

**PERANCANGAN SIMULASI UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI TIGA FASE  
DENGAN SUMBER SATU FASE MENGGUNAKAN *BOOST BUCK  
CONVERTER REGULATOR DAN INVERTER* TIGA FASE *PULSE WIDTH  
MODULATION (PWM)* MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB  
(*PERFORMANCE ANALYSIS OF THREE-PHASE INDUCTION MOTOR WITH SOURCE ONE  
PHASE USING BOOST - BUCK CONVERTER REGULATOR AND INVERTER THREE PHASE  
PULSE WIDTH MODULATION USING MATLAB SOFTWARE*)**

Alexander Aqwi Islamy, Triwahju Hardianto, Supriyadi Prasetyono  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)  
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121  
*e-mail*: triwahju@gmail.com

### **Abstrak**

Motor induksi merupakan motor yang paling banyak digunakan dalam dunia industri karena mempunyai beberapa kelebihan yaitu perawatan yang sederhana, memiliki struktur yang kokoh, harga yang relatif terjangkau dan mudah didapat dipasaran. Pengoperasian motor induksi tiga fase dengan sumber satu fase menjadi pilihan yang sangat baik untuk keadaan dimana sumber tiga fase tidak tersedia. Tegangan nominal pada sumber satu fase adalah 220 volt, jika menggunakan motor induksi tiga fase dengan tegangan nominal 380 volt maka dibutuhkan *boost buck converter* untuk menaikkan tegangan dari sumber satu fase dan control PI untuk mengontrol tegangan dalam merespon perubahan beban pada motor induksi. Proses konversi tiga fase menggunakan inverter *pulse width modulation*. Simulasi unjuk kerja pada motor induksi dalam penelitian ini menggunakan matlab R2010b dengan spesifikasi motor 5 HP, 380 volt 50 Hz 1500 rpm. Hasil simulasi diperoleh nilai faktor daya saat terhubung dengan sumber satu fase saat tanpa beban 0,0925 dan saat beban nominal 0,8259. Hasil dari efisiensi rata – rata sebesar 89,64% pada saat motor terhubung dengan sumber satu fase lebih besar dari saat motor terhubung dengan sumber tiga fase yaitu 89,22%.

**Kata kunci** : motor induksi, boost buck konverter, PI controller, inverter pulse width modulation.

### **Abstract**

*Majority of industrial and rural area use electric motor, since they are rugged, reliable and relative inexpensive. In practice, most of these drive are based on induction motor. The operating three phase induction motor with single phase become excellent choice for situations where three phase power supply not available. For nominal voltage in single phase is 220 volt, if using three phase induction motor in line nominal voltage is 380 volt need Boost Buck Converter regulator using PI control is used to control the voltage in response to changes in load on the induction motor. The Process of three phase conversion through inverter circuit is using pulse with modulation technique. To performance analysis of induction motor, in this study used matlab R2010b with specification motor 5 HP 380 Volt 50 Hz 1500 rpm. In analysis simulation resulted power factor value in motor one phase supply get 0,0925 at no load and 0,8259 in nominal load. But the average efficiency resulted 89,64% at motor with one phase supply is bigger than motor with three phase supply is 89,22 %.*

**Keyword** : induction motor, boost buck konverter, PI controller, inverter pulse width modulation.

## **PENDAHULUAN**

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan. Motor induksi 3 fase disuplai dengan sumber satu fase begitupun motor induksi satu fase di suplai dengan sumber satu fase [1-2] Penggunaan motor induksi ini dalam jangkauan yang luas dapat digunakan pada industri kecil maupun rumah tangga sehingga motor tiga fase dapat digunakan dalam sumber satu fase [8]. Pengkonversian ini menjadi pilihan apabila sumber tiga fase tidak tersedia. Elektronika daya memberikan kemudahan dalam aplikasi teknologi listrik

dengan pengubahan daya dari sumber ke beban listrik. Terdapat empat jenis sistem pengubahan daya yaitu AC-DC *rectifier*, DC-AC *inverter*, AC-AC *converter* dan DC-DC *chopper* dengan masing-masing keunikan aplikasinya [4]. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dalam membandingkan unjuk kerja pada sumber *inverter*, digunakan tegangan *regulator* konverter untuk merespon setiap perubahan tegangan pada *inverter* saat dilakukan perubahan pembebanan motor. *Inverter* adalah konverter sumber DC ke AC dengan tegangan dan frekuensi keluaran yang dapat dikendalikan [1-4]. PWM inverter merupakan

jenis *inverter* yang menggunakan modulasi lebar pulsa dalam teknik konversinya [1].

