



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Motor listrik banyak berperan dalam perkembangan industri dan membawa pembaharuan di segala bidang. Berbagai macam motor listrik yang telah dibuat dan dijalankan dengan menggunakan arus searah dan arus bolak-balik.

Motor arus bolak-balik adalah motor yang banyak digunakan untuk bermacam-macam keperluan industri. Motor arus bolak-balik motor (AC) ialah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus bolak-balik (listrik AC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, dimana tenaga mekanik tersebut berupa putaran dari pada motor.

2.2. Klasifikasi Motor Listrik AC

Motor AC berdasarkan bermacam-macam tinjauan dapat dibedakan atas beberapa jenis.

a. Hubungan Putaran Motor dengan Frekuensi

Bila ditinjau dari hubungan putaran dan frekuensi/putaran fluks magnet stator, maka motor AC dapat dibedakan atas :

1. Motor Sinkron (Motor Serempak)

Disebut motor sinkron karena putaran motor sama dengan putaran fluks magnet stator, sesuai dengan persamaan :

$$n = \frac{120 \cdot f}{P} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

n = Jumlah putaran per menit (rpm)

f = Frekuensi (Hz)



$P =$ Jumlah kutub

Pada motor sinkron, motor tidak dapat berputar sendiri walaupun lilitan-lilitan stator telah dihubungkan dengan tegangan luar (dialiri arus). Agar motor sinkron dapat berputar, diperlukan penggerak permulaan. Sebagai penggerak permulaan umumnya dikerjakan oleh mesin.

2. Motor Asinkron

Disebut motor asinkron karena putaran motor tidak sama dengan putaran fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara pada rotor dan fluks magnet stator terdapat selisih perputaran yang disebut dengan slip. Jadi motor asinkron jumlah putaran motor dapat ditulis dengan persamaan :

$$n < \frac{120 \cdot f}{P} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

$n =$ Jumlah putaran per menit (rpm)

$f =$ Frekuensi (Hz)

$P =$ Jumlah kutub

b. Berdasarkan Cara Penerimaan Tegangan dan Arus

Ditinjau dari segi cara rotor menerima tegangan atau arus, dapat dikenal dua jenis motor, yaitu :

1. Motor yang rotornya menerima tegangan secara langsung

Motor jenis ini biasanya dijumpai pada motor universal, motor DC. Jenis motor DC (motor arus searah) tidak dibahas dalam laporan akhir ini.

2. Motor Induksi

Disebut motor induksi karena dalam hal penerimaan tegangan dan arus pada rotor dilakukan dengan induksi. Jadi ada rotor-rotor induksi, rotor tidak langsung menerima tegangan atau arus dari luar.



c. Berdasarkan Fasa Tegangan yang Digunakan

Ditinjau dari jumlah fasa tegangan yang digunakan dapat dikenal dua jenis motor, yaitu :

1. Motor satu fasa

Disebut motor satu fasa karena untuk menghasilkan tenaga mekanik, pada motor tersebut dimasukkan tegangan satu fasa. Didalam praktek, yang seringdigunakan adalah motor satu fasa dengan lilitan dua fasa. Dikatakan demikian, karena didalam motor satu fasa lilitan statornya terdiri dari dua jenis lilitan, yaitu lilitan pokok dan lilitan bantu. Kedua jenis lilitan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga walaupun arus yang mengalir pada motor adalah arus/tegangan satu fasa tetapi akan mengakibatkan arus yang mengalir pada masing-masing lilitan mempunyai perbedaan fasa. Atau dengan kata lain, bahwa arus yang mengalir pada lilitan pokok dan lilitan bantu tidak sefasa. Motor satu fasa tersebut disebut motor satu fasa.

