

Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Dan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa

Maharudin¹, Samuel Jie², Wa Ode Zulkaida³, Tambi⁴, Abdul Johar⁵, Sahabuddin Hay⁶

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Elektro, Universitas Halu Oleo

Email : Samuel.jie@uho.ac.id

Abstract - This study aims to analyze the effect of load changes on the efficiency and power factor of a three-phase induction motor. Three-phase induction motors are one of the most widely used types of electric motors in industry due to their simple construction, low maintenance costs, and high reliability. However, the performance of induction motors is greatly influenced by the given load conditions. The method used in this study is experimental testing of three-phase induction motors with load variations from no-load to full load conditions. The parameters observed include input power, output power, efficiency, and power factor. The test results show that motor efficiency increases with increasing load until it reaches an optimal point at full load, then tends to decrease if the load exceeds the nominal capacity. The power factor also shows an increase with increasing load, from a significant lagging condition at light loads to a value approaching one at optimal loads. The conclusion of this study is that load changes have a significant effect on the efficiency and power factor of three-phase induction motors, and operating the motor at near-nominal loads provides the most efficient and stable performance.

Keywords — Three-phase induction motor, Efficiency, Power factor

ABSTRAK — Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan beban terhadap efisiensi dan faktor daya pada motor induksi tiga fasa. Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan dalam industri karena konstruksinya yang sederhana, biaya perawatan yang rendah, dan keandalannya yang tinggi. Namun, kinerja motor induksi sangat dipengaruhi oleh kondisi beban yang diberikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian eksperimental terhadap motor induksi tiga fasa dengan variasi beban dari kondisi tanpa beban hingga beban penuh. Parameter yang diamati meliputi daya input, daya output, efisiensi, dan faktor daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi motor meningkat seiring dengan bertambahnya beban hingga mencapai titik optimal pada beban penuh, kemudian cenderung menurun jika beban melebihi kapasitas nominal. Faktor daya juga menunjukkan peningkatan seiring naiknya beban, dari kondisi lagging yang signifikan pada beban ringan menuju nilai mendekati satu pada beban optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa perubahan beban memiliki pengaruh signifikan

terhadap efisiensi dan faktor daya motor induksi tiga fasa, dan pengoperasian motor pada beban mendekati nominal memberikan kinerja yang paling efisien dan stabil.

Kata kunci — Motor induksi tiga fasa, Efisiensi, Faktor daya

I. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara kita mengalami perkembangan yang sangat pesat, baik pada perindustrian besar maupun perindustrian kecil. Motor listrik sudah menjadi kebutuhan kita sehari-hari untuk menggerakkan peralatan dan mesin yang membantu pekerjaan. Dalam dunia industri motor listrik kadang kala disebut kuda kerja industri.

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan dalam industri karena keandalan dan kemudahan perawatannya. Namun, performanya sangat dipengaruhi oleh perubahan beban. Efisiensi dan faktor daya menjadi parameter penting yang menentukan kinerja motor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana perubahan beban mempengaruhi efisiensi dan faktor daya itu sendiri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik arus bolak balik (AC) yang paling umum digunakan dalam industri. Motor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana medan magnet berputar yang dihasilkan oleh stator menginduksi arus pada rotor, sehingga menghasilkan torsi mekanis. Keunggulan utama dari motor induksi tiga fasa diantaranya memiliki konstruksi yang sederhana, biaya operasional dan perawatan yang rendah, serta efisiensi yang tinggi dalam kondisi kerja normal. (Ghazali, 2011, Sarjono, 2020).

B. Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator akan timbul medan putar dengan kecepatan $n_s = 120 \text{ f/p}$.
2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor timbul tegangan induksi (e_{gl}) sebesar : $E_{2s} = 4,44 f_2 N_2 \phi_m$ (untuk satu fasa) E_{2s} adalah tegangan induksi pada saat rotor berputar.
4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang

- tertutup, maka ggl (E) akan menghasilkan arus (I)
- Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor.
 - Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
 - 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 (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).
 - Perbedaan kecepatan antara n_r dan n_s disebut slip (S) dinyatakan dengan:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100 \% \quad (2.1)$$

Dimana :

s = Slip

n_s = Kecepatan sinkron

n_r = Kecepatan motor

- Bila $n_r = n_s$ tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada kumparan jangkar rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Kopel motor akan ditimbulkan apabila n_r lebih kecil dari n_s .
- Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau sinkron. Kecepatan dari motor induksi tiga fasa sangat tergantung pada frekuensi sumber tegangan dan jumlah kutub pada stator. Dirumuskan :

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \quad (2.2)$$

Dimana :

n_s = Kecepatan sinkron

f = Frekuensi

p = Jumlah kutub

C. Efisiensi Motor Induksi

Efisiensi motor induksi merupakan hasil dari perbandingan antara daya output yang dihasilkan oleh motor induksi terhadap daya input yang dibutuhkan oleh motor. Semakin besar hasil presentase perbandingan yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) maka semakin baik hasil dari efisiensi motor yang digunakan. Untuk mendapatkan nilai dari efisiensi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Sarjono, 2020) :

$$\eta = \frac{p_{out}}{p_{in}} \times 100 \% \quad (2.3)$$

Dimana :

η = Efisiensi

p_{out} = Daya keluaran

p_{in} = Daya masukan

D. Torsi Motor Induksi Tiga Fasa

Torsi motor induksi adalah gaya puntir yang menyebabkan poros motor berputar. Dalam motor induksi tiga fasa, torsi dihasilkan dari interaksi antara medan magnet

putar di stator dan arus induksi rotor. Nilai torsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{60 \times p_{out}}{2 \pi n} \quad (2.4)$$

Dimana:

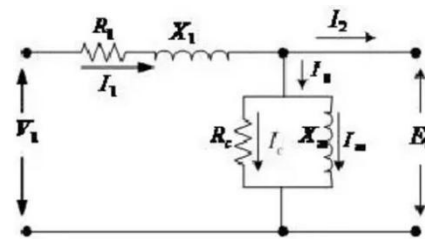
T = Torsi (N.m)

p_{out} = Daya output (Kw)

η = Rpm

E. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Tiga Fasa

Kerja motor induksi tiga fasa adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu, motor induksi dapat dianggap sebagai transformator dengan rangkaian sekunder yang berputar.



Gambar 1. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Tiga Fasa

Dimana :

I_0 = Arus eksitasi (A)

V_1 = Tegangan terminal Stator (V)

E_1 = Ggl yang dihasilkan oleh fluks celah udara resultan(V)

I_1 = Arus stator (A)

R_1 = Tahanan stator (ohm)

X_1 = Reaktansi bocor stator (ohm)

I_m = Arus magnet (I)

F. Daya Input Dan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa

Daya input adalah jumlah daya listrik yang masuk ke motor induksi tiga fasa dari sumber listrik. Untuk mendapatkan nilai dari daya input dapat dihitung menggunakan rumus:

$$p_{in} = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \phi \quad (2.5)$$

Dimana:

p_{in} = Daya input

V_{LL} = Tegangan antar fasa

I_L = Arus line

$\cos \phi$ = Faktor daya

1. Daya Semu

Daya semu adalah nilai tenaga listrik yang melalui satu penghantar. Daya semu merupakan hasil perkalian dari tegangan dan arus yang melalui penghantar. (Azharuddin Noor, 2017) Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \quad (2.6)$$

Dimana :

S = Daya semu

V_{LL} = Tegangan antar fasa

I_L = Arus line

2. Daya Aktif

Daya aktif adalah gaya yang benar-benar digunakan dan terukur pada beban (Azharuddin Noor, 2017). Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos \phi. \quad (2.7)$$

Dimana :