Penelitian terdahulu [12]. Melakukan penelitian motor induksi tiga fase yang diberi sumber satu fase. Untuk merubah sumber AC ke DC digunakan *rectifier*, dan untuk memperoleh tegangan keluaran yang diharapkan, pada *rectifier* ditambahkan *boost inductor* untuk menaikkan tegangan dan mengatur nilai *duty cycle* sampai diperoleh nilai yang mendekati tegangan nominal masukan *inverter*. Untuk merubah sumber arus satu fase peneliti menggunakan *inverter* tiga fase. hasil penelitian tersebut didapatkan hasil tentang kecepatan pada motor induksi cenderung naik turun sekitar 1,3 % pada sumber *inverter*, Daya yang dibutuhkan oleh motor induksi juga semakin besar saat motor induksi dioperasikan melalui sumber *inverter*, dikarenakan daya yang dibutuhkan saat motor dioperasikan dengan sumber *inverter* besar, otomatis faktor daya juga bertambah besar, dan efisiensi motor induksi yang terhubung dengan sumber *inverter* pada penelitian ini diperoleh lebih kecil sebesar 77,77% saat tanpa beban dan 87,29% pada beban penuh sedangkan untuk motor yang terhubung dengan sumber sinus diperoleh efisiensi sebesar 82,91% saat tanpa beban dan 88,71% pada beban penuh.

Pada penelitian ini digunakan motor induksi 3 fase dengan tegangan line sebesar 380 volt, untuk merubah sumber AC 1 fase 220 volt menjadi sumber DC digunakan *rectifier* sebagai konverter AC ke DC [1-2], maka tegangan keluaran *rectifier* akan dinaikkan menggunakan *boost buck konverter* [1-4] sesuai dengan tegangan nominal masukan pada *inverter* dan control PI untuk menstabilkan keluaran dari *boost buck konverter*, untuk merubah sumber DC 1 fase menjadi AC 3 fase digunakan *inverter* dengan modulasi lebar pulsa sebagai teknik konversinya [1-11]

### METODE PENELITIAN

Untuk dapat mencapai tujuan penulisan penelitian ini, perlu adanya suatu metodologi, metode yang dilakukan adalah sebagai berikut:

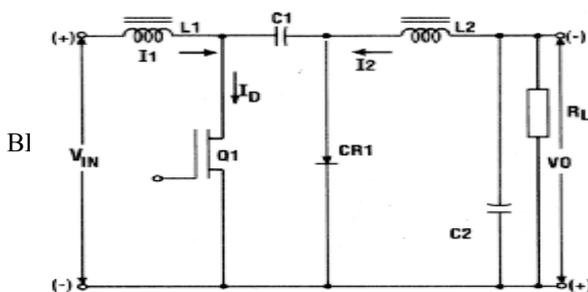
1. Studi literatur.

Teori yang digunakan meliputi, *rectifier*, *boost buck konverter* dengan control PI yang digunakan menaikkan tegangan sesuai dengan tegangan nominal masukan pada *inverter*, dan *inverter* yang digunakan untuk merubah tegangan DC menjadi tegangan AC.

a. Boost Buck Converter

Boost-Buck atau Cuk. Seperti halnya metoda Buck-Boost, tegangan keluaran yang dihasilkan dapat diatur menjadi lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan masukan. Namun dengan kelebihan tingkat ripple yang rendah pada arus masukan maupun arus keluaran. Persamaan tegangan yang berlaku pada CCM adalah sebagai berikut

