

## PENGUJIAN KARAKTERISTIK MOTOR KAPASITOR UNTUK BERBAGAI NILAI KAPASITANSI

Tajuddin Hamdani \*

### *Abstract*

*The aim of this research is to determine a value of capacities of capacitor on induction motor one phase with various capacities value. Data was collected with a testing procedure for several capacities value. The research comprised several capacitor value i.e, at respectively 2,533 $\mu$ F, 7,18 $\mu$ F and 8,24 $\mu$ F.*

*The result of this research indicated that big more and more motor burden hence current emitting a stream of big more and more, good power factor progressively and efesiensi increase. And larger ones capasitor value will cause power factor of leading, voltage will precede current.*

**Keyword:** motor, capacitor, induction

### 1. Pendahuluan

Motor listrik merupakan mesin yang sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari baik untuk rumah tangga maupun di industri-industri, karena motor listrik penggunaannya sangat luas. Dari bermacam-macam motor listrik, yang banyak digunakan pada keperluan rumah tangga ataupun di industri adalah motor induksi, karena motor induksi mempunyai kelebihan yaitu dengan strukturnya yang sederhana, kokoh, harga relatif murah, dan perawatannya mudah. Motor induksi terdiri dari dua macam yaitu; motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Pada motor induksi satu fasa dikenal ada bermacam motor kapasitor, fungsi dari kapasitor motor ini yaitu adanya perbedaan fase arus antara belitan utama dan belitan bantu yang menyebabkan motor berputar.

Kini permasalahan yang timbul adalah belum diketahuinya besar atau kecilnya kapasitas kapasitor pada motor induksi satu fasa, maka dengan dasar tersebut penulis melakukan : "Pengujian Karakteristik Motor Kapasitor Untuk Berbagai Nilai Kapasitansi". Pada penulisan ini penulis memilih jenis motor kapasitor permanent split karena :

- Kapasitor dari motor ini sifatnya permanen sehingga karakteristiknya dapat di lihat baik pada saat starting maupun pada saat running.
- Karena pengujian pada motor kapasitor permanent split dapat mewakili dari semua jenis motor kapasitor yang ada.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan besarnya kapasitas kapasitor pada motor induksi satu fasa pada berbagai nilai kapasitansi.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.1 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.

#### 2.2 Jenis motor kapasitor

Motor kapasitor terbagi atas tiga jenis yaitu :

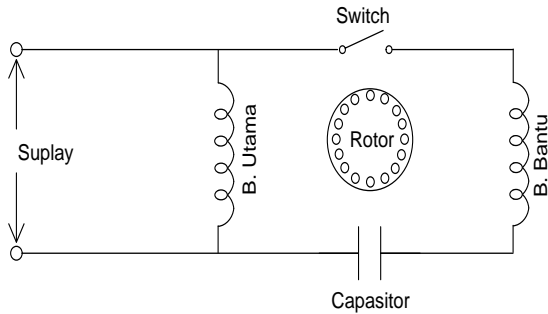
##### a. Motor Kapasitor *Start*

Motor kapasitor start adalah motor kapasitor dimana kapasitor dan belitan bantu yang terhubung dalam rangkaian hanya digunakan pada saat *starting*. Motor ini mempunyai momen starting

---

\* Staf Pengajar Program Studi D3 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

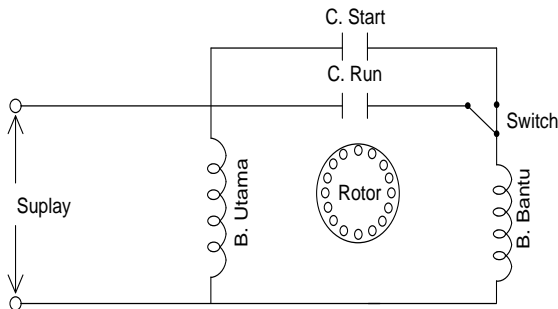
yang relatif lebih tinggi, umumnya menggunakan kapasitor elektrolit. Kapasitor harus diputuskan dari rangkaian motor ketika motor sudah mencapai putaran tertentu, karena kapasitor ini bukan untuk *continuous duty*.



Gambar 1. Rangkaian Motor Kapasitor Start

b. Motor kapasitor dengan dua nilai kapasitansi

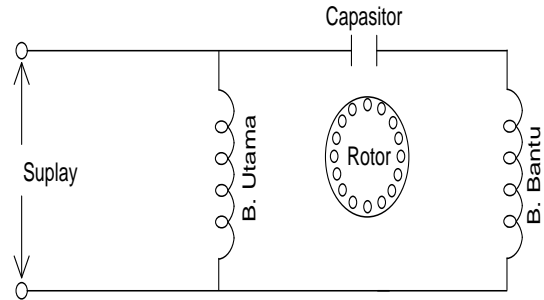
Motor kapasitor dengan dua nilai kapasitansi adalah motor kapasitor yang menggunakan kapasitor dengan nilai kapasitansi yang berbeda baik untuk starting maupun untuk running. Motor ini mempunyai torsi starting yang tinggi dan menggunakan kapasitor minyak serta kapasitor elektrolit dihubungkan paralel dan digunakan pada saat starting. Ketika putaran motor mencapai nilai tertentu, kapasitor elektrolit diputuskan dari rangkaian sehingga motor beroperasi sebagai motor kapasitor *permanent split*.



Gambar 2. Rangkaian Motor Kapasitor Dengan Dua Nilai Kapasitansi

c. Motor Kapasitor Permanent Split

Motor kapasitor permanent split adalah motor kapasitor yang menggunakan kapasitor dan kumparan bantu secara terus menerus baik pada saat starting maupun running. Motor ini mempunyai torsi starting yang relatif rendah dan menggunakan kapasitor tipe kertas berisi minyak (*oil – impregnate paper*).



