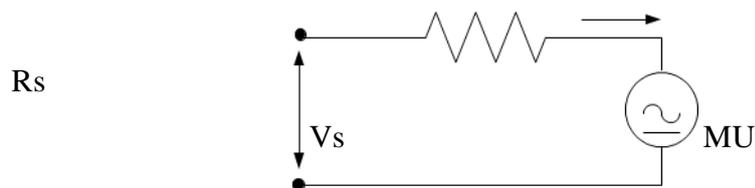


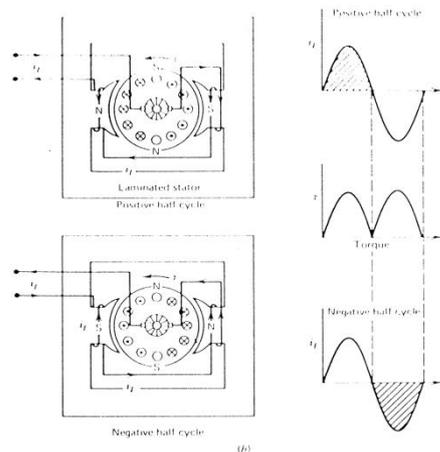
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Motor Universal

Motor universal merupakan suatu motor seri yang mempunyai kemampuan bekerja dengan tegangan masukan ac maupun tegangan masukan dc. Pengaturan starting motor universal dapat dilakukan dengan mengatur tegangan input pada motor universal. Untuk menghasilkan tegangan bolak-balik maupun tegangan searah yang bervariasi untuk suplai daya motor universal terdapat beberapa alternatif diantaranya dengan menggunakan rangkaian AC atau DC terkontrol maupun rangkaian AC atau DC tak terkontrol.



Gambar 2.1 Rangkaian ekivalen



Gambar 2.2 Prinsip kerja Motor universal



Karena besarnya arus asut maka diperlukan sistem pengaturan pada saat pengasutan (soft starter). Metode pengasutan dan metode pengaturan kecepatan pada saat motor bekerja (running), yaitu :

$$E_b = V_t - I_a : \dots\dots\dots (2.1)$$

$$R_a = \frac{\Phi \cdot 7 \cdot N \cdot P}{A} R_a^{V_t - I_a}$$

$$N = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{\Phi} \cdot \frac{A}{7 \cdot P}$$

$$N = K \cdot \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{\Phi} \dots\dots\dots (2.2)$$

Pada persamaan diatas terjadi apabila motor universal tersebut dikasih tegangan dc. Apabila diberi tegangan ac akan menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$$N = \frac{V_t - I_a \cdot (R_a + R_{se} + i\omega L)}{K \cdot \Phi} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dimana :
- N = Kecepatan Putar (rpm)
  - I<sub>a</sub> = Arus jangkar (A)
  - R<sub>a</sub> = Beban jangkar (Ω)
  - R<sub>se</sub> = Resistor seri (Ω)
  - Φ = Fluks magnetic (wb)

Karena karakteristik motor universal sama dengan karakteristik motor dc seri sehingga I<sub>jangkar</sub> = I<sub>medan</sub>.

### 2.1.1 Teori AC / DC Universal

AC / DC Universal motor ditemukan dalam alat 6 ortable seperti bor listrik, gergaji, Sanders, dan peralatan rumah tangga seperti pembersih vakum, mixer listrik, blender, dll, di mana kecepatan tinggi, daya dan ukuran kecil adalah keuntungan. Namun, itu lebih dekat dalam konsep motor DC daripada motor AC dan, oleh karena itu, memiliki beberapa kelemahan yang melekat, yang dapat dihindari di murni motor AC induksi : terutama, kebutuhan untuk pergantian dan kuas.



Motor universal yang pada dasarnya adalah motor seri DC yang dirancang khusus untuk beroperasi pada AC maupun di DC. Sebuah standar DC motor seri memiliki karakteristik yang sangat miskin ketika dioperasikan pada AC, terutama karena dua alasan :

- a) reaktansi tinggi dari kedua dinamo dan gulungan medan membatasi arus AC ke nilai yang jauh lebih rendah daripada arus DC (untuk tegangan baris yang sama).
- b) Jika baja padat digunakan untuk frame stator, AC fluks akan menghasilkan arus eddy besar di frame dengan pemanasan konsekuen.