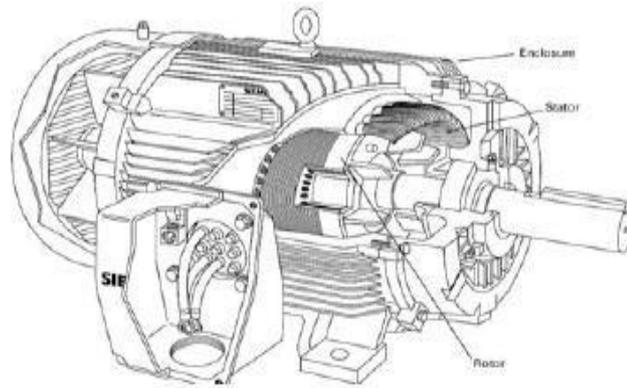
2. Motor Tiga fasa

Disebut motor tiga fasa karena untuk menghasilkan tenaga mekanik tegangan yang dimasukkan pada rotor tersebut adalah tegangan tiga fasa.

2.3. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan karena kesederhanaanya, kontruksinya yang kuat karakteristik kerjanya yang baik. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dan medan putar (rotaring magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator.

2.3.1. Kontruksi motor induksi tiga fasa



Gambar 2.1. Kontruksi motor induksi Tiga fasa¹

Pada dasarnya motor induksi terdiri dari suatu bagian yang tidak berputar (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Secara ringkas stator terdiri dari blok-blok dinamo yang berisolasi pada satu sisinya dan mempunyai ketebalan 0,35 – 0,5 mm, disusun menjadi sebuah paket blok yang berbentuk gelang. Disisi dalamnya dilengkapi dengan alur-alur.

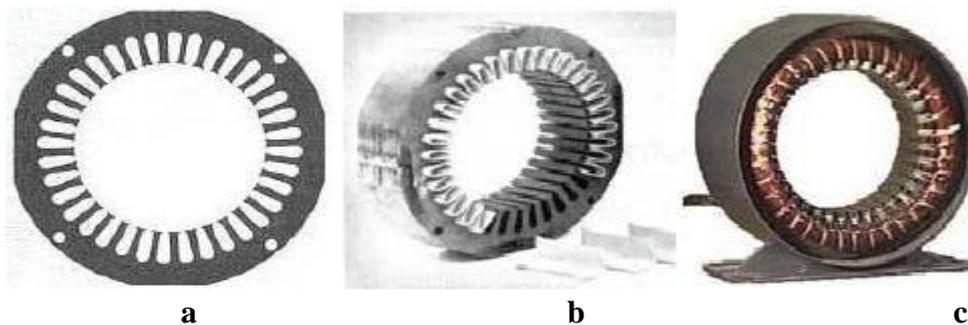
Bagian motor dengan garis tengah yang besar, lamel inti besi merupakan busur inti segmen yang disambung-sambung menjadi satu lingkaran. Celah udara antara stator dan rotor pada motor yang kecil berkisar 0,25 – 0,75 mm. Pada motor yang besar bisa sampai 10 mm. Celah udara yang besar ini disediakan untuk kemungkinan terjadinya perenggangan pada sumbu atau sambungannya. Tarikan pada pita (belt) atau beban yang tergantung tersebut akan mengakibatkan sumbu motor melengkung.

Pada dasarnya inti besi stator dan belitan rotor motor asinkron ini sama dengan stator dan belitan motor sinkron. Kesamaan ini dapat ditunjukkan bahwa pada motor asinkron yang dipasang sesuai dengan stator motor asinkron akan dapat bekerja dengan baik. Pada bagian stator terdapat beberapa slot yang

¹ <http://mekatronika-smk.blogspot.com/2012/03/motor-ac-3-phase.html>

merupakan tempat kawat (konduktor) dari tiga kumparan tiga fasa yang disebut kumparan stator, yang masing-masing kumparan mendapatkan suplai arus tiga fasa. Stator terdiri dari pelat-pelat besi yang disusun sama besar dengan rotor dan pada bagian dalam mempunyai banyak alur-alur yang diberi kumparan kawat tembaga yang berisolasi. Jika kumparan stator mendapat suplai arus tiga fasa maka pada kumparan tersebut akan muncul flux magnet putar. Dan mengakibatkan rotor berputar karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dengan kecepatan putar stator.

