

ANALISA EFISIENSI DAN TORSI MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA POMPA BOOSTER AIR KARANG BALIK PDAM TIRTA ALAM KOTA TARAKAN

Linda Sartika¹, Abdul Muis Prasetya², Salmansyah³

^{1,2,3}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹salmansyah0123@gmail.com

²lindasartika75@gmail.com

³prasetya.electric@gmail.com

Abstract—Booster pump is a machine that will increase the pressure to distribute water with a wide range, called a booster pump because it functions as a booster pump or increases pressure. In this study, data collection and calculations were carried out from the data obtained. From the calculation results, the efficiency of the 3-phase induction motor will be analyzed as a booster pump driver in Karang Balik Tarakan, North Kalimantan. On the first day, the 3-phase induction motor 1 after the calculation was carried out, the input value was 4924 Watts, the output was 4922 Watts, the speed (Nr) was 2995.2 Rpm, the current was 8.6 Ampere, the torque was 15.70 Newton meters, the efficiency was 99%. On the second day, the 3-phase induction motor 2 after the calculation was carried out, the input value was 4995 Watts, the output was 4992 Watts, the speed (Nr) was 3000 Rpm, the current was 8.5 Ampere, the torque was 15.90 Newton meters, the efficiency was 99%. On the third day of the 3-phase 3 induction motor, after calculations were carried out, the input value was obtained as 3902 Watts, output 3900, speed (Nr) 2754 Rpm, current 7 Ampere, torque 13.53 Newton meters, efficiency 99%

Keywords— Booster Pump, Efficiency, 3 phase induction motor, PDAM.

Intisari—Pompa Booster merupakan mesin yang akan meningkatkan tekanan untuk mendistribusikan air dengan jangkauan yang luas, disebut pompa booster sebab berfungsi menjadi pompa pendorong atau menaikkan tekanan. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data dan perhitungan dari data yang didapatkan. Dari hasil perhitungan akan dianalisa efisiensi motor induksi 3 fasa tersebut sebagai penggerak pompa Booster yang ada di Karang Balik Tarakan, Kalimantan Utara. Pada hari pertama motor 1 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai dari P_{input} sebesar 4924 Watt, P_{output} 4922 Watt, kecepatan (Nr) 2995,2 Rpm, arus 8,6 Ampere, torsi 15,70 Newton meter, efisiensi 99 %. Pada hari ke dua motor 2 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai P_{input} sebesar 4995 Watt, P_{output} 4992 Watt, kecepatan (Nr) 3000 Rpm, arus 8,5 Ampere, torsi 15,90 Newton meter, efisiensi 99 %. Pada hari ke tiga motor 3 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai P_{input} sebesar 3902 Watt, P_{output} 3900, kecepatan (Nr) 2754 Rpm, arus 7 Ampere, torsi 13,53 Newton meter, efisiensi 99 %.

Kata Kunci : Pompa Booster, Efisiensi, Motor induksi 3 fasa, PDAM.

I. PENDAHULUAN

Distribusi air bersih yang merata merupakan kebutuhan fundamental bagi masyarakat modern, terlebih di wilayah urban dengan kepadatan penduduk tinggi. Permasalahan yang kerap terjadi adalah ketidakseimbangan tekanan air yang menyebabkan distribusi tidak optimal, terutama pada daerah yang berada di elevasi tinggi. Untuk mengatasi persoalan tersebut, banyak perusahaan daerah air minum (PDAM) mengimplementasikan sistem pompa booster, yakni pompa pendorong yang berfungsi meningkatkan tekanan air agar mampu menjangkau wilayah distribusi yang lebih luas [1].

Pompa booster umumnya digerakkan oleh motor listrik, dan jenis motor yang paling banyak digunakan adalah motor induksi tiga fasa. Motor ini dikenal memiliki keunggulan dari sisi teknis dan ekonomi, seperti konstruksi yang sederhana, ketahanan yang tinggi, serta efisiensi yang baik dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [2]. Dalam lingkungan industri, motor induksi tiga fasa tidak hanya menjadi tulang punggung sistem pompa, namun juga digunakan secara luas dalam mesin-mesin produksi karena kestabilan operasional dan kemudahan perawatan.

