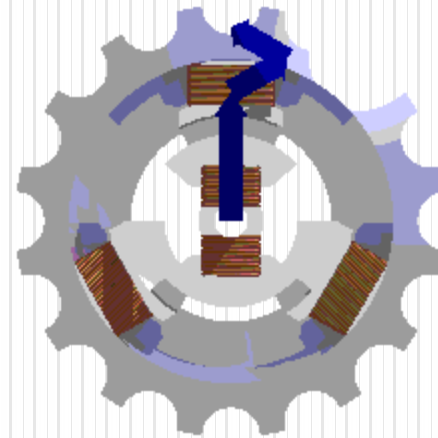


# Elektronika Lanjut

## Motor Listrik





# Motor Listrik

- + Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.
- + Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo.



# Motor Listrik

- ✦ Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya :
  - ✦ kipas angin
  - ✦ mesin cuci
  - ✦ Memutar impeller pompa air
  - ✦ penyedot debu
  - ✦ Menggerakkan kompresor
  - ✦ Mixer
  - ✦ Bor listrik
  - ✦ dll



# Motor Listrik

- + Motor listrik yang umum digunakan di dunia industri adalah motor listrik *asinkron*, dengan dua standar global yakni IEC dan NEMA
- + Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja”nya industri, karena sekitar 70% menggunakan beban listrik total di industri.



# Motor Listrik

- + Motor *asinkron* IEC berbasis *metrik* (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis *imperial* (inch), dalam aplikasi ada satuan daya dalam *horsepower* (hp) maupun *kiloWatt* (kW).



# Motor Listrik

## IEC

- ✚ **International Electrotechnical Commission** atau disingkat **IEC** adalah suatu organisasi standarisasi internasional yang menyiapkan dan mempublikasikan standar internasional untuk semua teknologi elektrik, elektronika, dan teknologi lain yang terkait, yang secara kolektif dikenal dengan “elektroteknologi”.



# Motor Listrik

## IEC

- ✦ Standar IEC meliputi berbagai teknologi dari pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik hingga perlengkapan rumah tangga dan perlengkapan kantor, semikonduktor, serat optik, baterai, tenaga surya, nanoteknologi dan tenaga air laut, serta berbagai hal lain.



# Motor Listrik

## IEC

- + IEC juga mengelola skema penilaian kesesuaian yang menyatakan apakah suatu perangkat, sistem, atau komponen sesuai dengan standar internasional.
- + IEC menerbitkan standar bersama dengan IEEE dan mengembangkan standar-standar bersama dengan ISO (International Organization for Standardization) dan juga ITU (International Telecommunication Union).





# Motor Listrik IEC

- + Motor listrik IEC dibagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan efisiensi yang dimilikinya, sebagai standar di EU (Uni Eropa)
- + Pembagian kelas ini menjadi :
  - + EFF1
  - + EFF2
  - + EFF3



## Motor Listrik

- + EFF1 adalah motor listrik yang paling efisien, paling sedikit memboroskan tenaga
- + EFF3 sudah tidak boleh dipergunakan dalam lingkungan EU, sebab memboroskan bahan bakar di pembangkit listrik dan secara otomatis akan menimbulkan buangan karbon yang terbanyak, sehingga lebih mencemari lingkungan.



# Contoh motor listrik





# Prinsip Kerja Motor Listrik

- + Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik.
- + Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet.



# Prinsip Kerja Motor Listrik

- + Kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik.
- + Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.



# Prinsip Kerja Motor Listrik

- + Prinsip kerja motor listrik pada dasarnya sama untuk semua jenis motor secara umum :
- + Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- + Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.



## Prinsip Kerja Motor Listrik

- + Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torque untuk memutar kumparan.
- + Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.



## Beban motor listrik

- + Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan.
- + Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE India, 2004) :
  - + Beban torque konstan
  - + Beban dengan variabel torque
  - + Beban dengan energi konstans





## Beban torque konstan

- + **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torque nya tidak bervariasi.
- + Contoh beban dengan torque konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.



## Beban dengan variabel torque

- + **Beban dengan variabel torque** adalah beban dengan torque yang bervariasi dengan kecepatan operasi.
- + Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).