P = Daya semu

V_{LL} = Tegangan antar fasa

I_L = Aus line

$\cos \phi$ = Faktor daya

3. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh peralatan-peralatan listrik. Contohnya, pada motor listrik terdapat dua reaktif panas dan mekanik. Daya reaktif panas karena kumparan pada motor dan daya reaktif mekanik karena putaran. Daya reaktif adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus vektor daya. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \sin \phi \quad (2.8)$$

Dimana :

Q = Daya reaktif

V_{LL} = Tegangan antar fasa

I_L = Arus line

$\sin \phi$ = Besaran vektor daya

4. Faktor Daya

Faktor daya adalah rasio dari daya aktif (P) dengan daya semu (S) faktor daya juga bisa didefinisikan sebagai nilai kosinus dari perbedaan sudut tegangan dan sudut arus. Faktor daya diekspresikan hanya sebagai bilangan saja atau dalam presentase. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad (2.9)$$

Dimana :

P = Daya aktif

S = Daya semu

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan tempat

Penelitian dengan judul “Pengaruh perubahan beban terhadap efisiensi dan faktor daya motor induksi tiga fasa” dimulai pada Maret 2025 sampai dengan Mei 2025. Objek

penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Tenaga Listrik Teknik Elektro Universitas Halu Oleo, Provinsi Sulawesi Tenggara.

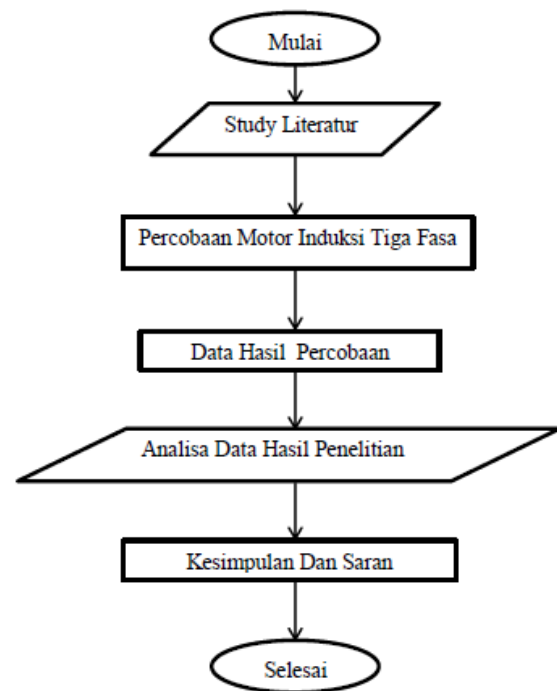
B. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor Induksi Tiga Fasa
2. Generator Dc
3. Multimeter
4. Tachometer
5. Cosphi meter
6. Torsi Meter
7. Laptop HP
8. Handphone
9. Lampu Pijar

C. Alur penelitian

Berikut ini adalah alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN



Gambar 2. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak Di Laboratorium Konversi Energi Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Halu Oleo , dengan titik koordinat Garis Lintang : 4°00'42"S dan Garis Bujur : 122°31'06"E. Pada lokasi penelitian ini akan dilakukan pengujian motor induksi tiga fasa dengan menggunakan beban, mulai dari beban nol ke beban yang lebih besar untuk memperoleh nilai efisiensi dan faktor daya pada motor induksi tiga fasa yang akan diteliti.

Analisis Perhitungan Daya Input, Daya Output , Efisiensi Dan Torsi

1. Perhitungan Daya Input

$$\overline{P}_{in} = \sqrt{3} \cdot V_{LL} \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

$$\overline{P}_{in} = \sqrt{3} \times 380 \times 0,66 \times 0,44$$

$$\overline{P}_{in} = 191,1352707 = 191,1 \text{ W}$$

$$P_{in} = (\overline{P}_{in} \pm \Delta P_{in})$$

$$\Delta P_{in} = \left| \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial V_{LL}} \right)_{I_L \cos \phi} \right| \Delta V_{LL} + \left| \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial I_L} \right)_{V_{LL} \cos \phi} \right| \Delta I_L + \left| \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial \cos \phi} \right)_{V_{LL} I_L} \right| \Delta \cos \phi$$

