

# ANALISIS KINERJA MOTOR INDUKSI 3 PHASE UNTUK DISTRIBUSI AIR BERSIH DI RUMAH SAKIT MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG

*Dandy Wiranata<sup>30</sup>, Dina Fitria<sup>31</sup>, Letifa Shintawaty<sup>32</sup>*

*Email Korespondensi: lshintawaty@gmail.com*

**Abstrak:** Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energy listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik 3 fasa. Rumah sakit Mohammad Hoesin Palembang yang memiliki gedung 9 lantai, untuk memenuhi kebutuhan air bersih di gedung bertingkat 9 ini pihak dari Rumah sakit Mohammad Hoesin Palembang memanfaatkan motor listrik untuk memenuhi ketersediaan air bersih yang memadai. tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui nilai efisiensi kinerja Motor Induksi 3 Phase untuk distribusi air bersih di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang. Hasil penelitian Total konsumsi energi listrik pada motor induksi yang berdaya 250 KW jam pengoperasian selama 7 jam (pukul 09.00-15.00) setiap harinya adalah sebesar sebesar 1.343,65 KWh dan Total biaya listrik pada motor induksi adalah Rp. 1.498.169 dan Total produksi air yang dihasilkan motor induksi dengan kapasitas pompa sentrifugal 1620 m<sup>3</sup>/h adalah sebesar 2,176,713 m<sup>3</sup> Motor induksi tiga phasa bahwa rugi – rugi Cu rotor motor Induksi yaitu 42.363,78 Watt. nilai effisiensinya. motor induksi memiliki nilai efisiensi terbesar senilai 99,87%.

**Kata kunci:** kinerja, motor induksi 3 phase, distribusi air bersih

**Abstract:** *A three-phase induction motor is an electrical device that converts electrical energy into mechanical energy, where the electricity converted is 3-phase electricity. The Mohammad Hoesin Palembang Hospital has a 9-story building, to meet the need for clean water in this 9-story building, the Mohammad Hoesin Palembang Hospital uses electric motors to meet the availability of adequate clean water. The aim of this research is to determine the performance efficiency value of the 3 Phase Induction Motor for the distribution of clean water at the Mohammad Hoesin Hospital in Palembang. Research results: The total electrical energy consumption on the induction motor with a power of 250 KW operating hours for 7 hours (09.00-15.00) every day is 1,343.65 KWh and the total electricity cost on the HL54437027 induction motor is Rp. 1,498,169 and the total water production produced by the induction motor with a centrifugal pump capacity of 1620 m<sup>3</sup>/h is 2,176,713 m<sup>3</sup>. The three-phase induction motor means that the Cu losses of the induction motor rotor are 42,363.78 Watts. efficiency value. The HL54437027 induction motor has the largest efficiency value of 99.87%.*

**Keywords:** *performance, 3 phase induction motor, clean water distribution*

<sup>30</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti.

<sup>31,32</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti.

## PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energy listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. Motor induksi sering juga disebut motor asinkron (Siswoyo, 2008). Motor induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan – peralatan di industri. Hal ini karena motor induksi 3 fasa memiliki konstruksi yang sederhana, harga yang lebih murah dan mudah dalam perawatannya. Pada dasarnya, motor induksi 3 fasa memiliki

kecepatan yang konstan saat keadaan tidak berbeban (zero/no-load) maupun beban penuh (full-load). Kecepatan motor induksi 3 fasa tergantung pada frekuensi kerjanya sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Motor Induksi 3 Phasa

Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energy listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. Motor induksi sering juga disebut motor asinkron (Siswoyo, 2008). Motor

induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan – peralatan di industri. Hal ini karena motor induksi 3 fasa memiliki konstruksi yang sederhana, harga yang lebih murah dan mudah dalam perawatannya. Pada dasarnya, motor induksi 3 fasa memiliki kecepatan yang konstan saat keadaan tidak berbeban (zero/no-load) maupun beban penuh (full-load). Kecepatan motor induksi 3 fasa tergantung pada frekuensi kerjanya sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya. Meskipun begitu, peralatan pengatur frekuensi (variable frequency electronic drive) semakin banyak digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi (Theodore Wildi, 2002)