# Beban dengan energi konstan

- + **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan.
- + Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin

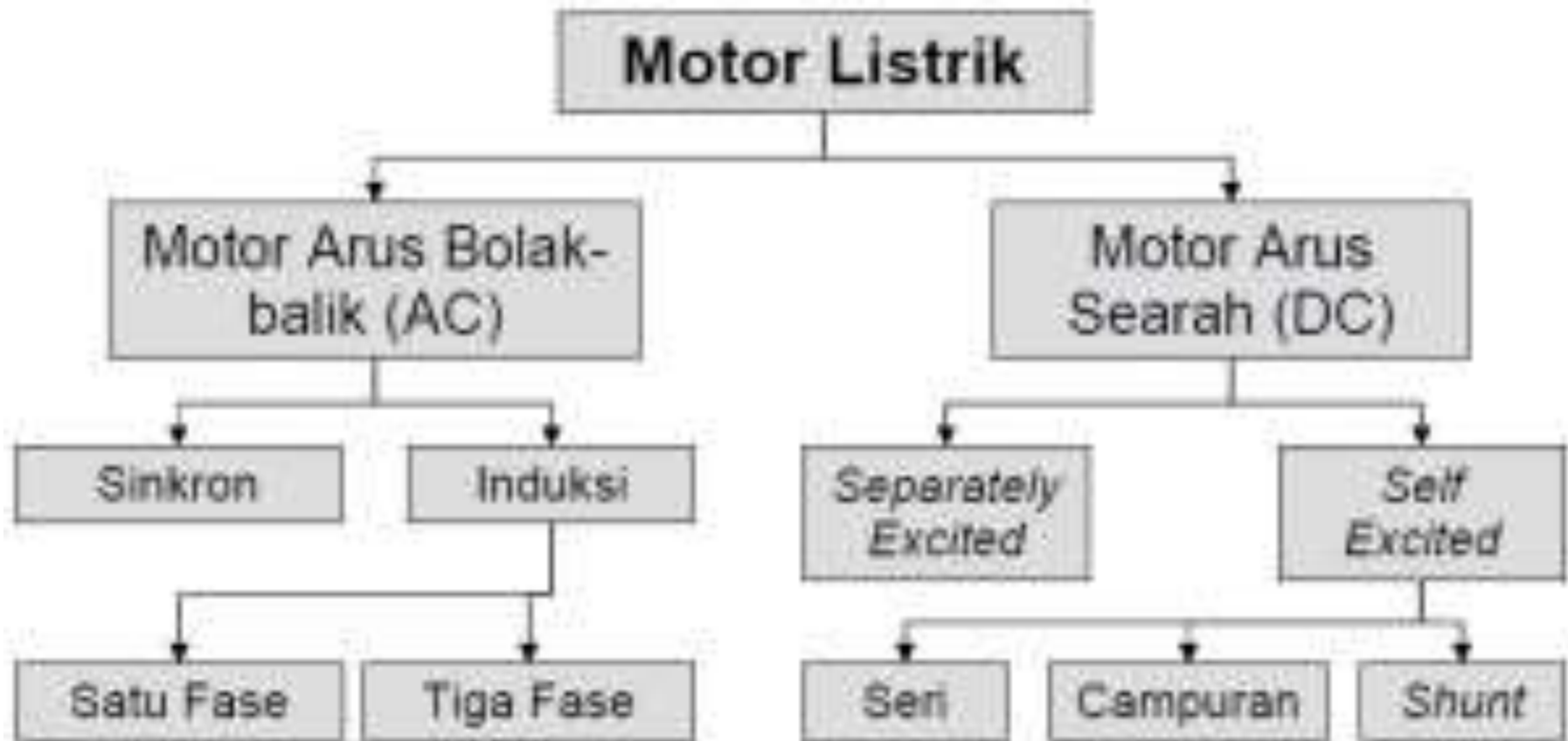


# Jenis-jenis Motor Listrik

- + Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu :
  - + motor listrik DC
  - + motor listrik AC
- + Kemudian dari jenis tersebut digolongkan menjadi beberapa klasifikasi lagi sesuai dengan karakteristiknya



# Jenis-jenis Motor Listrik





## Motor AC (Motor Arus Bolak Balik)

- + **Motor AC** adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current).
- + Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu :
  - + “stator” dan
  - + “rotor”



## Motor AC (Motor Arus Bolak Balik)

- ✚ Stator merupakan komponen motor AC yang statis.
- ✚ Rotor merupakan komponen motor AC yang berputar.
- ✚ Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya.



