



**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**

SKRIPSI

Oleh:

**Alexander Aqwi Islamy
NIM 061910201133**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**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**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata-1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Alexander Aqui Islamy
NIM 061910201133

PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur terlafadz atas asma-Nya, seluruh tenaga, waktu, pikiran, perjuangan dan pengorbanan tidak terhenti sampai disini, langkah awal untuk menggapai mimpi-mimpi menuju kesuksesan yang sesungguhnya akan segera dimulai.

Bismillahirrahmanirrahim.....

Dari lubuk hati yang dalam, skripsi ini saya persembahkan untuk semua orang yang aku sayangi :

1. Kedua orang Tuaku, ibunda Mutammimah dan Ayahanda Drs. Mauliy BS Al - Manaf yang tak pernah lelah memberikan kasih sayang, cinta, dan doa disetiap langkah hidupku. Serta (Mbak Vera, Mbak Ida, dan Mas Rizal) saudara-saudaraku tercinta, terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang dan do'a restunya. Bersama kalian suasana rumah akan selalu indah ;
2. Kedua mertuaku, Aba H. Moh. Yasin Syah dan Umi Hj. Umiati, terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang dan do'a restunya.
3. Istriku Dwi Puji Lestari, Amd. Kep terima kasih atas dukungan, motivasi, do'a, kasih sayang, dan pengorbanan yang tulus selama ini. Semoga kita tetap selalu bersama dalam suka maupun duka sampai maut memisahkan kita.
4. Anakku Safina Aqiu El – Fanin yang telah menjadi pemicu semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Semua teman-teman TE S1 06, kalian semua sungguh merupakan kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan, bersama kalian pengetahuan & wawasanaku semakin banyak.
6. Guru-guruku dari TK sampai PTN yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidikku dengan penuh kesabaran dan tidak lupa guru

spiritual yang senantiasa membimbing, mengajar tentang pengetahuan agama,
terima kasih atas jasa-jasanya;

7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(terjemahan Surat *Al Baqoroh* ayat 153)

“Dialah sebaik-baik tuhan dan sebaik-baik penolong”.

(terjemahan Surat *Al Anfal* ayat 40)

Kita tidak akan bisa merubah kesalahan kemarin, tapi kita akan bisa memulai yang baru dengan cermin kesalahan kemarin

(*Mario Teguh*)

“Berdo’a, berusaha, dan bersabar”.

(Alexander Aqul Islamy)

*) Departemen Agama RI 1998. *Al-Qur’an dan terjemahannya*. Semarang. PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Alexander Aqwi Islamy

NIM : 061910201133

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul : “ *Perancangan Simulasi Unjuk Kerja Motor Induksi Tiga Fase dengan Sumber Satu Fase menggunakan Boost Buck Konverter Regulator dan Inverter Tiga Fase Pulse Width Modulation (PWM) Menggunakan Software Matlab* “ adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Januari 2013.

Yang menyatakan,

Alexander Aqwi Islamy

NIM. 061910201133

SKRIPSI

**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**

Oleh :

Alexander Aqui Islamy

NIM 061910201133

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT

Dosen Pembimbing II : Supriyadi Prasetyono, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ *Perancangan Simulasi Unjuk Kerja Motor Induksi Tiga Fase dengan Sumber Satu Fase menggunakan Boost Buck Konverter Regulator dan Inverter Tiga Fase Pulse Width Modulation (PWM) Menggunakan Software Matlab* “ telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari :Senin

tanggal :28 Januari 2013

tempat :Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT
NIP. 19700826 199702 1 001

Suprihadi Prasetyono, ST., MT
NIP. 19700404 199601 1 001

Anggota I,

Anggota II,

H. R. B. Moch. Gozali, ST., MT
NIP. 19690608 199903 1 002

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T
NIP. 1971064 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP. 19610414 198902 1 001

Alexander Aqui Islamy

Electrical Engineering, Engineering of Faculty, Jember of University

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 suply get 0,0925 at no load and 0,8259 in nominal load. But the average efficiency resulted 89,64% at motor with one phase suply is bigger than motor with three phase supply is 89,22 %.