Berikut ini contoh lempenganlaminasi inti, lempengan inti yang telah disatukan, belitan stator yang telah dilekatkan pada cangkang untuk motor induksi tiga fasa.



Gambar 2.2. Komponen stator motor induksi tiga fasa²

- a) Lempengan inti
- b) Tumpukan inti dengan kertas isolasi pada beberapa alurnya
- c) Tumpukan inti dan belitan dalam cangkang stator.

A. Stator

Pada bagian stator terdapat beberapa slot yang merupakan tempat kawat (konduktor) dari tiga fasa yang disebut kumparan stator, yang masing-masing kumparan mendapatkan suplai arus tiga fasa. Stator terdiri dari pelat-pelat besi yang disusun sama besar dengan rotor dan pada bagian dalam mempunyai banyak

² Sumardjati, Prih. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3. Hal 409



alur-alur yang diberi kumparan kawat tembaga yang berisolasi. Jika kumparan stator mendapat suplai arus tiga fasa maka pada kumparan tersebut akan muncul flux magnet putar. Dan mengakibatkan rotor berputar karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dengan kecepatan putar stator.

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

1. Bodi motor (Frame)

Fungsi utama dari bodi atau frame adalah sebagai tempat mengalirnya flux magnet yang dihasilkan oleh 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 yang lainnya. Biasanya pada motor terdapat name plate yang bertuliskan spesifikasi umum dari motor.

2. Inti kutub magnet dan lilitan penguat magnet

Sebagaimana diketahui bahwa flux magnet yang terdapat pada motor arus bolak balik dihasilkan oleh kutub magnet buatan yang dibuat dengan prinsip elektromagnetis. Lilitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar terjadi proses elektromagnetis.

3. Sikat dan pemegang sikat

Fungsi dari sikat adalah sebagai jembatan bagi aliran arus dari sumber. Selain itu, sikat berperan penting untuk terjadinya komutasi, agar gesekan antara sikat dan komutator sehingga sikat harus lebih lunak dari komutator. Biasanya sikat terbuat dari bahan arang.

4. Komutator

Komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik yang bersama-sama dengan sikat arang membuat suatu kerja sama yang disebut komutasi. Supaya menghasilkan penyearah yang lebih baik, maka komutator yang digunakan



hendaknya dalam jumlah yang besar. Setiap segmen komutator berbentuk lempengan.

B. Rotor

Berdasarkan hukum Faraday tentang imbas magnet, maka medan putar yang secara relatif merupakan medan magnet yang bergerak terhadap penghantar rotor akan mengimbaskan gaya gerak listrik (ggl). Frekuensi ggl imbas ini sama dengan frekuensi jala-jala.

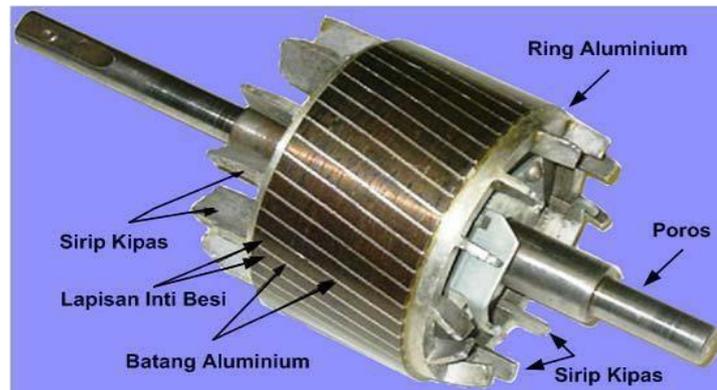
Besar ggl imbas ini berbanding lurus dengan kecepatan relatif antara medan putar dan penghantar rotor. Penghantar-penghantar dalam rotor yang membentuk suatu rangkaian tertutup, merupakan rangkaian pelaju bagi arus rotor dan searah dengan hukum yang berlaku yaitu hukum *Lenz*.

