

ANALISA EFISIENSI MOTOR KAPASITOR SEBAGAI PENGGERAK ALAT UJI RUGI-RUGI ALIRAN FLUIDA

Yolnasdi*, Ermawati, Abdul Halim

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

E-mail : yolnasdi@gmail.com

Abstrak

Motor kapasitor berfungsi untuk mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik, dalam proses konversi tersebut selalu menimbulkan rugi-rugi energi yang disebut rugi-rugi daya yang menyebabkan pemanasan pada motor listrik sehingga menurunkan efisiensi motor itu sendiri. Pada laboratorium konversi energi listrik Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru terdapat sebuah alat praktikum untuk menguji rugi-rugi aliran fluida dengan menggunakan sebuah motor induksi satu fasa yaitu motor kapasitor dengan daya 125 watt sebagai penggerak. Untuk mengetahui efisiensi dari motor kapasitor yang digunakan, maka dilakukan penelitian dengan melaksanakan pengujian berbeban pada motor dengan pembebanan 25%, 50%, 75%, 100% dan kondisi beban 125%, sedangkan untuk analisa dari hasil pengujian dilakukan dengan 2 (dua) cara. cara pertama efisiensi dihitung berdasarkan daya output dan rugi-rugi daya total sedangkan cara ke dua berdasarkan daya output dan daya input, kedua cara ini dibandingkan maka didapatlah nilai efisiensi yang paling baik yakni pada pembebanan 100% dengan nilai efisiensi sebesar 50 % untuk cara pertama dan 59,7 % untuk cara kedua.

kata kunci : motor kapasitor, rugi-rugi daya

Abstract

Capacitor motors serve to convert electrical energy into mechanical energy, in the conversion process always creates energy losses called power losses that cause heating on the electric motor thus reducing the efficiency of the motor itself. In the electric energy conversion laboratory of Mechanical Engineering Study Program Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru there is a practicum tool to test the fluid flow losses by using a single-phase induction motor is a 125-watt capacitor motor as the driving force. To know the efficiency of this used capacitor motor, the research conducted by carrying out load test on this motor with loading 25%, 50%, 75%, 100% and load condition 125%, while for analysis from result of this test done with 2 (two) ways. the first way of efficiency is calculated based on total output power and losses while the second way is based on output power and input power, these two ways are compared then obtained the best efficiency value that is at 100% loading with efficiency value of 50% for the first and 59.7% for the second way.

keywords: motor capacitor, efficiency, loss of power

PENDAHULUAN

Pada saat ini hampir semua industri menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama, motor-motor tersebut juga dipakai untuk peralatan rumah tangga. Motor listrik jenis induksi tiga phasa maupun motor induksi satu phasa paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan motor induksi mempunyai konstruksi yang cukup sederhana, mudah dijalankan, kuat, keandalan yang tinggi serta harga yang relative murah dibanding dengan motor jenis lain. Pada penggunaan sebuah pompa yang digerakan oleh

sebuah motor induksi satu fasa yaitu motor kapasitor, yang mana motor ini mempunyai kinerja yang lebih baik dibanding dengan motor induksi jenis lain. Untuk itu penulis tertarik melakukan penelitian mengenai efisiensi terhadap motor induksi satu fasa yang digunakan sebagai penggerak pompa alat uji rugi-rugi aliran fluida. Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan :

1. Menghitung efisiensi motor pada kondisi motor berbeban sebagai penggerak pompa alat uji rugi-rugi aliran fluida maupun tidak berbeban

2. Menghitung daya output, membuat karakteristik efisiensi terhadap daya keluaran dan rugi-rugi daya, serta membandingkan masing-masing hasil pengujian motor kapasitor

Tinjauan Pustaka

Ada beberapa kajian yang membahas mengenai motor kapasitor yang dituangkan dalam bentuk jurnal dengan judul antara lain

- Analisis Pengaruh Perubahan Besaran Kapasitor Terhadap Arus *Start* Motor Induksi Satu Fasa oleh Atmam, Zulfahri, Usaha Situmeang, disini dibahas mengenai Motor induksi satu fasa tidak dapat start sendiri untuk start awal, untuk itu motor induksi satu fasa dilengkapi dengan sebuah kumparan bantu yang terhubung seri dengan kapasitor yang besaran kapasitornya sesuai untuk starting motor induksi satu fasa. Apabila kapasitor yang digunakan, besaran kapasitornya tidak sesuai atau kapasitor mengalami kerusakan maka akan mengakibatkan arus start tinggi dan motor akan mengalami gangguan bahkan kerusakan.
- Analisis Perbandingan Efisiensi Dan Faktor Daya Motor Kapasitor *Start* Dengan Motor Kapasitor Run Dengan Teori Medan Putar Silang Dan Teori Medan Putar Ganda oleh Ahmad Muhajir Hasibuan dan Surya Tarmizi Kasim, jurnal ini membahas perbandingan efisiensi dan faktor daya pada motor kapasitor *start* dan kapasitor run. Motor kapasitor *start* dan motor kapasitor run adalah jenis motor induksi satu fasa yang pemakaiannya cukup luas. Pada penggunaan motor kapasitor start dan run ini perlu diketahui besar perbandingan efisiensi dan faktor daya, karena efisiensi dan faktor daya merupakan hal yang penting dari sebuah motor listrik pada umumnya. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan uraian tentang analisis perbandingan efisiensi dan faktor daya dengan teori medan putar silang dan teori medan putar ganda.

