

ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI SATU PHASA DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER

Atmam¹, Elvira Zondra², Zulfahri³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email : atmam@unilak.ac.id, elviraz@unilak.ac.id, zulfahri@unilak.ac.id

ABSTRAK

Motor induksi satu phasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan penuh atau kecepatan yang relatif konstan. Konsumsi daya pada motor induksi dengan kecepatan konstan lebih besar dan hal tersebut dapat menyebabkan pemborosan energi listrik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu cara untuk menghemat energi listrik, khususnya dalam pengoperasian motor listrik. Salah satu upaya untuk menghemat pemakaian energi listrik pada pengoperasian motor induksi adalah dengan menggunakan konverter daya berupa inverter. Dari hasil penelitian ini diperoleh daya motor induksi dioperasikan tanpa menggunakan inverter sebesar 0,610 kW dengan energi listrik sebesar 0,603 kWh dan motor induksi menggunakan inverter diperoleh daya sebesar 0,376 kW dengan energi listrik sebesar 0,396 kWh. Perbandingan penggunaan energi listrik motor induksi satu phasa menggunakan inverter lebih rendah sebesar 0,207 kWh dibandingkan tanpa inverter dengan penghematan energi listrik sebesar 34,32% atau sebesar Rp. 8.395,92 dalam satu bulan.

Kata Kunci : Motor induksi satu phasa, energi, inverter

ABSTRACT

Use of a single-phase induction motor as a driving force in a constant-speed device causes waste of electrical energy due to greater power consumption. One of the efforts to save electricity usage on the operation of an induction motor is to use an inverter as a power converter. In this study obtained induction motor power that was operated without using an inverter of 0.610 kW with electrical energy of 0.603 kWh and induction motor using the inverter obtained power of 0.376 kW with electrical energy of 0.396 kWh. This result shows the reduction of the use of electrical energy by 0.207 kWh (34.32%) which, if converted equals the savings of Rp. 8,395.92 per month.

Keywords: single-phase induction motor, energy, inverter

1. PENDAHULUAN

Motor induksi banyak digunakan di industri dan rumah tangga karena motor induksi tersebut mempunyai konstruksi sederhana, mudah dioperasikan, relatif lebih murah dalam perawatannya. Penggunaan motor induksi jika dilihat dari suplai tegangannya, salah satunya adalah jenis motor induksi satu phasa yang beroperasi menggunakan sumber bolak-balik.

Motor induksi satu phasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan penuh atau kecepatan yang relatif konstan. Konsumsi daya pada motor induksi dengan kecepatan konstan lebih besar dan hal tersebut dapat menyebabkan pemborosan energi listrik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu cara

untuk menghemat energi listrik, khususnya dalam pengoperasian motor listrik. Salah satu upaya untuk menghemat pemakaian energi listrik pada pengoperasian motor induksi adalah dengan menggunakan konverter daya berupa inverter.

Selain itu, penggunaan motor induksi saat ini masih banyak menggunakan cara konvensional yaitu menggunakan sistem *starting* secara langsung (*direct-on-line*) atau langsung dihubungkan pada sumber listrik. Penggunaan cara ini akan menimbulkan arus start yang tinggi pada motor induksi sehingga dapat juga menyebabkan pemborosan energi listrik. Hal ini juga dapat diatasi dengan menggunakan inverter yaitu mengatur frekuensi dan tegangan pada motor induksi, untuk mengurangi arus start motor induksi dalam upaya penghematan energi listrik [1].