Arahnya melawan fluksi yang mengimbas. Dalam hal ini rotor itu ditimbulkan karena adanya perbedaan kecepatan yang berada diantara fluksi atau medan putar stator dengan penghantar yang diam. Rotor akan berputar dalam arah diatas. Motor induksi bila ditinjau dari rotornya terdiri atas dua tipe yaitu rotor sangkar dan rotor lilit.

1. Motor rotor sangkar

Motor induksi jenis rotor sangkar lebih banyak digunakan daripada jenis rotor lilit, sebab rotor sangkar mempunyai bentuk yang sederhana. Belitan rotor terdiri atas batang-batang penghantar yang ditempatkan di dalam alur rotor. Batang penghantar ini terbuat dari tembaga, alloy atau aluminium. Ujung-ujung batang penghantar dihubungkan singkat oleh cincin penghubung singkat, sehingga berbentuk sangkar burung. Motor induksi yang menggunakan rotor ini disebut *Motor Induksi Rotor Sangkar*.

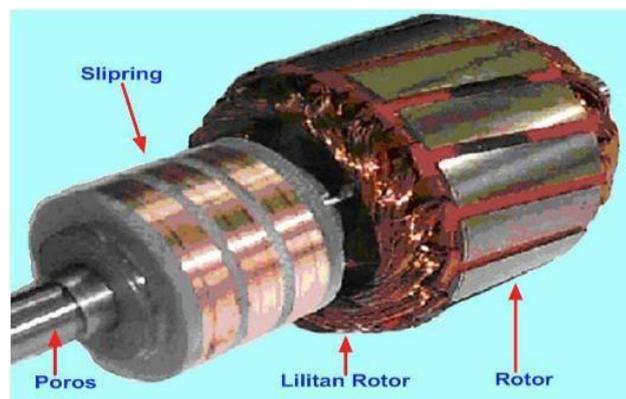
Karena batang penghantar rotor yang telah dihubungkan singkat, maka tidak dibutuhkan tahanan luar yang dihubungkan seri dengan rangkaian rotor pada saat awal berputar. Alur-alur rotor biasanya tidak dihubungkan sejajar dengan sumbu (poros) tetapi sedikit miring.

Gambar 2.3 Rotor sangkar³

2. Motor rotor lilit

Motor lilit terdiri atas belitan fasa banyak, belitan ini dimasukkan ke dalam alur-alur inti rotor. Belitan ini sama dengan belitan stator, tetapi belitan selalu dihubungkan secara bintang. Tiga buah ujung-ujung belitan dihubungkan ke terminal-terminal sikat/cincin seret yang terletak pada poros rotor.

Pada jenis rotor lilit kita dapat mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur tahanan belitan rotor tersebut. Pada keadaan kerja normal sikat karbon yang berhubungan dengan cincin seret tadi dihubungkan singkat. Motor induksi rotor lilit dikenal dengan sebutan Motor Induksi Slipring atau Motor Induksi Rotor Lilit.

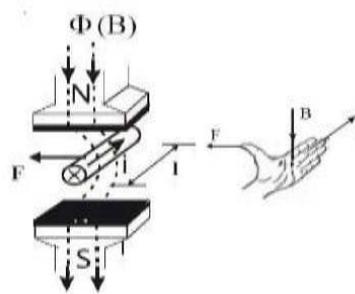
Gambar 2.4 Rotor Lilit⁴

³ Sumardjati, Prih. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3. Hal 409

⁴ Sumardjati, Prih. 2008. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3. Hal 410



2.3.2. Prinsip kerja motor induksi



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Motor Induksi⁵

Pada dasarnya ada beberapa prinsip penting pada motor-motor induksi, antara lain :