## Motor AC Sinkron (Motor Sinkron )

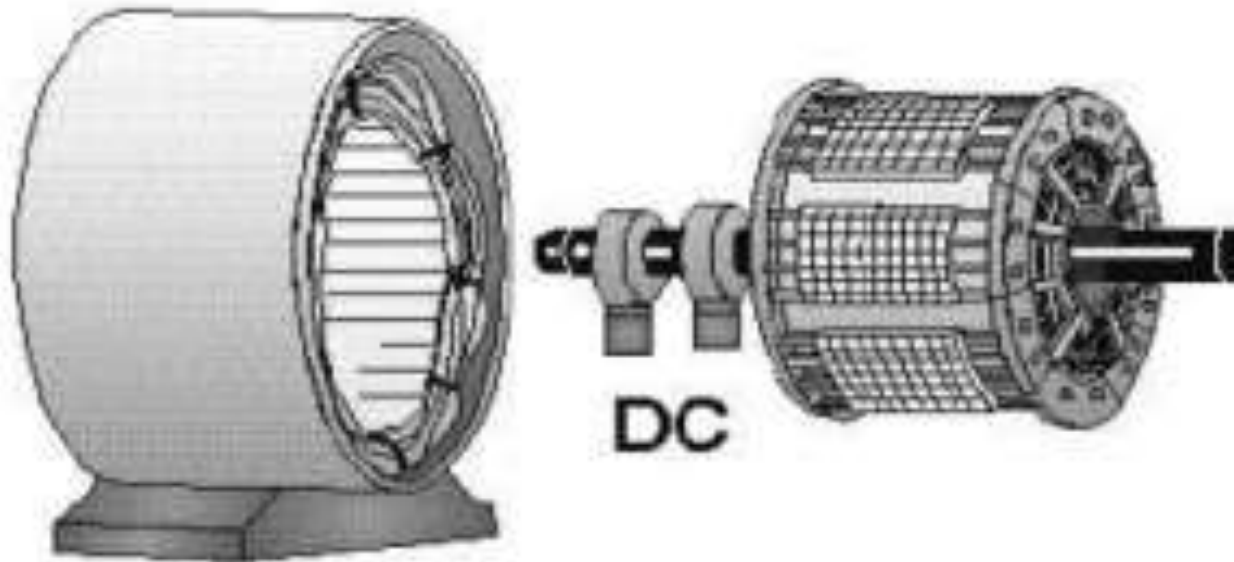
- + Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekuensi tertentu.
- + Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor.





## Motor AC Sinkron (Motor Sinkron )

- + Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik.





## Komponen utama Motor AC Sinkron

- ✚ **Rotor**, Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet.
- ✚ Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi.
- ✚ Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC-excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.



## Komponen utama Motor AC Sinkron

- + **Stator**, Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.
- + Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut (Parekh, 2003):
  - +  $N_s = 120 f / P$
  - +  $f$  = frekuensi dari pasokan frekuensi
  - +  $P$  = jumlah kutub