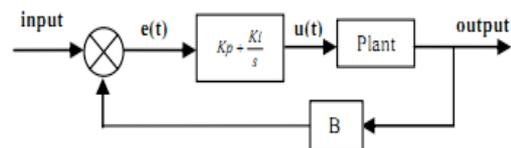
$$V_o = - \frac{D}{(1-D)} V_{in} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 1. rangkaian dasar boost-buck

b. Perancangan controller PI

Pengendali PI adalah sistem pengendali gabungan antara pengendali proporsional dan integral. Diagram blok pengendali PI dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blog diagram pengendali PI

Dalam waktu kontinyu, sinyal keluaran pengendali PI dapat dirumuskan sebagai berikut

$$u(t) = K_p \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt \right) \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

u(t) = sinyal keluaran pengendali PI

K<sub>p</sub> = Konstanta proporsional

T<sub>i</sub> = waktu integral

K<sub>i</sub> = konstanta integral

e(t) = sinyal kesalahan

e(t) = referensi – keluaran plant

Jadi, fungsi alih pengendali PI (dalam domain S) dapat dinyatakan sebagai berikut

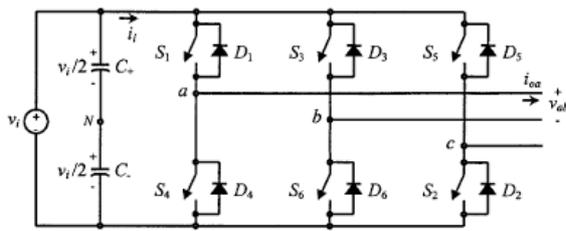
$$\frac{e(t)}{u(t)} = K_p + \frac{K_i}{S} \dots \dots \dots (3)$$

c. Inverter

*Inverter* adalah suatu rangkaian yang mampu mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Ada dua jenis *inverter* yang umum digunakan pada sistem tenaga listrik yaitu :

- 1) *Inverter* dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang konstan CVCF (*Constant Voltage Constant Frequency*)
- 2) *Inverter* dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang berubah – ubah. *Inverter* jenis ini digunakan pada pemakaian khusus seperti pemakaian pada pompa listrik 3 fase dengan menggunakan sumber tegangan dc.

Prinsip dasar dari *inverter* tiga fase dengan menggunakan modulasi lebar pulsa dapat dilihat pada Gambar 3.



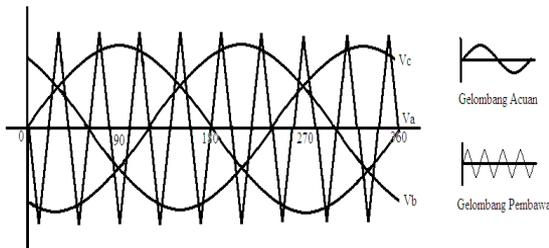
Gambar 3. Rangkaian Voltage Source Inverter

d. Pulse Width Modulation (PWM)

PWM tiga fase terdiri dari 3 buah sinyal sinus dengan beda fase 120° sebagai gelombang modulasi dan sebuah sinyal segitiga sebagai gelombang pembawa / carrier. Dengan tegangan keluarannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

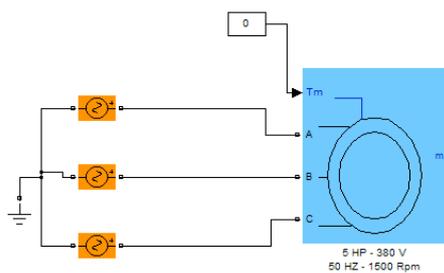
$$V_{ab} = m \times \frac{\sqrt{3}}{2} V_i \dots\dots\dots (4)$$

Pada proses pembangkitan SPWM dilakukan dengan perbandingan amplitudo antara sinyal segitiga dengan sinyal sinus. Sinyal penggerak akan dibangkitkan apabila amplitudo sinyal sinus lebih besar daripada amplitudo sinyal segitiga.



Gambar 4. Pulse Width Modulation

e. Pemodelan motor induksi 3 fase dengan sumber 3 fase.



Gambar 5 pengujian motor induksi dengan sumber tiga fase.