Efisiensi dari motor induksi tiga fasa menjadi salah satu indikator utama dalam menilai kinerja sistem distribusi air. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan tegangan input dapat mempengaruhi efisiensi motor secara signifikan, terutama saat motor bekerja pada kondisi beban penuh [3]. Menurut Saputra [4], efisiensi motor AC tiga fasa dalam aplikasi sebagai penggerak pompa menunjukkan variasi yang cukup besar tergantung pada beban kerja dan kondisi kelistrikan.

Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Prasetya [5] di lingkungan Universitas Borneo Tarakan menunjukkan bahwa pendekatan pengendalian berbasis scalar control pada motor induksi tiga fasa dapat mempertahankan efisiensi sistem meskipun terdapat fluktuasi beban. Selain itu, studi oleh Evalina et al. [6] menjaga kestabilan torsi dan memperpanjang umur operasional motor.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi dan torsi dari motor induksi tiga fasa yang digunakan sebagai penggerak pompa booster di PDAM Tirta Alam, Karang Balik, Kota Tarakan. Penelitian dilakukan dengan metode pengumpulan data lapangan dan perhitungan nilai

efisiensi serta torsi dari tiga motor berbeda yang diuji selama tiga hari berturut-turut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan teknis bagi PDAM serta sebagai referensi pengembangan sistem distribusi air berbasis teknologi motor induksi yang efisien dan handal.

II. METODE PENELITIAN

A. Motor Induksi

Motor induksi tiga fasa merupakan motor *Alternating Current* (AC) yang paling banyak di gunakan dan dapat di temui pada setiap industry rumah tangga di manapun. Berdasarkan namanya dari cara kerja motor tersebut adalah arus motor ini bukan di peroleh dari sumber tegangan, namun yaitu arus yang terinduksi sehingga terjadi adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar yang di dihasilkan arus stator. Motor induksi tiga fasa memiliki kecepatan putar yang pada dasarnya adalah konstan. Tenaga gerak yang dihasilkan dari sebuah motor induksi di sebut torsi. Kecepatan yang di dihasilkan putaran motor ini di tentukan oleh frekuensi, oleh karenanya untuk mengatur kecepatan pada motor tidak lah muda.

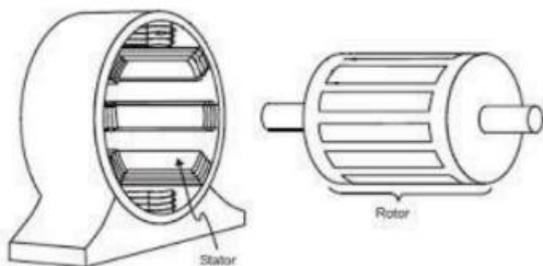
Terdapat beberapa keuntungan dari Induksi motor tiga fasa, yaitu bentuk yang sederhana, daya tahan kokoh, harganya terbilang murah, mudah pada melakukan perawatan, serta dapat di gunakan dengan karakteristik yang sinkron dengan kebutuhan industri [1].



Gambar 1. Motor induksi 3 fasa

B. Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa

Pada umumnya motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator adalah yang diam. Diantara stator dan rotor terdapat celah udara yang jaraknya sangat kecil [3].



Gambar 2. Kontruksi motor induksi 3 fasa

1. Stator

Komponen utama dari motor listrik adalah stator. Karena komponen ini akan bekerja langsung dengan kinerja motor. Stator merupakan lilitan tembaga statis yang terletak mengelilingi poros utama. Fungsi dari stator untuk membangkitkan medan magnet pada di sekitar rotor. Tersusun dari lempengan besi yang di lilit dari tembaga. Tembaga ini di hubungkan dengan sumber arus. Sehingga ketika lilitan ini di aliri arus listrik, maka akan menyebabkan daya magnet di stator. Motor biasanya memiliki tiga butir kumparan stator [1].

2. Rotor

Rotor pada motor induksi tiga fasa terbagi dua jenis yaitu rotor sangkar (*wound squirrel cage rotor*) serta rotor belitan (*wound rotor*). Rotor sangkar terdiri dari susunan batang besi yang di bentangkan kepada slot-slot yang terdapat di bagian atas rotor serta tiap dari ujungnya di hubungkan singkat menggunakan cincin tembak. Rotor belitan terdiri dari lilitan-lilitan yang menyerupai lilitan asal statornya. Jumlah kutub antara kumparan stator dan kumparan di motor induksi rotor belitan artinya sama.

C. Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa

Efisiensi motor induksi merupakan nilai sebagai ukuran efisiensi motor induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang telah diartikan sebagai rasio daya keluaran terhadap daya masukan. Definisi efisiensi energi NEMA adalah bahwa efisiensi adalah rasio atau rasio daya keluaran yang berguna terhadap daya masukan total, yang dinyatakan sebagai persentase. Untuk menghitung daya input pada motor induksi 3 fasa dapat menggunakan persamaan rumus, sebagai berikut :

$$P_{in} = \sqrt{3} VI \cos \phi \quad (1)$$

Untuk menghitung daya input pada motor induksi 3 fasa dapat menggunakan persamaan rumus, sebagai berikut :

$$P_{out} = \frac{T 2 \pi Nr}{60} \quad (2)$$

Efisiensi Motor Induksi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100 \% \quad (3)$$

Untuk mencari kecepatan putar rotor (N_r) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_r = \frac{120 \cdot F}{P} \quad (4)$$

D. Pompa Booster

Pompa Booster artinya mesin mendorong dengan tekanan udara yang sangat tinggi. Pompa Booster mampu di fungsikan dengan cairan atau gas, tapi detail bentuk konstruksinya akan beragam tergantung pada cairan yang di gunakan. Untuk memperkuat cairan dapat dengan menggunakan gas kompresor namun, umumnya mekanisme sederhana yang seringkali hanya memiliki satu tahap kompresi saja, serta di gunakan untuk menaikkan tekanan cairan yang berada di atas tekanan ambien. Disebut pompa *Booster* karena

fungsi utama menjadi pompa *Booster* atau meningkatkan tekanan. Aneka macam merek pompa dapat dirakit sebagai pompa *Booster*, pada umumnya jumlah pompa yang di gunakan dua atau lebih. Pompa *Booster* beroperasi secara otomatis dengan sensor tekanan air dan ada juga yang menggunakan penampungan air seperti bak air. Pompa *booster* yang menggunakan bak air juga memiliki sensor pada bak tersebut. Pompa dapat beroperasi secara *paralel* dan *alternate*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Motor Induksi 3 Fasa Penggerak Pompa Booster

PDAM Tirta Alam karang balik Kota Tarakan memiliki pompa booster sebagai alat untuk memompakan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kota Tarakan. Pada pompa booster terdapat motor induksi 3 fasa sebagai penggerak dari pompa booster tersebut.

Pada penelitian ini motor induksi 3 fasa sebagai penggerak pompa booster mejadi objek penelitian.

1. *Data Motor Induksi 3 Fasa*

Tabel I
Data nameplate Motor induksi 3 fasa

N0	Data nameplate motor induksi 3 fasa	
1	Daya output	4 KW
2	Tegangan	380 V
3	Arus	8,1 A
4	Kecepatan	2917 Rpm
5	Frekuensi	50 Hz
6	Cos φ	0,92

Hasil pada Tabel I di dapatkan berdasarkan nameplate pada motor insudusi 3 fasa yang berapa di PDAM Tirta Alam karang balik kota Tarakan.

Tabel II
Data hasil pengukuran motor induksi 3 fasa

No	Hari	Motor								
		Motor 1			Motor 2			Motor 3		
		F (Hz)	V (Volt)	I (A)	F (Hz)	V (Volt)	I (A)	F (Hz)	V (Volt)	I (A)
1	Pertama	49,92	380	86	4989	380	85	4989	380	84
2	Kedua	49,91	380	81	50	390	85	50	390	84
3	Ketiga	45,15	370	67	4565	370	69	4590	370	7

B. Analisa Perhitungan Motor Induksi 3 Fasa

1. Perhitungan data pada nameplate motor induksi 3 fasa

a. Menghitung daya input :

$$P_{input} = \sqrt{3} VI \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 8,1 \cdot 0,92$$

$$= 4904 \text{ Watt} \approx 4,9 \text{ KW}$$

b. Menghitung nilai torsi :

$$T = \frac{P_{in}}{\frac{2 \pi N r}{60}} \quad (N_r = \frac{120 \cdot 50}{2} = 3000 \text{ Rpm})$$

$$= \frac{4904}{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3000}{60}}$$

$$= 15,61 \text{ Nm}$$

c. Menghitung daya output :

$$P_{out} = \frac{T 2 \pi N r}{60}$$

Nilai daya output di dapatkan pada nameplate sebesar 4 KW

d. Menghitung nilai efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100 \%$$

$$= \frac{4000}{4904} 100 \%$$

$$= 81,5 \%$$

Tabel III

Hasil perhitungan daya, arus, torsi dan efisiensi motor induksi 3 fasa Berdasarkan name plate.