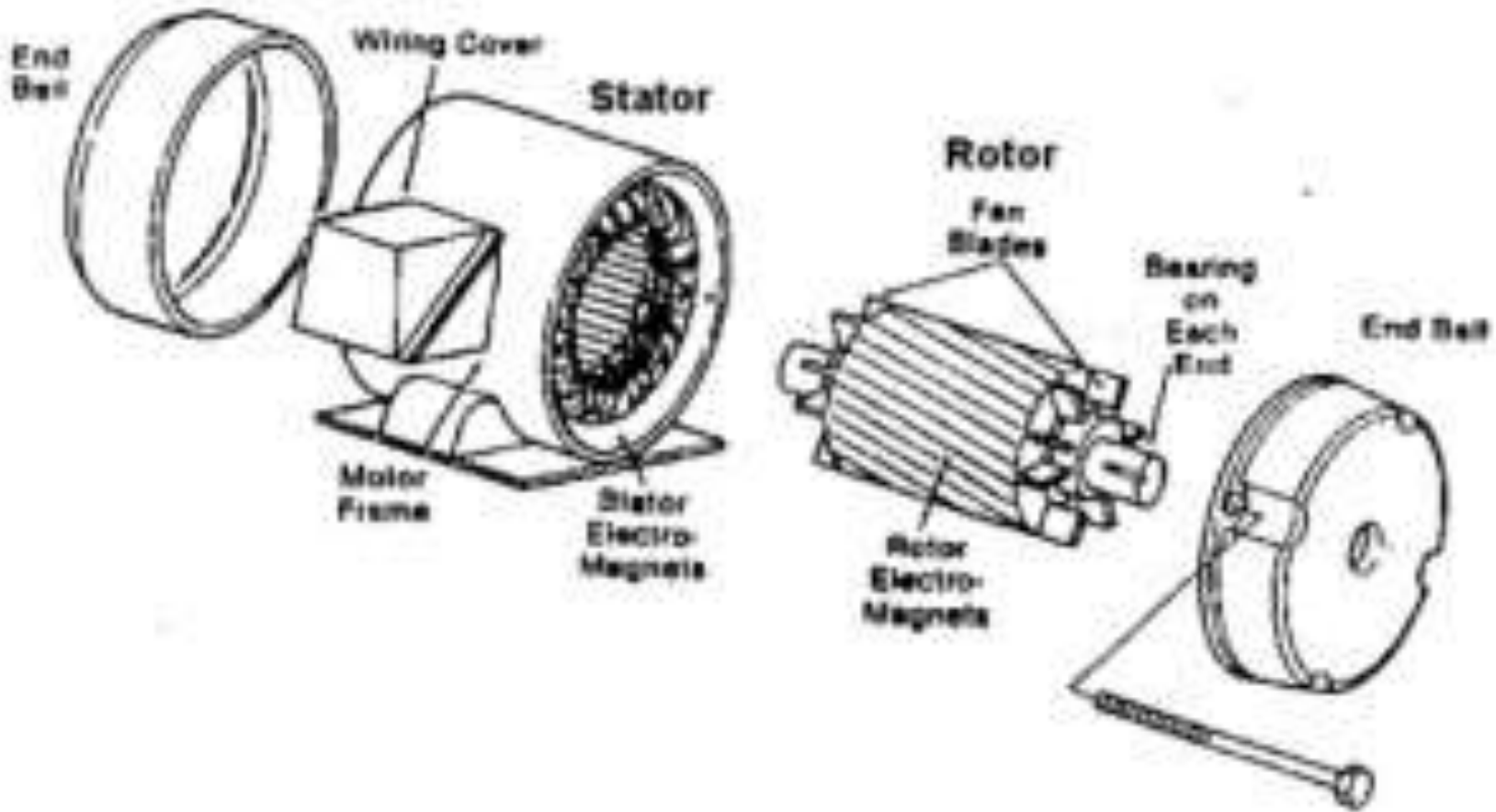


## Motor AC Induksi (Motor Induksi)

- + Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri.
- + Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.



# Motor AC Induksi (Motor Induksi)





# Komponen Utama Motor AC Induksi

- ✚ Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama :  
**Rotor**, Motor induksi menggunakan dua jenis rotor :
- ✚ Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.
- ✚ Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.



## Komponen Utama Motor AC Induksi

- + **Stator**, Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase.
- + Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu.
- + Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.



# Jenis-jenis motor Induksi

- + Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003) :
  - + Motor induksi satu fase
  - + Motor induksi tiga fase





## Motor Induksi Satu Fase

- ✚ **Motor induksi satu fase.** Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya.
- ✚ Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.



## Motor Induksi Tiga Fase

- ✚ **Motor induksi tiga fase.** Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang.
- ✚ Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri.
- ✚ Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.



## Motor DC

- ✚ **Motor DC** adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC.
- ✚ Motor DC (motor arus searah), menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional.
- ✚ *Motor DC* digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



# Motor DC





# Komponen Utama Motor DC

- + Kutub medan magnet
- + Kumparan motor DC
- + Commutator Motor DC



## Kutub Medan Magnet

- ✚ Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC.
- ✚ Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan.
- ✚ Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan.



## Kutub Medan Magnet

- # Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan.
- # Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- # Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.



## Kumparan Motor DC

- ✚ Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban.
- ✚ Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- ✚ Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.





## Commutator Motor DC

- + Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC.
- + Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya



## Kelebihan Motor DC

- ✚ Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya.
- ✚ Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :
- ✚ Tegangan kumparan motor DC, meningkatkan tegangan kumparan motor DC akan meningkatkan kecepatan
- ✚ Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.