Pada pengujian ini, sumber tegangan pada motor induksi tiga fase diperoleh dengan menentukan tegangan puncak ( $V_{peak}$ ) dengan rumus :

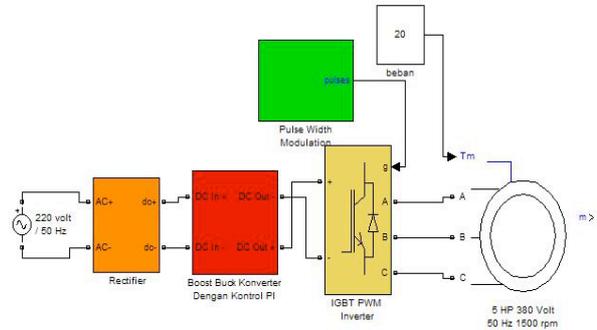
$$V_{LN} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (5)$$

Sedangkan untuk mendapatkan besarnya nilai tegangan *line to neutral* maka dapat diperoleh dari rumus berikut :

$$V_{LL} = V_{LN} \times \sqrt{3} \dots\dots\dots (6)$$

f. Pemodelan motor induksi 3 fase dengan sumber 1 fase

Pada perancangan sumber tiga fase *inverter* nilai tegangan motor nominal maka diperoleh menggunakan nilai *peak to peak* pada persamaan dibawah ini:



Gambar 6 pengujian motor induksi dengan sumber satu fase.

Tegangan *line to line inverter* adalah :

$$V_{LL} = m \times \frac{\sqrt{3}}{2} V_{dc} \dots\dots\dots (7)$$

$$V_{dc} = \frac{2 \times V_{LL}}{\sqrt{3} \times m} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- $V_{LL}$  : Tegangan *line to line*
- $V_{dc}$  : Tegangan input *inverter*
- $M$  : index modulasi ( $0 < m \leq 1$ )

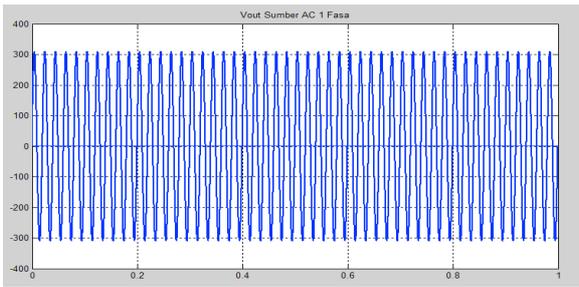
g. Pengujian sistem simulasi

Setelah semua blok simulasi sistem tersebut dirancang, langkah selanjutnya adalah penggabungan blok sistem tersebut menjadi satu kesatuan serta melakukan pengujian sistem simulasi. Yaitu pengujian motor induksi tiga fase dengan menggunakan sumber sinus AC tiga fase dan sumber *inverter* dengan supply AC satu fase.

Kedua pengujian ini dilakukan pada saat kondisi tanpa beban dan dengan perubahan pembebanan untuk dilihat respon terhadap kecepatan, daya dan faktor daya setiap adanya perubahan beban yang diberikan yaitu 5Nm, 10Nm, 15Nm, 20Nm, dan 23.76Nm.

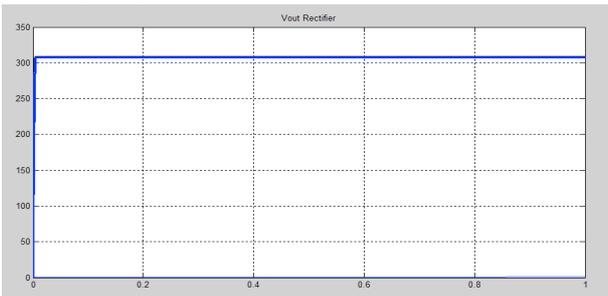
**HASIL PENELITIAN**

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pengujian motor induksi dengan sumber tiga fase dan pengujian motor induksi tiga fase dengan sumber satu fase. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sumber AC satu fase dapat dilihat pada gambar 7:



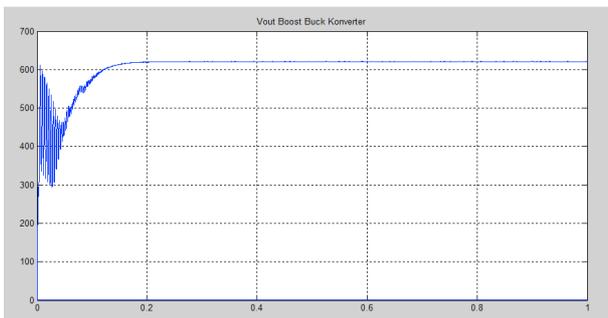
Gambar 7 Tegangan keluaran sumber AC 1 fase

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *rectifier* terlihat pada gambar 8.