### Konstruksi Motor Induksi 3 fasa

Pada prinsipnya semua motor induksi sama, baik 1 HP maupun 100 HP, 3 fasa Tahara. (2004). Ada komponen-komponen utamaitu :

1. Rotor merupakan bagian mesin yang berputar,
2. Stator merupakan bagian yang diam (statis).

Baik stator maupun rotor dibentuk dari :

1. Rangkaian listrik, biasanya dibuat dari tembaga maupun alumunium yang diisolasi untuk mengalirkan arus.
2. Rangkaian magnet, biasanya dibuat dari baja yang dilaminasi untuk mengalirkan luks magnet.

Motor induksi disebut juga sebagai transformator berputar karena stator pada dasarnya adalah sisi primer dan rotor adalah bagian sekunder. Rotor dan stator dipisahkan melalui celah udara yang membuat rotor dapat berputar. Stator dan rotor disusun dari lempengan bahan yang dilaminasi menjadi bentuk Stator dan rotor.

### Daya Semu

Perkalian tegangan V dengan arus I dalam kedua besaran ini dalam bentuk bilangan kompleks adalah  $VI^*$  yang dinamakan daya semu dengan simbol S dalam satuan volt ampere (VA), kilo volt ampere (KVA), mega volt ampere (MVA). Arus  $I^*$  adalah arus konjugate dari I.

$$S = VI, \text{ untuk 1 fasa .....} \quad (2.1)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot VI, \text{ untuk 3 fasa .....} \quad (2.2)$$

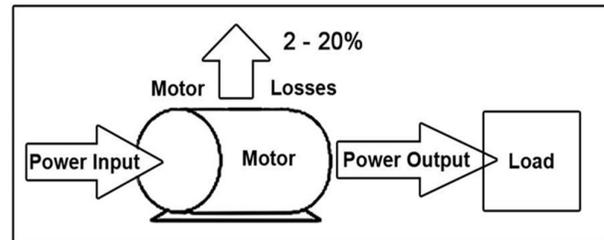
### Daya Reaktif

Daya reaktif atau daya khayal dirumuskan dengan  $S \sin \theta$  atau  $VI \sin \theta$  dengan simbol Q, dalam satuan volt ampere reaktif (VAR), kilo volt ampere reaktif (KVAR), mega volt ampere reaktif (MVAR).

$$Q = VI \sin \phi, \text{ untuk 1 fasa .....} \quad (2.3)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot S \sin \phi = \sqrt{3} \cdot VI \sin \phi, \text{ untuk 3 fasa ...} \quad (2.4)$$

Dengan adanya tegangan ini ditambah konduktor yang merupakan rangkaian tertutup maka arus akan dihasilkan dalam batang rotor dan cincin penghubung. Dengan timbulnya arus pada rotor, akan diinduksikan medan pada rotor yang arahnya berlawanan dengan medan magnet stator. Sesuai dengan hukum Lenz, arah gaya cenderung untuk mengurangi perubahan fluks itu sendiri, yang berarti bahwa rotor akan bereselerasi mengikuti perubahan arah rotasi fluks. Medan magnet stator akan berinteraksi dengan medan magnet rotor untuk menghasilkan gaya rotasi.



