



**PENGENDALIAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA
DENGAN SUMBER *INVERTER* MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

Oleh :

**Andes Pradesa
NIM 101910201010**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENGENDALIAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA
DENGAN SUMBER *INVERTER* MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**Andes Pradesa
NIM 101910201010**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengendalian Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber *Inverter* Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW.
3. Ibunda Carwi, yang telah melahirkanku ke dunia ini, senyum, tawa dan tangismu yang telah mengantarkanku sampai sejauh ini, serta kasih sayang yang tidak pernah putus.
4. Ayahanda Wasja (alm), Etradison Amor Chaniago dan saudara-saudaraku Lusi, Yolanda, Dimas, Vio, Eca, dan Igo, serta semua keluarga besar saya di Cirebon yang selalu memberikan do'a dan dukungan dari segi apapun. Aku menyayangi kalian.
5. Destiany Prawidyasari, makasih sayang. :-)
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak. Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T selaku DPU dan Bapak Ir Widyono Hadi, M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini, Dosen Penguji I Bapak. Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T., dan Dosen Penguji II Bapak. Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., MT.

7. Seluruh Guru-guruku dari SD, SMP, SMA dan Guru Kimia SMA bapak Maman Dermawan yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu sampai saya bisa berdiri seperti ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan dan kakak-kakak tingkat di *Project D* yang senantiasa memberikan informasi-informasi penting.
9. Sabahatku Muhammad Rizky Faizal, sahabat yang menginspirasi. Riki Setian, dimanapun kamu berada kamu selalu ada ketika aku terpuruk. Zheni Akhbar, yang selalu mengingatkan ketika saya salah.
10. Keluarga besar PATEK UJ 2010, Joss untuk persaudaraan ini.
11. Semua teman-teman organisasi baik itu di Himpunan Mahasiswa Elektro, Paguyuban Mahasiswa Bidikmisi UNEJ, UKM ROBOTIKA, dan UKM RISTEK. Terimakasih atas kerjasama dan pengalaman yang telah kita gali bersama, sehingga saya dapat berdiri menjadi saya yang sekarang.
12. Rekan-rekan seperjuangan di *Baituzzakah* Pertamina EP Region Jawa.
13. Keluarga besar kosan SR 103, terimakasih atas kebersamaannya selama ini.
14. Semua personil Team DotA Elektro 2010, Terutama *Guns The Kempro* dan *Mbah Guru Yusqi*, main bareng kalian benar-benar melepas kepenatan.
15. Komikstrip *Si Juki* dan *Kartun Ngampus.com* yang selalu menghiasi hari-hariku dalam mengerjakan skripsi, kalian benar-benar *mukegilee*.
16. Tidak lupa juga kepada Keluarga Besar IPA 3 SMAN 1 Krangkeng, terimakasih buat kalian yang menyempatkan kumpul-kumpul saat saya pulang ke Cirebon.
17. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

MOTTO

“Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai khabar gembira bagi (kemenangan)mu, dan agar tenteram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.”

(Terjemahan Q.S Ali Imron : 126)

“Dan nikmat tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan”

(Terjemahan Q.S Ar Rahman)

“Dirancang, Dikerjakan, Diuji dan Berhasil”

(Skripsi)

“Sing penting wani dishek”

(Elektro 2010)

“What doesn't kill you, that makes you stronger”

(DotA – Rizzrak the Goblin Shredder)

“Better try then never, selama Allah masih memberikan nafas di hidupku, aku akan terus berjuang”

(Andes Pradesa)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Andes Pradesa

NIM : 101910201010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “Pengendalian Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber *Inverter* Menggunakan Jaringan Syaraf Turian” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang saya sudah sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Mei 2014

Yang menyatakan,

Andes Pradesa

NIM 101910201010

SKRIPSI

**PENGENDALIAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA
DENGAN SUMBER *INVERTER* MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh

Andes Pradesa
NIM 101910201010

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setiawan, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengendalian Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber Inverter Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan**” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Senin
Tanggal : 26 Mei 2014
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dedy Kurnia Setiawan, S.T.,M.T.
NIP 198006102005011003

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.,
NIP 197004041996011001

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T.
NIP 197104022003121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

Pengendalian Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber Inverter Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Andes Pradesa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Pada umumnya motor induksi tiga fasa beroperasi menggunakan sumber bolak-balik. Sumber bolak-balik tiga fasa yang paling mudah didapatkan tentu saja berasal dari jaringan PLN. Perkembangan teknologi di bidang *konverter* mampu merubah sumber bolak-balik satu fasa menjadi tiga fasa. Begitupun teknologi *Inverter*, teknologi ini mampu mengubah dari sumber searah menjadi sumber bolak-balik baik itu satu fasa maupun tiga fasa. Hal ini menjawab permasalahan bagaimana menggerakkan motor induksi tiga fasa menggunakan sumber searah. Pengoperasian motor induksi tiga fasa menggunakan *Inverter* supaya mendapatkan kecepatan yang konstan pada kondisi beban berfluktuatif dapat dilakukan dengan berbagai metode pengontrolan. Pengontrolan yang paling lazim adalah menggunakan kontrol PI. Akan tetapi penggunaan kontrol PI masih belum dapat memberikan respon yang cepat terhadap perubahan beban yang terjadi. Oleh karena itu dirancanglah sistem pengontrolan motor induksi tiga fasa dengan sumber *Inverter* yang dapat memberikan respon yang cepat terhadap baik perubahan pada sumber searah maupun perubahan pada beban. Pengendalian tersebut menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan sebagai kontrolnya. Jaringan syaraf tiruan mampu mempelajari kondisi-kondisi kecepatan motor induksi tiga fasa sehingga mampu mengendalikan kecepatan motor induksi menjadi konstan. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem kontrol motor induksi tiga fasa menggunakan jaringan syaraf tiruan, dimana kontrol dapat mengatur kecepatan motor induksi tetap konstan pada nilai 200 rpm meskipun pada kondisi beban dan sumber fluktuatif.

Kata Kunci : *Inverter*, Jaringan Syaraf Tiruan, Kontrol Kecepatan Motor

Control of Three-phase Induction Motor fed by Inverter using Neural Network

Andes Pradesa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

In general, three-phase induction motor is operated by using alternating source. This source can be found easily from PLN network. The development of converting technology is able to convert one-phase alternating source into three-phase alternating source. It is the same with inverter technology. This technology is able to convert direct-current source into alternating source, whether it is one-phase or three-phase source. This answers the problem in operating three-phase induction motor by using one-phase source. Operating this motor using inverter to be able to get constant speed in fluctuated pressure moment can be done by controlling method. The most commonly method used is using PI control. However, the uses of PI control has not responded fast in the changing happened. Since that, it is needed to design three-phase inductive motor system by using inverter that is able to respond fast against the changing, whether it is direct-current source or weight changing. The control uses neural network. This network is able to catch some motor speed conditions, so that it can control motor speed constantly. This research resulted in a system of three-phase induction motor control using neural networks, where control can adjust the speed of the induction motor remains constant at a value of 200 rpm despite the fluctuating load conditions and sources.

Keyword : *Inverter, Neural Network, Motor Speed Control*

RINGKASAN

Pengendalian Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber Inverter Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan; Andes Pradesa, 101910201010; 2014: 78 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Menurut Outlook Energi Nasional 2011, saat ini pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil, khususnya batubara. Sedangkan daerah yang masih mengalami kekurangan daya listrik seperti Sulawesi, Kalimantan, dan Nusa Tenggara, dan Papua pembangkit listriknya masih menggunakan BBM, yang dalam komponen biaya pembangkitan masih merupakan komponen terbesar. Oleh karena itu dalam upaya pencarian solusi untuk krisis energi banyak bermunculan sumber-sumber energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar fosil, yaitu *renewable energi* atau energi terbarukan. Dalam proses pembangkitan listrik menggunakan energi terbarukan seperti angin dan surya, listrik yang dihasilkan adalah arus searah (DC)

Motor induksi tiga fasa merupakan motor listrik arus bolak-balik yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Dinamakan motor induksi karena pada kenyataannya arus rotor motor ini bukan diperoleh dari suatu sumber listrik, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar. Dalam hal ini *inverter* dapat mengkolaborasikan antara sumber arus searah dengan motor induksi ini. *Inverter* akan mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik yang akan menyuplai motor induksi 3 fasa.