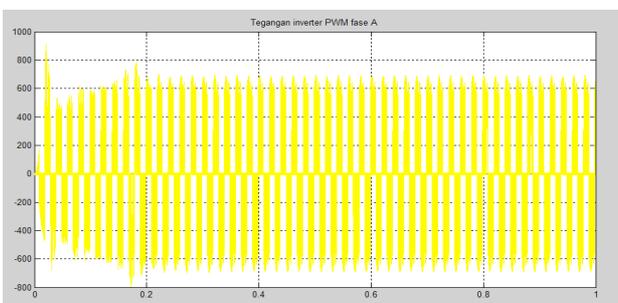
Gambar 8 tegangan keluaran *rectifier* gelombang penuh

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *boost – buck konverter* menggunakan *control PI* sebesar 620,54 volt, gambar tegangan keluarannya dapat dilihat pada gambar 9.

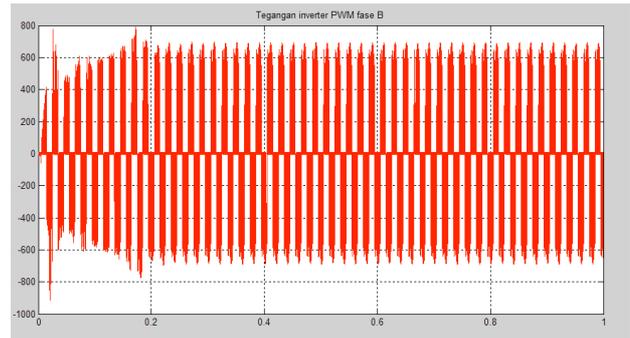


Gambar 9 Gambar tegangan keluaran *boost – buck konverter* menggunakan *control PI*

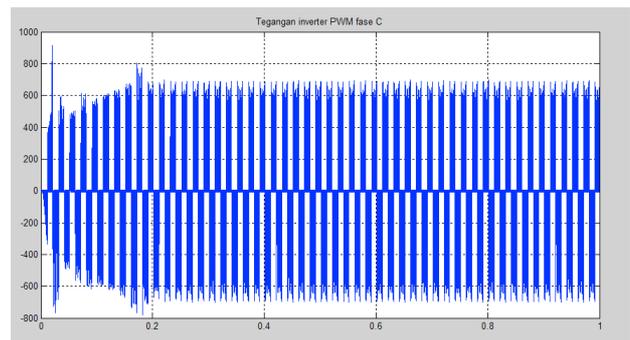
Gambar gelombang keluaran yang dihasilkan oleh *inverter* tiga fase *Pulse Width Modulation (PWM)* dapat dilihat pada gambar 10, 11, 12 dan 13.



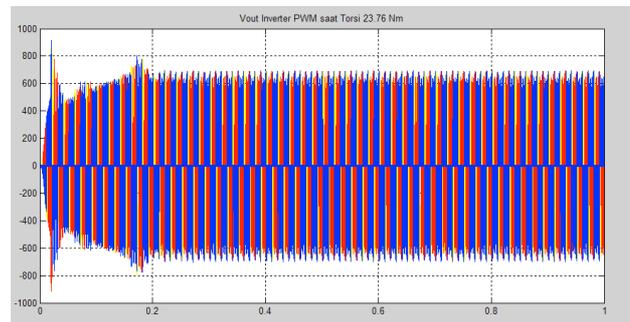
Gambar 10 Gelombang tegangan keluaran  $V_{ab}$  pada *inverter*