Untuk memastikan operasi yang memuaskan dari motor universal dari sumber listrik AC, beberapa modifikasi yang diperlukan. Reaktansi bidang seri dan gulungan armature harus dikurangi sebanyak praktis. Reaktansi bidang seri berkelok-kelok dapat agak dikurangi dengan menggunakan bergantian sedikit kawat berat. Namun, itu tidak akan praktis untuk menghilangkan drop tegangan reaktansi karena bidang seri karena itu juga akan menghilangkan medan magnet. Drop tegangan reaktansi karena angker berliku dapat praktis dihilangkan dengan penggunaan kompensasi berliku. kompensasi berliku dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (kompensasi konduktif) dan diatur sedemikian rupa sehingga ampere putaran dari kompensasi berliku menentang dan menetralkan ampere putaran dinamo.

Untuk mewujudkan kompensasi ini, kompensasi berliku pengungsi 90 derajat listrik dari gulungan medan. Karena motor yang digunakan dalam percobaan ini kita motor 4 kutub, perpindahan mekanik adalah 450. kompensasi berliku juga meningkatkan pergantian jauh. Ini adalah petualangan besar karena bidang motor universal melemah dengan menurunkan reaktansi bidang seri berliku. Jika kompensasi berliku hubung singkat (induktif kompensasi), arus bolak-balik dalam dinamo yang disebabkan oleh tindakan transformator ke kompensasi korsleting berkelok-kelok, dengan demikian, secara efektif membatalkan arus armature reaktif.



Untuk mengurangi kerugian akibat histeresis dan arus eddy, struktur lapangan dilaminasi. Beberapa universal motor beroperasi pada kecepatan yang sama pada AC seperti pada DC. Apakah itu berjalan lebih cepat pada AC atau DC adalah masalah desain.

Reaktansi angker berliku dapat diturunkan dengan menempatkan kompensasi berkelok-kelok pada stator sehingga fluks menentang atau "membatalkan" satu sama lain. Kompensasi yang sama ini berkelok-kelok dapat dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo. Dalam hal ini, motor dikatakan *conductively* kompensasi. Dengan kondisi tersebut, motor yang universal akan memiliki karakteristik operasi yang sama baik di AC atau Daya DC.

Kompensasi berliku mungkin hanya korsleting pada dirinya sendiri, sehingga berperilaku seperti sekunder hubung pendek dari transformator (gulungan dinamo bertindak sebagai primer). Arus AC yang diinduksi dalam gulungan kompensasi lagi menentang atau arus dinamo dan motor dikatakan induktif kompensasi. Reaktansi gulungan medan dapat disimpang rendah dengan membatasi jumlah putaran.

Torsi mulai dari motor universal ditentukan oleh arus yang mengalir melalui gulungan ar- matang dan lapangan. Karena reaktansi induktif ini lilitan starting arus AC akan selalu kurang dari mulai arus DC (dengan pasokan tegangan yang sama). Akibatnya, torsi mulai pada listrik AC akan lebih rendah dari torsi dimulai pada daya DC.

Kompensasi berliku memiliki peran penting untuk mengurangi reaktansi keseluruhan motor. Namun, juga memiliki bagian yang sama pentingnya dalam menentang reaksi angker, dengan demikian meningkatkan pergantian. Sebuah motor yang universal terkompensasi akan kehilangan sebagian besar kekuatannya. Percikan api pada sikatnya juga akan nyata lebih buruk.

Daya output (dalam horsepower ) motor dikirim ke beban didefinisikan sebagai berikut :

$$P_{\text{out, hp}} = \frac{1,4 \cdot \omega_{rpm} \cdot T_{nm}}{10000} \dots\dots\dots (2-1)$$



dimana  $\omega_{rpm}$  adalah kecepatan motor dalam revolusi per menit ,  $T_{NM}$  adalah torsi dalam Newton – meter.

Perlu diketahui bahwa salah satu tenaga kuda kira-kira sama dengan 746 W. Daya reaktif [ var ] dapat dihitung sebagai :

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana S adalah daya nyata [ VA ], P adalah real daya [ W ] dikonsumsi oleh motor. efisiensi motor adalah :

$$efisiensi = \frac{P_{out,W}}{P} .100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana  $P_{out,W}$  adalah daya keluaran dikirimkan ke beban dalam Watt. Kerugian bermotor, oleh karena itu, diperkirakan sebagai :

$$Kerugian = P - P_{out, W} \dots\dots\dots (2.4)$$

## 2.2 Definisi Motor Universal

Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanik yang berupa tenaga putar. Pada motor DC energy listrik diambil langsung dari kumparan armatur dengan melalui sikat dan komutator. Oleh karena itu, motor DC kumparan rotor tidak menerima Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanik yang berupa tenaga putar. Pada motor DC energy listrik diambil langsung dari kumparan armatur dengan melalui sikat dan komutator. Oleh karena itu, motor DC disebut motor konduksi. Lain halnya dengan motor AC, pada motor AC kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator.