Dari uraian di atas, maka untuk melihat penggunaan energi listrik pada motor induksi satu fasa dengan menggunakan inverter maka diperlukan penelitian. Pada penelitian ini, untuk menganalisa penggunaan energi listrik pada motor induksi satu fasa adalah dalam kondisi tanpa menggunakan inverter dan menggunakan inverter pada keadaan tanpa beban dan berbeban.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan pada proses pengumpulan data yaitu dari objek yang diteliti yaitu motor induksi satu fasa 125 Watt, 220 Volt, 50 Hz, 2800 rpm, dengan melakukan percobaan dan pengukuran untuk mendapatkan data-data pada pengukuran arus, daya dan faktor daya motor induksi satu fasa motor tanpa inverter, serta pengukuran arus, daya dan faktor daya motor induksi satu fasa motor dengan *inverter*.

2. Metode Pengolahan data

Dari data yang diperoleh dari percobaan dan pengukuran motor induksi satu fasa tanpa inverter dan dengan *inverter* diperoleh nilai arus, daya dan faktor daya motor induksi satu fasa dan data-data tersebut digunakan untuk menghitung penggunaan energi listrik.

3. Analisis data

Dari data yang telah diolah maka selanjutnya dilakukan analisa data untuk mendapat nilai daya dan energi listrik motor induksi satu fasa tanpa inverter dengan kondisi berbeban dalam rentang waktu tertentu, menganalisa motor induksi satu fasa menggunakan inverter untuk menentukan nilai daya dan energi listrik dengan kondisi berbeban dalam rentang waktu tertentu dengan inverter dan membandingkan penggunaan energi listrik saat kondisi motor induksi satu fasa yaitu energi listrik tanpa inverter dibandingkan dengan energi listrik menggunakan inverter.

Motor Induksi

Umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi satu fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan satu fasa dan motor induksi tiga fasa dengan suplai tegangan tiga fasa. Motor induksi sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan yang relatif konstan. Hal ini disebabkan karena motor induksi satu fasa memiliki beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putar yang hampir

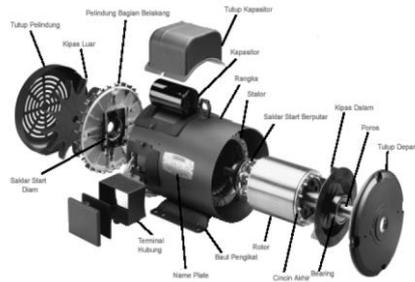
konstan terhadap perubahan beban [2]. Masalah utama yang berhubungan dengan desain motor induksi satu fasa adalah tidak adanya medan magnet putar seperti halnya pada motor induksi tiga fasa. Karena hanya ada satu fasa pada belitan stator, medan magnet pada motor induksi satu fasa tidak berputar, tetapi hanya menimbulkan medan pulsasi saja yang berada pada posisi yang tetap, bukan medan yang berputar terhadap ruang. Karena tidak ada medan magnet putar pada stator, motor induksi satu fasa tidak mempunyai torsi awal [3].

Analisis energi listrik merupakan upaya untuk mengoptimalkan kerja peralatan kondisi beban penuh sehingga penggunaan energi listrik menjadi lebih efektif, efisien dan rasional tanpa harus mengurangi kinerja produksi dengan menggunakan VSD (*Variable Speed Drive*) yang berguna sebagai pengatur kecepatan motor induksi [4]. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan kecepatan putar motor induksi tersebut di antaranya dengan kendali tegangan dan frekuensi yang dikenal dengan kendali V/f konstan. Kendali V/f konstan adalah salah satu cara untuk mengendalikan kecepatan putar motor induksi dengan merubah tegangan dan frekuensi, tetapi menjaga konstan rasio keduanya. Sehingga dengan cara kendali ini, torsi yang dihasilkan dapat dijaga konstan sepanjang daerah pengaturan kecepatan. Hal yang paling umum dalam penerapan cara ini adalah dengan menggunakan perangkat yang dikenal sebagai inverter [5].