Prinsip kerja motor kapasitor

Jika motor kapasitor diberi sumber tegangan (suplay 220 Volt AC) pada belitan start, maka terjadi pengaliran arus pada belitan tersebut.

Dengan adanya kapasitor yang terhubung seri dengan belitan bantu sehingga arus belitan bantu mendahului (leading) terhadap arus belitan utama, kondisi tersebut menyebabkan terbentuk suatu medan magnet putar. Medan magnet putar ini memotong batang-batang konduktor dari belitan rotor yang menyebabkan pada ujung-ujung belitan rotor timbul gaya gerak listrik, karena belitan rotor merupakan rangkaian tertutup sehingga menghasilkan arus pada rotor dan kedua fluks magnet antara fluks belitan stator dan rotor akan berinteraksi sedemikian yang membuat rotor motor kapasitor berputar.

Faktor Daya (Cos ϕ)

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya nyata dalam watt dengan voltampere dari rangkaian arus bolak-balik. Harga faktor daya tergantung dari besarnya beda fase antara arus dan tegangan. Motor induksi kapasitor biasanya mempunyai faktor daya 85 % sampai 90 %, bahkan biasanya untuk motor induksi dengan daya kecil mempunyai faktor daya 60 – 75 % dan semuanya selalu arus tertinggal dari tegangan. Sehingga, bila Cos Φ / faktor daya dapat diperbaiki menjadi 90 % atau sama dengan satu maka daya yang ada dapat digunakan keseluruhan tanpa susut daya. Untuk mencari nilai faktor daya dapat digunakan rumus berikut :

$$\cos \phi = \frac{P}{VI} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} \cos \phi &= \text{Faktor Daya} \\ P &= \text{Daya (watt)} \\ V &= \text{Tegangan (volt)} \\ I &= \text{Arus (Ampere)} \end{aligned}$$

Dan persamaan lain dapat ditulis :

$$\tan \phi = \frac{\text{Daya Reaktif (Q) / Daya Aktif (P)}}{= \text{kVAR / kW}} \dots\dots\dots(2)$$

karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), maka dapat ditulis seperti berikut :

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi$$

Efisiensi (η)

Efisiensi motor listrik sangat diinginkan agar nilai efisiensinya besar, pada saat kenaikan beban efisiensi motor juga akan baik dan akan menurun kembali pada pembebanan yang lebih

besar. Efisiensi yang baik diperoleh dengan penggunaan baja laminasi seperti yang ada pada inti stator motor listrik. Nilai efisiensi suatu motor listrik dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots \dots \dots (3)$$

atau

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{rugi\ tot}} \dots \dots \dots (4)$$

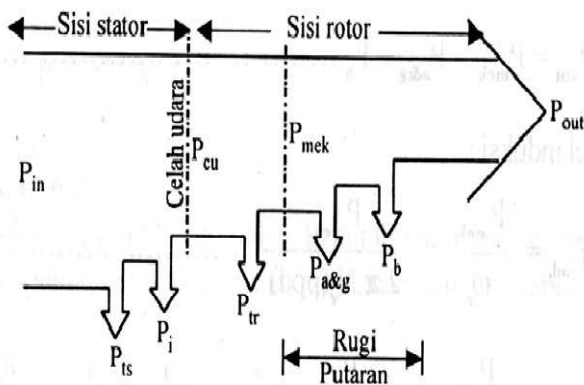
Dimana ;

η = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya output motor (watt)

P_{in} = Daya input motor (watt).

$P_{rugi\ tot}$ = Rugi-rugi daya total pada motor(watt)



Gambar 1 Diagram aliran daya motor induksi

Keterangan :

P_{cu} = daya yang diinputkan ke rotor (Watt)

P_{tr} = rugi – rugi tembaga rotor (Watt)

P_{mek} = daya mekanik dalam bentuk putaran (Watt)

Efisiensi dari motor induksi dapat diperoleh dengan melakukan pengujian beban nol dan pengujian hubung singkat. Dari pengujian beban nol akan diperoleh rugi – rugi mekanik dan rugi – rugi inti. Rugi – rugi tembaga stator tidak dapat diabaikan sekalipun motor berbeban ringan maupun tanpa beban.