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

RINGKASAN

Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi Tiga Fase dengan Sumber Satu Fase menggunakan *Boost – Buck Konverter Regulator* dan *Inverter Tiga Fase Pulse Width Modulation* menggunakan Software Matlab; Alexander Aqwi Islamy 061910201133; 2013: 97 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik (S1), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

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. Penggunaan motor induksi dalam aplikasi yang luas pada daerah pemukiman maupun industri tidak hanya pada motor induksi satu fase, namun banyak digunakan motor induksi tiga fase dengan kemampuan daya yang lebih besar. Suatu teknik konversi satu fase menjadi tiga fase adalah salah satu pilihan alternatif apabila tidak tersedia sumber tiga fase.

Dalam konversi sistem tenaga, elektronika daya memberikan kemudahan dalam aplikasi teknologi listrik dengan konversi daya listrik dari sumber ke beban. *Inverter* merupakan salah satu jenis inverter yang berfungsi mengubah sumber DC menjadi AC. Untuk menghasilkan sumber tiga fase diperoleh melalui proses *switching* dengan teknik *pulse width modulation*. Sinyal sinus dimodulasikan pada sinyal segitiga untuk menghasilkan pulsa sebagai masukan pada saklar elektronik yaitu IGBT. Sesuai dengan susunan / struktur pada motor induksi tiga fase yang memiliki nilai nominal lebih besar dibandingkan pada motor induksi satu fase, maka untuk proses pengkorvesian ini diperlukan suatu proses kontrol tegangan untuk merespon perubahan beban pada motor induksi.

Untuk itu, dalam penelitian ini digunakan *Boost Buck Konverter regulator* menggunakan *Kontrol PI* yang digunakan untuk mengontrol tegangan untuk merespon perubahan beban pada motor induksi. Unjuk kerja motor induksi dapat

dilihat pada parameter perubahan kecepatan, daya dan faktor daya, serta efisiensi motor. Dalam analisa hasil simulasi diperoleh nilai kecepatan saat terhubung dengan sumber sinus pada beban 0 bernilai 1498 rpm dan pada beban penuh bernilai 1449 rpm, saat terhubung dengan inverter menggunakan *Boost Buck konverter* pada beban 0 bernilai 1498 rpm dan pada beban penuh bernilai 1448 rpm. Nilai Faktor daya saat terhubung dengan sumber sinus pada beban 0 bernilai 0,1082 dan pada beban penuh bernilai 0,8532, saat terhubung dengan inverter menggunakan *Boost Buck konverter* pada beban 0 bernilai 0,0863 dan pada beban penuh bernilai 0,833. Nilai daya aktif saat terhubung dengan sumber sinus pada beban 0 bernilai 79,29 Watt dan pada beban penuh bernilai 1367 Watt, saat terhubung dengan inverter menggunakan *Boost Buck konverter* pada beban 0 bernilai 63,13 Watt dan pada beban penuh bernilai 1354 Watt. Nilai efisiensi saat terhubung dengan sumber sinus pada beban 0 bernilai 79,39% dan pada beban penuh bernilai 88,19%, saat terhubung dengan inverter menggunakan *Boost Buck konverter* pada beban 0 bernilai 81,27% dan pada beban penuh bernilai 89,05%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikannya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember;
2. Bapak Sumardi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing dan penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Suprihadi Prasetyono, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membantu meluangkan waktu dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak H.R.B. Moch Gozali, ST., MT. selaku Dosen Penguji Anggota I;
6. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Dosen Penguji Anggota II;
7. Teman-teman seperjuangan teknik elektro khususnya angkatan 2006 “terima kasih atas rasa kekeluargaan dan persahabatannya yang luar biasa, semoga selalu kompak dan tetap terjalin rasa persaudaraan;
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu;

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan. Kritik dan saran tetap diharapkan bagi perbaikan dalam penyusunan karya tulis berikutnya.

Jember, Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Motor Induksi	5
2.2.1 Konstruksi	6
2.2.2 Stator	7
2.2.3 Rotor.....	7
2.2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	8
2.2.5 Rangkaian Rotor.....	9
2.2.6 Slip	9
2.2.7 Kecepatan Motor Induksi.....	10
2.2.8 Torsi Motor Induksi	11
2.2.9 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi	13
2.2.10 Daya Motor Induksi	17
2.2.11 Efisiensi Motor Induksi.....	17
2.2.12 Daya kompleks dan daya faktor	18
2.3 Komponen Elektronika Daya	20
2.3.1 Dioda.....	20
2.3.2 IGBT	21