$$\Delta P_{in} = |\sqrt{3} I_L \cos \phi| \Delta V_{LL} + |\sqrt{3} V_{LL} \cos \phi| \Delta I_L + |\sqrt{3} V_{LL} I_L| \Delta \cos \phi$$

$$\frac{\Delta P_{in}}{P_{in}} = \frac{\Delta V_{LL}}{V_{LL}} + \frac{\Delta I_L}{I_L} + \frac{\Delta \cos \phi}{\cos \phi}$$

$$\frac{\Delta P_{in}}{191,1352707} = \frac{0,5}{380} + \frac{0,005}{0,66} + \frac{0,025}{0,44}$$

$$\frac{\Delta P_{in}}{191,1352707} = 0,065709728$$

$$\Delta P_{in} = 0,065709728 \times 191,1352707 = 12,55944681 = 12,6 \text{ W}$$

$$P_{in} = (191,1 \pm 12,6) \text{ W}$$

2. Perhitungan Daya Output

$$\overline{P}_{out} = V_{dc} I_{dc}$$

$$\overline{P}_{out} = 66,7 \times 1,318 = 87,9106 = 87,91 \text{ W}$$

$$P_{out} = (\overline{P}_{out} \pm \Delta P_{out})$$

$$\Delta P_{out} = \left| \left(\frac{\partial P_{out}}{\partial V_{dc}} \right)_{I_{dc}} \right| \Delta V_{dc} + \left| \left(\frac{\partial P_{out}}{\partial I_{dc}} \right)_{V_{dc}} \right| \Delta I_{dc}$$

$$\Delta P_{out} = |I_{dc}| \Delta V_{dc} + |V_{dc}| \Delta I_{dc}$$

$$\frac{\Delta P_{out}}{P_{out}} = \frac{\Delta V_{dc}}{V_{dc}} + \frac{\Delta I_{dc}}{I_{dc}}$$

$$\frac{\Delta P_{out}}{87,9106} = \frac{0,05}{66,7} + \frac{0,0005}{1,318}$$

$$\frac{\Delta P_{out}}{87,9106} = 0,001128987858$$

$$\Delta P_{out} = 0,001128987858 \times 87,9106 = 0,09925 = 0,10 \text{ W}$$

$$P_{out} = (87,91 \pm 0,10) \text{ W}$$

3. Perhitungan Efisiensi

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

$$\bar{\eta} = \frac{87,9106}{191,1352707} \times 100 \%$$

$$\bar{\eta} = 45,9939181 \% = 45,99 \%$$

$$\eta = (\bar{\eta} \pm \Delta \eta)$$

$$\Delta \eta = \left| \left(\frac{\partial \eta}{\partial P_{out}} \right)_{P_{in}} \right| \Delta P_{out} + \left| \left(\frac{\partial \eta}{\partial P_{in}} \right)_{P_{out}} \right| \Delta P_{in}$$

$$\Delta \eta = \left| \frac{1}{P_{in}} \right| \Delta P_{out} + \left| -\frac{P_{out}}{P_{in}^2} \right| \Delta P_{in}$$

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\Delta P_{out}}{P_{out}} + \frac{\Delta P_{in}}{P_{in}}$$

$$\frac{\Delta \eta}{0,459939181} = \frac{0,09925}{87,9106} + \frac{12,55944681}{191,1352707}$$

$$\frac{\Delta \eta}{0,459939181} = 0,066838716$$

$$\Delta \eta = 0,066838716 \times 0,459939181 = 0,030741744 = 3,07 \%$$

$$\eta = (45,99 \pm 3,07) \%$$

4. Perhitungan Torsi

$$\bar{T} = \frac{60 P_{out}}{2\pi \cdot n} \text{ N.m}$$

$$\bar{T} = \frac{60 \times 87,9106}{2\pi \cdot 1461,5} \text{ N.m}$$

$$\bar{T} = 0,574399173 = 0,5744 \text{ N.m}$$

$$T = (\bar{T} \pm \Delta T)$$

$$\Delta T = \left| \left(\frac{\partial T}{\partial P_{out}} \right)_n \right| \Delta P_{out} + \left| \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_{P_{out}} \right| \Delta n$$