Efisiensi motor ditentukan oleh rugi-rugi atau kehilangan dasar yang hanya dapat dikurangi oleh perubahan pada rancangan dasar motor dan kondisi sistem operasi. Kehilangan dapat bervariasi dari kurang lebih dua persen hingga 20 persen.

Terdapat hubungan yang jelas antara efisiensi motor dan beban. Pabrik motormembuat rancangan motor untuk beroperasi pada beban 50-100% dan akan paling efisien pada beban antara 75% sampai dengan 80%..Tetapi, jika beban turun dibawah 50% efisiensi turun dengan cepat seperti.

Mengoperasikan motor dibawah laju beban 50% memiliki dampak pada faktor dayanya. Efisiensi motor yang tinggi dan faktor daya yang mendekati 1 sangat diinginkan untuk operasi yang efisien dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik, tidak hanya untuk motor.

Daya Poros Motor

Daya mekanik yang dihasilkan motor didefinisikan sebagai perkalian antara torsi dengan putaran poros pompa. Daya mekanik motor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah :

$$P_m = T \left(\frac{2\pi}{60} \right) n \dots \dots \dots (5)$$

$$P_{out} = P_m - P_{f+w} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

P_m = Daya mekanik motor (W)

P_{out} = Daya keluaran bersih (W)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran motor (rpm)

P_{f+w} = Rugi Angin dan geseran (W)

Pengujian Beban Nol

Pada waktu pengujian beban nol maka daya masuk (P_0) terdiri dari rugi-rugi inti, rugi gesek bantalan dan angin serta rugi tembaga beban nol atau dengan persamaan :

$$P_0 = P_{core} + P_{f+w} + I_{01}^2 R_1 + I_{02}^2 R_2 \dots \dots \dots (7)$$

Karena slip kecil maka rugi tembaga rotor ($I_{02}^2 R_2$) dapat diabaikan.

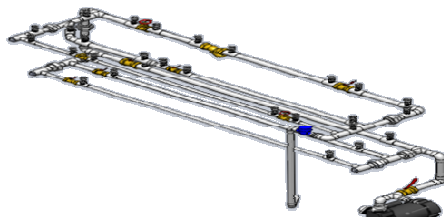
METODE PENELITIAN

Pompa sentrifugal digunakan sebagai alat uji rugi-rugi aliran yang merupakan serangkaian pipa dan perlengkapannya yang digunakan di Laboratorium.

Dalam pelaksanaan penelitian dilakukan pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban serta melakukan pengujian nilai tahanan dari motor kapasitor sebagai penggerak pompa sentrifugal



Gambar 2 Alat Uji rugi-rugi aliran (Dokumentasi)



Gambar 3 Alat Uji rugi-rugi aliran

Data Analisa

Pendekatan penelitian ialah metode yang digunakan untuk mendekatkan permasalahan yang diteliti sehingga dapat menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Penelitian ini menggunakan metode penelitian jenis eksperimen. Eksperimen ialah penelitian dengan memanipulasi suatu variabel yang sengaja dilakukan oleh peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut. Eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang kondisi motor tanpa beban dan kondisi motor berbeban.

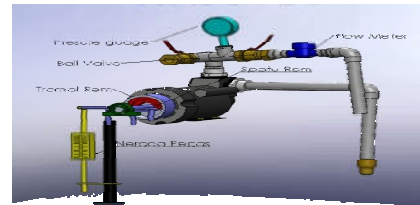
Pola pendekatan yang diambil ialah dengan *One Shot Model* dimana pendekatan hanya menggunakan satu kali pengumpulan data. Data tersebut diambil dari proses penelitian terhadap motor kapasitor sebagai penggerak pompa dengan model SHIMIZU Model: PS- 121 BIT. Sehingga dengan kata lain pengambilan data dilakukan pada satu waktu tertentu dengan satu obyek penelitian.



Gambar 4 Motor/Pompa yang akan diuji

Dynamo Brake

Selain pengaturan beban motor. Metode pengujian yang akan dilakukan seperti yang dijelaskan pada gambar dibawah ini :

Gambar 5 *Dinamo brake* pengujian daya poros motor/pompa

Poros yang digunakan untuk mengerakkan impeler pompa merupakan satu poros yang sama dengan poros motor penggerak. Untuk mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan pompa maka pada poros pompa ditambahkan suatu mekanisme tromol rem seperti yang diperlihatkan pada gambar yang bekerja secara konstan dengan poros pompa.