Oleh karena itu, motor AC dikenal dengan motor induksi. Dilihat dari konstruksinya yang sederhana dan kuat, harganya yang relative murah, serta mempunyai karakteristik kerja yang baik, maka motor induksi tiga fasa ini sangatlah cocok dan paling banyak digunakan dalam bidang industri.



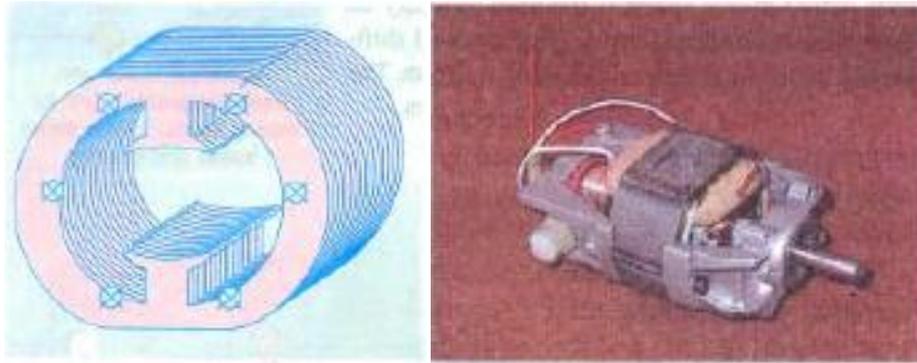
Motor induksi tiga phasa banyak digunakan dikalangan industri, hal ini berkaitan dengan beberapa keuntungan dan kerugian.

- Keuntungan motor universal:
  - a. Untuk berat tertentu, universal motor menghasilkan tenaga yang lebih besar dari jenis lainnya.
  - b. Motor universal menghasilkan Starting torsi yang besar tanpa arus yang berlebihan
  - c. Ketika beban torsi meningkat, motor universal melambat. Oleh karena itu, daya dihasilkan relatif konstan, dan besarnya arus masih dalam batas wajar batas. Dengan demikian, universal motor ini lebih cocok untuk beban yang menuntut berbagai torsi dengan rentang jarak yang lebar, seperti bor dan mixer makanan.
  - d. Universal motor dapat dirancang untuk beroperasi pada kecepatan yang sangat tinggi, sedangkan jenis motor ac terbatas pada 3600 rpm, dengan asumsi 60-Hz source.
  
- Kekurangan motor universal :
  - a. Salah satu kelemahan universal motor (serta mesin DC pada umumnya) adalah bahwa sikat dan komutator sangat cepat menjadi arus.

### **2.2.1 Prinsip Kerja Motor Universal**

Sebuah motor universal sebagai motor yang dapat dioperasikan baik pada fase pasokan ac langsung atau tunggal kira-kira pada kecepatan dan output yang sama. Bahkan itu adalah versi yang lebih kecil (5-150 W) dari seri ac motor yang dijelaskan dalam seni 36.45. Menjadi seri luka bermotor, memiliki torsi awal yang tinggi dan karakteristik kecepatan variabel. Berjalan pada kecepatan tinggi yang berbahaya pada tanpa beban. Itulah sebabnya motor seperti biasanya dibangun ke dalam divakum dalam berkendara Secara umum, universal motor yang diproduksi dalam dua jenis :

1. Konsentrat-tiang, jenis tidak kompensasi (daya mengomel rendah)
2. Distributed bidang kompensasi jenis daya ( daya tinggi mengomel )



Gambar. 2.3.motor universal

Motor tidak kompensasi memiliki dua kutub salien yang hanya luka seri 2 tiang dc bermotor kecuali bahwa seluruh jalur magnet dilaminasi (gambar. 2.3). stator dilaminasi diperlukan karena fluks bolak ketika motor dioperasikan dari ac supply. Armatur adalah tipe luka dan mirip dengan dc kecil motor. Itu pada dasarnya terdiri dari inti dilaminasi memiliki salah slot lurus atau miring dan komutator yang mengarah dari gulungan dinamo adalah terhubung. didistribusikan lapangan jenis kompensasi motor memiliki inti stator mirip dengan motor split-fase dan luka angker mirip dengan dc kecil bermotor.

Kompensasi berliku digunakan untuk mengurangi tegangan reaktansi hadir dalam angker ketika motor berjalan pada ac suplai tegangan ini disebabkan oleh bolak fluks dengan tindakan transformator (gambar.2.3) Dalam motor tidak kompensasi 2 tiang, tegangan yang disebabkan oleh tindakan transformator dalam kumparan selama periode pergantian yang tidak cukup untuk menyebabkan masalah komutasi serius. Selain itu, sikat-resistensi yang tinggi digunakan untuk membantu pergantian.