$$\Delta T = \left| \frac{60}{2\pi \cdot n} \right| \Delta P_{out} + \left| -\frac{60 P_{out}}{2\pi \cdot n^2} \right| \Delta n$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta P_{out}}{P_{out}} + \frac{\Delta n}{n}$$

$$\frac{\Delta T}{0,574399173} = \frac{0,09925}{87,9106} + \frac{0,05}{1461,5}$$

$$\frac{\Delta T}{0,574399173} = 1,163199285 \times 10^{-3}$$

$$\Delta T = 1,163199285 \times 10^{-3} \times 0,574399173$$

$$= 6,681407072 \times 10^{-4} = 0,0007 \text{ N.m}$$

$$T = (0,5744 \pm 0,0007) \text{ N.m}$$

V. PEMBAHASAN

Hasil perhitungan daya input, daya output, efisiensi dan torsi

- a. Tabel Perhitungan Daya input, Daya output, Efisiensi dan Torsi

$(\bar{P}_{in} \pm \Delta P_{in}) \text{ W}$	$(\bar{P}_{out} \pm \Delta P_{out}) \text{ W}$	$(\bar{\eta} \pm \Delta \eta) \%$	$(\bar{T} \pm \Delta T) \text{ N.m}$
191,1 ± 12,6	87,91 ± 0,10	45,99 ± 3,07	0,5744 ± 0,0007
227,1 ± 13,3	116,15 ± 0,11	51,15 ± 3,05	0,7642 ± 0,0008
257,0 ± 13,8	135,12 ± 0,12	52,57 ± 2,88	0,8927 ± 0,0008
274,9 ± 14,1	145,54 ± 0,13	52,95 ± 2,77	0,9640 ± 0,0009
301,1 ± 14,7	158,86 ± 0,13	52,76 ± 2,63	1,0619 ± 0,0009
325,1 ± 15,1	170,12 ± 0,13	52,32 ± 2,47	1,1439 ± 0,0009
338,8 ± 15,5	179,00 ± 0,14	52,83 ± 2,45	1,2076 ± 0,0010
358,8 ± 15,7	183,94 ± 0,14	51,27 ± 2,29	1,2430 ± 0,0010
377,8 ± 16,3	190,53 ± 0,14	50,43 ± 2,21	1,3115 ± 0,0010
387,9 ± 16,5	195,34 ± 0,14	50,36 ± 2,18	1,3674 ± 0,0010

Gambar 3. Tabel perhitungan daya input, daya output, efisiensi dan torsi

- b. Hasil pengukuran tegangan antar fasa (V_{LL}), arus line (I_L) dan faktor daya ($\cos \phi$).

$V_{LL} = (\bar{V}_{LL} \pm \Delta V_{LL}) \text{ V}$	$I_L = (\bar{I}_L \pm \Delta I_L) \text{ A}$	$\cos \phi = (\bar{\cos \phi} \pm \Delta \cos \phi)$
380 ± 0,5	0,66 ± 0,005	0,44 ± 0,025
380 ± 0,5	0,69 ± 0,005	0,50 ± 0,025
380 ± 0,5	0,71 ± 0,005	0,55 ± 0,025
380 ± 0,5	0,72 ± 0,005	0,58 ± 0,025
380 ± 0,5	0,75 ± 0,005	0,61 ± 0,025
380 ± 0,5	0,76 ± 0,005	0,65 ± 0,025
380 ± 0,5	0,78 ± 0,005	0,66 ± 0,025
380 ± 0,5	0,79 ± 0,005	0,69 ± 0,025
380 ± 0,5	0,82 ± 0,005	0,70 ± 0,025
380 ± 0,5	0,830 ± 0,005	0,71 ± 0,025

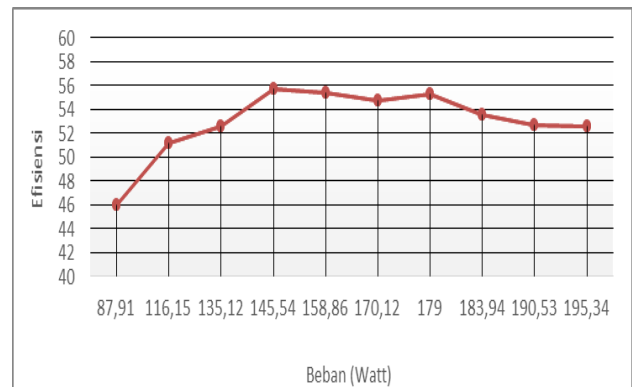
Gambar 4. Tabel pengukuran tegangan antar fasa, arus line dan faktor daya

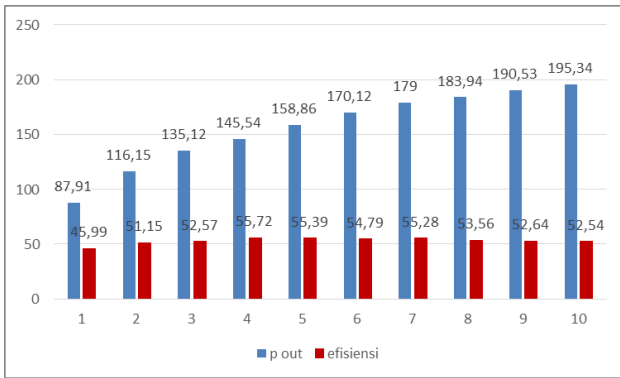
- c. Tabel hasil pengukuran tegangan Dc (V_{dc}), Arus Dc (I_{dc}), dan kecepatan putar (n) dari generator Dc sebagai beban

$V_{dc} = (\bar{V}_{dc} \pm \Delta V_{dc}) \text{ V}$	$I_{dc} = (\bar{I}_{dc} \pm \Delta I_{dc}) \text{ A}$	$n = (\bar{n} \pm \Delta n) \text{ rpm}$
66,7 ± 0,05	1,318 ± 0,0005	1461,5 ± 0,05
79,5 ± 0,05	1,461 ± 0,0005	1451,3 ± 0,05
87,8 ± 0,05	1,539 ± 0,0005	1445,5 ± 0,05
92,0 ± 0,05	1,582 ± 0,0005	1441,7 ± 0,05
97,1 ± 0,05	1,636 ± 0,0005	1428,5 ± 0,05
101,2 ± 0,05	1,681 ± 0,0005	1420,2 ± 0,05
104,8 ± 0,05	1,708 ± 0,0005	1415,5 ± 0,05
106,2 ± 0,05	1,732 ± 0,0005	1413,1 ± 0,05
108,5 ± 0,05	1,756 ± 0,0005	1387,3 ± 0,05
110,3 ± 0,5	1,771 ± 0,0005	1364,2 ± 0,05

Gambar 5. Tabel pengukuran tegangan Dc, Arus Dc dan kecepatan putar

- d. Grafik Efisiensi Terhadap Beban

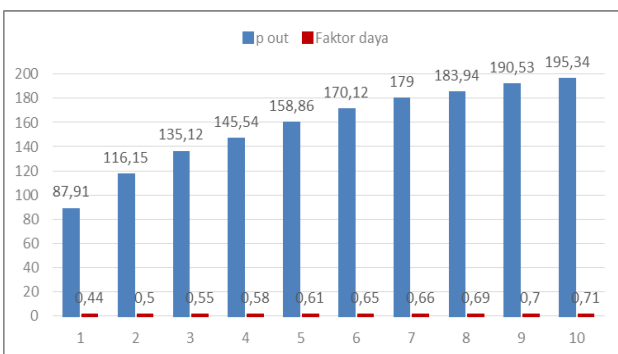
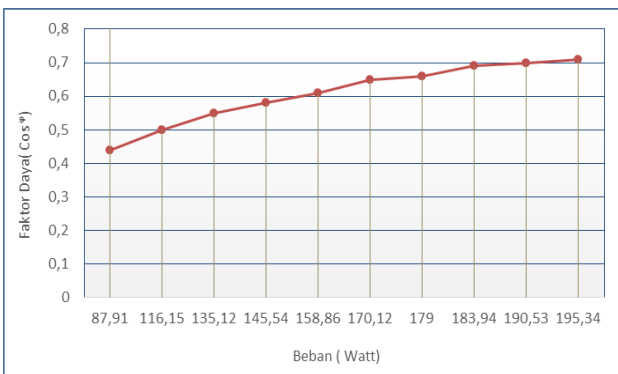




Gambar 6. Grafik efisiensi terhadap beban motor induksi tiga fasa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa beban sangat berpengaruh terhadap efisiensi, dimana beban pertama sampai beban ke empat naik kemudian turun pada beban setelahnya .

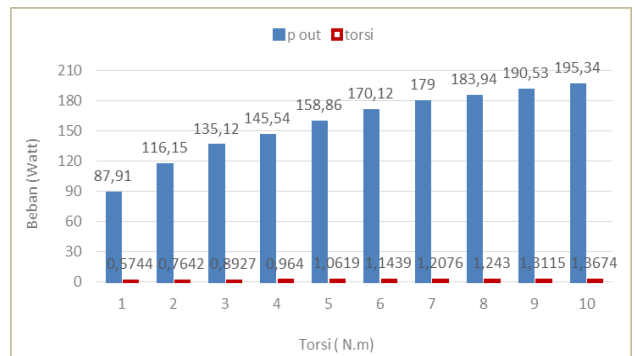
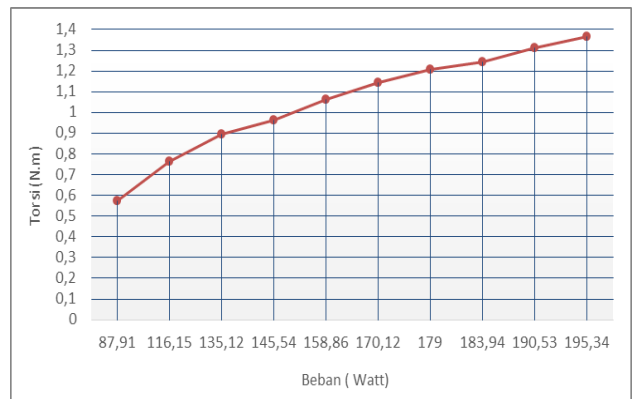
e. Grafik faktor daya terhadap beban



Gambar 7. Grafik faktor daya terhadap beban motor induksi tiga fasa

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa faktor daya juga berpengaruh terhadap perubahan beban, dimana jika beban dinaikan maka faktor daya juga ikut naik begitupun sebaliknya jika beban diturunkan atau dikurangi maka faktor daya juga akan turun.

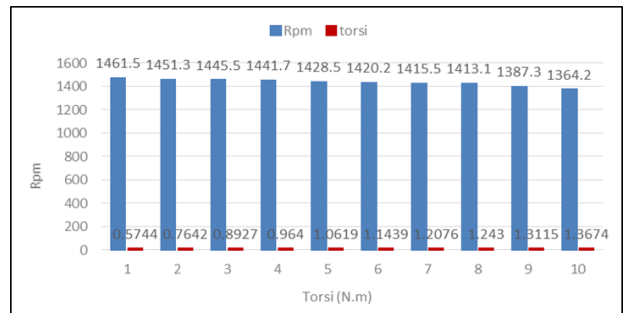
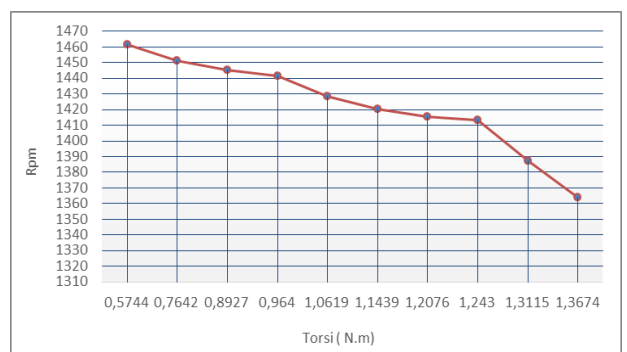
f. Grafik torsi motor induksi terhadap beban