Gambar 11 Gelombang tegangan keluaran  $V_{bc}$  pada *inverter*



Gambar 12 Gelombang tegangan keluaran  $V_{ca}$  pada *inverter*



Gambar 13 Gelombang tegangan keluaran *inverter PWM* tiga fase

## PEMBAHASAN

Pada pengujian motor induksi tiga fase dengan sumber satu fase pada gambar 13 merupakan bentuk gelombang tegangan *inverter* yang diperoleh melalui teknik modulasi lebar pulsa. Gelombang Tegangan keluaran *inverter* berupa sinyal persegi / kotak bolak – balik bukan berupa gelombang sinus. Hal ini dikarenakan pada proses PWM dihasilkan pulsa yang berbentuk persegi yaitu dengan membandingkan *amplitude* sinyal sinus terhadap sinyal segitiga. Pulsa akan bernilai tinggi (on) apabila *amplitude* sinyal sinus lebih besar dari sinyal segitiga, dan sebaliknya pulsa bernilai rendah (off) apabila *amplitude* sinyal sinus lebih kecil dari sinyal segitiga.

Tabel 1 Perbandingan Arus dan Tegangan Motor Induksi

| Torsi Beban (Nm) | Sumber Sinus Tiga Fase |                 | Sumber Sinus Satu Fase |                 |
|------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
|                  | Arus (ampere)          | Tegangan (volt) | Arus (ampere)          | Tegangan (volt) |
| 0                | 3,34                   | 379,99          | 3.4                    | 379.97          |
| 5                | 3,67                   | 379,99          | 3.72                   | 377.97          |
| 10               | 4,37                   | 379,99          | 4.5                    | 377.78          |
| 15               | 5,32                   | 379,99          | 5.42                   | 376.63          |
| 20               | 6,41                   | 379,99          | 6.54                   | 376.23          |
| 23,76            | 7,31                   | 379,99          | 7.46                   | 376.39          |

Tabel 2 Perbandingan Kecepatan Motor Induksi 3 Fase

| Torsi (Nm) | Kecepatan Pada Sumber Sinus Tiga Fase (rpm) | Kecepatan Pada Sumber Sinus Satu Fase (rpm) |
|------------|---|---|
| 0          | 1498  | 1498  |
| 5          | 1488  | 1489  |
| 10         | 1478  | 1479  |
| 15         | 1468  | 1468  |
| 20         | 1458  | 1457  |
| 23.76      | 1449  | 1450  |

Tabel 3 Perbandingan Faktor Daya Motor Induksi 3 fase

| Torsi (Nm) | Faktor Daya Pada Sumber Sinus Tiga Fase | Faktor Daya Pada Sumber Sinus Satu Fase |
|------------|---|---|
| 0          | 0.1082                                  | 0.0925                                  |
| 5          | 0.4263                                  | 0.4121                                  |
| 10         | 0.6368                                  | 0.5947                                  |
| 15         | 0.7564                                  | 0.7272                                  |
| 20         | 0.8229                                  | 0.8001                                  |
| 23.76      | 0.8533                                  | 0.8259                                  |

Tabel 4 Perbandingan Daya Aktif Motor Induksi 3 Fase

| Torsi (Nm) | Daya Aktif Pada Sumber Sinus Tiga Fase (watt) Per fase | Daya Aktif Pada Sumber Sinus Satu Fase (watt) Per fase |
|------------|--|--|
| 0          | 158.6  | 133  |
| 5          | 686.5  | 662.97   |
| 10         | 1222   | 1180   |
| 15         | 1765   | 1743.8   |
| 20         | 2316   | 2306.67  |
| 23.76      | 2737   | 2715.33  |

Tabel 5 Perbandingan Daya Reaktif Motor Induksi 3 Fase

| Torsi (Nm) | Daya Reaktif Pada Sumber Sinus Tiga Fase (VAr) Per fase | Daya Reaktif Pada Sumber Sinus Satu Fase (VAr) Per fase |
|------------|---|---|
| 0          | 1457  | 1459.67   |
| 5          | 1457  | 1431.67   |
| 10         | 1479  | 1498.63   |
| 15         | 1526  | 1510.87   |
| 20         | 1599  | 1578.13   |
| 23.76      | 1672  | 1685.13   |