Sebagaimana dijelaskan dalam gambar 2.3, motor tersebut mengembangkan torsi searah, terlepas dari apakah mereka beroperasi pada dc supply. Produksi torsi searah, ketika motor berjalan pada ac supply dapat dengan mudah dipahami dari gambar 2.7. Motor bekerja pada prinsip yang sama sebagai arus DC Motor, efisiensi gaya antara fluks tiang utama dan arus pembawa dinamo konduktor. Hal ini berlaku terlepas dari apakah saat ini bolak-balik atau langsung (gambar. 2.8)

berdasarkan besaran torsi :

$$T = k \times I_a \times f$$

dengan :

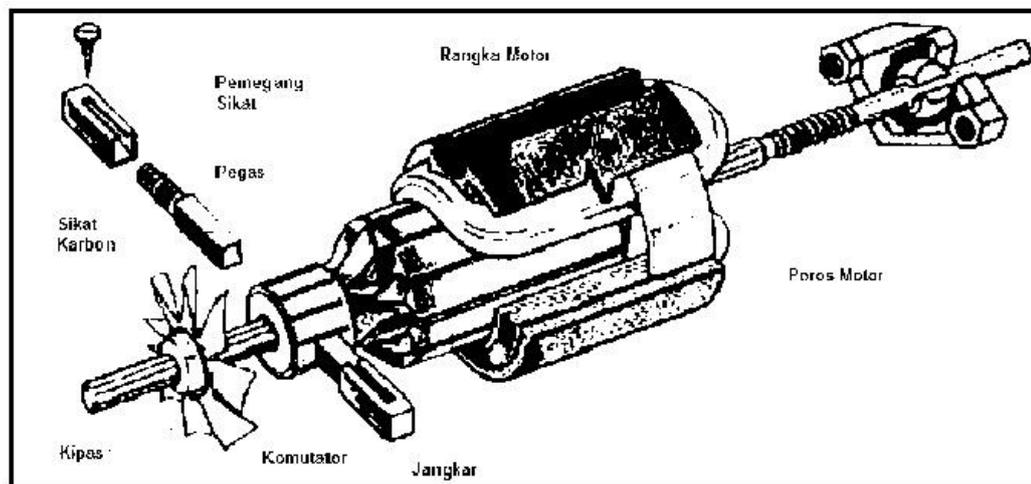
$T$  = momen kopel (Nm)

$k$  = angka konstanta pembanding

$I_a$  = arus jangkar (ampere)

$f$  = fluks magnet (kg/A.s<sup>2</sup> atau tesla)

Bila motor dihubungkan dengan sumber tegangan AC, pada saat  $\frac{1}{2}$  periode positif motor berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Pada  $\frac{1}{2}$  periode negatif, dan menurut “hukum tangan kiri” dinyatakan: apabila tangan kiri terbuka diletakkan diantara kutub U dan S, maka garis-garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus didalam kawat mengalir searah dengan arah keempat jari, sehingga kawat tersebut akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan ibu jari, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar.2.4. Bagian-bagian motor universal

Motor universal terdiri dari sebuah rotor yang biasa disebut armatur atau jangkar, dengan lilitan kumparan sekelilingnya, dan diujung poros diletakkan komutator yang dibagi atas beberapa lamel. Pada permukaan komutator diletakkan sikat karbon yang berfungsi untuk mengalir arus dari sumber luar ke dalam jangkar motor. Saat arus mengalir ke dalam jangkar, maka di jangkar akan timbul

medan magnet, sehingga jangkar akan berputar diantara kutub magnet yang berada di stator motor. Hampir semua motor universal memiliki kipas pendingin di bagian ujung porosnya. Motor universal banyak digunakan pada peralatan listrik dengan ukuran kecil dan sedang, seperti pengisap debu, mesin jahit dan sejenisnya. Motor universal bisa dioperasikan dengan sumber arus searah atau bolak-balik. Kecepatan motor bisa diatur dengan menggunakan rheostat, penyearah, atau perubahan kedudukan sikat karbon yang melewati jangkar motor

### 2.3 Kontruksi Motor Universal



Gambar. 2.5. Konstruksi Motor universal Stator dan rotor motor universal

Motor jenis ini didesain dengan stator berupa lempengan besi yang dilaminasi, medan magnetis statis dan armatur. Belitan armatur dan belitan medan dirangkai secara seri melalui dua sikat arang, sehingga dihasilkan arah arus medan dan arus armatur yang sama meskipun motor disuplai dengan arus AC. Torque yang dihasilkan dari motor jenis ini berupa pulsa yang dihasilkan setiap setengah siklus ketika arus berubah arah melewati komutator.

Motor universal banyak digunakan pada peralatan listrik dengan ukuran kecil dan sedang, seperti Vakum pembersih, bor tangan, mixer dan sejenisnya. Aplikasi motor universal untuk mesin jahit, untuk mengatur kecepatan

dihubungkan dengan tahanan geser dalam bentuk pedal yang ditekan dan dilepaskan.