Penelitian ini membahas tentang bagaimana mengendalikan kecepatan motor induksi tiga fasa pada kondisi sumber DC yang berubah-ubah dan kondisi beban yang berubah-ubah. Fungsi *Inverter* disini digunakan untuk mengubah sumber DC menjadi sumber bolak-balik yang akan menyuplai motor induksi tiga fasa. Jaringan syaraf tiruan mempunyai fungsi untuk menentukan berapa jumlah tegangan yang dihasilkan oleh *Inverter* agar kecepatan motor induksi selalu konstan. Skenario pemberian sumber DC pada penelitian ini dibagi menjadi dua kondisi, yaitu kondisi sumber tetap dan kondisi sumber fluktuatif. Sedangkan

pembebanan yang ada pada penelitian ini dibagi menjadi tiga, yaitu kondisi beban nol, beban tetap dan beban fluktuatif.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas hidayahnya dan rahmatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan membuat penyusun lebih kuat dan menatap setiap hal yang penuh optimis dan berfikir positif, dalam menunjang kemampuan penyusun dalam menjalani persaingan globalisasi kerja nantinya.

Dalam pelaksanaannya kami tidak lepas dari kesulitan dan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dari proses pembuatan proposal sampai penyusunan akhir skripsi, mengenai ilmu yang bermanfaat, moral dan sikap serta tanggung jawab dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan demikian kami mengucapkan terima kasih pada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang memberikan arahan dan saran-saran dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T., selaku penguji pertama dan Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., MT. selaku penguji kedua yang telah memberikan saran dan waktu.
5. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan;
7. Bapak dan Ibu tercinta atas dukungan yang tak henti-hentinya;
8. Semua teman Elektro 2010, terima kasih atas persaudaraan ini;

9. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2009 s/d 2013, manusia tidak pernah luput dari salah, mohon maaf jika selama kita bersama ada tindakan yang kurang berkenan. Terus semangat perjuangan di depan semakin berat;
10. Kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan pendidikan di Universitas Jember ini yang tidak dapat saya sebutkan satu- persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan baik dalam isi maupun analisisnya, oleh karena itu kami mengharapkan pada para pembaca dapat merevisi dan manjadikan lebih baik, kami berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca, terima kasih.

Jember, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN BIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Motor Induksi 3 Fasa	4
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa.....	4
2.1.1.1 Stator.....	5
2.1.1.2 Rotor.....	6
2.1.2 Prinsip Medan Putar.....	8
2.1.3 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa.....	11
2.1.4 Frekuensi Rotor.....	14
2.1.5 Rangkaia Ekuivalensi Motor Induksi 3 Fasa.....	15