## Kelebihan Motor DC

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



## Jenis-jenis motor DC

- + Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited
- + Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt
- + Motor DC daya sendiri: motor seri
- + Motor DC Kompon/Gabungan



# Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited

- ✚ Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah / separately excited

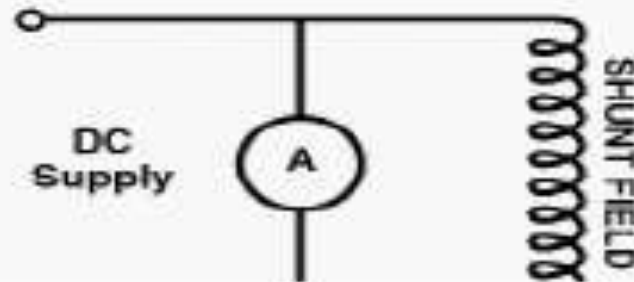
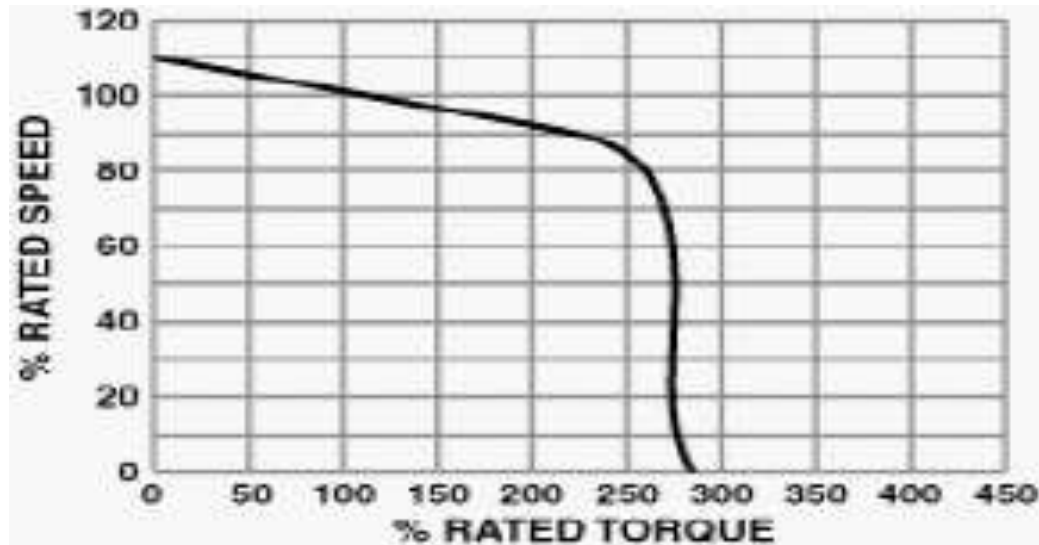


## Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt

- ✚ Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah.
- ✚ Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC.



# Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt





# Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt

- ✚ Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.





# Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited: motor shunt

- ✚ Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).



## Motor DC daya sendiri: motor seri

- + Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah.
- + Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC.



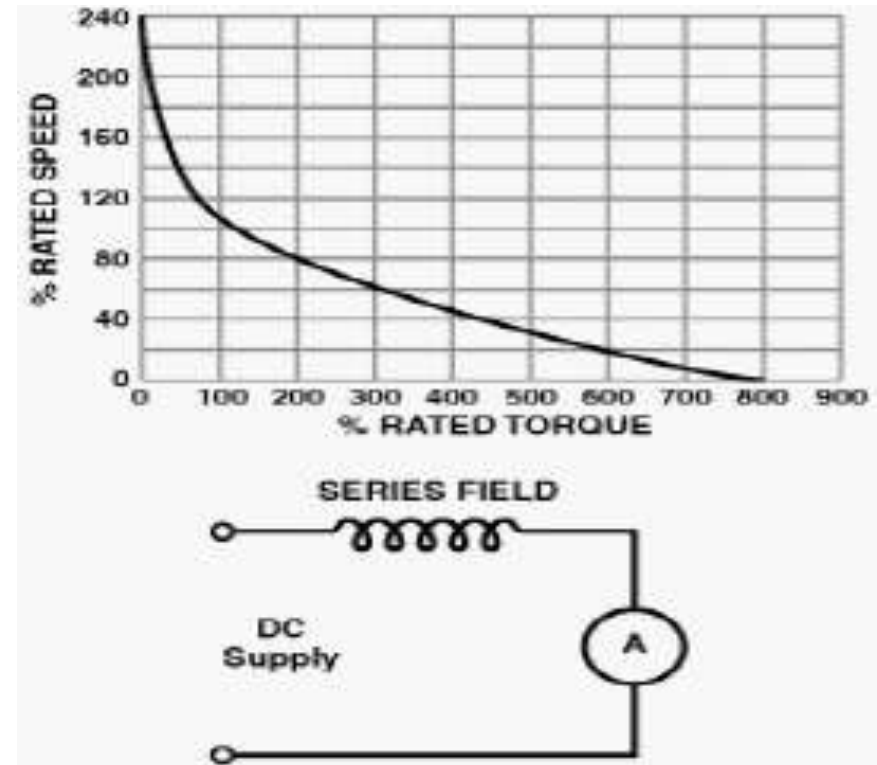
## Motor DC daya sendiri: motor seri

- + Berikut tentang kecepatan motor seri (Rodwell International Corporation, 1997; L.M. Photonics Ltd, 2002) :
- + Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- + Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.