2.4 Konverter Daya	23
2.4.1 <i>Rectifier</i>	23
2.4.2 <i>DC Chooper</i>	24
2.4.3 <i>Inverter</i>	30
2.4 Kontroller PI.....	32
2.5 Pulse Width Modulation (PWM)	33
BAB 3. METODE PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan.....	35
3.3 Tahap-Tahap Penelitian	35
3.4 Perancangan Sistem Motor Induksi 3 Fase di Matlab	36
3.4.1 Sumber Tiga Fase Sinusoidal.....	36
3.4.2 Sumber Tiga Fase PWM <i>Inverter</i> menggunakan Sumber Satu Fase...	37
3.4.3 <i>Software</i> Matlab	37
3.4.4 Parameter-Parameter dalam Matlab.....	39
3.4.5 Rangkaian Pengukuran Daya dan Faktor Daya	42
3.4.6 Rangkaian <i>Rectifier</i>	43
3.4.7 Rangkaian <i>Boost Buck Konverter</i>	43
3.4.8 Rangkaian <i>Inverter</i> tiga Fasa PWM.....	44
3.4.9 Pengukuran Kecepatan Motor Induksi.....	44

3.4.10 Rangkaian <i>Trigger</i>	44
3.5 Pengujian Sistem Simulasi	45
3.6 Diagram Alir (Flowchart)	46
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Pengujian Motor Induksi Tiga Fase Sumber Sinus Tiga fasa pada Tegangan Nominal dengan Perubahan Beban	47
4.2 Pengujian Motor Induksi Tiga Fase dengan Sumber Satu fasa	58
4.3 Perbandingan Unjuk Kerja Motor Induksi Sumber Sinus Satu Fasa dan Sumber Sinus Tiga Fasa	85
4.3.1 Arus Motor Induksi Tiga Fase	85
4.3.2 Kecepatan Motor Induksi Tiga Fase	86
4.3.3 Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fase	88
4.3.4 Daya Motor Induksi Tiga Fase.....	89
4.3.5 Efisiensi Motor Induksi Tiga Fase	92
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi motor induksi.....	36
Tabel 4.1 Spesifikasi motor induksi tiga fase	47
Tabel 4.2 Unjuk kerja motor induksi 3 fase pada sumber sinus tiga fase.....	50
Tabel 4.3 Arus dan tegangan masukan pada sumber sinus tiga fase	51
Tabel 4.4 Nilai slip dan reaktansi pada sumber sinus tiga fase.....	52
Tabel 4.5 Efisiensi motor induksi pada sumber sinus tiga fase.....	57
Tabel 4.6 Unjuk kerja motor induksi tiga fase pada sumber sinus satu fase	78
Tabel 4.7 Arus dan tegangan pada sumber sinus satu fase	78
Tabel 4.8 Nilai slip dan reaktansi pada sumber sinus satu fase	79
Tabel 4.9 Efisiensi pada sumber sinus satu fase	85
Tabel 4.10 Perbandingan arus dan tegangan motor induksi	85
Tabel 4.11 Perbandingan kecepatan motor induksi	86
Tabel 4.12 Perbandingan faktor daya motor induksi	88
Tabel 4.13 Perbandingan daya aktif motor induksi	89
Tabel 4.14 Perbandingan daya reaktif motor induksi	91
Tabel 4.15 Perbandingan efisiensi motor induksi.....	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kontruksi motor induksi.....	6
Gambar 2.2 Rangkaian pengganti rotor	9
Gambar 2.3 Karakteristik torsi – slip pada motor induksi	11
Gambar 2.4 Karakteristik torsi – putaran pada motor induksi	12
Gambar 2.5 Rangkaian ekivalen stator	14
Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen rotor	15
Gambar 2.7 Rangkaian ekivalen motor induksi dari sisi stator	15
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen pendekatan motor induksi	16
Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen motor induksi tiga phasa.....	16
Gambar 2.10 Hubungan daya nyata, aktif dan reaktif	19
Gambar 2.11 Simbol dan karakteristik dioda.....	21
Gambar 2.12 Gambar dan rangkaian ekivalen IGBT	22
Gambar 2.13 Karakteristik keluaran IGBT.....	23
Gambar 2.14 <i>Brigde rectifier</i>	24
Gambar 2.15 Pengubah tipe linier	25
Gambar 2.16 Pengubah tipe peralihan	26