2.1.5.1 Rangkaian Ekivalensi Stator.....	15
2.1.5.2 Rangkaian Ekivalensi Rotor.....	16
2.1.5.1 Rangkaian Ekivalensi Lengkap..	19
2.1.6 Aliran Daya dan Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa.....	22
2.1.6.1 Aliran Daya..	22
2.1.6.2 Efisiensi..	24
2.1.7 Torsi Motor Induksi 3 Fasa.....	25
2.2 Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Neural Network</i>)	29
2.2.1 <i>Single-input Neuron</i>	31
2.2.2 <i>Transfer Function</i>	30
2.2.3 <i>Multiple Input Neuron</i> ..	32
2.2.4 <i>Arsitektur Neural Network</i> ..	35
2.2.5 <i>Proses Training pada Neural Network</i> ..	36
2.3 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i> dan <i>Closed Loop</i>	37
2.3.1 <i>Sistem Kontrol Open Loop</i>	37
2.3.2 <i>Sistem Kontrol Closed Loop</i> ..	37
2.4 Inverter 3 Fasa	39
2.5 Program MATLAB.....	41
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	42
3.2 Alat dan Bahan	42
3.3 Metode Penelitian	42
3.4 Desain Perancangan Sistem	43
3.4.1 Blok Sumber DC dan Filter Pasif LC.....	43
3.4.2 <i>Inverter</i> tiga Fasa dan Filter Pasif LC	46
3.4.3 Motor Induksi Tiga Fasa ..	47
3.4.4 Pembebanan Motor Induksi Tiga Fasa ...	48
3.4.5 Pemodelan Kontrol Jaringan Syaraf Tiruan.....	51
3.4.6 Desain Perancangan PI ...	53
3.4.7 Proses Pemberian <i>Trigger</i> pada <i>Inverter</i> Tiga Fasa.....	54

3.5 Pengujian Pembebanan Motor Induksi Tiga Fasa	58
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
4.1 Sumber DC Konstan ..	60
4.1.1 Sumber DC Konstan – Beban Nol	60
4.1.2 Sumber DC Konstan – Beban Konstan	62
4.1.3 Sumber DC Konstan – Beban Fluktuatif	66
4.2 Sumber DC Fluktuatif	68
4.2.1 Sumber DC Konstan – Beban Nol	68
4.2.2 Sumber DC Konstan – Beban Konstan	69
4.2.3 Sumber DC Konstan – Beban Fluktuatif	74
BAB 5. PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Data Tegangan DC Konstan	45
3.2 Skenario Pembebanan Motor Induksi Tiga Fasa	49
3.3 Kondisi Beban Konstan	50
4.1 Kondisi Sumber DC Konstan – Beban Nol	60
4.2 Kondisi Sumber DC Konstan – Beban Konstan	62
4.3 Kondisi Sumber DC Konstan – Beban Fluktuatif	66
4.4 Kondisi Sumber DC Fluktuatif – Beban Nol.....	68
4.5 Kondisi Sumber DC Fluktuatif – Beban Konstan.....	70
4.6 Kondisi Sumber DC Fluktuatif – Beban Fluktuatif	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Penampang Stator dan Rotor pada Motor Induksi 3 Fasa.....	5
2.2 Komponen Stator Motor Induksi 3 Fasa	5
2.3 Penampang Rotor pada Motor Induksi 3 fasa	6
2.4 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan.....	7
2.5 (a)Rotor Sangkar Tupai dan Bagian-bagiannya, (b) Motor Induksi 3 Fasa Rotor Sungkar Tupai.....	7
2.6 Arus 3 Fasa Seimbang	8
2.7 Diagram Fasor Fluksi 3 Fasa Seimbang	8
2.8 Medan Putar Pada Motor Induksi 3 Fasa	9
2.9 Proses Induksi Medan Putar Stator pada Kumparan Rotor	13
2.10 Konduktor Berarus Dalam Ruang Medan Magnet	14
2.11 Rangkaian Ekuivalen Stator per-Fasa Motor Induksi	16
2.12 Rangkaian Ekuivalen per-Fasa Rotor Motor Induksi Keadaan Diam.....	17
2.13 Rangkaian Ekuivalen Rotor per-Fasa	19
2.14 Rangkaian Ekuivalensi Motor Induksi per fasa Model Transformator.....	19
2.15 Rangkaian Ekuivalen per-Fasa Motor Induksi dengan Bagian Rangkaian Rotor Dinyatakan Terhadap Sisi Stator	21
2.16 Rangkaian Ekuivalen per-Fasa Motor Induksi dengan Mengabaikan Rugi Inti	22
2.17 Diagram Aliran Daya Aktif Motor Induksi Tiga Fasa.....	23
2.18 Rangkaian Ekuivalen per-Fasa Motor Induksi Tiga Fasa.....	27
2.19 (a) Tegangan Ekuivalen Thevenin Sisi Rangkaian <i>Input</i> , (b) Impedansi Ekuivalensi Sisi Rangkaian Input, (c) Hasil Rangkaian Ekuivalen yang Disederhanakan	28
2.20 Kurva Karakteristik Torsi-Slip Motor Induksi	30
2.21 Bentuk Dasar <i>Neuron</i>	30
2.22 <i>Single-input neuron</i>	32
2.23 Fungsi transfer	33