**Gambar 1.** Blok Diagram Daya dan Rugi Motor Induksi

Sumber : Ghazali (2011)

Efisiensi motor induksi adalah ukuran keefektifan motor induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau energi lain yang dinyatakan sebagai perbandingan keluaran daya motor yang digunakan terhadap keluaran daya totalnya. Efisiensi berhubungan langsung dengan rugi-rugi motor induksi terlepas dari desain mesin itu sendiri. Kehilangan dapat bervariasi dari kurang lebih dua persen hingga 20 persen Ghazali (2011). Seperti yang terlihat dari gambar 2.12 di bawah ini

Dari gambar 6 di atas efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukannya. Daya keluaran sama dengan daya masukan dikurangi dengan semua rugi-rugi yang ada. Oleh karena itu, jika dua dari

tiga variabel (keluaran, masukan, atau rugi-rugi) telah didapatkan nilainya, nilai efisiensi dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} = \frac{P_{out} - P_{loss}}{P_{out} - P_{loss}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- $\eta$  = Efisiensi (%)
- $P_{out}$  = Daya Keluaran (Watt)
- $P_{in}$  = Daya Masukan (Watt)
- $P_{loses}$  = Total rugi – rugi (Watt)

Adapun perhitungan sederhana dalam mengukur suatu daya motor terhadap pompa adalah dengan menghitung daya dari poros pompa tersebut dahulu s Djati. (2008), eperti persamaan 2.5 berikut:

**1. Daya poros pompa :**

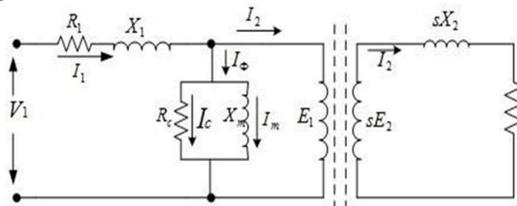
$$(P)p = \text{Daya hidrolis} / \eta \dots\dots\dots( 2.5)$$

Dimana :

- $\eta$  adalah efisiensi pompa.
- $(P)p = (\rho \times Q \times H) / 368 \times \eta$  (kW).

**Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi[4]**

Kerja motor induksi seperti juga kerja transformator adalah berdasarkan prinsip induksi-elektromagnetik. Oleh karena itu, motor induksi dapat dianggap sebagai transformator dengan rangkaian sekunder yang berputar. Rangkaian pengganti motor induksi dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2** Rangkaian pengganti motor induksi  
Sumber : Prasetya dkk. 2012

Untuk menentukan rangkaian ekvivalen dari motor induksi tiga fasa, pertama- tama perhatikan keadaan pada stator. Gelombang fluks pada celah udara yang berputar sinkron membangkitkan ggl lawan tiga fasa yang seimbang di dalam fasa-fasa stator. Besarnya tegangan terminal stator berbeda dengan ggl lawan sebesar jatuh tegangan pada impedansi bocor stator, sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$V_1 = E_1 + I_1 (R_1 + jX_1) \text{ Volt} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- $V_1$  = tegangan terminal stator (Volt)
- $E_1$  = ggl lawan yang dihasilkan oleh fluks celah udara resultan (Volt)
- $I_1$  = arus stator (Ampere)
- $R_1$  = resistansi efektif stator (Ohm)
- $X_1$  = reaktansi bocor stator (Ohm)

**Prinsip Kerja Pompa**

Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan - tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pompa juga dapat digunakan pada proses - proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan - peralatan berat Tahara. (2004). Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan discharge yang besar dan tekanan hisap yang rendah.

Akibat tekanan yang rendah pada sisi hisap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan. Pompa digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan pada poros pompa untuk memutar impeler yang dipasangkan pada poros tersebut. Karena pompa digerakkan oleh motor listrik (motor penggerak), jadi daya guna kerja pompa adalah perbandingan antara gaya mekanis yang diberikan motor kepada pompa. Untuk mencari daya guna kerja pompa ada beberapa tahap menggunakan rumus di bawah ini :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots( 2.10)$$

Dimana:

- $P$  = Daya yang diberikan motor pada pompa
- $V$  = Tegangan
- $I$  = Arus

Akibat dari putaran impeller yang menimbulkan gaya sentrifugal, maka zat cair akan mengalir dari tengah impeller keluar lewat saluran di antar sudu - sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan yang tinggi. Zat cair yang keluar dari impeller dengan kecepatan tinggi kemudian melalui saluran yang penampangnya semakin membesar yang disebut Volute, sehingga akan terjadi perubahan dari

head kecepatan menjadi head tekanan. Jadi zat cair yang keluar dari flenskeluar pompa head totalnya bertambah besar. Sedangkan proses pengisapan terjadi karena setelah zat cair dilemparkan oleh impeller, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum, sehingga zat cair akan terisap masuk.