Inverter listrik merupakan konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Tegangan masukan, tegangan keluaran, dan frekuensi tergantung pada desain yang dirancang. Dalam dunia kelistrikan inverter memang sangat populer digunakan dalam berbagai keperluan [6]. Inverter adalah suatu alat yang dapat mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dengan frekuensi dan tingkat tegangan yang dapat diatur [7]. Inverter dapat secara luas diklasifikasikan ke dalam dua tipe, yaitu inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap tipe inverter ini dapat menggunakan piranti terkendali turn-on dan turn-off (seperti BJTT, MOSFET, IGBT, MCT, SIT, GTO) atau thyristor komutasi paksa tergantung pada aplikasinya [8].

Konstruksi Motor Induksi

Konstruksi motor induksi satu fasa hampir sama dengan konstruksi motor induksi tiga fasa, yaitu terdiri dari dua bagian utama yaitu *stator* dan *rotor*. Keduanya merupakan rangkaian magnetik yang berbentuk silinder dan simetris. Di antara rotor dan stator ini terdapat celah udara yang sempit. Konstruksi dari motor induksi satu fasa seperti pada gambar 1 [9].

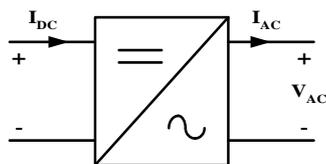


Gambar 1. Konstruksi umum motor induksi satu fase

Prinsip Kerja Motor Induksi Satu Fase

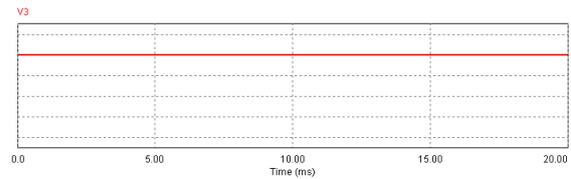
Prinsip kerja motor induksi satu fase dapat dijelaskan melalui teori medan putar ganda. Teori medan putar ganda (*double revolving-field theory*) adalah suatu metode lain untuk menganalisis prinsip perputaran motor induksi satu fase disamping teori medan putar silang. Menurut teori ini, medan magnet yang berpulsa dalam waktu tetapi diam dalam ruangan dapat dibagi menjadi dua medan magnet, dimana besar kedua medan magnet ini sama dan berputar dalam arah yang berlawanan. Dengan kata lain, suatu fluks sinusoidal bolak-balik dapat diwakili oleh dua fluks yang berputar, yang masing-masing nilainya sama dengan setengah dari nilai fluks bolak-balik tersebut dan masing-masing berputar secara sinkron dengan arah yang berlawanan [9].

Inverter merupakan suatu rangkaian konverter yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan *switching*. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan mosfet yang beroperasi sebagai saklar dan pengubah. Aplikasi inverter dapat dijumpai pada *power supply*, *un-interruptible power supply* (UPS), industrial (*induction motor*) drives, *active filter*, HVDC dan lain-lain. Blok diagram dari inverter dapat dilihat seperti gambar 2 berikut ini.

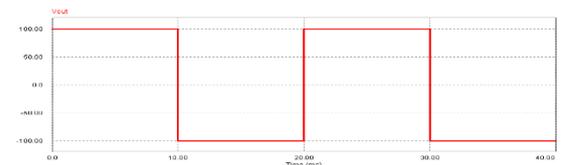


Gambar 2. Blok diagram inverter

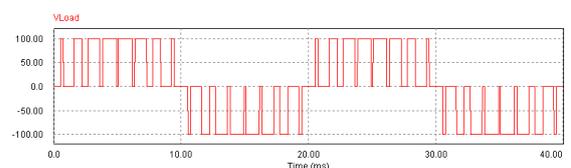
Tegangan input dari inverter adalah tegangan DC murni (tanpa *ripple*) seperti pada gambar 3. Output dari inverter berupa tegangan AC dan dapat dikelompokkan menjadi tiga bentuk gelombang yaitu square-wave (gelombang kotak), pulse width modulation (PWM) dan sinusoidal. Bentuk dari tiap-tiap gelombang dari output inverter seperti pada gambar 4.