### 2.3.1 Stator (Bagian Motor Yang Diam)



Gambar 2.6 stator motor universal

Stator untuk jenis ini juga agak berbeda karena selain terbuat dari plat besi seperti pada stator motor kapasitor dan juga motor fasa terpisah stator ini juga bisa terbuat dari magnet permanen tanpa lilitan.

Dari bagian stator dapat diibagi menjadi beberapa bagian antara lain sebagai berikut :

a. Body motor (frame)

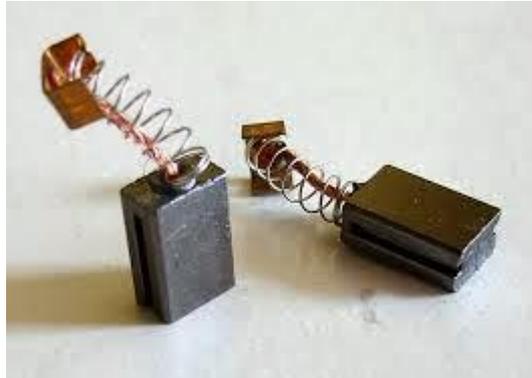
Fungsi utama dari body atau frame sebagai bagian dari tempat mengalirnya fluxmagnet yang dihasilkan kutub-kutub magnet, karena itu beban motor dibuat dari bahan feromagnetik. Disamping itu badan motor ini berfungsi untuk meletakkan alat-alat tertentu dan melindungi bagian-bagian mesin lainnya. Biasanya pada motor terdapat papan nama yang bertuliskan spesifikasi umum dari motor.

b. Inti kutub magnet dan lilitan penguat magnet

Sebagai mana diketahui bahwa fluks magnet yang terdapat pada motor arus searah dihasilkan oleh kutub magnet buatan yang dibuat dengan prinsip elektromagnetis. Lilitan penguat magnet ini berfungsi untuk

mengalirkan arus listrik agar terjadi proses elektromagnetis.

c. Sikat karbon



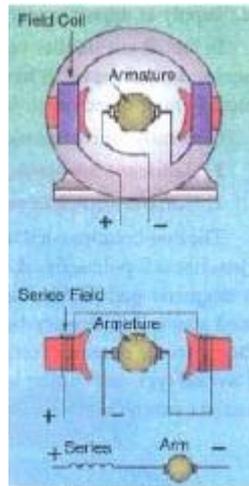
Gambar 2.7 Sikat Karbon

Berfungsi sebagai penerus arus listrik yang melalui kumparan kemudian diteruskan ke komutator ataupun sebaliknya, sehingga dengan adanya aliran arus yang terus menerus akan menghasilkan putaran.

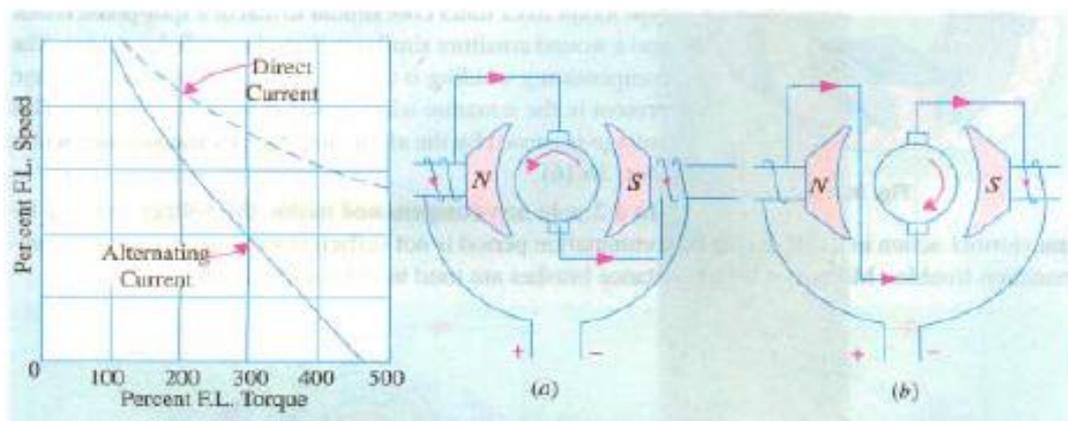
Sebenarnya motor jenis ini sangat rentan dengan kerusakan terutama pada bagian angker yang mudah lemah karena putaran yang terlalu tinggi, juga pada bagian sikat karbon yang mudah habis. Pada motor universal ini jangan terlalu lama untuk penggunaannya, jika sudah terasa panas sebaiknya berhenti sejenak, dari pada alat kita rusak.