Penambahan mekanisme tromol rem nantinya akan bergesekan dengan sepatu rem dengan material *asbestos* dengan nilai $\mu_{ges} = 0,3$ sesuai dengan beban yang diberikan dari adanya gaya gesek tersebut diharapkan dapat mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan pompa.

$$F_{gesek} = \frac{L1}{L0} \times F \times \mu_{gesek} \dots\dots\dots(8)$$

Torsi yang terjadi adalah :

$$T = F_{gesek} \cdot r \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

F = Gaya (Newton)

R = Jari-jari Tromol rem (m)

T = torsi (N-m)

L0 = ½ panjang tangkai penekan tromol (m)

L1 = panjang tangkai penekan tromolkeseluruhan (m)

Pengujian Dan Rangkaian Pengujian

Dalam penelitian ini ada tiga jenis pengujian yang dilakukan :

1 . Pengukuran Tahanan Belitan stator

Pengukuran resistansi stator dilakukan dengan memberikan tegangan DC pada belitan stator, kemudian mengukur nilai tegangan dan arus yang mengalir pada stator, maka resistansi stator dapat diketahui dengan menggunakan formula :

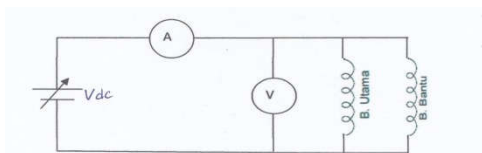
$$R = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

R = Tahanan Belitan Motor (Ohm)

V_{dc} = Tegangan belitan (V)

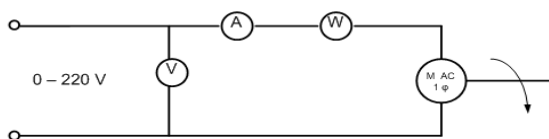
I_{dc} = Arus Belitan (A)



Gambar 6 Rangkaian Pengukuran tahanan belitan

2 Pengujian Beban Nol

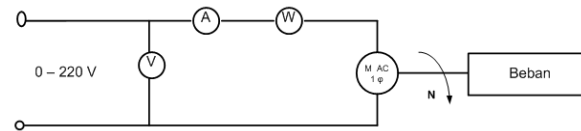
Tujuan dari pengujian beban nol motor induksi untuk mendapatkan data mengenai arus, daya serta rugi-rugi pada waktu beban nol.



Gambar 7 Rangkaian Pengujian Beban Nol

3 Pengujian Berbeban

Setelah melakukan pengujian tanpa beban, kemudian motor dikopel dengan beban (*Dynamo Brake*) dimana beban ini terdiri dari rem tromol yang nantinya akan dipasang pada poros pompa/ motor kapasitor, pada pengujian berbeban dari motor kapasitor ini adalah untuk mendapatkan data mengenai arus, tegangan, daya, torsi serta rugi-rugi pada waktu berbeban



Gambar 8 Rangkaian Pengujian Berbeban

ANALISA DAN HASIL

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian didapat dari pengujian motor/pompa sentrifugal satu tingkat SHIMIZU dengan Model: PS-121 BIT yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin STTP. Pengambilan data ini dilakukan dengan cara mengukur motor pada kondisi tanpa beban dan pada kondisi berbeban sedangkan parameter-parameter yang diukur adalah tegangan input, arus input dan putaran motor. Setelah serangkaian proses pengujian di atas telah dilakukan, maka didapat hasil seperti tabel dibawah:

Tabel 1 Hasil Pengukuran Tahanan Belitan Stator

No	V dc (V)	I dc (A)	R (Ohm)
1	10	0,24	41,6
2	20	0,5	40
3	30	0,74	40,5
Rata-rata			40,7 ≈ 41

Tabel 2 Hasil Pengujian Beban Nol

No	V _{NL} (Volt)	I _{NL} (A)	P _{NL} (Watt)	N (Rpm)
1	90	0,31	10	950
2	220	0,48	85	2983

Tabel 3 Hasil Pengujian Berbeban

No	Beban (%)	M (Kg)	V (V)	I (A)	Pin (Watt)	N (Rpm)
1	25	0,5	220	0,55	100	2979
2	50	1	220	0,7	130	2953
3	75	1,5	220	0,81	150	2889
4	100	2	220	0,9	175	2877
5	125	2,25	218	1,3	185	2730

Dimana :

V= Tegangan yang diberikan atau yang di terima motor/ pompa (Volt)

N=Putaran yang terjadi pada motor /pompa (rpm)

I= Arus yang diserap oleh motor (Amper)

Pin = Daya input yang digunakan motor (Watt)

M = Berat beban yang diberikan untuk menghentikan putaran motor (Kg)