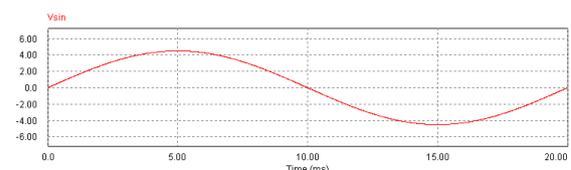
Gambar 3. Tegangan input inverter



(a) Square-wave



(b) PWM



(c) Sinusoidal

Gambar 4. Gelombang output inverter

Energi dan Daya Listrik

Energi listrik adalah sejumlah daya listrik yang digunakan atau diserap selama waktu tertentu, energi listrik diukur dengan menggunakan alat ukur listrik yang biasa disebut dengan wattjam meter atau kWh meter atau MWh meter. Satuan energi listrik antara lain : watt detik, Watt jam, kilo Watt jam (kWh), Mega Watt jam (MWh). Energi listrik dapat dituliskan dengan persamaan [10]:

$$W = P \times t \quad (1)$$

Keterangan:

W = Energi Listrik (Wh)

P = daya (Watt)

t = waktu

Daya adalah suatu gaya yang menyebabkan sesuatu benda dapat bergerak (berpindah) atau jumlah kerja yang dapat dilakukan dalam satuan waktu dan diberi simbol P dengan satuan watt atau *Joule*/detik dan dapat dituliskan sebagai berikut [10]:

$$P = V \times I \quad (2)$$

Keterangan:

P = daya (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Amper)

Perhitungan daya pada motor induksi satu fasa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [11]:

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data motor induksi satu fasa dari data *name plate* yang diteliti adalah sebagai berikut :

Daya Motor : 125 W Jumlah Kutub : 2

Frekuensi : 50 Hz Tegangan : 220 Volt

Putaran : 2850 rpm

Untuk data inverter berupa *Variable Speed Drive* (VSD) sebagai berikut :

Series : ATV12

Power (kW) : 0,37

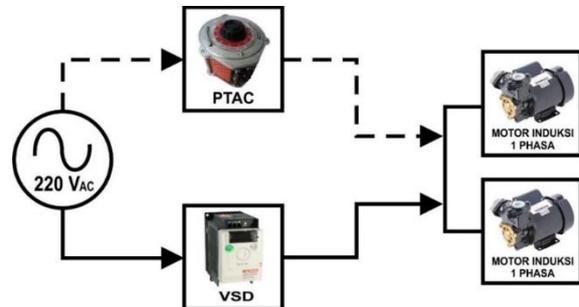
Current (Amps) : 2,4

Voltage : 240V

Phases : Single Phase

Pada penelitian ini, pengujian motor induksi satu fasa menggunakan inverter, dipergunakan dua (2) buah motor induksi satu fasa. Hal ini disebabkan

karena inverter yang dipergunakan adalah inverter tiga (3) fasa dan pada saat pengoperasian harus terpasang beban setiap fasanya. Gambar 5 berikut adalah model motor induksi satu fasa suplai tanpa inverter dan dengan inverter.



Gambar 5. Model motor induksi satu fasa tanpa inverter dan dengan inverter

Selanjutnya pada penelitian ini dilakukan pengambilan data melalui pengukuran motor induksi satu fasa tanpa menggunakan inverter seperti pada tabel 1. Kemudian untuk data pengukuran penggunaan motor induksi satu fasa 1 buah seperti pada 2. Adapun hasil pengukuran motor induksi satu fasa dengan menggunakan inverter diperlihatkan pada tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan energi listrik 2 buah motor induksi satu fasa tanpa inverter

Tanggal	Waktu	Tegangan pada Motor 1 (Volt)	Tegangan pada Motor 2 (Volt)	Arus pada Motor 1 (Amper)	Arus pada Motor 2 (Amper)	Total Daya (P) (kW)	Total Energi Listrik (kWh)
09/03/2017	14:43:18 s/d 15:43:18	221,5	221	2,053	1,155	0,610	0,603