#### 2.4 Karakteristik Motor Universal

karakteristik Kecepatan, kecepatan motor universal yang bervariasi seperti yang dari dc, motor seri yaitu, rendah pada beban penuh dan tinggi pada tanpa beban (sekitar 20.000 rpm dalam beberapa kasus) pada kenyataannya, pada tidak beban kecepatan hanya dibatasi oleh gesekan dan belitan beban sendiri. Gambar. 2.9 menunjukkan karakteristik torsi khas motor yang universal baik untuk dc, dan ac, pasokan. Biasanya, kereta gigi digunakan untuk mengurangi kecepatan beban yang sebenarnya dengan nilai- nilai yang tepat.



Gambar. 2.8. Bagian-Bagian Motor Yang Dapat Di Ganti

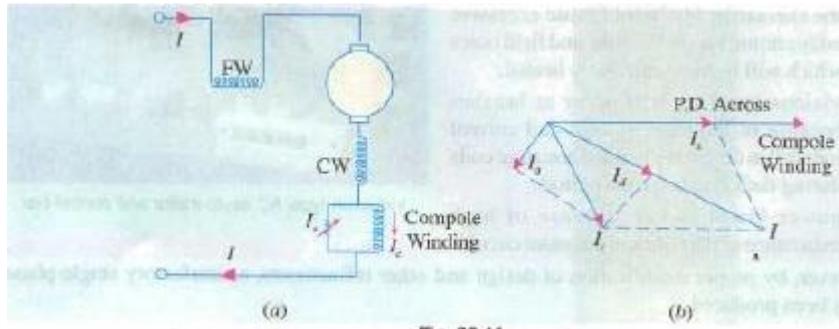


Gambar. 2.9 Karakteristik Motor Universal Dan Jala-Jala Motor Universal

Motor Universal digunakan dalam pembersih vakum di mana kecepatan motor yang sebenarnya adalah kecepatan beban. Aplikasi lain di mana kecepatan motor dikurangi dengan kereta gigi adalah: minuman dan makanan mixer, bor portabel dan mesin jahit domestik dll. pembalikan rotasi. Tiang terkonsentrasi (atau menonjol-tiang) tipe universal motor dapat dibalik dengan membalik aliran arus baik melalui armatur atau bidang gulungan. Metode yang biasa digunakan adalah dengan saling mengisi mengarah pada pemegang sikat. Didistribusikan lapangan jenis kompensasi universal motor dapat dibalik dengan saling mengisi baik angker atau arahan lapangan dan menggeser sikat melawan arah di mana

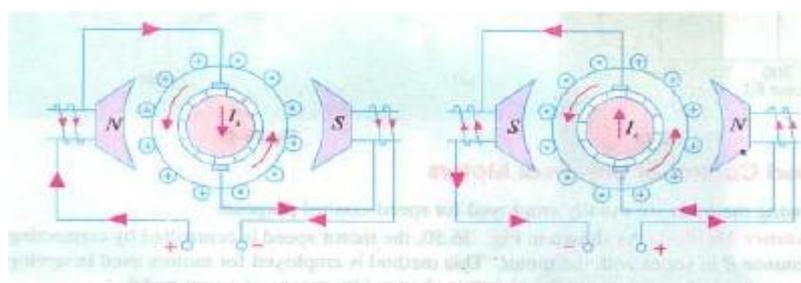
memutar mill bermotor. Tingkat pergeseran sikat biasanya berjumlah beberapa bar komutator.

## 2.4 Kontrol Kecepatan Motor Universal



Gambar. 2.10. Resistansi R variable

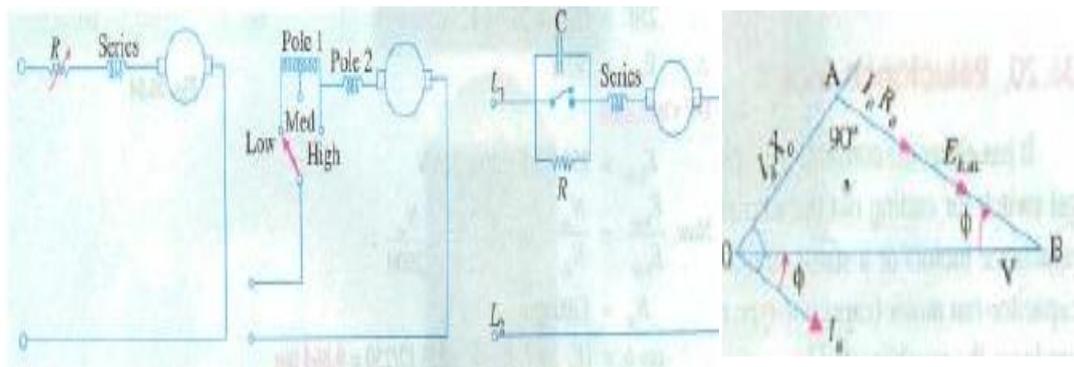
Seperti ditunjukkan pada Gambar. 2.10, kecepatan motor dikendalikan dengan menghubungkan resistansi R variabel secara seri dengan motor. Metode ini digunakan untuk motor yang digunakan dalam mesin jahit. Jumlah perlawanan di sirkuit diubah dengan menggunakan kaki pedal. Metode penyadapan lapangan, dalam metode ini, tiang lapangan disadap pada berbagai titik dan kecepatan dikendalikan dengan memvariasikan kekuatan medan. Untuk tujuan ini, salah satu dari dua pengaturan berikut dapat digunakan tiang lapangan luka di berbagai bagian dengan ukuran yang berbeda dari kawat dan keran dibawa keluar dari setiap bagian. Kawat resistansi Nichrome adalah liku lebih dari satu tiang lapangan dan keran dibawa keluar dari kawat ini.