No	Data Motor	P _{Input}	P _{Output}	N _r (RPM)	Arus (A)	Torsi (Nm)	Efisiensi (%)	Cos (θ)	Frekuensi (Hz)
1	Name plate	4904	4000	3000	8,1	15,61	81,5	0,92	50

2. Perhitungan motor 1 induksi 3 fasa berdasarkan data hasil pengukuran hari pertama :

a. Menghitung daya input :

$$P_{input} = \sqrt{3} VI \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 8,6 \cdot 0,87$$

$$= 4924 \text{ Watt} \approx 4,924 \text{ KW}$$

b. Menghitung nilai torsi :

$$T = \frac{P_{in}}{\frac{2 \pi N r}{60}} \quad (N_r = \frac{120 \cdot 49,92}{2} = 2995,2 \text{ Rpm})$$

$$= \frac{4924}{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2995,2}{60}}$$

$$= 15,70 \text{ Nm}$$

c. Menghitung daya output :

$$P_{out} = \frac{T 2 \pi N r}{60}$$

$$= \frac{15,70 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2995,2}{60}$$

$$= 4922 \text{ Watt} \approx 4,92 \text{ KW}$$

d. Menghitung nilai efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100 \%$$

$$= \frac{4922}{4924} 100 \%$$

$$= 99 \%$$

Tabel IV
Hasil perhitungan daya, arus, torsi dan efisiensi motor 1 induksi 3 fasa hari pertama.

No	Data Motor	P _{Input}	P _{Output}	N _r (RPM)	Arus (A)	Torsi (Nm)	Efisiensi (%)	Cos (θ)	Frekuensi (Hz)
1	Motor 1	4924	4922	2995,2	8,6	15,70	99	0,87	49,92

Pada Tabel IV merupakan hasil perhitungan dari pengujian motor 1 hari pertama dan di dapatkan nilai efisiensi yang di hasilkan 99 %.

Tabel V
Hasil perhitungan daya, arus, torsi dan efisiensi motor 2 induksi 3 fasa hari ke dua.

No	Data Motor	P _{Input}	P _{Output}	N _r (RPM)	Arus (A)	Torsi (Nm)	Efisiensi (%)	Cos (θ)	Frekuensi (Hz)
1	Motor 2	4995	4992	3000	8,5	15,90	99	0,87	50

Pada Tabel V merupakan hasil perhitungan dari pengujian motor 2 hari ke dua dan di dapatkan nilai efisiensi yang di hasilkan 99 %.

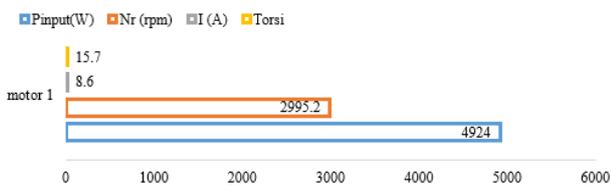
Tabel VI
Hasil perhitungan daya, arus, torsi dan efisiensi motor 3 induksi 3 fasa hari ke tiga.

No	Data Motor	P _{Input}	P _{Output}	N _r (RPM)	Arus (A)	Torsi (Nm)	Efisiensi (%)	Cos (θ)	Frekuensi (Hz)
1	Motor 3	3902	3900	2754	7	13,53	99	0,87	45,9

Pada Tabel VI merupakan hasil perhitungan dari pengujian motor 3 hari ke tiga dan di dapatkan nilai efisiensi yang di hasilkan 99 %.

