan fluks medan magnet.

Fluks medan secara umum biasanya diusahakan dalam kondisi konstan tegangan sumber ditambah linier hingga kecepatan motornominal. Kemudian setelah kecepatan nominal untuk menjaga agar tidak melebihi kecepatan nominal maka tegangan sumber dibiarkan konstan dan fluks kumparan penguat medan diperkecil dengan mengurangi arus medan (I_f). Saat itu terjadi pelemahan magnet kumparan penguat medan.

1.17 Rangkaian Motor DC Penguat Terpisah



Gambar 2.16 Rangkaian motor DC penguat terpisah

Cara yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC penguat terpisah ialah mengacu pada persamaan $V_f = R_f \cdot I_f + L_f \text{ Volt}$. Pada saat steady, kecepatan motor ini dapat diatur langsung dengan mengatur nilai tegangan jangkar V_t , kemudian juga dengan mengatur nilai fluks ϕ penguat medan magnet dengan cara menambah arus medan I_f .

1.18 Karakteristik Motor DC

Keuntungan menggunakan motor dc terletak pada variasi karakteristik kinerja yang diberikan oleh banyaknya kemungkinan konfigurasi shunt, seri dan gabungan. Beberapa karakteristik ini telah dibahas secara singkat di bagian ini. Ada lebih banyak kemungkinan jika Anda menambahkan satu set kuas sehingga Anda mendapatkan tegangan lain dari komutator. Jadi luasnya penggunaan sistem mesin dc dan kemudahan pengaturan sistem kontrol, baik secara manual maupun otomatis, menjadi ciri khasnya. Ciri-ciri inilah yang akan dibahas dalam bab ini mengenai keadaan ejekannya dan dinamikanya. (Fitzgerald, 1997)