Tabel 6 Perbandingan Efisiensi Motor Induksi 3 fase

| Torsi Beban (Nm) | Efisiensi Pada Sumber Sinus Tiga Fase (%) | Efisiensi Pada Sumber Sinus Satu Fase (%) |
|------------------|---|---|
| 5                | 84.75                                     | 85.74                                     |
| 10               | 91.04                                     | 90.30                                     |
| 15               | 90.25                                     | 91.01                                     |
| 20               | 90.24                                     | 90.78                                     |
| 23.76            | 89.83                                     | 90.39                                     |

Dari tabel 1 dapat dijelaskan bahwa arus dan tegangan yang dihasilkan pada sumber sinus tiga fase berbeda dengan sumber sinus satu fase. Yaitu tegangan pada sumber sinus tiga fase bernilai konstan. Sedangkan pada sumber sinus satu fase bervariasi dengan nilai mendekati nominal. Pada tabel 2 dapat diketahui bahwa kecepatan motor semakin menurun dengan penambahan beban pada motor. Hal ini terlihat saat motor menggunakan sumber sinus tiga fase maupun sumber sinus satu fase. Saat menggunakan sumber sinus satu fase ada sedikit perbedaan yaitu pada saat pembebanan 5 Nm dan 10Nm yaitu lebih tinggi dibandingkan saat terhubung dengan sumber sinus tiga fase, sedangkan saat pembebanan 23,76 Nm yaitu lebih rendah dibandingkan saat terhubung dengan sumber sinus tiga fase. Dari tabel 3 diketahui motor induksi saat terhubung dengan sumber sinus satu fase memiliki nilai faktor daya ( $\cos \phi$ ) lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan sumber sinus tiga fase. Saat beban nominal 23,76 Nm motor dengan sumber sinus satu fase sebesar 0,833 dan dengan sumber sinus tiga fase sebesar 0,8532. Kenaikan faktor daya diikuti dengan semakin besarnya pembebanan yang diberikan pada motor. Sehingga dapat diketahui nilai faktor daya /  $\cos \phi$  sebanding dengan nilai torsi beban motor. Nilai faktor daya yang lebih besar pada motor yang terhubung dengan sumber sinus tiga fase dihasilkan sudut arus terhadap tegangan yang lebih kecil dibandingkan dengan motor yang terhubung dengan sumber sinus satu fase. Dari hasil ini menunjukkan bahwa motor yang terhubung dengan sumber sinus tiga fase memiliki nilai  $\cos \phi$  yang lebih besar

dibandingkan dengan motor yang terhubung dengan sumber sinus satu fase.

Pada tabel 4 diatas dapat diketahui bahwa daya aktif masukan motor induksi dengan sumber sinus satu fase relatif lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan sumber sinus tiga fase. yaitu saat kondisi tanpa beban sebesar 63,13 watt. Pada saat penambahan beban juga diikuti dengan nilai daya aktif yang semakin besar. Hal ini dikarenakan pada motor yang terhubung dengan sumber sinus tiga fase memiliki nilai  $\cos \phi$  yang lebih besar sehingga diperoleh nilai daya aktif yang juga semakin besar. Pada tabel 5 dapat diketahui nilai daya reaktif yang diserap oleh motor induksi yang terhubung dengan sumber sinus satu fase lebih kecil. Hal ini dikarenakan komponen induktif motor tidak terhubung langsung pada sumber melainkan terhubung oleh saklar elektronik *inverter*. Dari hasil perhitungan pada tabel 6 dalam penelitian ini diperoleh nilai efisiensi motor saat terhubung sumber sinus satu fase lebih besar dibandingkan saat terhubung dengan sumber sinus tiga fase. Hal tersebut sesuai dengan prinsip dasar tipe peralihan yaitu fungsi transistor sebagai electronic switch yang dapat dibuka (off) dan ditutup (on). Dengan asumsi bahwa switch tersebut ideal, jika switch ditutup maka tegangan keluaran akan sama dengan tegangan masukan, sedangkan jika switch dibuka maka tegangan keluaran akan menjadi nol. Berbeda dengan tipe linier, pada tipe peralihan tidak ada daya yang diserap pada transistor sebagai switch. Ini dimungkinkan karena pada waktu switch ditutup tidak ada tegangan yang jatuh pada transistor, sedangkan pada waktu switch dibuka, tidak ada arus listrik mengalir. Ini berarti semua daya terserap pada beban, sehingga efisiensi daya menjadi 100%. Namun pada prakteknya, tidak ada switch yang ideal, sehingga akan tetap ada daya yang hilang sekecil apapun pada komponen switch dan efisiensinya walaupun sangat tinggi, tidak akan pernah mencapai 100%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisa melalui simulasi sistem, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Boost buck konverter regulator* dengan kontrol PI dapat menaikkan tegangan sebesar 620,54 Volt sesuai dengan tegangan nominal masukan pada inverter tiga fase PWM.
2. Inverter tiga fase PWM dapat mengkonversi sumber sinus satu fase menjadi sumber sinus tiga fase dengan tegangan keluaran kurang lebih sebesar 537,4 Volt yang merupakan tegangan nominal masukan motor induksi tiga fase.
3. Penggunaan *boost buck konverter regulator* untuk merespon setiap perubahan tegangan pada inverter didapatkan hasil yang lebih optimal pada unjuk kerja motor induksi tiga fase pada sumber inverter, Efisiensi motor induksi yang terhubung dengan sumber *inverter* pada penelitian ini diperoleh lebih besar sebesar 81,27% saat tanpa beban dan 89,05% pada beban penuh sedangkan untuk motor yang terhubung dengan sumber sinus diperoleh efisiensi sebesar 79,31% saat tanpa beban dan 88,19% pada beban penuh.