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan energi listrik 1 buah motor induksi satu fasa tanpa inverter

Tanggal	Waktu	Tegangan Motor (Volt)	Arus pada Motor (Amper)	Total Daya (P) (kW)	Total Energi Listrik (kWh)
09/03/2017	13:25:02 s/d 14:25:02	217,1	0,924	0,173	0,173

Tabel 3 Hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan energi listrik 2 buah motor induksi satu fasa menggunakan inverter frekuensi 50 Hz

Tanggal	Waktu	Tegangan pada Motor 1 (Volt)	Tegangan pada Motor 2 (Volt)	Arus pada Motor 1 (Amper)	Arus pada Motor 2 (Amper)	Total Daya (P) (kW)	Total Energi Listrik (kWh)
08/03/2017	20:40:10 s/d 21:40:10	200	202	1,003	1,070	0,376	0,396

Tabel 4 Hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan energi listrik 1 buah motor induksi satu phasa menggunakan inverter frekuensi 50 Hz

Tanggal	Waktu	Tegangan Motor (Volt)	Arus pada Motor (Amper)	Total Daya (P) (kW)	Total Energi Listrik (kWh)
09/03/2017	11:09:36 s/d 12:09:36	193,3	1,017	0,190	0,199

1. Daya dan energi listrik motor induksi satu phasa tanpa inverter.

- a) Daya dan pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa berupa mesin air (1 unit) dapat dihitung dengan menggunakan data pada tabel 2 dan hasilnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 217,1 \times 0,924 \times 0,87 \\
 &= 174,522 \text{ Watt} \\
 &= 0,175 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam dari 1 (satu) buah motor induksi satu phasa sebagai mesin air sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W &= 0,175 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,175 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- b) Daya dan pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa berupa mesin air (2 unit) dapat dihitung dengan menggunakan data pada tabel 1, hasilnya sebagai berikut :

Tanggal 9 Maret 2017
 Daya motor induksi 1 :

$$\begin{aligned}
 P_{m1} &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 221,5 \times 2,053 \times 0,86 \\
 &= 391,075 \text{ Watt} \\
 &= 0,391 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik motor induksi 1 :

$$\begin{aligned}
 W_{m1} &= 0,391 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,391 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Daya motor induksi 2 :

$$\begin{aligned}
 P_{m2} &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 221 \times 1,155 \times 0,86 \\
 &= 219,519 \text{ Watt} \\
 &= 0,219 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik motor induksi 2 :

$$\begin{aligned}
 W_{m2} &= 0,241 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,219 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Total pemakaian energi listrik motor induksi 1 dan 2 adalah :

$$\begin{aligned}
 W_{total} &= W_{m1} + W_{m2} \\
 &= 0,391 + 0,219 \\
 &= 0,61 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

2. Daya dan energi listrik motor induksi satu phasa menggunakan inverter.

- a) Daya dan pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa berupa mesin air (1 unit) dapat dihitung dengan menggunakan data pada tabel 4 dan hasilnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 193,3 \times 1,017 \times 0,97 \\
 &= 190,688 \text{ Watt} \\
 &= 0,190 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam dari 1 (satu) buah motor induksi satu phasa sebagai mesin air sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W &= 0,190 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,190 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- b) Daya dan pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa berupa mesin air (2 unit) dapat dihitung dengan menggunakan data pada tabel 3, hasilnya sebagai berikut :

Tanggal 8 Maret 2017

Daya motor induksi 1 :

$$\begin{aligned}
 P_{m1} &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 200,2 \times 1,003 \times 0,93 \\
 &= 186,744 \text{ Watt} \\
 &= 0,186 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik motor induksi 1 :

$$\begin{aligned}
 W_{m1} &= 0,186 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,186 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Daya motor induksi 2 :

$$\begin{aligned}
 P_{m2} &= V \times I \times \cos\phi \\
 &= 202 \times 1,070 \times 0,88 \\
 &= 190,203 \text{ Watt} \\
 &= 0,190 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