2.24 Fungsi transfer <i>Linear</i>	33
2.25 Fungsi Transfer <i>Log-Sigmoid</i>	34
2.26 <i>Multiple-Input Neuron</i>	34
2.27 <i>Neuron</i> dengan R <i>Input</i>	35
2.28 Arsitektur dasar <i>Neural Network</i>	36
2.29 <i>Single-Layer Neural Network</i>	37
2.30 <i>Multilayer perceptron Neural Network</i>	37
2.31 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i>	38
2.32 Sistem Kontrol <i>Closed Loop</i>	39
2.33 Rangkaian Inverter Tiga Fasa	41
2.34 Inverter 6 Pulsa Konduksi 180°	41
2.35 Gelombang Tegangan Output Inverter Konduksi 180°	42
2.36 Tampilan Jendela M-File pada Matlab	42
3.1 Alur Tahapan Penelitian	43
3.2 Blok Diagram Sistem Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa	43
3.3 <i>Controlled Voltage Source</i>	43
3.4 <i>Signal Builder</i>	44
3.5 Sumber DC	44
3.6 Grafik Sumber DC Konstan	45
3.7 Sumber DC fluktuatif	46
3.8 Rangkaian Filter LC dan <i>Inverter</i> Tiga Fasa	47
3.9 Motor induksi tiga fasa..	47
3.10 <i>Nameplate</i> motor induksi tiga fasa..	48
3.11 Pemodelan Motor Induksi Tiga Fasa	48
3.12 Parameter Model Motor Induksi Tiga Fasa	49
3.13 Beban Konstan 5 Nm	50
3.14 Beban Mekanik Fluktuatif	51
3.15 Blok diagram dari neural network (NN)	51
3.16 Struktur jaringan neural network (NN)	52
3.17 Diagram blok layer NN, (a) layer 1, (b) layer 2, (c) layer 3	53
3.18 Blok subsistem PI controller pada simulink	54

3.19 (a) Sinyal sinus sebagai parameter <i>switching inverter</i> (b) <i>Sample</i> sinyal sinus	56
3.20 Blok diagram <i>simulink</i> PWM.....	57
3.21 (a) Pulsa PWM <i>Inverter</i> (b) <i>Sample</i> pulsa PWM.....	58
3.22 Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber <i>Inverter</i> menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.....	59
4.1 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi beban 0 Nm menggunakan kontrol NN (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	61
4.2 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi beban 3 Nm menggunakan kontrol NN (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	63
4.3 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi beban 5 Nm menggunakan kontrol NN (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	64
4.4 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi beban 10 Nm menggunakan kontrol NN (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	65
4.5 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi beban fluktuatif menggunakan kontrol NN (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$ (c) <i>ripple</i> kecepatan motor	67
4.6 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi sumber DC fluktuatif dan beban 0 Nm (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	69
4.7 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi sumber DC fluktuatif dan beban 3 Nm (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$	71
4.8 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi sumber DC fluktuatif dan beban 5 Nm (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$ (c) Drop kecepatan motor induksi .	72
4.9 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi sumber DC fluktuatif dan beban 10 Nm (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$ (c) Drop kecepatan motor induksi	74
4.10 (a) Grafik kecepatan motor induksi pada kondisi sumber DC dan beban fluktuatif (b) <i>Sample</i> pada $t = 0-1$ (c) Anomali kecepatan motor induksi .	75