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar dengan kecepatan.
2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor timbul induksi (ggl) sebesar :

$$E_2 = 4,44.f_2.N_2.\delta m \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup, ggl (E) akan menghasilkan arus (I).
5. Adanya arus didalam medan magnet menimbulkan gaya pada motor.
6. Bila kopel mula dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
7. Tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar tegangan terinduksi diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (ns) dengan kecepatan berputar rotor (nr).
8. Perbedaan kecepatan antara nr dan ns disebut slip (S) dinyatakan dengan :

$$S = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

⁵ Bungelin19. Blogspot. Com/2013/02/motor-induksi-3-fasa-bagian-2.html



9. Bila $n_r = n_s$, tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir Pada kumparan jangkar (rotor), dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Torsi suatu motor akan timbul apabila $n_s > n_r$. Bila $n_s < n_r$ maka motor berfungsi sebagai motor generator.
10. Dilihat dari cara kerjanya maka motor tak serempak disebut juga motor induksi atau motor asinkron.

2.3.3. Prinsip kerja motor sinkron

Apabila kumparan jangkar (pada stator) dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa maka akan mengalir arus tiga fasa pada kumparan. Arus tiga fasa pada kumparan jangkar ini menghasilkan medan putar homogen (BS). Berbeda dengan motor induksi, motor sinkron mendapat eksitasi dari sumber DC eksternal yang dihubungkan ke rangkaian rotor melalui slip ring dan sikat. Arus DC pada rotor ini menghasilkan medan magnet rotor (BR) yang tetap. Kutub medan rotor mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (sinkron). Torsi yang dihasilkan motor sinkron merupakan fungsi sudut torsi (δ). Semakin besar sudut antara kedua medan magnet, maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar seperti persamaan di bawah ini.

$$T = k \cdot BR \cdot B_{net} \sin \delta$$

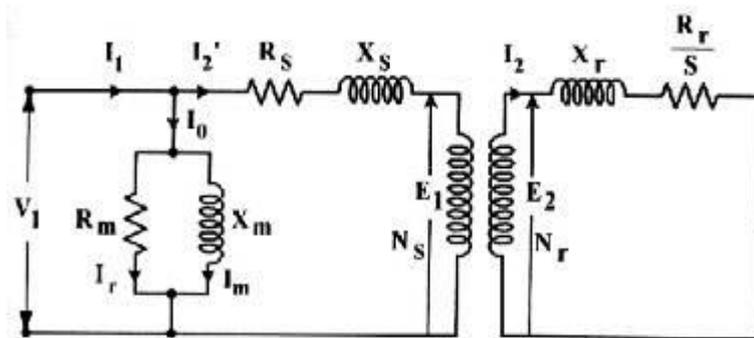
Pada beban nol, sumbu kutub medan putar berimpit dengan sumbu kumparan medan. Setiap penambahan beban membuat medan motor “tertinggal” dari medan stator, berbentuk sudut kopel (δ); untuk kemudian berputar dengan kecepatan yang sama lagi. Beban maksimum tercapai ketika $\delta = 90^\circ$. Penambahan beban lebih lanjut mengakibatkan hilangnya kekuatan torsi dan motor disebut kehilangan sinkronisasi. Oleh karena pada motor sinkron terdapat dua sumber pembangkit fluks yaitu arus bolak-balik (AC) pada stator dan arus searah (DC) pada rotor, maka ketika arus medan pada rotor cukup untuk membangkitkan fluks (ggm) yang diperlukan motor, maka stator tidak perlu memberikan arus magnetisasi atau daya reaktif dan motor bekerja pada faktor daya = 1,0. Ketika arus medan pada rotor kurang (penguat bekurang), stator akan menarik arus



magnetisasi dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor daya terbelakang (lagging). Sebaliknya bila arus pada medan rotor berlebih (penguat berlebih), kelebihan fluks (ggm) ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala, dan karenanya motor bekerja pada faktor daya mendahului (leading). Dengan demikian, faktor daya motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah harga arus medan (IF).

2.3.4. Rangkaian ekivalen motor induksi

Prinsip kerja motor induksi sama dengan prinsip kerja transformator, yaitu berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu, motor induksi dapat dianggap sebagai trafo dengan kumparan sekunder yang berputar. Dengan demikian motor induksi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen motor induksi

Karena X_r dan $\frac{R_r}{S}$ merupakan beban reaktif induktif, maka I_r tertinggal θ terhadap E_{ra} .

Jika ditinjau pada bagian rotor, maka akan memenuhi persamaan :

$$S \cdot E_r = I_r \cdot R_r + I_r \cdot S \cdot X_r$$

$$\longrightarrow : S$$

$$E_r = I_r (R_r/S + X_r)$$



2.3.5. Efisiensi motor induksi

Efisiensi daya motor adalah perbandingan daya output dengan daya input. Daya output dapat dinyatakan sebagai daya input dikurangi rugi-rugi motor.

$$\% \text{ Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{daya mekanik}}{\text{daya listrik}} \times 100 \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\% \text{ Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{daya listrik} - \text{rugi}}{\text{daya listrik}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Rugi-rugi motor terdiri dari rugi-rugi konstan dan rugi-rugi variable. Rugi-rugi konstan dianggap tidak berubah dari beban nol hingga beban penuh. Rugi-rugi variable tergantung pada beban motor, berbanding kuadrat dengan arus beban. Motor berefisiensi rendah ketika beban rendah, karena kerugian daya relatif besar dibandingkan dengan daya output pada beban yang besar, kerugian daya menjadi relative kecil terhadap daya output.

Efisiensi motor tidak distandarisasi, masing-masing pabrik pembuatan motor memproduksi motor-motor dengan harga efisiensi sesuai dengan pertimbangan aspek ekonomis dan teknis, atau dengan kata lain motor-motor umum mempunyai data efisiensi yang berbeda untuk ukuran tipe yang sama tetapi berlaianan pabrik pembuatannya. Selain itu, efisiensi motor juga berbeda apabila kapasitas berbeda. Makin besar kapasitas motor semakin tinggi efisiensinya. Perubahan kecepatan pada motor juga akan mempengaruhi nilai efisiensinya, semakin tinggi kecepatan (mendekati slip = 0), semakin tinggi efisiensinya. Perubahan kecepatan motor dari slip S1 ke S2 mengakibatkan efisiensinya berubah dari suatu harga efisiensi ke harga lain.

2.3.6. Daya pada motor induksi

Pada motor induksi terjadi perubahan energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran rotor. Pada motor industri daya mekanik yang dihasilkan digunakan untuk berbagai keperluan sesuai dengan yang diinginkan. Daya pada motor listrik dapat dihitung menggunakan perhitungan perfasa maupun perhitungan tiga fasa dan dapat dirumuskan sebagai berikut :



$$P_{1\theta} = V_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.7)$$

Atau

$$P_{3\theta} = 3 \cdot P_1 \varphi \dots \dots \dots (2.8)$$

$$P_{3\theta} = 3 \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.9)$$

Untuk hubungan bintang (Y) :

$$V_p = \frac{V_l}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$I_p = I_L \dots \dots \dots (2.11)$$

Sehingga :

$$P_{3\theta} = 3 \left(\frac{V_l}{\sqrt{3}} \cdot I_L \cdot \cos \varphi \right) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \left(\frac{V_l}{\sqrt{3}} \cdot I_L \cdot \cos \varphi \right) \dots \dots \dots (2.13)$$

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.14)$$

Untuk hubungan segitiga (Δ) : $\sqrt{3}$

$$I_p = \frac{I_l}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$V_p = V_L \dots \dots \dots (2.16)$$

Sehingga :

$$P_{3\theta} = 3 \left(V_L \cdot \frac{I_l}{\sqrt{3}} \cdot \cos \varphi \right) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \left(V_L \cdot \frac{I_l}{\sqrt{3}} \cdot \cos \varphi \right) \dots \dots \dots (2.18)$$

$$P_{3\theta} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :



$P_1 \phi =$ Daya aktif satu fasa (W)

$P_3 \phi =$ Daya aktif tiga fasa (W)

$V_L =$ Tegangan line-line/tegangan line (V)

$V_P =$ Tegangan perfasa (V)