# Motor DC daya sendiri: motor seri

- Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalaan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada gambar disamping.



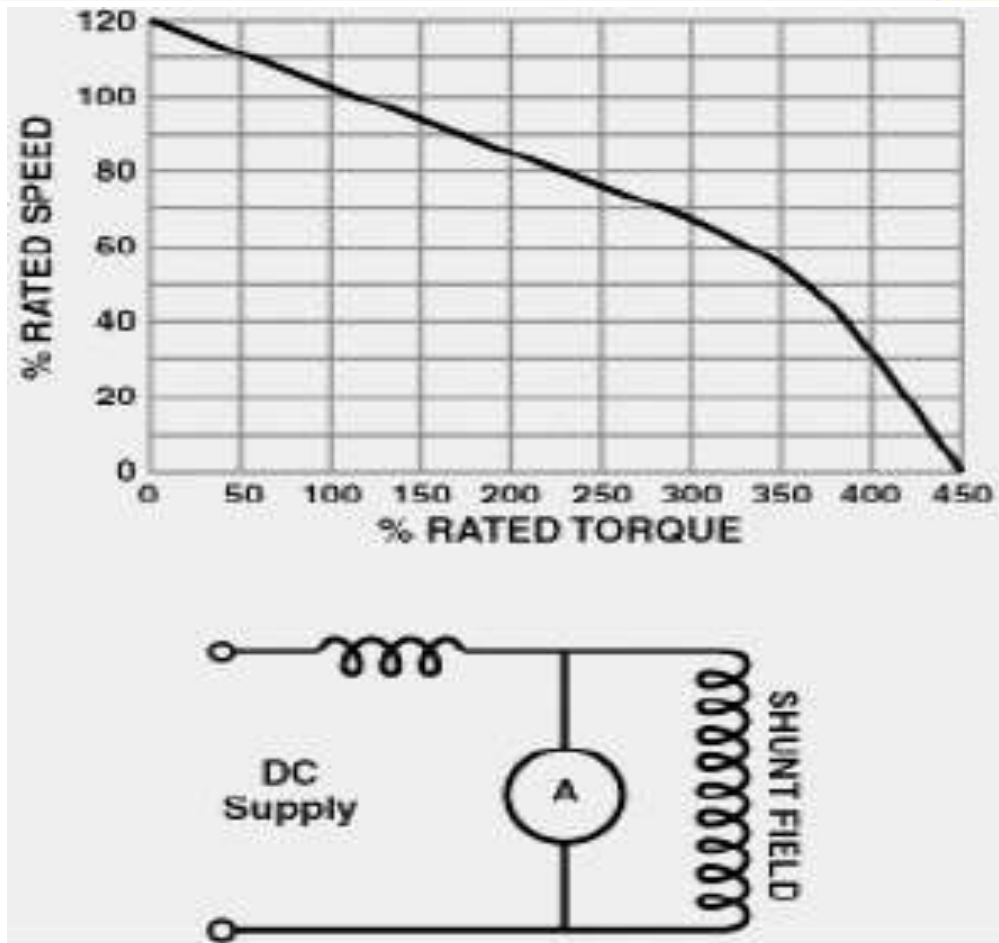


# Motor DC Kompon/Gabungan

- + Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt.
- + Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah.



# Motor DC Kompon/Gabungan





# Motor DC Kompon/Gabungan

- ✚ Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil.
- ✚ Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.
- ✚ Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok (myElectrical, 2005).



- + <http://zoniaelektro.net/motor-listrik/>
- + <http://zoniaelektro.net/motor-ac/>
- + <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>





Alhamdulillah....

Thanks!

A blue cartoon character with a round face, a wide smile, and its arms raised in a gesture of joy or gratitude. The character is positioned below the word 'Thanks!' and has a small '©' symbol next to it.