2. Analisa Data

a. Perhitungan Nilai Faktor daya

Faktor daya merupakan perbandingan antara daya input motor dalam watt dengan nilai tegangan x arus yang diserap oleh motor, untuk mencari nilai faktor daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1)

$$\cos \phi = \frac{P}{VI}$$

Besar nilai faktor daya adalah :

Untuk beban 0,5 kg

$P_{in} = 100$ watt

$V = 220$ Volt

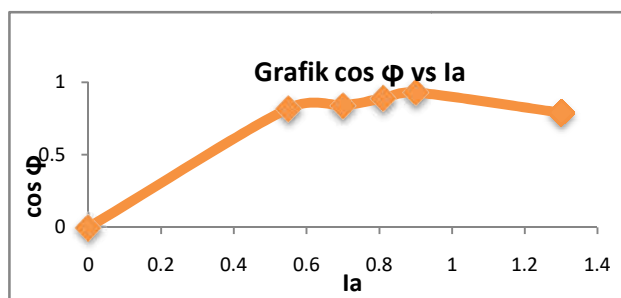
$I = 0,55$ A

$$\cos \phi = \frac{100}{220 \cdot 0,55} = 0,82$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4 Hasil Perhitungan faktor daya

No	Beban (%)	m (Kg)	V (V)	I (A)	Pin (Watt)	N (Rpm)	Cos ϕ
1	25	0,5	220	0,55	100	2979	0,82
2	50	1	220	0,7	130	2953	0,84
3	75	1,5	220	0,81	150	2889	0,89
4	100	2	220	0,9	170	2877	0,93
5	125	2,25	218	1,3	195	2730	0,79



Gambar 9 Kurva karakteristik antara faktor daya dengan Arus input

Dari tabel hasil perhitungan dan kurva karakteristik terlihat bahwa dengan bertambahnya beban otomatis juga memperbesar arus input yang mengalir pada stator, peningkatan arus input sampai pembebanan 100 % mengakibatkan nilai faktor daya juga meningkat lebih baik, namun pada pembebanan 125 % nilai faktor daya menjadi kurang baik atau menurun, jadi pada kondisi ini nilai faktor daya yang paling baik

didapat pada pembebanan 100 % dengan nilai faktor daya adalah 0,93.

b. Perhitungan Torsi Motor

Untuk menentukan besarnya daya poros motor/pompa maka perlu diketahui besarnya torsi yang terjadi pada motor/pompa, torsi ini dapat dihitung dengan persamaan 9

$$T = F_{gesek} \times r$$

Dimana jari-jari (r) tromol rem adalah 35 mm = 0,035 m

Untuk menghitung besarnya torsi pompa dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode sistim pembebanan. Dimana untuk tegangan konstan (tegangan nominal), poros motor/pompa diberikan beban yang bervariasi pada rem tromol, yang menimbulkan gaya gesekan sebesar :

$$F_{ges} = \frac{L1}{L0} \times F \times \mu_{ges}$$

Dimana :

μ_{ges} spatu rem adalah 0,3

Besar gaya (F) adalah :

Untuk beban 0,5 kg

$$0,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 4,9 \text{ N}$$

$$F_{ges} = \frac{0,8}{0,4} \times 4,9 \times 0,3$$

$$F_{gesek} = 2,94 \text{ N}$$

Sehingga besar Torsi yang ditimbulkan adalah :

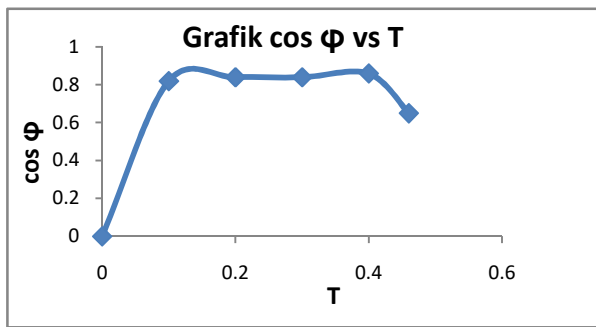
$$T = 2,94 \text{ N} \times 0,035 \text{ m}$$

$$T = 0,1 \text{ Nm}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut.