Selisih energi persatuan berat atau head total dari zat cair pada flens keluar dan flens masuk disebut sebagai head total pompa. Sehingga dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal berfungsi mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head kecepatan, head tekanan dan head potensial secara kontinu.

**Pengertian Fluida, Debit, dan Head**

Sedikit pengertian dari fluida, debit dan head berikut ini :

1. Fluida adalah suatu zat atau substansi yang akan mengalami deformasi secara berkesinambungan jika terkena gaya sekecil apapun.
2. Debit atau yang sering disebut dengan kapasitas aliran adalah jumlah volume fluida yang dapat dialirkan pompa tiap satuan waktu. Rumus debit sendiri adalah persamaan 2.9 di bawah ini :

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

- Q = debit aliran (m3/s)
- V = volume aliran (m3)
- t = waktu (s)

Head adalah energy yang diberikan pompa persatuan berat fluida yang dipompakan. Satuan head adalah meter atau feet. Pegukuran head ini dapat dilakukan dengan cara mengukur beda tekan antara pipa isap dan pipa buang pada pompa dengan catatan diameter saluran isap dan saluran buang adalah sama.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Tempat Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang Jl. Jend. Sudirman Km. 3,5, Sekip Jaya, Kec. Kemuning, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30126

**Tabel 1.** Spesifikasi Motor Induksi 3 phase

Merek	: Teco
Tahun	: 2005
Phasa	: 3 Phasa
Hp	: 20 Hp
Tegangan	: 380 V
RPM	: 2910 rpm
Daya Nyata	: 15 kW
Frekuensi	: 50 Hz
Arus	: 27.5 A
Quant	: 1620 m <sup>3</sup> /h

Sumber: Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang 2024

**Tabel 2.** Parameter Motor Induksi Tiga Phasa

Daya Output $P_o$ ( Watt )	1491
Tegangan ( V )	380
Arus eksitasi $i^*_{sd}$ ( A )	4,6
Power Factor ( Cos $\phi$ )	0,80
Frekuensi $f$ ( Hz )	50
Putaran Refrensi $n$ ( rpm )	2910
frekuensi slip $s$ ( $\Omega$ )	0,049
Resistansi Rotor $R_2$ ( $\Omega$ )	2,29
Resistansi Stator $R_l$ ( $\Omega$ )	4,202
Impedansi ( $\Omega$ )	$j$ 1,359
Impedansi Ekvivalen Reaktansi( $\Omega$ )	$j$ 61,102

Sumber: Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang 2024

**Tabel 3.** Spesifikasi Motor Induksi

Daya Motor	Jumlah Kutub (Pole)	Tegang an (V)	Aru s (A)	Frekue nsi (Hz)
k W	H P			
15	20	2 380 - 415	27,5	50

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Perhitungan konsumsi energi pada motor induksi total daya rata-rata dari jam 09.00 sampai 15.00 setiap harinya beroperasi kurang lebih 7 jam menyala dengan mengacu persamaan rumus 2.8 sebagai berikut :

$$W = p \times t \text{ (kWh)}$$

Daya motor induksi diambil dari pengukuran mulai pukul 09.00-15.00,

$$P_{\text{Total}} = 191,95 \text{ kW}$$

$$T = 7 \text{ jam}$$

$$W = 191,95 \text{ kW} \times 7$$

$$W = 1.343,65 \text{ kWh}$$

### Hasil Perhitungan Berdasarkan Pengukuran Motor Induksi

Spesifikasi motor Induksi adalah

$$\sqrt{3} = 1,73$$

$$V = 381,4 \text{ V}$$

$$I = 27,5 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \phi = 0,80$$

#### 1. Perhitungan Daya Input

$$\begin{aligned} P_{\text{input}} &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \\ &= 1,73 \cdot 381,4 \cdot 27,5 \cdot 0,80 \\ &= 14,516,08 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran daya masukan pada motor Induksi di bulatkan jadi 14,516 kW