C. Grafik hasil perbandingan motor induksi 3 fasa

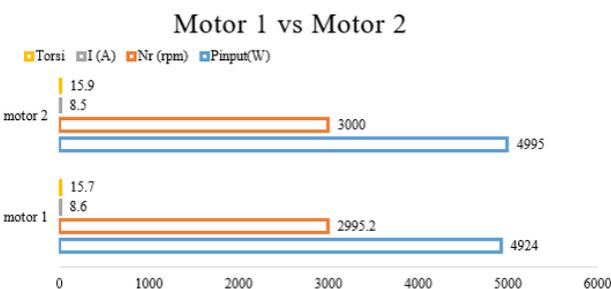
1. Grafik data perhitungan motor 1 hari pertama



Gambar 3. Grafik perhitungan motor 1 hari pertama

Pada Gambar 3 merupakan grafik hasil perhitungan motor 1 pada hari pertama, daya input pada motor 1 lebih besar di bandingkan daya input pada perhitungan menggunakan data dari nameplate. Kecepatan motor 1 juga mengalami penurunan dan arus yang di hasilkan motor 1 lebih besar, untuk nilai torsi yang di hasilkan motor 1 lebih besar di bandingkan torsi pada nameplate, karena kecepatan berbanding terbalik dengan torsi.

2. Grafik Motor 1 dan Motor 2



Gambar 4. Grafik motor 1 vs motor 2

Hasil perhitungan efisiensi yang di dapatkan dari pengujian 3 motor berbeda yang di teliti dalam masing-

masing hari berbeda didapatkan nilai efisiensi yang di dapatkan rata-rata 99 %, yang berarti dari ketiga motor tersebut bisa di katakan sangat baik. Hasil pengujian motor memenuhi tujuan penelitian yang membahas tentang nilai efisiensi dari motor yang bekerja dalam 1 harinya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang di dapatkan dari perhitungan dan grafik perbandingan dapat di tarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hari pertama motor 1 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai dari Pinput sebesar 4924 Watt, Poutput 4922 Watt, kecepatan (Nr) 2995,2 Rpm, arus 8,6 Ampere, torsi 15,70 Newton meter, efisiensi 99 %.
2. Pada hari ke dua motor 2 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai Pinput sebesar 4995 Watt, Poutput 4992 Watt, kecepatan (Nr) 3000 Rpm, arus 8,5 Ampere, torsi 15,90 Newton meter, efisiensi 99 %.
3. Pada hari ke tiga motor 3 induksi 3 fasa setelah di lakukan perhitungan di dapatkan nilai Pinput sebesar 3902 Watt, Poutput 3900, kecepatan (Nr) 2754 Rpm, arus 7 Ampere, torsi 13,53 Newton meter, efisiensi 99 %.
4. Pada ketiga motor yang di teliti memiliki nilai efisiensi yang sangat baik yaitu 99 %, di mana nilai efisiensi yang baik dapat mempengaruhi kinerja motor pada pompa booster, sehingga bisa mendorong air agar terdistribusikan pada warga. Faktor lain yang mempengaruhi nilai efisiensi juga dari perawatan yang di lakukan secara berkala oleh tim perawatan.
5. Hasil daya input, kecepatan, arus dan torsi pada motor 1 lebih kecil di bandingkan pada motor 2, sedangkan

pada motor 1 daya input , kecepatan arus, dan torsi lebih besar di bandingkan pada motor 3, dan hasil daya input, kecepatan, arus, dan torsi motor 2 lebih besar di bandingkan motor 3. Faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran pada motor 1, motor 2, dan motor 3 adalah kinerja motor pada pompa booster dalam mendorong air dalam per hari, Karena air yang di salurkan per harinya tidaknya lah sama.

REFERENSI

- [1] A. Saputra, “Analisa Efisiensi Penggunaan Motor AC 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa,” Jurnal Elektriika Borneo (JEB), vol. x, no. x, pp. x–x, 2016.
- [2] K. A. Pratama, et al., “Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa Akibat Perubahan Tegangan,” SainETIn, vol. 5, no. 1, 2020.
- [3] S. Salmansyah, L. Sartika, A. M. Prasetia, “Analisa Efisiensi dan Torsi Motor Induksi 3 Fasa pada Pompa Booster Air Karang Balik PDAM Tirta Alam Kota Tarakan,” Jurnal Elektriika Borneo (JEB), vol. x, no. x, pp. x–x.
- [4] N. Evalina, et al., “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2016.
- [5] A. Saputra, “Analisa Efisiensi Motor AC 3 Fasa,” Jurnal Elektriika Borneo (JEB), vol. x, no. x, 2016.
- [6] A. M. Prasetia, “Implementation of Scalar Control Method for 3 Phase Induction Motor Speed Control,” Universitas Borneo Tarakan, 2018.
- [7] N. Evalina, et al., “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2016.