Gambar 3. Rangkaian Motor Kapasitor *Permanent Split*

2.3 Kapasitansi kapasitor pada motor

Kapasitor terbentuk jika dua buah konduktor dipisahkan dengan satu bahan isolator seperti kertas digulung bersama menjadi satu unit dan ditempatkan dalam selubung logam atau wadah plastik serta berbentuk segiempat atau silindris. Kapasitor pada motor ini berfungsi sebagai penyimpan tenaga listrik dan menyuplay *Leading Current* pada belitan bantu sebelum belitan utama, diupayakan sebesar  $90^\circ$  listrik.

Kapasitor mempunyai satuan mikrofarad, kapasitor yang digunakan pada motor kapasitor biasanya mempunyai nilai kapasitansi sebesar 2 sampai 800 mikrofarad bahkan lebih besar lagi. Tergantung dari ukuran, tipe dan tujuan penggunaannya. Kapasitansi suatu kapasitor dapat mengalami penurunan, karena over heating atau sebab lain.

Gangguan kapasitor disebabkan oleh :

1. Kapasitor selalu tersuplay secara terus menerus.
2. Bearing yang terkupas atau saling melekat.
3. Kapasitansi kapasitor tidak sesuai.
4. Beban motor terlalu berlebihan.
5. Rating tegangan tidak sesuai.
6. Tegangan jaringan rendah.
7. Hubung singkat dengan wadah kapasitor.

2.4 Karakteristik motor kapasitor

Persyaratan untuk memilih motor listrik yang akan digunakan adalah harus diketahui karakteristik dari motor tersebut, agar pada penggunaannya tidak mengalami hambatan.

Karakteristik Motor Induksi Kapasitor meliputi :

• Daya (Watt)

Perkalian harga arus dan tegangan efektif dalam rangkaian arus bolak-balik (AC) dinyatakan dalam Volt Ampere (VA) atau Kilo Volt Ampere (KVA). Daya yang berguna atau daya nyata (*actual power*) diukur dalam watt dan diperoleh jika

Voltampere dari rangkaian dikalikan dengan faktor daya. Daya dalam rangkaian arus bolak balik satu fase dapat ditulis :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \square \square \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana ;  
 P = Daya (watt)  
 V = Tegangan (Volt)  
 I = Arus (Ampere)  
 Cos  $\varphi$  = Faktor daya.

Rumus di atas digunakan untuk mencari daya input suatu motor listrik sedangkan daya output motor listrik dapat dicari dengan menggunakan rumus yaitu :

$$P_{out} = 0,1047 n \cdot M \text{ (watt)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana ;  
 P<sub>out</sub> = Daya output motor (watt)  
 n = Kecepatan (rpm)  
 M = Torsi (N– M)

- Faktor Daya (Cos  $\varphi$ )  
 Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya nyata dalam watt dengan voltampere dari rangkaian arus bolak-balik (AC). 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  $\varphi$  / 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 didapatkan melalui rumus berikut :

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \cdot I} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana ;  
 Cos  $\varphi$  = Faktor Daya  
 P = Daya (watt)  
 V = Tegangan (volt)  
 I = Arus (Ampere)

- Arus (Ampere)  
 Arus dapat mengalir apabila pada rangkaian yang diberi tegangan terjadi siklus tertutup atau mendapat beban. Setiap motor listrik mempunyai kapasitas arus yang terdapat pada nameplate motor listrik itu sendiri. Arus dapat berubah apabila beban yang dipasang pada poros motor diganti. Rumus arus dapat ditulis yaitu :

$$I = \frac{V}{R} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

I = Arus (ampere)  
 V = Tegangan (volt)  
 R = Tahanan (Ohm)

- Kecepatan putaran (rpm)  
 Kecepatan putaran motor atau disingkat n adalah jumlah revolusi untuk suatu periode waktu tertentu. Kecepatan putaran motor diukur dalam satuan revolusi per menit (rpm) atau revolusi per detik (rps), kecepatan putaran motor listrik umumnya menggunakan satuan revolusi per menit (rpm).  
 Motor induksi pada umumnya berputar dengan kecepatan konstant, mendekati kecepatan sinkronnya. Kecepatan putaran motor dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$n_s = \frac{120 f}{P} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dimana ;  
 n<sub>s</sub> = Kecepatan sinkron (rpm)  
 f = Frekwensi jala-jala (Herfz)  
 P = Jumlah kutub.

- Efisiensi ( $\eta$ )  
 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 :

$$\eta = P_{out} / P_{in} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

Dimana ;  
 $\eta$  = Efisiensi (%)  
 P<sub>out</sub> = Daya output motor (watt)  
 P<sub>in</sub> = Daya input motor (watt).

- Torsi/Kopel (Newton – meter)  
 Torsi motor induksi adalah sebanding dengan arus rotor dan fluks magnet perkumpulan stator, atau secara matematis ditulis :

$$T = K \cdot \phi \cdot I_r \cos \theta_r \quad \dots\dots\dots(7)$$

Dimana ;  
 T = Torsi (N – m)  
 K = Konstanta  
 $\phi$  = Fluks magnet  
 I<sub>r</sub> = Arus rotor (Ampere)  
 $\theta_r$  = Beda fase antara ggl. rotor dan arus rotor.

Jelas bahwa torsi yaitu sebanding dengan faktor daya (=Cos  $\theta_r$ ), dan apabila faktor daya mengecil

maka nilai torsi ikut mengecil juga dan jika faktor daya membesar nilai torsi ikut besar atau dengan kata lain bahwa torsi akan mengikuti perubahan nilai dari faktor daya ( $\cos \theta_r$ ).

Besar torsi yang diperoleh pada saat rotor akan berputar disebut torsi start, nilai torsi start keadaannya selalu lebih besar dari nilai torsi pada keadaan putaran normal.