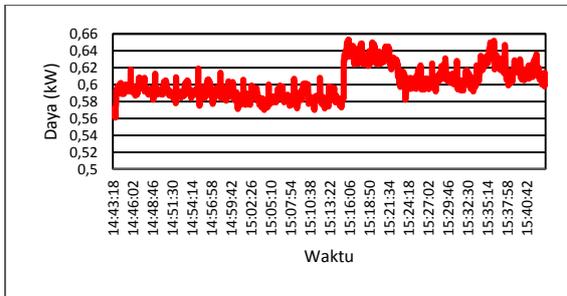
Pemakaian energi listrik motor induksi 2 :

$$\begin{aligned}
 W_{m2} &= 0,190 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,190 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Total pemakaian energi listrik motor induksi 1 dan 2 adalah :

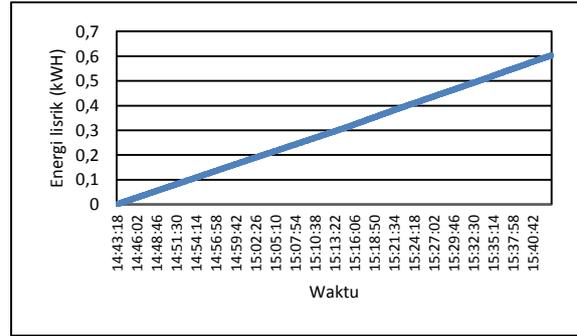
$$\begin{aligned}
 W_{total} &= W_{m1} + W_{m2} \\
 &= 0,186 + 0,190 \\
 &= 0,376 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk pemakaian energi listrik dari motor induksi satu fasa sebagai mesin air bahwa jika motor induksi satu fasa disuplai tanpa inverter untuk 2 (dua) buah motor induksi maka diperoleh pemakaian energi listrik sebesar 0,61 kWh dan jika motor induksi satu fasa disuplai dengan inverter untuk 2 (dua) buah motor induksi diperoleh pemakaian energi listrik sebesar 0,376 kWh. Dari hasil tersebut terjadi penghematan energi listrik sebesar 0,234 kWh atau penghematan energi listrik sebesar 38,36%. Dari hasil pengukuran daya motor induksi satu fasa diperoleh grafik daya dari motor induksi seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik daya motor induksi satu fasa tanpa inverter

Dari Gambar 6, motor induksi satu fasa dioperasikan selama 1 (satu) jam dan daya yang terjadi berfluktuatif yang disebabkan oleh perubahan tegangan input yang diberikan pada motor induksi satu fasa. Selanjutnya hubungan antara pemakaian energi listrik dari motor induksi satu fasa seperti pada gambar 7 dan dalam rentang waktu mulai start, pemakaian energi listrik terus meningkat dimana pada rentang waktu 1 (satu) jam konsumsi energi listrik sebesar 0,603 yang diuji pada tanggal 9 Maret 2017.



Gambar 7. Grafik pemakaian energi listrik pada motor induksi tanpa inverter

Perhitungan biaya pemakaian energi listrik tanpa inverter bila biaya per-kWh energi listrik sebesar Rp. 1.352,- [12], maka diasumsikan sebagai berikut :