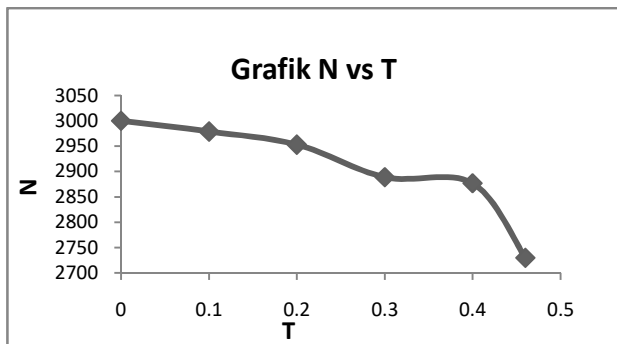
Tabel 5 Hasil Perhitungan Torsi Motor

No	Beban (%)	m (Kg)	V (V)	I (A)	N (Rpm)	Cos θ	T (Nm)
1	25	0,5	220	0,55	2979	0,82	0,1
2	50	1	220	0,7	2953	0,84	0,2
3	75	1,5	220	0,81	2889	0,84	0,3
4	100	2	220	0,9	2877	0,86	0,4
5	125	2,25	218	1,3	2730	0,65	0,46



Gambar 10 Kurva karakteristik antara faktor daya dengan Torsi

Penambahan beban pada motor kapasitor berarti juga meningkatkan torsi dari pada poros motor tersebut, pada kurva karakteristik terlihat bahwa faktor daya yang baik dicapai pada nilai torsi 0,4 Nm atau pada pembebanan 100 %. Setelah beban ditambah menjadi 125 % berarti nilai torsi juga meningkat namun lain hal nya dengan nilai faktor daya dimana nilainya menurun ketika motor mengalami *over load*.



Gambar 11 Kurva karakteristik antara Putaran dengan Torsi

Pada kurva karakteristik terlihat hubungan antara putaran motor dengan torsi motor dimana harganya berbanding terbalik, seiring dengan penambahan beban nilai torsi juga semakin besar, namun kecepatan putaran motor semakin menurun.

c. Perhitungan Daya Output Motor

Daya output motor/pompa didefinisikan sebagai perkalian antara torsi dengan putaran poros motor/pompa. Daya output ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) dan (6)

$$P_m = T \times \frac{2\pi n}{60} \text{ dan}$$

$$P_{out} = P_m - P_{f+w}$$

Maka besarnya daya output yang dihasilkan adalah :
Untuk Torsi 0,1 Nm

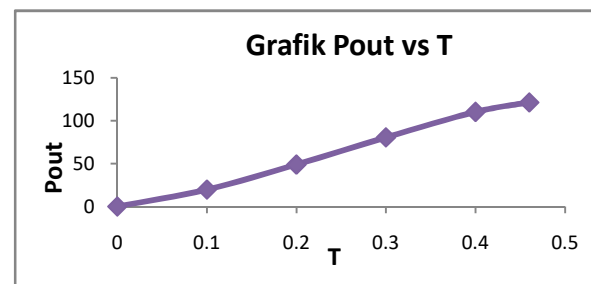
$$P_m = 0,1 \times \frac{2.3,14.2979}{60} = 29,8 \text{ Watt}$$

$$P_{out} = 29,8 - 10 = 19,8 \text{ Watt}$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6 Hasil Perhitungan Daya Output Motor

No	Beban (%)	m (Kg)	V (V)	I (A)	N (Rpm)	T (Nm)	Pout (Watt)
1	0	0	220	0,48	2983	0	0
2	25	0,5	220	0,55	2979	0,1	19,8
3	50	1	220	0,7	2953	0,2	49
4	75	1,5	220	0,81	2889	0,3	80,7
5	100	2	220	0,9	2877	0,4	110,45
6	125	2,25	218	1,3	2730	0,46	121,4



Gambar 12 Kurva karakteristik antara Torsi dengan Daya output.

Pada kurva karakteristik terlihat hubungan antara Torsi rotor dengan daya output motor adalah berbanding lurus, dimana semakin besar nilai torsi maka daya output yang dihasilkan juga semakin besar.

d. Perhitungan Rugi-Rugi Daya

Untuk menentukan rugi-rugi daya pada motor induksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (7) .

$$P_0 = P_{core} + P_{f+w} + I_{01}^2 R_1 + I_{02}^2 R_2$$

Dimana :

Po = Daya input pada penguji beban nol (Watt)

P_{core} = Rugi daya inti stator (Watt)

P_{f+w} = Rugi gesekan dan angin (Watt)

$I_{02}^2 R_1$ = Rugi Tembaga stator (Watt)

$I_{02}^2 R_2$ = Rugi Tembaga Rotor (Watt)