Untuk motor listrik, terdapat hubungan antara torsi dan kecepatan putaran motor. Kecepatan putaran menurun seiring dengan kenaikan torsi yang dibangkitkan.

#### 2.4 Hubungan dari beberapa karakteristik motor induksi kapasitor

##### 2.4.1 Hubungan Antara Kecepatan Putaran, Torsi dan Daya.

Torsi (M) dibangkitkan pada poros motor atau mesin penggerak dengan kecepatan putaran (n). Pada motor listrik, gaya bekerja pada keliling lingkaran poros. Kecepatan pada keadaan ini tergantung pada kecepatan putaran (n) dan radius poros (r). Kecepatan putaran menunjukkan berapa kali bagian tersebut berputar mengelilingi garis tengah poros untuk waktu tertentu.

Titik atau bagian tersebut menempuh lintasan sebesar  $S = 2 \cdot \pi \cdot r$  (garis keliling lingkaran poros). Kecepatan titik ini adalah :  $V = n \cdot 2 \cdot \pi \cdot r$ . Sehingga gaya (F) yang bekerja pada poros motor dan kecepatan titik mengelilingi lingkaran poros dimasukkan ke persamaan daya mekanis yaitu :

$$P = F \cdot V \text{ maka, diperoleh rumus : } P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M.$$

Daya mekanis mempunyai satuan Newton meter per menit dan torsi satuannya adalah Newton meter sedangkan kecepatan putaran adalah rpm maka, dengan membagi persamaan di atas yaitu 60 detik/menit kemudian dibagi lagi dengan 1000, diperoleh bahwa:  $P = 2 \cdot \pi / 60 \cdot 1000 \cdot n \cdot M$  KW, maka persamaan ini menjadi :  $P = 0,1047 n \cdot M$  Watt. Parameter mekanis mengenai putaran, torsi dan daya tidak selalu diukur sendiri-sendiri.

##### 2.4.2 Hubungan Torsi dan Faktor Daya

Karena besar ggl rotor yaitu sebanding dengan besar fluks magnet ( $E_r \approx \phi$ ), maka dapat ditulis:  $T = K \cdot E_r \cdot I_r \cdot \cos \phi_r$ . Dari pernyataan di atas bahwa torsi sebanding dengan faktor daya ( $\cos \phi$ ). Bahwa torsi akan mengikuti besar atau kecil nilai dari faktor daya tersebut.

Pada saat motor tanpa beban, torsi sama dengan nol dan faktor daya motor relatif kecil. Pada saat kenaikan beban efisiensi motor juga akan baik, tetapi akan menurun kembali pada pembebanan

yang besar, arus akan mengalami kenaikan dan kecepatan putaran motor akan menurun dan slip akan membesar. Karakteristik operasi motor yang paling ideal dicapai pada rating normal, dimana baik efisiensi maupun faktor dayanya tinggi.

#### 2.5 Pengukuran pada beberapa karakteristik motor induksi kapasitor

Pengujian untuk beberapa nilai kapasitansi kapasitor pada motor kapasitor dipasang beberapa alat ukur yang mempunyai kaitan dengan karakteristik dari motor kapasitor.

##### 2.5.1 Pengukuran Daya

Pengukuran daya dilakukan untuk mengukur daya input motor. Untuk pengukuran jelas diperlukan dua buah kumparan bagi elektromagnet, yaitu kumparan arus dan kumparan tegangan dengan impedansi yang besar. Agar penunjukkan jarum sebanding dengan  $V \cdot I \cdot \cos \phi$ . Daya diukur secara langsung dengan menggunakan alat ukur wattmeter, wattmeter adalah alat yang mempunyai elemen arus dan tegangan. Elemen arus dihubungkan secara seri dan elemen tegangan dihubungkan secara paralel dengan rangkaian motor. Sedangkan untuk daya output dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yaitu  $P_{out} = 0,1047 n \cdot M$  (seperti penjelasan pada karakteristik motor kapasitor).

##### 2.5.2 Pengukuran Faktor Daya

Faktor daya atau  $\cos \phi$  sebetulnya dapat dihitung dari pembacaan wattmeter (W), voltmeter (V) dan amperemeter (A) sesuai dengan rumus :

$$\cos \phi = \frac{W}{V \cdot A} \dots\dots\dots(8)$$

Akan tetapi pada pengujian lebih dikehendaki bila ada alat ukur yang dapat memberikan pembacaan secara langsung. Alat ukur yang digunakan disebut  $\cos \phi$  meter.

##### 2.5.3 Pengukuran arus

Alat ukur yang dipergunakan untuk mengukur arus disebut Amperemeter. Untuk mengukur arus, haruslah arus yang bersangkutan (yang diukur) melalui ampere meter. Jadi ampere meter tersebut harus dipasang seri dengan rangkaian input motor. Pengukuran arus dilakukan untuk mengetahui berapa besar arus yang ditarik pada saat starting maupun pada saat kecepatan normal.

##### 2.5.4 Pengukuran Kecepatan Putaran

Kecepatan putaran motor diukur dalam satuan revolusi per menit (rpm) atau revolusi perdetik

tetapi, umumnya kecepatan putaran motor listrik menggunakan satuan revolusi permenit (rpm).

### 3. Metode Penelitian

Pendekatan pertama yang diambil untuk menjawab permasalahan adalah :

- Memahami fungsi kapasitor pada motor induksi kapasitor
- Untuk mengetahui pengaruh kapasitas kapasitor terhadap karakteristik pada motor induksi kapasitor

Untuk pengujian karakteristik motor kapasitor dari berbagai nilai kapasitansi akan dibahas berbagai teori dari motor permanent split sampai pada hasil perubahan nilai kapasitor melalui data yang diambil pada saat pengujian dengan daya motor tertentu.

#### 3.1 Prosedur pengujian

- Mengumpulkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pengujian.
- Menyediakan dan menentukan nilai kapasitansi kapasitor dengan cara mengukur tiap keadaan pada Switch kapasitor variabel yang telah diparalel.
- Menempatkan peralatan pada meja pengujian (meja percobaan)
- Karena motor yang digunakan adalah motor kapasitor satu fasa, sehingga motor dihubungkan dengan power suplay pada tegangan satu fasa 220 Volt.
- Memasang (mengkopel) motor dengan beban (dinamometer prony/brake)
- Menghubungkan semua peralatan (alat ukur) sesuai fungsinya
- Setelah selesai dipasang, penulis melakukan penelusuran kembali dari beberapa hubungan alat ukur dan peralatan lain dan telah siap untuk diuji.

#### 3.2 Cara pengujian

Setelah selesai menghubungkan semua peralatan, penulis melakukan pengujian dengan cara :

- Switch variabel kapasitor diposisikan/digeser pada nilai kapasitansi kapasitor yang sudah ditentukan (sebelum power suplay di on-kan).
- Power suplay sebagai input peralatan distel pada tegangan 220 volt, dibaca melalui voltmeter.
- Semua instrumen ukur pada posisi standby atau dalam kondisi on.
- Menghidupkan power suplay dengan tegangan yang distel sebelumnya sebesar 220 volt.
- Mencatat tampilan dari beberapa alat ukur, karena alat ukur kecepatan (tachometer) diukur langsung melalui poros (rotor) motor setiap keadaan (nilai torsi). Tachometer dipasang untuk mengetahui laju perubahan kecepatan putaran rotor.
- Selanjutnya menaikkan nilai torsi dari 0,15 N.M yang sebelumnya nilai torsi terbaca adalah 0,10 N.M sampai pada keadaan lockrotor dan mencatat semua tampilan alat ukur setiap torsi yang distel atau ditentukan.
- Setelah selesai power suplay dimatikan (di off-kan) dan dilanjutkan dengan nilai kapasitor yang lain dengan cara pengujian yang sama sampai pada nilai kapasitor yang sudah ditentukan yaitu sebesar 8 nilai kapsitansi kapasitor.

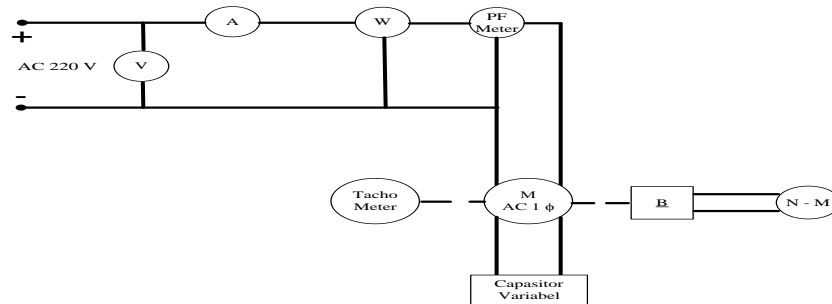
#### 3.3 Pengamatan

Penulis mengamati melalui beberapa alat ukur dan mencatat baik setiap nilai torsi maupun setiap nilai kapasitansi kapasitor yang penulis telah tentukan. Tampilan alat ukur dicatat dalam kondisi peralatan aktif (power suplay sedang on / jalan).

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Rangkaian Pengujian Karakteristik Motor Kapasitor Untuk Berbagai Nilai Kapasitansi

Rangkaian pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram rangkaian di atas terdiri dari alat dan bahan

Diagram rangkaian pada Gambar 4 terdiri dari alat dan bahan yaitu :

1. Motor Kapasitor
2. Kapasitor Variabel
3. Alat ukur tegangan (Voltmeter)
4. Alat ukur arus (Amperemeter)
5. Alat ukur daya (Wattmeter)
6. Alat ukur faktor daya (Cos u meter)
7. Alat ukur kecepatan putaran (Tachnometer)
8. Alat ukur torsi (Newton meter)
9. Regulator power suplay
10. Beban (Dinamometer prony/brake)
11. Kabel penghubung

#### 4.2 Hasil pengujian Karakteristik Motor Kapasitor Untuk Berbagai Nilai Kapasitansi

Data tabel hasil pengujian di bawah ini; Arus (I), daya input (Pin), Faktor Daya dan kecepatan putaran (n) diambil dari hasil pengukuran pada alat ukur. Sedangkan daya output (Pout) dan efisiensi (η) didapatkan melalui perhitungan seperti contoh di bawah ini.

Perhitungan untuk mengetahui daya output (Pout) dan Efisiensi (η) untuk semua nilai torsi yang ditentukan dan kapasitor yang diuji.

- Contoh 1. Nilai kapasitor (C) 2,533 μF

Untuk torsi 0,10 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2925 \times 0,10 \\ &= 30,63 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 30,63 / 150 \times 100 \\ &= 20,42 \% \end{aligned}$$

1. Untuk torsi 0,15 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2896 \times 0,15 \\ &= 45,49 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 45,49 / 180 \times 100 \\ &= 25,28 \% \end{aligned}$$

2. Untuk torsi 0,20 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2863 \times 0,20 \\ &= 59,96 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 59,96 / 210 \times 100 \end{aligned}$$

$$= 28,56 \%$$

3. Untuk torsi 0,25 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2827 \times 0,25 \\ &= 73,99 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 73,99 / 240 \times 100 \\ &= 30,83 \% \end{aligned}$$

4. Untuk torsi 0,30 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2777 \times 0,30 \\ &= 87,23 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 87,23 / 255 \times 100 \\ &= 34,21 \% \end{aligned}$$

5. Untuk torsi 0,35 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2727 \times 0,35 \\ &= 99,94 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 99,94 / 285 \times 100 \\ &= 35,07 \% \end{aligned}$$

6. Untuk torsi 0,40 N – M

$$P_{out} = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= 0,1047 \times N \times M \\ &= 0,1047 \times 2658 \times 0,40 \\ &= 111,32 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\eta = \dots\dots?$$

$$\begin{aligned} \eta &= P_{out} / P_{in} \times 100 \\ &= 111,32 / 330 \times 100 \\ &= 33,74 \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil pengujian selengkapnya ditabelkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3. Grafik kurva karakteristiknya digambarkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.

#### 4.3 Pembahasan

Dari hasil pengujian dan analisa data pada beberapa nilai kapasitansi kapasitor diketahui bahwa:

- 1) Untuk Nilai Kapasitor Sebesar 2,533 μF

- Torsi motor dan beban 0,10 N – M; arus yang mengalir (arus yang ditarik motor) 0,9 Ampere, daya input 150 watt, daya output 30,63 watt, efisiensi (rugi-rugi daya/daya yang hilang) 20,42 %, faktor daya/Cos φ 0,62 Lagging (tegangan lagging terhadap arus) dan motor berputar dengan kecepatan 2925 Rpm.

- Torsi dinaikkan 0,15 N – M; motor menarik arus sebesar 0,95 Ampere, daya input 180 watt, daya output 45,49 watt, efisiensi rugi daya 25,28 %, faktor kerja 0,70 Lagging dan kecepatan motor mulai menurun yaitu 2896 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,20 N – M; arus yang ditarik motor naik yaitu 1,02 Ampere, daya input 210 watt, daya output 59,96 watt, efisiensi/rugi daya 28,56 %, faktor daya naik 0,78 Lagging dengan kecepatan putaran motor menurun yaitu 2863 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,25 N – M; arus yang ditarik motor 1,10 Ampere, daya input 240 watt, daya output 73,99 watt, efisiensi/rugi daya 30,83 %, faktor daya 0,83 Lagging dan kecepatan semakin turun 2827 Rpm
- Torsi dinaikkan 0,30 N – M; arus mendekati besar arus nominal motor yaitu 1,20 Ampere, daya input yang besar 255 watt, daya output semakin besar mengikuti besarnya input daya 87,23 watt, daya yang hilang 34,21 %  $\text{Cos } \phi$  motor mulai bagus yaitu 0,87 tegangan Lagging terhadap arus dengan kecepatan menurun 2777 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,35 N – M; arus yang ditarik 1,32 Ampere, daya input 285 watt, daya yang keluar memutar beban yaitu 99,94 watt, rugi daya 35,07 %, faktor daya 0,90 Lagging dan kecepatan motor 2727 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,40 N – M; arus yang ditarik motor melewati arus nominal motor yaitu 1,46 Ampere, daya input yang besar 330 watt, dengan daya output 111,32 watt, efisiensi/daya yang hilang 33,74 %, faktor daya 0,92 tegangan hampir sefasa dengan arus dengan kecepatan yang rendah 2658 Rpm.

Tabel. 1. Tabel hasil pengujian dengan Nilai kapasitor (C) 2,533  $\mu\text{F}$

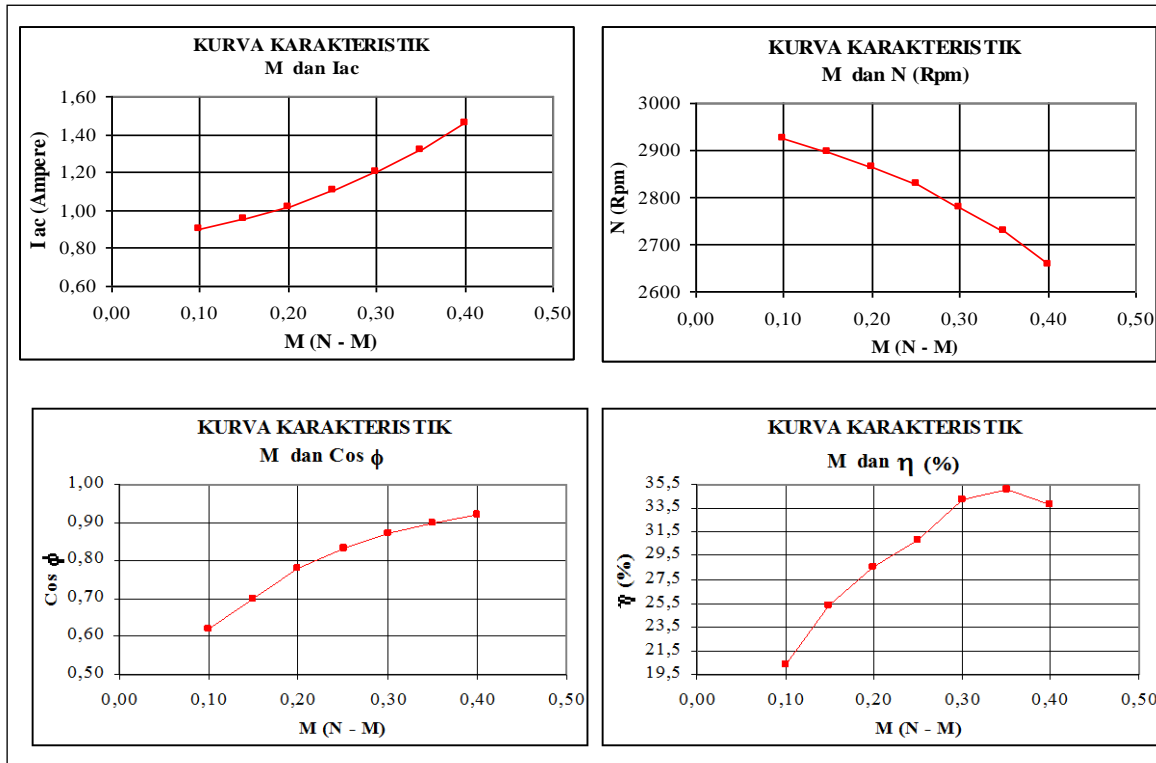
No	Vac (Volt)	M (N–M)	I ac (Amp)	Pin (Watt)	Cos $\phi$	N (Rpm)	Pout (Watt)	$\eta$ (%)
1.	220	0,10	0,9	150	0,62 Lag	2929	30,63	20,42
2.	220	0,15	0,95	180	0,70	2896	45,49	25,28
3.	220	0,20	1,02	210	0,78	2863	59,96	28,56
4.	220	0,25	1,10	240	0,83	2827	73,99	30,83
5.	220	0,30	1,20	255	0,87	2777	87,23	34,21
6.	220	0,35	1,32	285	0,90	2727	99,94	35,07
7.	220	0,40	1,46	330	0,92	2658	111,32	33,74