$I_L =$ Arus line (A)

$I_P =$ Arus perfasa (A)

$\cos \phi =$ Faktor daya

Selain daya input, motor juga mempunyai daya output atau daya input dari pompa yaitu :

$$P_{\text{out}} = \frac{P_m}{\eta} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

$P_{\text{out}} =$ daya output motor

$P_m =$ daya mekanik pompa

$\eta =$ efisiensi pompa

2.4.Pompa

Pompa merupakan salah satu peralatan yang dipakai untuk mengubah energi mekanik (dari mesin penggerak pompa) menjadi energi fluida yang di pompa. Pada umumnya pompa digunakan untuk : memindahkan fluida dari suatu tempat lain yang lebih tinggi tempatnya, memindahkan dari suatu tempat yang lebih tinggi tekanannya dan memindahkan fluida suatu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu ataupun untuk sirkulasi. Pengubahan energi mekanik menjadi tekan fluida tersebut diatas dapat dicapai dengan beberapa cara, antara



lain : perubahan energi mekanis dengan menggunakan alat semacam sudut atau impeler dengan bentuk tertentu, dengan menggunakan gerak bolak-balik piston atau semacamnya, dengan pertukaran energi menggunakan fluida perantara baik gas atau cair. Minyak perantara ini diberi kecepatan tinggi dan dicampur dengan fluida yang dimotor yang berkecepatan rendah. Cara ini biasa digunakan pada motor jet, dengan menggunakan udara atau gas bertekanan tinggi yang diinjeksikan ke dalam suatu saluran yang berisi minyak yang dimotor, cara ini digunakan pada air/gas lift pump.

Pada sebuah mesin listrik yang digunakan sebagai motor pompa daya listrik yang dihasilkan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

A = Luas penampang pipa (m^2)

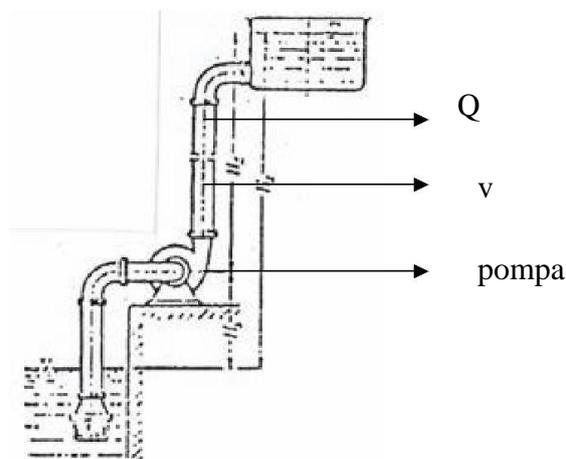
ρ = Massa jenis cairan 1000 kg/m^3

Q = Debit aliran (m^3/s)

v = Kecepatan aliran (m/s)

Sehingga daya mekanik pada pompa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$P_{\text{mekanik}} = \rho \cdot Q \cdot v^2 \dots\dots\dots(2.21)$$



Gambar 2.7 Proses pompa air



Debit aliran pada pompa adalah luas penampang pipa yang digunakan dikali dengan kecepatan aliran cairan yang dipompakan pada pipa tersebut dan secara teoritis dirumuskan dengan :

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

Q = Debit cairan (m^3/s)

A = Luas penampang pipa (m^2)

v = Kecepatan aliran cairan (m/s)

Efisiensi pompa tergantung pada macam dan ukuran pompa, akan tetapi kira-kira seperti diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Efisiensi pompa

Kuantitas pompaan Q (m^3/min)	0,1	0,3	1,0	10	30	100
Efisiensi η (%)	27	50	64	76	79	80