Karena slip kecil maka rugi tembaga rotor ($I_{02}^2 R_2$) dapat diabaikan sehingga persamaan menjadi :

$$P_0 = P_{core} + P_{f+w} + I_0^2 R_1$$

Dari data pengujian beban nol didapat arus I_0 sebesar 0,48 Amper dan tahanan belitan sebesar 41 Ohm, maka didapat rugi tembaga stator sebesar :

$$I_0^2 R_1 = (0,48)^2 \cdot 41 = 9,4 \text{ Watt}$$

Sedangkan rugi geseran dan angin dapat ditentukan berdasarkan data pengujian beban nol yaitu pada pengujian (1) daya yang didapat adalah sebesar 10 watt, dimana daya ini adalah daya pada tegangan minimum motor mulai berputar. Sehingga rugi daya geseran dan angin dapat ditentukan sebesar 10 watt. Setelah didapat rugi tembaga stator serta rugi geseran dan angin maka besar rugi inti stator dapat ditentukan dengan cara :

$$P_0 = P_{core} + P_{f+w} + I_{01}^2 R_1$$

$$85 = P_{core} + 10 + 9,4$$

$$P_{core} = 65,6 \text{ Watt}$$

Rugi-rugi Inti dan rugi geseran-angin ini adalah merupakan rugi-rugi tetap atau nilainya tidak terpengaruh oleh perubahan beban. Maka besar rugi-rugi inti stator dan rugi geseran-angin sebesar 65,6 watt + 10 watt = 75,6 watt

Kemudian baru ditentukan besar rugi-rugi tembaga dan rugi-rugi total dalam kondisi berbeban dengan cara berikut:

Untuk beban 25 % , $I = 0,55 \text{ A}$

$$\text{Rugi tembaga } (I_0^2 R_1) = (0,55)^2 \cdot 41 = 12,4 \text{ Watt}$$

$$\text{Rugi total} = 75,6 \text{ watt} + 12,4 \text{ Watt}$$

$$= 88 \text{ watt}$$

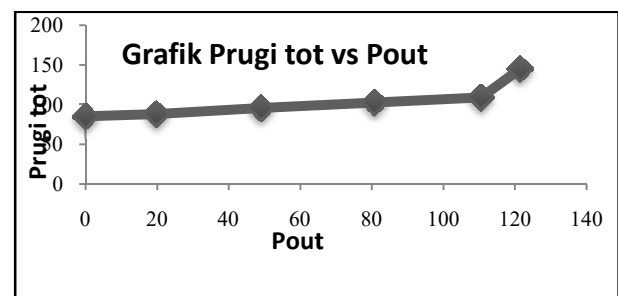
Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7 Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya

No	Beban (%)	I (A)	Pout (Watt)	Pc (Watt)	P _{f+w} (Watt)	P _{cus} (Watt)	Prugi tot (Watt)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	0	0,48	0	65,6	10	9,4	85

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2	25	0,55	19,8	65,6	10	12,4	88
3	50	0,7	49	65,6	10	20	95,6
4	75	0,81	80,7	65,6	10	26,9	102,5
5	100	0,9	110,45	65,6	10	33,2	108,8
6	125	1,3	121,4	65,6	10	69,3	145

Dari tabel diatas terlihat bahwa pada beban 0 % atau kondisi tanpa beban daya keluaran (daya output) yang dihasilkan adalah 0 (nol), dan daya input yang dihasilkan sebesar 85 watt pada pengujian beban nol merupakan total dari rugi-rugi daya pada motor, sedangkan rugi-rugi daya inti stator dan rugi geseran-angin pada rotor adalah rugi-rugi daya yang nilai nya tetap sesuai hasil pengujian pada beban nol, dari total rugi-rugi daya bahwa rugi-rugi yang paling besar dihasilkan oleh motor kapasitor ini adalah rugi-rugi inti stator yaitu sebesar 65,6 watt



Gambar 13 Kurva karakteristik antara Rugi-rugi daya total dengan daya output

Pada kurva karakteristik terlihat, bahwa semakin besar daya output atau beban yang dipikul oleh motor akan mengakibatkan rugi-rugi daya yang dihasilkan semakin besar, khususnya rugi-rugi daya tembaga pada kumparan stator, karena penambahan beban akan memperbesar perkalian antara arus kuadrat (I^2) dengan nilai tahanan (R) kumparan stator.

e. Perhitungan Efisiensi Motor

Pada penelitian ini efisiensi motor kapasitor dapat ditentukan dengan dua cara :

1. Membandingkan daya output dengan daya input + Rugi- rugi daya
2. Membandingkan daya output dengan daya input yang diukur langsung.