Gambar 2.17 Tegangan keluaran	26
Gambar 2.18 Rangkaian dasar <i>buck konverter</i>	27
Gambar 2.19 Rangkaian dasar <i>boost konverter</i>	28
Gambar 2.20 Rangkaian dasar <i>buck – boost konverter</i>	29
Gambar 2.21 Rangkaian dasar <i>boost – buck konverter</i>	30
Gambar 2.22 Rangkaian <i>voltage source inverter (VSI)</i>	31
Gambar 2.23 Tabel kebenaran <i>voltage source inverter (VSI)</i>	31
Gambar 2.24 Gambar keluaran (V_{ab}) <i>voltage source inverter (VSI)</i>	32
Gambar 2.25 Blok diagram pengendali PI.....	32
Gambar 2.26 <i>Pulse width modulation</i>	34
Gambar 3.1 Skema motor induksi tiga fase pada sumber tiga fase	36
Gambar 3.2 Skema motor induksi tiga fase pada sumber satu fase.....	37
Gambar 3.3 Library simulink Matlab.....	38
Gambar 3.4 Komponen daya dioda.....	39
Gambar 3.5 Komponen daya IGBT	39
Gambar 3.6 Asynchronous machine SI unit	40
Gambar 3.7 <i>AC voltage source</i>	40
Gambar 3.8 Blok <i>AC voltage source</i>	40
Gambar 3.9 Blok <i>ground</i>	40

Gambar 3.10 Bus selektor	41
Gambar 3.11 Blok bus selektor	41
Gambar 3.12 Scope	41
Gambar 3.13 Fourier	42
Gambar 3.14 Parameter pengukuran daya	42
Gambar 3.15 Rangkaian <i>rectifier</i>	43
Gambar 3.16 Rangkaian <i>boost buck konverter</i>	43
Gambar 3.17 Rangkaian inverter tiga fasa PWM	44
Gambar 3.18 Pembangkit sinyal PWM.....	44
Gambar 3.19 Diagram alir (flowchart).....	46
Gambar 4.1 Pengujian motor induksi dengan sumber tiga fase	47
Gambar 4.2 Blok sumber tegangan AC	48
Gambar 4.3 Pengujian motor induksi dengan sumber satu fasa	58
Gambar 4.4 Blok sumber tegangan AC	59
Gambar 4.5 Tegangan keluaran sumber tegangan AC 1 Fase	60
Gambar 4.6 Rangkaian <i>rectifier</i> dengan <i>filter</i> kapasitor.....	61
Gambar 4.7 Tegangan keluaran <i>rectifier</i> gelombang penuh.....	61
Gambar 4.8 Rangkaian <i>boost – buck konverter</i> menggunakan <i>PI kontroler</i>	62
Gambar 4.9 Blok diagram pengendali PI.....	69

Gambar 4.10	Blok parameter PI Controller	70
Gambar 4.11	Tegangan keluaran <i>Cuk konverter</i> menggunakan <i>PI kontroler</i>	71
Gambar 4.12	Blok IGBT <i>inverter</i>	72
Gambar 4.13	Proses terbentuknya sinyal PWM	73
Gambar 4.14	Gelombang tegangan keluaran V_{ab} pada <i>inverter</i>	74
Gambar 4.15	Gelombang tegangan keluaran V_{bc} pada <i>inverter</i>	74
Gambar 4.16	Gelombang tegangan keluaran V_{ca} pada <i>inverter</i>	75
Gambar 4.17	Gelombang tegangan keluaran <i>inverter</i> PWM tiga fase	75
Gambar 4.18	Arus keluaran pada <i>inverter</i> PWM.....	76
Gambar 4.19	Kecepatan rotor	77
Gambar 4.20	Grafik perbandingan kecepatan motor induksi tiga fase.....	87
Gambar 4.21	Grafik perbandingan faktor daya motor induksi tiga fase.....	88
Gambar 4.22	Grafik perbandingan daya aktif motor induksi tiga fase.....	90
Gambar 4.23	Grafik perbandingan daya reaktif motor induksi tiga fase.....	91
Gambar 4.24	Grafik perbandingan efisiensi motor induksi tiga fase.....	93
Gambar 4.25	Pengubah tipe peralihan	93
Gambar 4.26	Tegangan keluaran	94

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Data pengujian simulasi motor induksi tiga fase 380 Volt

LAMPIRAN B

Perhitungan impedansi