Gambar. 2.11. Mekanisme Sentrifugal Motor Universal

Mekanisme sentrifugal, motor universal, terutama yang digunakan untuk rumah makanan dan minuman mixer, memiliki sejumlah kecepatan. Seleksi dilakukan oleh perangkat sentrifugal terletak, seperti yang ditunjukkan pada gambar. 2.12. Saklar disesuaikan melalui sebuah tuas eksternal. Jika kecepatan motor naik di atas yang ditetapkan oleh tuas, perangkat sentrifugal membuka dua kontak dan memasukkan di sirkuit resistensi R, yang menyebabkan kecepatan motor menurun, ketika motor berjalan lambat, dua kontak dekat dan sirkuit pendek perlawanan, sehingga kecepatan motor meningkat. Proses ini diulang begitu cepat bahwa variasi dalam kecepatan tidak dapat dihitung.

## 2.6 Hubungan Kecepatan Dengan Torsi



Gambar. 2.12. Resistansi R Tidak Terhubung Poin

Resistansi R tidak terhubung poin seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.12. kapasitor C yang digunakan di seluruh titik kontak untuk mengurangi memicu dihasilkan karena pembukaan dan penutupan titik-titik ini. Selain itu, mencegah pitting kontak.

Diketahui motor universal 1 fasa berputar dengan kecepatan 2000 rpm, arus yang mengalir 1,0 A dengan sumber dc 220 V. Jika motor terhubung ke sumber Ac 220 V, dan arus 1,0 A (rms), Hitung kecepatan torsi dan faktor daya pada motor, jika jika tahanan jangkar  $R_a = 20 \Omega$  dan arus jangkar inductansi jangkar =  $t_a = 0,4 H$



$$\begin{aligned}\text{Solusi, Operasi DC : } E_{\text{bdc}} &= V - I_a R_a \\ &= 220 - 20 \times 1 = 200 \text{ V}\end{aligned}$$

Operasi AC

$$X_a = 2 \pi \times 50 \times 0,4 = 125,7 \Omega$$

$$V^2 = (E_{\text{b.ac}} + I_a R_a)^2 + (I_a X_a)^2$$

$$E_{\text{b.ac}} = -I_a R_a + \sqrt{V^2 - (I_a X_a)^2}$$

$$= -1 \times 20 + \sqrt{220^2 - (125,7 \times 1)^2} = 160,5 \text{ V}$$

Karena arus armature pada ac dan dc sama, maka :

$$\frac{E_{\text{b.dc}}}{E_{\text{b.ac}}} = \frac{N_{\text{dc}}}{N_{\text{ac}}} : \quad N_{\text{ac}} = 2000 \times \frac{160,5}{200} = 1605 \text{ rpm}$$

$$\cos \phi = \text{AB} / \text{OB} = (E_{\text{b.ac}} + I_a R_a) / V = (160,5 + 20) / 220 = 0,82 \text{ lag}$$

Pengaturan kecepatan motor universal adalah dengan cara mengatur besar tegangan yang diberikan kepada motor. Motor universal merupakan motor yang dapat bekerja dengan sumber tegangan ac maupun dc, sehingga pengaturan tegangannya pun dapat dilakukan dengan dua macam yaitu pengaturan dalam bentuk sumber tegangan ac dan pengaturan dalam bentuk sumber tegangan dc. Semakin besar tegangan yang diberikan kepada motor universal ini, maka semakin besar pula kecepatan putarnya. Sebaliknya, semakin kecil tegangan yang diberikan kepadanya, maka semakin kecil pula kecepatannya.

Motor satu fasa dalam kelistrikan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas umum, antara lain, motor seri, motor induksi, dan motor sinkron. Untuk pembahasan ini ditekankan pada motor ac satu fasa. Meskipun motor ac satu fasa ini kurang dapat bersaing terhadap prestasi dan efisiensi dari pada nannya tiga fasa, akan tetapi motor ini menawarkan suatu pemakaian yang luas dalam ukuran-ukuran yang lebih kecil terutama untuk pemakaian di lingkungan domestik dan

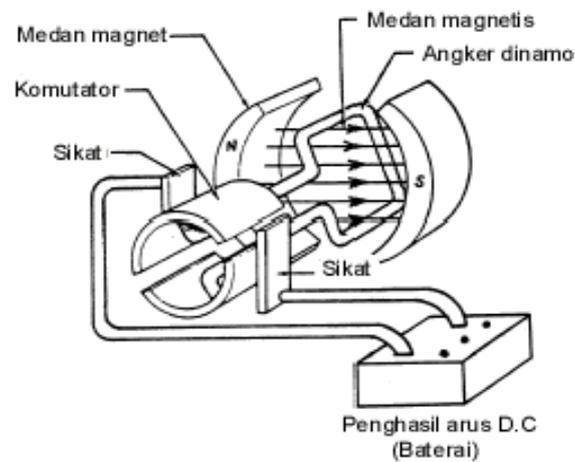


komersial. Motor ac satu fasa adalah motor yang bekerja pada tegangan bolak-balik. Pada setiap setengah lingkaran akan terjadi pembalikan arah arus medan atau fluksi dan arus jangkar, sehingga arah kopel yang dihasilkan tetap dan menyebabkan motor tetap berputar dalam arah semula.

## 2.7 Motor Dc

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

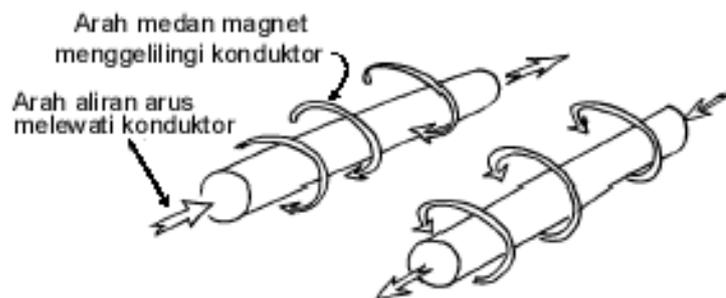


Gambar 2.13 Motor D.C Sederhana

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

## 2.8 Prinsip Dasar Cara Kerja Motor Dc

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



Gambar 2.14 Medan Magnet Yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor .

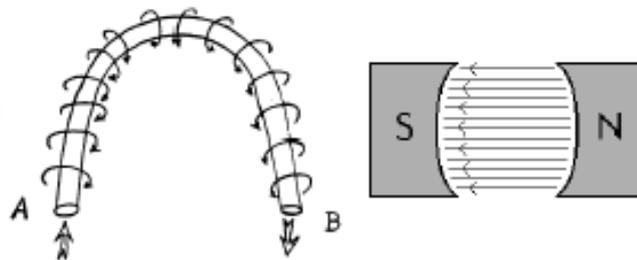
Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan

menunjukkan arah garis fluks. Gambar 3 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.

*Catatan :*

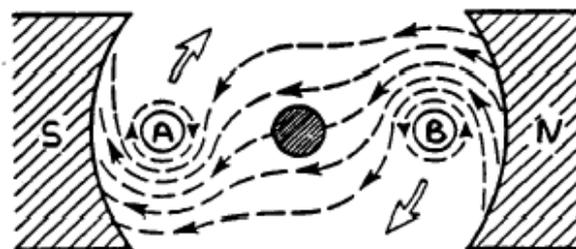
Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut.

Pada motor listrik konduktor berbentuk U disebut angker dinamo.



Gambar 2.15. Medan magnet mengelilingi konduktor dan diantara kutub.

Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub. Lihat gambar 5.



Gambar 2.16. Reaksi garis fluks.



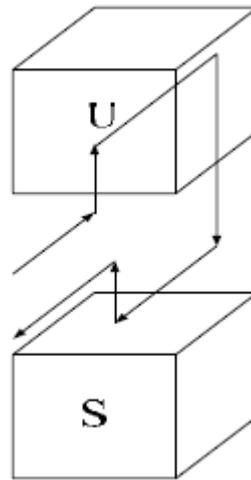
Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B.

Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh 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.
- 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.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.17 Prinsip kerja motor dc

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / *torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok :

- **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torquencya* tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *corveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
- **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 kuadrat kecepatan).

Peralatan Energi Listrik : Motor Listrik.



- **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.