Tabel .2. Tabel Hasil Pengujian dengan Nilai Kapasitor (C) 7,18  $\mu\text{F}$

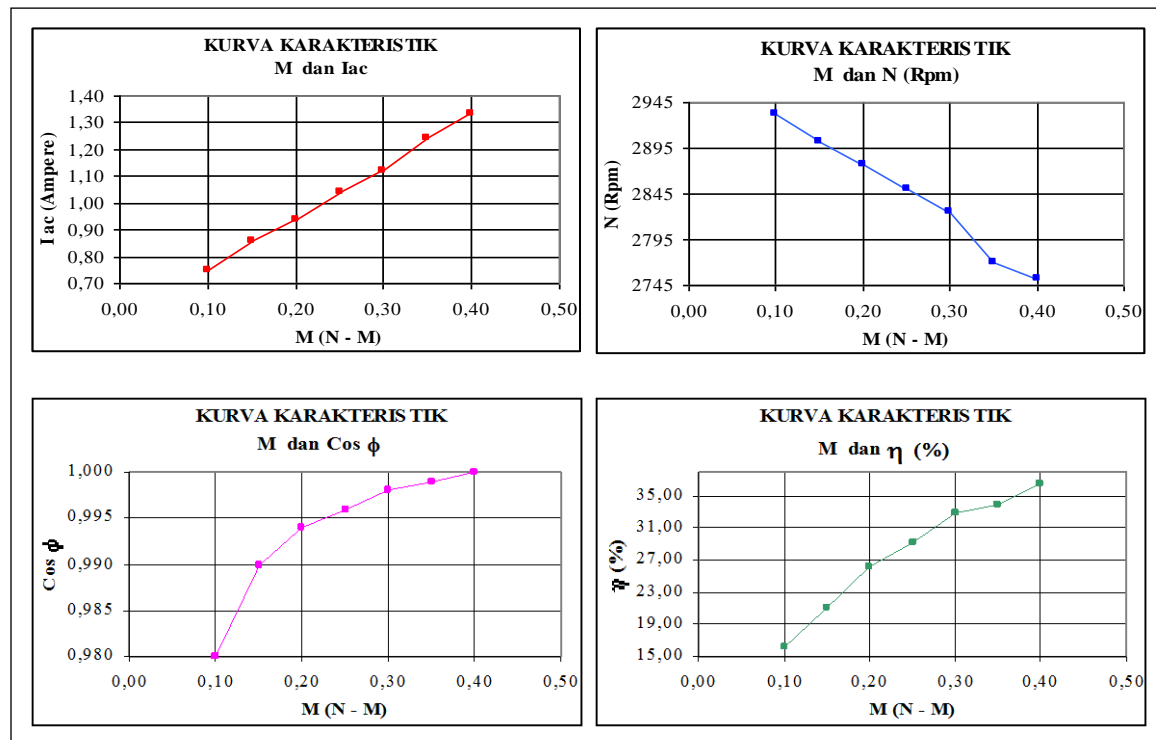
No	Vac (Volt)	M (N–M)	I ac (Amp)	Pin (Watt)	Cos $\phi$	N (Rpm)	Pout (Watt)	$\eta$ (%)
1.	220	0,10	0,75	190	0,98 Lag	2932	30,70	16,16
2.	220	0,15	0,86	215	0,99	2902	45,58	21,20
3.	220	0,20	0,94	230	0,994	2878	60,27	26,21
4.	220	0,25	1,04	255	0,996	2850	74,60	29,26
5.	220	0,30	1,12	270	0,998	2826	88,77	32,88
6.	220	0,35	1,24	300	0,999	2770	101,51	33,84
7.	220	0,40	1,33	315	1	2752	115,26	36,60

Tabel. 3. Tabel hasil pengujian dengan Nilai Kapasitor (C) 8,24  $\mu\text{F}$

No	Vac (Volt)	M (N–M)	I ac (Amp)	Pin (Watt)	Cos $\phi$	N (Rpm)	Pout (Watt)	$\eta$ (%)
1.	220	0,10	0,83	220	0,998 Lag	2932	30,70	13,96
2.	220	0,15	0,93	240	0,999	2909	46,69	19,04
3.	220	0,20	1	255	1	2885	60,42	23,70
4.	220	0,25	1,12	280	0,998 Lead	2853	74,68	26,68
5.	220	0,30	1,22	300	0,997 Lead	2824	88,71	29,57
6.	220	0,35	1,32	320	0,996 Lead	2789	102,21	31,95
7.	220	0,40	1,42	340	0,995 Lead	2755	115,38	33,94