$$P_s = 1,8/100 + P_{\text{input}}$$

$$= 1,8/100 + 14,516$$

$$P_s = 14.534 \text{ Watt}$$

Tahap berikutnya adalah menghitung rugi-rugi Cu rotor

$$P_{\text{cu}} = 14.534 \cdot 2910$$

$$= 42,293.94 \text{ watt}$$

Tahap berikutnya setelah menghitung rugi-rugi Cu rotor adalah menghitung rugi-rugi total.

$$P_{\text{rugi-rugi}} = P_{\text{cu}} + P_s$$

$$= 42,293.94 + 14,534$$

$$= 42,308.47 \text{ watt}$$

#### 2. Penghitungan daya output

$$P_{\text{output}} = P_{\text{input}} - P_{\text{rugi-rugi}}$$

$$= 14,534 - 42,308.47$$

$$= 42,293.93 \text{ Watt}$$

Daya output motor Induksi yang didapat dari perhitungan berdasarkan hasil yang di bulatkan menjadi 4,229 kW

#### 3. Perhitungan Effisiensi Motor

$$\eta = P_{\text{out}}/P_{\text{in}} \times 100\%$$

$$= 14,534 / 14,516 \times 100\%$$

$$= 0,9987 \times 100\%$$

$$= 99,87\%$$

Nilai effisiensi motor Induksi berdasarkan hasil perhitungan sebesar 99,87%.

## SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan Analisis kinerja Motor Induksi 3 Phase untuk distribusi air bersih di Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbandingan antara daya input dan daya output motor menghasilkan nilai effisiensinya. motor induksi HL54437027 memiliki nilai effisiensi terbesar senilai 99,87% menandakan bahwa Motor Induksi 3 Phase masih efektif dan efisien.
2. Total konsumsi energi listrik pada motor induksi yang berdaya 250 KW jam pengoperasian selama 7 jam (pukul 09.00-15.00) setiap harinya adalah sebesar sebesar 1.343,65 KWh dan Total produksi air yang dihasilkan motor induksi dengan kapasitas pompa sentrifugal 1620 m<sup>3</sup>/h adalah sebesar 2,176,713 m<sup>3</sup>
3. Hasil dari perhitungan motor induksi tiga phasa bahwa rugi – rugi Cu rotor motor Induksi yaitu 42.363,78 Watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lemigas (2000). *Dasar - dasar Pompa Positive Displacement dan Centrifugal*, Lemigas, Jakarta.
- Pratama Aditasa, 2009.” *Studi Penentuan Kapasitas Motor Listrik Untuk Pendingin dan Penggerak Pompa Air High Pressure Pengisi Boiler Untuk Melayani Kebutuhan Air Pada PLTGU Blok III (PLTG 3x 112*

*MW & PLTU 189 MW) Unit Pembangkit  
Gresik”, ITS, Surabaya,*

Pudjanarsa A, Nursuhud Djati. (2008), *Mesin  
Konversi Energi*, Penerbit Andi,  
Yogyakarta

Rizal Angga Ghazali (2011), “*Metode  
Perhitungan Efisiensi Motor Induksi yang  
Sedang Beroperasi*”, Depok

Sularso, Haruo Tahara. (2004), *Pompa dan  
Kompresor*, Cetakan Ketujuh, Pradnya  
Paramita, Jakarta

Theodore Wildi, (2002), *Electrical Machines,  
Drives, and Power Systems, Fifth Edition,  
Pearson Education*, Upper Saddle River,  
New Jersey

Zuhal.1991.*Dasar Tenaga Listrik*. Jakarta, ITB,  
Bandung. Hal : 84.