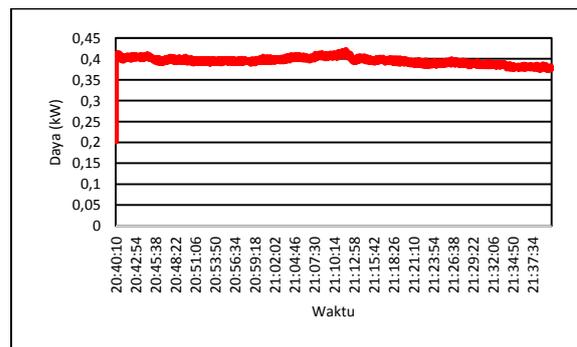
$$\begin{aligned}
 1. \text{ Pemakaian selama satu (1) jam dalam sehari} \\
 \text{Biaya energi listrik} &= 0,603 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp.}1.352,- \\
 &= \text{Rp.} 815,256
 \end{aligned}$$

Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik sebesar Rp. 24.457,68

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Pemakaian selama dua (2) jam} \\
 \text{Biaya energi listrik} &= 0,603 \text{ kW} \times 2 \text{ jam} \times \text{Rp.}1.352,- \\
 &= \text{Rp.} 1.630,51
 \end{aligned}$$

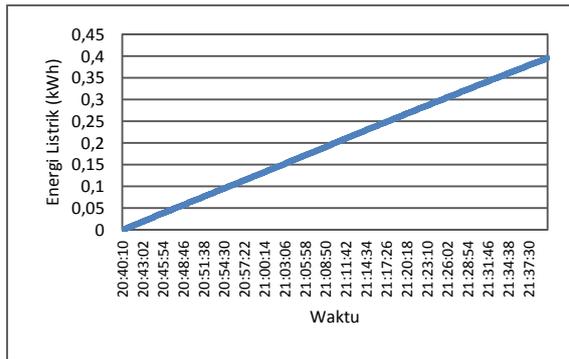
Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik sebesar Rp. 48.915,3

Selanjutnya hubungan antara waktu dengan daya motor induksi satu fasa menggunakan inverter seperti pada gambar 8. Dari gambar terlihat bahwa dengan penggunaan inverter satu fasa maka daya dari motor induksi satu fasa mendekati konstan bila dibandingkan dengan motor induksi tanpa inverter.



Gambar 8. Grafik daya motor induksi satu fasa menggunakan inverter

Grafik penggunaan energi listrik dari motor induksi satu fasa menggunakan inverter seperti terlihat pada gambar 7, dimana dalam rentang waktu 1 jam penggunaan energi listrik sebesar 0,396 kWh.



Gambar 9. Grafik pemakaian energi listrik pada motor induksi menggunakan inverter

Perhitungan biaya pemakaian energi listrik dengan menggunakan inverter dan bila biaya per-kWh energi listrik sebesar Rp. 1.352,- maka lamanya pemakaian diasumsikan sebagai berikut :

1. Pemakaian selama satu (1) jam dalam sehari

Biaya energi listrik

$$= 0,396 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp.}1.352,- = \text{Rp.} 535,392$$

Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik sebesar Rp. 16.061,76

2. Pemakaian selama dua (2) jam

Biaya energi listrik

$$= 0,396 \text{ kW} \times 2 \text{ jam} \times \text{Rp.}1.352,- = \text{Rp.} 1.070,784$$

Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik sebesar Rp. 32.123,52

Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa penghematan energi listrik yang diperoleh untuk motor induksi tanpa inverter dan menggunakan inverter adalah sebagai berikut :

1. Penghematan energi listrik selama satu (1) jam dalam sehari.

Penghematan energi listrik

$$= \frac{0,603 - 0,396 \text{ kWh}}{0,603} \times 100\% = 34,32\%$$

atau bila dihitung dalam biaya sebesar Rp. 281,864 dalam satu hari dan Rp. 8.455,92 dalam satu (1) bulan.

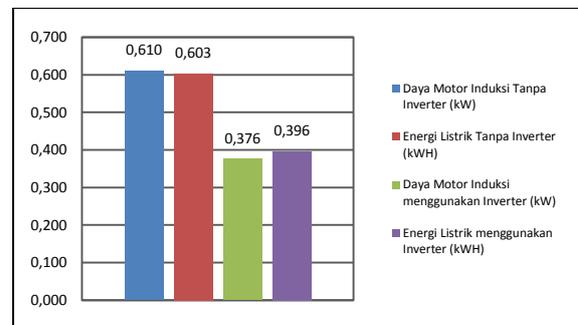
2. Penghematan energi listrik selama satu (2) jam dalam sehari.