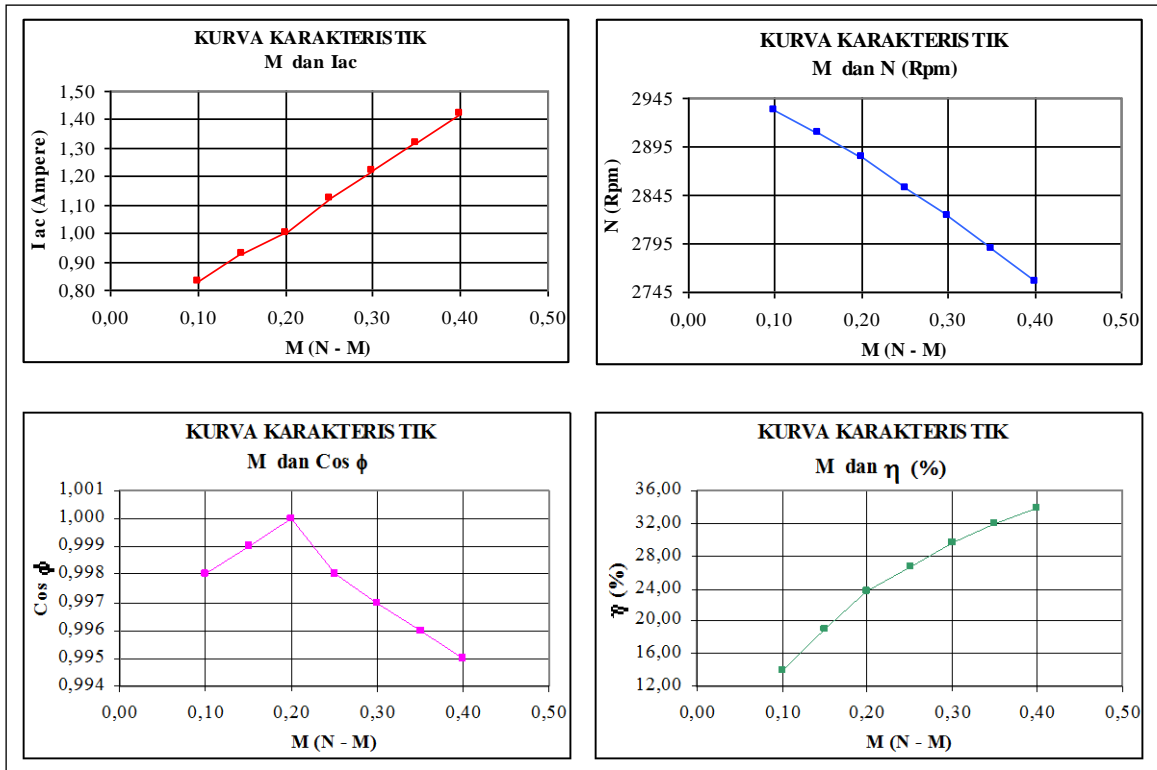


Gambar 5. Grafik kurva hasil pengujian karakteristik dengan Nilai kapasitor (C) 2,533 μF



Gambar 6. Grafik kurva hasil pengujian karakteristik dengan Nilai Kapasitor (C) 7,18 μF





Gambar 7. Grafik kurva hasil pengujian karakteristik dengan dengan Nilai Kapasitor (C) 8,24  $\mu$ F

2) Untuk Nilai Kapasitor Sebesar 7,18  $\mu$ F

- Torsi motor dan beban sebesar 0,10 N – M; dengan tegangan sumber dibuat konstan sebesar 220 Volt; arus yang mengalir melalui belitan motor yaitu 0,75 Ampere, dengan daya input motor yaitu 190 watt, sedangkan daya output motor yang memutar beban yaitu 30,70 watt, perbandingan daya input dan daya output motor (efisiensi/rugi daya) yaitu 16,16 %, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,98 lagging dengan kecepatan putaran motor yaitu 2932 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,15 N – M; arus yang mengalir mulai naik yaitu 0,86 Ampere, dengan daya input yang mulai besar yaitu 215 watt, sedangkan daya output ikut bertambah yaitu 45,58 watt, dengan efisiensi (rugi daya) naik pula yaitu 21,20 %, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,99 Lagging, kecepatan putaran motor mulai menurun yaitu 2902 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,20 N – M; arus yang mengalir sebesar 0,94 Ampere, dengan daya input yaitu 230 watt, sedangkan daya output sebesar 60,27 watt, efisiensi (rugi daya) 26,21

%, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,994 Lagging, kecepatan putaran motor 2878 Rpm.

- Torsi dinaikkan 0,25 N – M; arus yang mengalir sebesar 1,04 Ampere, dengan daya input sebesar 255 watt, sedangkan daya output yaitu 74,60 watt, efisiensi (rugi daya) 29,26 %, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,996 Lagging kecepatan putaran motor 2850 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,30 N – M; arus yang mengalir sebesar yaitu 1,12 Ampere, dengan daya input sebesar 270 watt, sedangkan daya output sebesar 88,77 watt, efisiensi/rugi daya 32,88 %, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,998 Lagging kecepatan putaran motor 2826 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,35 N – M; arus yang mengalir sebesar 1,24 Ampere, daya input 300 watt, sedangkan daya output sebesar 101,51 watt, efisiensi (rugi daya) sebesar 33,84 %, faktor daya (Cos  $\phi$ ) 0,999 Lagging, kecepatan putaran motor 2770 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,40 N – M; arus yang mengalir melalui belitan motor mendekati

arus nominalnya yaitu 1,33 Ampere, dengan daya input motor yang besar yaitu 315 watt, sedangkan daya output yaitu 115,26 watt, dengan efisiensi (rugi daya) yaitu 36,60 %, faktor daya mendekati harga  $\cos \phi$  pada kondisi baik (tegangan sefasa dengan arus) yaitu 1, dengan kecepatan yang rendah (turun) yaitu 2752 Rpm.