2.4.1. Macam-macam pompa

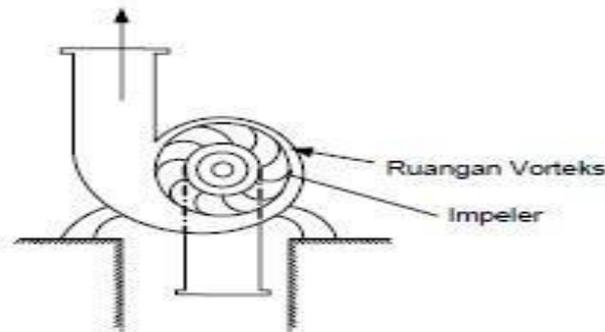
Pompa dikelompokkan dalam pompa sentrifugal, dibagi lagi menjadi pompa turbin, pompa keong, pompa aliran miring, pompa aliran aksial, pompa torak dan pompa sebagainya, menurut perputaran spesifik dan cara menyalurkan energi kecairan dalam pompa. Adapun macam pompa adalah :

a. Pompa keong

Ini adalah pompa dimana energi ditransfer kecairan dengan kaskas sentrifugal dari impeller dan tidak mempunyai sudu pandu. Biasa ini disebut pompa sentrifugal. Pompa ini lebih lanjut dikelompokkan dalam tipe penghisap tunggal dan tipe penghisap ganda, tergantung pada jumlah lubang hisap. Tipe



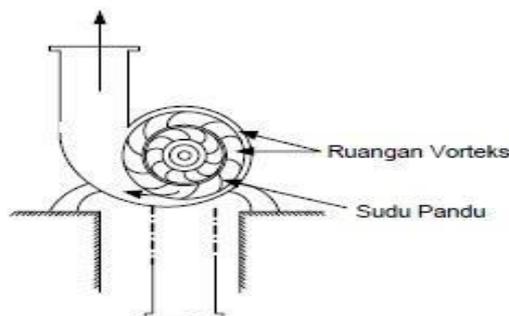
penghisap tunggal cocok untuk kuantitas air kecil, dan tipe penghisap ganda untuk kuantitas air besar. Kedua tipe cocok untuk hulu rendah.



Gambar 2.8 Pompa Keong⁶

b. Pompa turbin

Ini adalah macam pompa sentrifugal, dan dipakai untuk hulu tinggi. Karena dipakai untuk hulu tinggi, energi kecepatan dari bahan cairan dan impeller harus besar, dan untuk keperluan ini perumahan spiral dibuat lebih besar. Kemudian untuk mencegah menurunnya efisiensi karena arus pusar dan sebagainya, sudu pandu dipergunakan.



Gambar 2.9 Pompa Turbin⁷

⁶ Prof . Ts. Soelaiman, 1984. Mesin Tak serempak Dalam Praktek. Hal : 192

⁷ Prof . Ts. Soelaiman, 1984. Mesin Tak serempak Dalam Praktek. Hal : 192

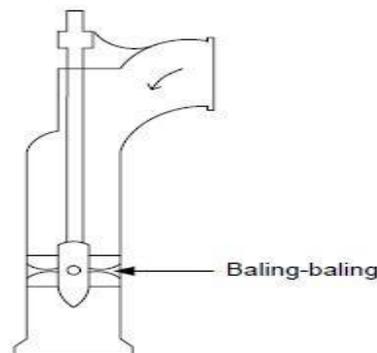


c. Pompa aliran miring

Ini adalah tipe antara pompa sentrifugal dan pompa aliran aksial. Cairan dikeluarkan dalam arah miring dari impeller. Tipe pompa ini cocok untuk hulu medium sekitar 20 sampai 30 m.

d. Pompa aliran aksial

Pompa ini mempunyai struktur seperti diperlihatkan dalam gambar 2.9 cairan dipaksa diarah aksial oleh rotasi dari sudu berbentuk poplar. Dalam suatu tipe sudut kisar sudu tetap, dan dalam tipe lain, sudut ini dapat diubah sekehendak hati kita selama operasi. Tipe pompa ini cocok untuk penerapan dengan hulu rendah dan memerlukan kuantitas air besar.



Gambar 2.10 Pompa Aliran Aksial⁸

⁸ Prof . Ts. Soelaiman, 1984. Mesin Tak serempak Dalam Praktek. Hal : 193