Gambar 8. Grafik torsi terhadap beban motor induksi tiga fasa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin beban dinaikan, maka torsi motor juga ikut naik. Begitupun sebaliknya jika beban diturunkan maka torsi motor juga akan menurun.

g. Grafik torsi terhadap Rpm motor induksi tiga fasa



Gambar 9. Grafik torsi terhadap rpm motor induksi tiga fasa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin beban dinaikan maka torsi akan naik sementara itu rpm akan turun dikarenakan beban yang diberikan pada motor induksi tiga fasa.

KESIMPULAN VI

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini Kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Efisiensi motor induksi tiga fasa berangsur meningkat seiring dengan bertambahnya beban, kemudian turun ketika mendekati beban penuh. Hal ini dikarenakan tidak menggunakan beban mekanik langsung.
2. Faktor daya ($\cos \phi$) motor induksi tiga fasa mengalami peningkatan saat beban bertambah dan sebaliknya.

Pada saat beban ringan perbandingan daya aktif (W) terhadap daya semu (VA) relatif lebih rendah, namun seiring peningkatan beban maka perbandingan daya aktif (W) terhadap daya semu (VA) relatif lenih tinggi.

VII. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian saran dari penelitian adalah untuk mendapatkan penelitian yang lebih bagus nilainya, maka harus menggunakan beban mekanik langsung atau beban elektro-mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Analisis Perbandingan, Z. P., & Pelawi, Z. (2021). Analisis Perbandingan Arus Motor Induksi Rotor Sangkar Dua Kutub dengan Empat Kutub. *Journal of Electrical Technology*, 6(3), 127–135..
- [2] Corino, A. (2008). *Motor Induksi dan Aplikasinya di Industri*. Jakarta: CV Teknik Elektro Nusantara.
- [3] Deka Novianto, Zondra, E., & Yuvendius, H. (2022). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa sebagai Penggerak Vacuum di PT. Pindo Deli Perawang. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 27–35.
- [4] Djonoputro, B. D. (1980). *Teori Ketidakpastian*. Bandung: ITB Press.
- [5] Ghazali. (2011). *Dasar-Dasar Motor Listrik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Harahap, P. (2016). Pengaruh Jatuh Tegangan terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink MATLAB. *Media Elektrika*, 3(2), 45–52.
- [7] Kurnia Pratama, A., Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa akibat Perubahan Tegangan. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(1), 35–43.
- [8] Prih Sumardjati, dkk. (2008). *Mesin Listrik dan Penggerak Elektrik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- [9] Putra, R., dkk. (2022). *Penggunaan Motor Listrik dalam Industri Modern*. Surabaya: Politeknik Negeri Surabaya.
- [12] Sarjono. (2020). *Teori Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Graha Ilmu.
- [13] Siregar, L. (2021). *Motor Induksi Tiga Fasa: Prinsip, Konstruksi, dan Penggunaan*. Bandung: Widya Teknik.
- [14] Teknik, J., Fakultas Elektro, & Universitas Semarang. (2022). *Analisa Efisiensi dan Kinerja Motor Listrik 3 Fasa sebagai Pompa Penyaluran Bahan Bakar Minyak*. Tugas Akhir. Universitas Semarang.
- [15] Noor, A. (2017). Dasar Perhitungan Daya dan Faktor Daya Listrik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(2), 21–27.(11)
- [16] Prayogo, W. (2019). *Konstruksi dan Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa*. *Jurnal Ilmu Teknik Elektro*, 5(1), 45–50.