3) Untuk Nilai Kapasitor Sebesar 8,24  $\mu\text{F}$

- Torsi motor dan beban sebesar 0,10 N – M; dengan tegangan sumber yang konstan sebesar 220 Volt; arus yang mengalir melalui belitan motor yaitu 0,83 Ampere, dengan daya input yang besar yaitu 220 watt, sedangkan daya output motor sebesar 30,70 watt, perbandingan daya input dan daya output motor (efisiensi/rugi daya) yaitu 13,96 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) 0,998 lagging (tegangan lagging terhadap arus) dengan kecepatan putaran motor yaitu 2932 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,15 N – M; arus yang mengalir mulai naik sebesar 0,93 Ampere, dengan daya input yang bertambah besar yaitu 240 watt, sedangkan daya output ikut naik sebesar 46,69 watt, dengan efisiensi (rugi daya) naik pula yaitu 19,04 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) mendekati keadaan yang baik yaitu 0,999 Lagging, kecepatan putaran motor mulai turun yaitu 2909 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,20 N – M; arus yang mengalir yaitu 1 Ampere, dengan daya input sebesar 255 watt, sedangkan daya output motor sebesar 60,42 watt, efisiensi (rugi daya) 23,70 %, faktor daya pada keadaan baik yaitu 1, kecepatan putaran motor yaitu 2885 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,25 N – M; arus yang mengalir sebesar 1,12 Ampere, dengan daya input sebesar 280 watt, sedangkan daya output motor sebesar 74,68 watt, efisiensi (rugi daya) 26,68 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) pada kondisi kurang baik yaitu 0,998 tegangan Leadding terhadap arus kecepatan putaran motor 2853 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,30 N – M; arus yang mengalir yaitu 1,22 Ampere, dengan daya input sebesar 300 watt, sedangkan daya output sebesar 88,71 watt, efisiensi/rugi daya 29,57 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) 0,997 Leadding kecepatan putaran motor 2824 Rpm.
- Torsi dinaikkan 0,35 N – M; arus yang mengalir sebesar 1,32 Ampere, daya input 320 watt, sedangkan daya output sebesar

102,21 watt, efisiensi (rugi daya) sebesar 31,95 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) 0,996 Leadding, kecepatan putaran motor 2789 Rpm.

- Torsi dinaikkan 0,40 N – M; arus yang mengalir melalui belitan motor melewati arus nominal motor yaitu 1,42 Ampere, dengan daya input motor yang besar yaitu 340 watt, sedangkan daya output motor yaitu 115,38 watt, dengan efisiensi (rugi daya) besar pula yaitu 33,94 %, faktor daya ( $\cos \phi$ ) kurang baik yaitu 0,995 leadding dengan kecepatan putaran motor turun yaitu 2755 Rpm.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari beberapa nilai kapasitansi kapasitor yang sudah diuji dengan tegangan sumber (tegangan suplay motor) konstan 220 Volt, dapat disimpulkan:

1. Makin besar beban motor maka arus yang mengalir makin besar, faktor daya atau  $\cos \phi$  tambah baik, efisiensi semakin besar juga sedangkan kecepatan putaran motor menurun
2. Pada beban yang sama besar dengan nilai kapasitor yang berbeda yaitu kapasitansi kapasitor dibawah 3,50  $\mu\text{F}$  dan diatas 8  $\mu\text{F}$  arus yang mengalir melalui belitan motor melewati arus nominal motor, sehingga membuat suhu motor akan menjadi panas dan cepat rusak.
3. Dari hasil pengujian dengan daya motor sebesar 120 watt (motor kapasitor permanen split) lebih optimal menggunakan kapasitor 6 – 7  $\mu\text{F}$ . Karena dengan beban yang sama pada nilai kapasitor yang lain, arus yang melalui belitan motor tidak melewati arus nominalnya,  $\cos \phi$  faktor daya dalam keadaan yang baik dan kecepatan putaran motor sedikit menurun.
4. Nilai kapasitor yang lebih besar akan menyebabkan faktor daya /  $\cos \phi$  motor akan leadding, dimana tegangan akan mendahului arus.

### 5.2 Saran

Tulisan hasil pengujian karakteristik motor kapasitor untuk berbagai nilai kapasitansi ini hanya pada motor kapasitor dengan daya 120 watt. Untuk itu, para pembaca atau yang mau menggunakan motor listrik dengan daya lain dapat mengujinya dengan peralatan ukur yang sama. Beban yang akan digunakan pada poros motor harus sesuai dengan kapasitas daya motor itu sendiri agar penggunaannya lama atau tidak cepat rusak.

**6. Daftar Pustaka**

- Fitzgerald, Kingley, Umaus dan Achyanto, 1990. *Mesin-mesin Listrik, Edisi Keempat*. Erlangga Jakarta.
- Lister C.Eugene, 1988. *Mesin dan Rangkainia Listrik Edisi Keenam*. Erlangga.
- Margunadi A. R, *Pengantar Umum elektro Teknik*. PT. Dian Rakyat.
- Rijono Yon, 1997. *Dasar Teknik tenaga Listrik*. Andi Yogyakarta.
- Sarjan Muhammad, 2001. *Bahan Ajar Perawatan dan Perbaikan Motor-motor Listrik*. Tadulako Palu.
- Sarjan Muhammad, 2002. *Teori dan Modul Praktikum Motor Listrik Satu Fasa*. Tadulako Palu.
- Soelaeman TS. MHD. dan Mabuchi Magarisawa, 1984. *Mesin Tak Serempak Dalam Praktek*. Pradnya Paramita Jakarta.
- Veinott G. Cyril dan Joseph E. Martin, 1986. *Fractional and Subfractional Horsepower Electrical Motor*. MC. Graw-Hill International Edition.
- Zuhal, 1997. *Dasar Tenaga Listrik*. ITB Bandung.