Penghematan energi listrik

$$= \frac{1,206 - 0,792 \text{ kWh}}{1,206} \times 100\% = 34,32\%$$

atau bila dihitung dalam biaya sebesar Rp. 559,726 dalam satu hari dan Rp. 16.791,78 dalam satu (1) bulan.

Adapun perbandingan penggunaan energi listrik dari tabel 1 dan tabel 3 adalah seperti pada gambar 10. Dari gambar 10 terlihat bahwa penggunaan energi listrik menggunakan inverter lebih rendah sebesar 0,207 kWh dibandingkan dengan motor induksi tanpa inverter atau penghematan energi listrik sebesar 34,32%.



Gambar 10. Grafik perbandingan pemakaian energi listrik pada motor induksi tanpa inverter dan menggunakan inverter

4. KESIMPULAN

1. Motor induksi satu fasa bila dioperasikan tanpa menggunakan inverter diperoleh daya sebesar 0,610 kW dengan energi listrik sebesar 0,603 kWh dan motor induksi menggunakan inverter diperoleh daya sebesar 0,376 kW dengan energi listrik sebesar 0,396 kWh
2. Perbandingan penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa menggunakan inverter lebih rendah sebesar 0,207 kWh dibandingkan tanpa inverter dengan penghematan energi listrik sebesar 34,32% atau sebesar Rp. 8.395,92 dalam satu bulan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldi Huda Irawan, 2013, *Penghematan Energi pada Kompresor Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)*, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1 ISSN: 2337-3539.
- [2] Atmam, 2013, *Penentuan Parameter Motor Induksi Tiga Fasa Tipe Sangkar*, Prosiding LPPM Unilak, LPPM Unilak.
- [3] Antonio Fernandes Filipe, M. Abdul Hamid, 2011, *Analisis Penggunaan Motor Induksi Satu Fasa Menggunakan Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM) Dengan MATLAB*, Jurnal Elektro ELTEK Vol. 2, No. 1 ISSN: 2086-8944.
- [4] Iwan Abdul Malik, Nasrun Hariyanto, Syahrial, 2013, *Analisis Penghematan Energi Motor Listrik di PT. X*, Jurnal Reka Elkomika, Vol.1, No.3 ISSN: 2337-439X.

- [5] Heri Haryanto, 2011, *Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi*, Rekayasa, Volume 4, Nomor 1 ISSN: 0216-5325.
- [6] Ilham Sayekti, 2015, *Rancang Bangun Modul Inverter Gelombang Sinus Menggunakan LPF Orde Dua Sebagai Pengubah Gelombang Kotak Menjadi Sinus*, Orbith Vol. 11 No. 2 ISSN: 1858-2095.
- [7] Rashid, M.H, 1993, *Power Electronics: Circuits, Devices, And Application*, 2nd ed, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [8] Ahmad Antares Adam, 2015, *Rangkaian Inverter Satu Fasa Berdasarkan Perubahan Frekuensi Untuk Pengendalian Kecepatan Motor Kapasitor*, Jurnal Gravitasi, Vol. 14 No. 1 ISSN: 1412-2375.
- [9] Fitzgerald, A.E, 2003, *Electric Machinery*, McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York.
- [10] Sudaryantno Sudirham, 2002, *Analisis Rangkaian Listrik*, Penerbit ITB, Bandung.
- [11] Stephen J. Chapman, 2005, *Electric Machinery Fundamentals*, McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of Americas, New York.
- [12] Kementerian ESDM, 2016, *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 28 tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO)*, Jakarta.