Sehingga kedua cara ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) dan persamaan (4), dengan persamaan sebagai berikut :

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

atau

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{rugi\ tot}} \times 100\%$$

Cara 1:

Untuk Daya output 19,8 Watt dan rugi total 88 watt

$$\eta = \frac{19,8}{19,8 + 88} \times 100\%$$

= 18,4 %

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8 Hasil Perhitungan Efisiensi Motor berdasarkan Rugi-rugi daya Total Dan Daya Output

No	Beban (%)	I (A)	P _{out} (Watt)	P _c (Watt)	P _{fw} (Watt)	P _{cus} (Watt)	P _{rugi tot} (Watt)	η (%)
1	0	0,48	0	65,6	10	9,4	85	0
2	25	0,55	19,8	65,6	10	12,4	88	18,4
3	50	0,7	49	65,6	10	20	95,6	34
4	75	0,81	80,7	65,6	10	26,9	102,5	44
5	100	0,9	110,45	65,6	10	33,2	108,8	50
6	125	1,3	121,4	65,6	10	69,3	145	45

Cara 2:

Untuk Daya input 100 Watt dan daya output 19,8 watt

$$\eta = \frac{19,8}{100} \times 100\%$$

= 19,8 %

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

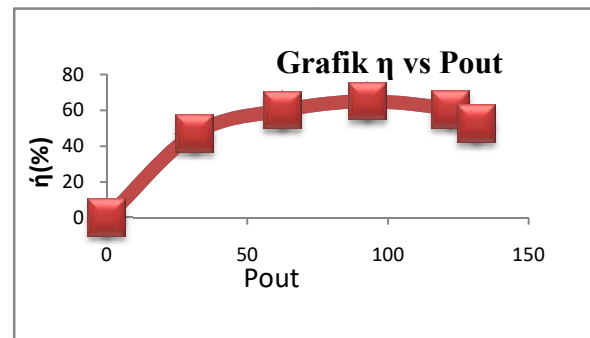
Tabel 9 Hasil Perhitungan Efisiensi Motor berdasarkan Daya Output Dan Daya input

No	Beban (%)	I (A)	P _{input} (Watt)	P _{out} (Watt)	η (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	0	0,48	85	0	0
2	25	0,55	100	19,8	19,8

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3	50	0,7	130	49	36,7
4	75	0,81	160	80,7	50,4
5	100	0,9	185	110,45	59,7
6	125	1,3	225	121,4	53,8

Tabel 10 Perbandingan Hasil Perhitungan Efisiensi cara 1 dan cara 2

No	Beban (%)	I (A)	P _{input} (Watt)	P _{out} (Watt)	P _{rugi tot} (Watt)	η1 (%)	η2 (%)
1	0	0,48	85	0	85	0	0
2	25	0,55	100	19,8	88	18,4	19,8
3	50	0,7	130	49	95,6	34	36,7
4	75	0,81	160	80,7	102,5	44	50,4
5	100	0,9	185	110,45	108,8	50	59,7
6	125	1,3	225	121,4	145	45	53,8



Gambar 14 Kurva karakteristik antara Efisiensi dengan daya output motor

Pada tabel hasil perhitungan dan kurva karakteristik menunjukkan bahwa efisiensi yang paling baik dihasilkan pada pembebanan 100 % yaitu dengan daya output sebesar 110,45 watt, kemudian jika motor kapasitor ini dibebani dibawah atau diatas 100 % maka efisiensinya lebih rendah dari pada pembebanan 100 %.

KESIMPULAN

Hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Untuk motor induksi satu fasa 125 watt yang diberi beban penuh (kondisi 100%) maka diperlukan daya masuk ke motor sebesar 219,25 watt., dan menghasilkan rugi daya total sebesar 108,8 watt.
2. Untuk motor induksi dengan daya kecil seperti yang dipakai di laboratorium, memiliki efisiensi yang jelek, karena motor induksi satu

fasa ini menghasilkan rugi daya tanpa beban yang besar yaitu sebesar 85 watt.

3. Dari hasil pengujian motor induksi satu fasa ini efisiensi yang paling baik dihasilkan pada pembebanan 100%. Jadi motor tidak akan efisien bila dibebani dibawah 100% sebab motor akan mengkonsumsi daya listrik yang cukup besar.

DAFTAR ACUAN

Atmam, dkk. 2016. Analisis Pengaruh Perubahan Besaran Kapasitor Terhadap Arus *Start* Motor Induksi Satu Phasa, *Jurnal Teknik Elektro, Volume 1 No. 1, Universitas Lancang Kuning, Riau*.

Hamzah, Berahim. 1991. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

Hasibuan, A. M., dkk. 2013. Analisis Perbandingan Efisiensi dan Faktor Daya Motor Kapasitor *Start* Dengan Motor Kapasitor *Run* Dengan Teori Medan Putar Silang Dan Teori Medan Putar Ganda. *Jurnal Teknik Elektro, Volume 2 No. 2, Universitas Sumatera Utara, Medan*.

Sumanto. 1992. *Mesin Arus Searah*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

Thearaja B.L. 1984. *A Tex-Book of Electrical Technology*. New Delhi : Nurja Construction & Development.

Yon, Rijono. 2002. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

Zuhal. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung : Penerbit ITB.