4. Kecepatan rotor yang dihasilkan oleh motor saat tanpa beban yang terhubung dengan sumber sinus sebesar 1498 rpm dan saat terhubung dengan sumber *inverter* sebesar 1498 sedangkan pada beban penuh saat terhubung dengan sumber sinus sebesar 1449 rpm dan saat terhubung dengan sumber *inverter* sebesar 1448.
5. Nilai faktor daya yang dihasilkan oleh motor saat tanpa beban yang terhubung dengan sumber sinus sebesar 0,1082 dan saat terhubung dengan sumber *inverter* sebesar 0,0863 sedangkan pada beban penuh saat terhubung dengan sumber sinus sebesar 0,8532 dan saat terhubung dengan sumber *inverter* sebesar 0,833.

Agar penelitian dalam skripsi ini dapat dikembangkan menjadi sesuatu yang lebih sempurna, maka saran-saran yang dapat diberikan:

1. Menggunakan metode yang berbeda untuk menentukan nilai – nilai komponen pada *Boost-Buck Konverter* yang diharapkan mendapatkan tegangan keluaran yang bernilai konstan.
2. Dengan adanya penelitian ini, untuk lebih aplikatif diharapkan nantinya ada penerapan dengan pembuatan alat untuk pengoperasian motor induksi tiga fase pada suplai satu fase.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bimal K Bose. 2006. *Power Electronic And Motor Drive*.
- [2] DYNEX. *IGBT chopper module DIM200WKS12-A000 data sheet*
- [3] [http://www.icgst.com/Pradeep M Patil, Sanjay L Kurkute. 2006. ACSE Journal, Volume \(6\), Issue \(3\), Oct, 2006](http://www.icgst.com/Pradeep M Patil, Sanjay L Kurkute. 2006. ACSE Journal, Volume (6), Issue (3), Oct, 2006)
- [4] Muhammad H. Rasid. 2001. *Power Electronic Handbook*.
- [5] Muhammad H. Rasid. 2001. *Elektronika Daya*. Jakarta : PT Prenhallindo
- [6] POWEREX. *Three Phase IGBT Inverter PM50CSD120 data sheet*
- [7] Stephen J. Chapman. 2004. *Electric Machinery Fundamental Fourth Edition*. McGraw-Hill. Inc
- [8] Subianto A. 2010. *Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi Tiga Fase dengan Sumber Satu Fase Menggunakan Inverter Pulse Width Modulation*. Universitas Jember
- [9] Taufik. *A Short Course On DC-DC Converter*. Politeknik Negeri Malang
- [10] Walshe K A. 2002. *Basic Switching Circuit*.
- [11] Zuhail. 1991. *Dasar Tenaga Listrik (Cetakan ke-2)*. Bandung : Penerbit ITB
- [12] \_\_\_\_\_. 1995. *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum.