



**MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN SISTEM TURBIN
MIKROHIDRO DI DESA JATIRONO
KECAMATAN KALIBARU**

SKRIPSI

Oleh

**Syaiful Sofyan
NIM 101910201084**

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



**MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN SISTEM TURBIN
MIKROHIDRO DI DESA JATIRONO
KECAMATAN KALIBARU**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Syaiful Sofyan
NIM 101910201084**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bunda Laily Nur Farida dan Ayahanda Drs. Ersat yang tercinta yang telah mendidik dan membesarkan saya, serta kedua adikku Ayu Wulansari dan Fajar Al-Farisi.
2. Guru-guru dan dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmunya dengan tulus sedari taman kanak-kanak hingga di perguruan tinggi.
3. Para pelatih Dodik Bela Negara, Dodik Kejuruan dan Secaba Rindam V Brawijaya yang telah memberikan wawasan kebangsaan dan ilmu kemilitaran dengan komitmen dan keteguhan.
4. Keluarga Besar Resimen Mahasiswa Satuan 807 Universitas Jember, dengan semangat “Widya Castrena Dharma Siddha” dan kebersamaan “Gama Usaha Nayopadha Ring Pahoman”.
5. Keluarga besar Teknik Elektro Universitas Jember dan Patek UJ 2010.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Bangsa dan Tanah Airku Indonesia.

MOTTO

”Jika engkau ingin hidup senang, maka hendaklah engkau rela di anggap sebagai tidak berakal atau di anggap orang bodoh.”

(Phytagoras)

“Hiduplah seperti kamu akan mati esok. Dan berbahagialah seperti kamu akan hidup selamanya.”

(BJ Habibie)

“Urusan kita dalam kehidupan ini bukanlah untuk mendahului orang lain, tetapi untuk melampaui diri kita sendiri, untuk memecahkan rekor sendiri, dan untuk melampaui hari kemarin dengan hari ini.”

(Stuart B. Johnson)

“Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (ni'mat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (ni'mat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".

(QS Ibrahim ayat 7.)

“The person who risk nothing, does nothing, has nothing, and in nothing.”

(Icam)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syaiful Sofyan

NIM : 101910201084

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “Model Jaringan Syaraf Tiruan Sistem Turbin Mikrohidro Di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, 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 sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan tersebut tidak benar.

Jember, 6 Oktober 2014

(Syaiful Sofyan)
NIM 101910201084

SKRIPSI

**MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN SISTEM TURBIN
MIKROHIDRO DI DESA JATIRONO
KECAMATAN KALIBARU**

Oleh

Syaiful Sofyan

NIM 101910201084

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Andi Setiawan S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Model Jaringan Syaraf Tiruan Sistem Turbin Mikrohidro Di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru**” telah diuji dan disahkan pada :
hari, tanggal : Senin, 6 Oktober 2014
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197106141997021001

Andi Setiawan, S.T., M.T.
NIP 196910101997021001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

Widjonarko, S.T., M.T.
NIP 197109081999031001

Mengesahkan,
Dekan

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

Model Jaringan Syaraf Tiruan Sistem Turbin Mikrohidro

Di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru

Syaiful Sofyan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Abstrak

Dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga air terdapat beberapa kategori. Mikrohidro merupakan pembangkit listrik tenaga air berskala kecil dibawah 100 kW yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan listrik suatu pedesaan. Sistem pembangkitan yang masih sederhana cenderung memiliki beberapa kekurangan. Salah satu kekurangan dalam PLT Mikrohidro ini adalah pengaturan buka tutup governor untuk memutar turbin menyesuaikan dengan keadaan beban yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk membangun pemodelan sistem pada matlab untuk menghasilkan sistem turbin menggunakan jaringan syaraf tiruan. Sistem turbin menggunakan jaringan syaraf tiruan ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk merancang sistem kontrol governor pada pemodelan sistem mikrohidro. Dalam pemodelan sistem ini digunakan turbin berkapasitas 32 kW dan generator berkapasitas 60 kVA dengan efisiensi sistem 50%. Nilai masukan dan keluaran pada sistem turbin diambil sebagai data pelatihan dalam pembentukan jaringan syaraf tiruan. Metode yang digunakan dalam pembentukan jaringan syaraf tiruan adalah metode backpropagation. Hasil pelatihan menghasilkan nilai eror sebesar $7,8 \times 10^{-7}$ dengan 39 iterasi. Perbandingan data sistem turbin biasa dengan sistem turbin jaringan syaraf tiruan menghasilkan eror persen terbesar senilai 13,6 %.

Kata Kunci : Sistem Turbin, Mikrohidro, Jaringan Syaraf Tiruan

*Neural Network Models For Micro-Hydro Turbine System
In The Jatirono Village The District Of Kalibaru*

Syaiful Sofyan

*Electrical of Technology Departement, Technology of Faculty, Universitas
Jember*

Abstract

In the development of hydroelectric power plants, there are several categories. A micro-hydro power plants of small-scale water below 100 kW is built to meet the needs of a rural electricity. Generation system wich has a simple kind is tend to have some drawbacks. One of the flaws in this Microhydro powerplant is open setting close Governoor to turn turbines adjust to the load situation occurs. This study aims to build on matlab modeling system for generating turbine system using artificial neural networks. Turbine system using neural network is expected to be a reference for designing the control system modeling Governoor on micro-hydro system. In modeling these systems used turbine generators with a capacity of 32 kW and a capacity of 60 kVA with a system efficiency of 50%. Input and output values in the turbine system is taken as training data in the neural network formation. The method used in the formation of nerve jaringa tirua is backpropagation method. The results of training produces an error rate of 7.8×10^{-7} with 39 iterations. Comparison of normal turbine system data with neural networks turbine system produces the largest percent error worth 13.6%.

Keywords : *Turbine System, Micro-Hydro, Neural Network*

RINGKASAN

Model Jaringan Syaraf Tiruan Sistem Turbin Mikrohidro Di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru; Syaiful Sofyan; 101910201084; 2014:95 Halaman; Jurusan Teknik Elektro; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Kebutuhan akan energi di dunia semakin meningkat dari generasi ke generasi. Energi listrik yang umumnya dibangkitkan menggunakan sumber energi fosil akan terus berkurang. Alternatif dalam mengatasi krisis energi ini adalah dengan menggunakan energi baru dan terbarukan. Pengembangan pembangkit listrik bersumber energi terbarukan telah banyak dilakukan. Seperti halnya pembangkit listrik tenaga air, tenaga angin dan tenaga matahari merupakan beberapa sumber energi listrik yang terus dikembangkan. Dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga air terdapat beberapa kategori. Mikrohidro merupakan pembangkit listrik tenaga air berskala kecil dibawah 100 kW yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan listrik suatu pedesaan. Sistem pembangkitan yang masih sederhana cenderung memiliki beberapa kekurangan. Salah satu kekurangan dalam PLT Mikrohidro ini adalah pengaturan buka tutup governor untuk memutar turbin menyesuaikan dengan keadaan beban yang terjadi.

Penelitian ini dilaksanakan di PTPN XII Kebun Jatirono Kecamatan Kalibaru. Di perkebunan ini terdapat pembangkit listrik tenaga mikrohidro berkapasitas 60 kVA. Turbin yang digunakan adalah turbin jenis francis yang dapat menghasilkan energi 32 kW dengan efisiensi sistem adalah 50 %. Usia mikrohidro yang sudah sangat tua memerlukan pengembangan dan modifikasi untuk dapat menghasilkan listrik yang optimal. Permasalahan buka tutup governor pada sistem turbin menjadi titik fokus pada penelitian. Untuk langkah awal penelitian dilakukan pembuatan pemodelan sistem pada matlab sebagai miniatur percobaan sistem.

Setelah diambil data input dan target, maka proses pelatihan dilakukan menggunakan toolbox nftool. Data pelatihan diambil dengan 3 keadaan beban berbeda, yaitu saat beban terpasang 40 kW, 60 kW dan 80 kW. Dalam pelatihan

ini digunakan 30 hidden layer dan satu layer output. Jumlah epoch yang didapat adalah 39 dengan nilai eror sebesar $7,8 \times 10^{-7}$. Model jaringan syaraf tiruan turbin tersebut selanjutnya dimasukkan dalam rangkaian sistem menggantikan model sistem turbin yang sebenarnya.

Untuk melihat sejauh mana efektifitas sistem turbin jaringan syaraf tiruan, maka diambil kembali data sistem turbin yang sama persis dengan data pelatihan. Analisa grafik dilakukan pada semua keluaran yang dihasilkan sistem, seperti daya aktif, daya mekanik, arus output dan tegangan output. Arus dan tegangan keluaran dari sistem turbin jaringan syaraf tiruan lebih stabil dan konstan. Sedangkan untuk perbandingan data sistem turbin biasa dengan sistem turbin jaringan syaraf tiruan menghasilkan eror persen terbesar senilai 13,6 %.

PRAKATA

Puji Syukur atas ridho dan rahmat yang diberikan oleh Allah S.W.T sehingga penelitian dengan judul “Model Jaringan Syaraf Tiruan Sistem Turbin Mikrohidro Di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, baik dari teknik penulisan maupun materi.

Dalam proses pembuatan skripsi ini sangat banyak pihak yang membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karenanya penullis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember sekaligus sebagai Penguji I yang telah banyak memberikan masukan pada penulisan skripsi ini.
2. Bapak Sumardi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberi banyak pengarahan dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Andi Setiawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) dengan ketekunan dan kesabarannya dalam meluangkan segenap waktunya untuk membimbing saya.
5. Bapak Widjonarko, S.T., M.T. Selaku Penguji II yang telah banyak memberi saran dan masukan.
6. Bapak Dr. Azmi Saleh S.T., M.T. selaku penguji seminar proposal dan pemicu semangat saya dan Bapak Bambang Supeno S.T., M.T. yang senantiasa memberi kemudahan dalam membantu mahasiswanya.
7. Keluarga saya yaitu Ayah Drs. Ersat dan Bunda Laily Nur Farida tercinta, yang telah membantu baik moril dan materiil, mendoakan, mendidik, dan memberi kasih sayang serta pengorbanan yang tidak terhingga selama ini serta adik-adikku Ayu Wulan Sari dan Fajar Al-Farisi.

8. Pembimbing yang ada di PTPN XII desa Jatirono, Pak Cucuk dan Pak Tono. Terimakasih atas waktu dan kesediaannya dalam membimbing dan mengajari saya.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2010 “Patek UJ”, atas semangat, dukungan dan motivasi yang kalian berikan. Kebersamaan dan kenangan ini tak akan pernah terlupa, “Elektro Together Forever”.
10. Pandawa 5 Menwa 807, kakak tertua terbaik Parmaputra Widiyanto (Yudhistira) yang senantiasa memberi motivasi saya, kakak kedua paling asik Bryan Hidayat Soelaiman (Bima) yang bisa memberi kesegaran pikiran dikala suntuk, si kembar Nakula Sadewa, Septian R. M. dan Dedi Kurniawan yang juga selalu ada saat kita susah dan senang saat di pendidikan, meskipun lebih banyak susah, namun kami tetap bersatu.
11. Keluarga Besar Resimen Mahasiswa Satuan 807 Universitas Jember yang banyak sekali membantu saya, mulai dari junior saya paling saya sayangi Marwah Firdusul A. dan Tohirotul Magfiroh. Junior angkatan 63, Eko, Fara, Fauzan, Putri, Chosi, Bagus, Ivan, Imam. Angkatan 64, Wira, Dian, Anggun, Elok, Windy. Dan juga senior-senior, Whella Klova, Alfian Agus, Ahdy Islaha dan masih banyak yang lainnya.
12. Teman-teman kontrakan aselole yang sudah selama 3 tahun menjadi keluarga seperti dalam suatu rumah tangga yang harmonis. Terimakasih Takul, Parma, Arif sudah mengisi masa kuliah saya dengan kenangan.
13. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi. Terimakasih Gifri dan Parma atas pencerahan yang diberikan. Rhama dan Risca yang selalu kemana-mana bersama, Singgih, Iva, Rian, Ival yang juga mewarnai kebersamaan dalam kegalauan skripsi.
14. Teman-teman Gus Ning Jember yang banyak memberi semangat. Terimakasih kepada Tri Aji P. S. atas segala bantuannya. Untuk Bayu, Rere, Ami, Robi, Meme, Angga, Januar terimakasih sering memberi tawa selama berkumpul.

15. Teman-teman nongkrong dan pergaulan sejak masa SMA. Nenek binti Nila Anggar, Maya Ayu Pus Meong, Fian, Wisnu, Cepi terimakasih untuk waktu yang diluangkan untuk refreshing bersama.
16. Teman-teman KKN kelompok 110, Tegar, Arie, Pingkan, Angga, Rani, Yusnia, Rosi, Siti, Lukman. Terimakasih sudah memberi banyak kesan selama KKN.
17. Siska Dewi Mulia Mega Surya. Terkhusus untuknya yang sudah memantapkan hatinya pada saya namun harus pergi karena suatu hal. Terimakasih selalu memberi semangat cepat lulus, dan semoga mendapatkan kebahagiaan kembali setelah banyak air mata yang aku beri.
18. Terimakasih kepada Shinta, Wella, Marcellina, Lia, Putri, Eka Vian, Diah Dacil, telah memberi pemahaman bahwa mengerjakan skripsi haruslah sabar, seperti menghadapi seorang wanita.
19. Mas Syahrial, Afif, dan Zaini sahabat sekaligus saudara, bahkan beberapa orang bilang kami kembar. Meski jauh diluar kota dan tak sempat saling berbagi skripsi, terimakasih sudah memberi semangat.

Jember, Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Prospek Mikrohidro	7
2.1.1 Prinsip Kerja Mikrohidro	8
2.1.2 Perencanaan PLT Mikrohidro	10
2.2 Jaringan Syaraf Tiruan	11
2.2.1 Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Komputer Konvensional.....	12
2.2.2 Model Dasar Jaringan Syaraf Tiruan	13
2.2.3 Lapisan Pada Jaringan Syaraf Tiruan	14
2.2.4 Perceptron	14

2.2.5 Proses Pembelajaran	15
2.3 Empat Level dalam Mendesain Jaringan Syaraf Tiruan	16
2.4 Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan.....	19
3.4 Tahap-Tahap Penelitian.....	20
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.6 Diagram Blok Sistem.....	22
3.7 Perancangan Simulasi.....	22
3.7.1 Modul Turbin dan Governoor.....	23
3.7.2 Modul Eksitasi Sistem.....	25
3.7.3 Modul Generator.....	26
3.7.4 Modul Beban.....	27
3.8 Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan.....	29
3.8.1 Pelatihan Perceptron.....	29
3.8.2 Data Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan.....	30
3.8.3 Prediksi Kecepatan Putaran Turbin.....	30
3.8.4 Mendesain Rangkaian Kontrol Berbasis JST.....	31
3.8.5 Tahapan dan Metode Jaringan Syaraf Tiruan.....	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Karakteristik PLT Mikrohidro Desa Jatirone.....	34
4.2 Pembuatan Pemodelan Sistem.....	36
4.2.1 Hydrolic Turbine and Governoor Block.....	36
4.2.2 Sycronus Machine.....	37
4.2.3 Excitation System and Load.....	38
4.3.4 Powergui.....	39
4.2.5 Penggabungan Sistem.....	40
4.3 Pengujian Pemodelan Sistem.....	41
4.3.1 Pengujian Pm (Daya Mekanik)	41

4.3.2 Pengujian Kecepatan Rotor (w_e/w_m)	43
4.3.3 Pengujian Rotor Speed Deviation (dw)	44
4.3.4 Pengujian Keluaran Daya Aktif.....	45
4.3.5 Pengujian Tegangan Eksitasi (V_f)	46
4.3.6 Pengujian Tegangan Output (V_{out})	47
4.3.7 Pengujian Arus.....	48
4.4 Pengambilan Data Sistem.....	49
4.5 Pembentukan Jaringan Syaraf Tiruan.....	54
4.5.1 Pembentukan Jaringan Backpropagation.....	54
4.5.2 Rumus Fungsi Backpropagation.....	55
4.5.3 Pelatihan Jaringan Backpropagation.....	55
4.6 Pengujian Model Sistem Menggunakan JST.....	58
4.6.1 Pengujian Sistem.....	58
4.6.2 Perbandingan Hasil Output Sistem.....	59
4.6.2.1 Hasil Output Sistem dengan Beban 40 kW	59
4.6.2.2 Hasil Output Sistem dengan Beban 60 kW	60
4.6.3 Membandingkan Hasil Grafik Output.....	61
4.6.3.1 Hasil Grafik Output dengan Beban 40 kW.....	61
4.6.3.2 Hasil Grafik Output dengan Beban 60 kW.....	62
4.6.4 Membandingkan Grafik Data Pelatihan.....	63
4.6.4.1 Grafik Data Pelatihan Beban 40 kW.....	63
4.6.4.2 Grafik Data Pelatihan Beban 60 kW.....	65
4.6.4 Perbandingan Perubahan Beban Terhadap Daya Mekanik (P _m)	66
BAB 5. PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Perencanaan Penelitian	19
4.1 Spesifikasi Turbin dan Generator	35
4.2 Data Hasil Simulasi Sistem	49
4.3 Perbandingan Pemodelan Sistem Beban 40 kW	59
4.4 Perbandingan Pemodelan Sistem Beban 60 kW	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Susunan Syaraf Manusia.....	12
Gambar 2.2 Sel Syaraf Sederhana	13
Gambar 2.3 Fungsi Aktivasi	14
Gambar 2.4 Bentuk Perceptron.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem.....	22
Gambar 3.3 Pemodelan Hydrolic System pada Matlab.....	23
Gambar 3.4 Hydrolic Turbin and Governoor modul	23
Gambar 3.5 Sub Sistem Diagram Blok Hydrolic Turbine Modul	24
Gambar 3.6 Blok Parameter Sistem Turbin.....	25
Gambar 3.7 Excitation System Modul.....	25
Gambar 3.8 Sub Excitation System Modul	26
Gambar 3.9 Blok Parameter Sistem Eksitasi	26
Gambar 3.10 Generator Sinkron.....	27
Gambar 3.11 Sub Sistem Generator Sinkron.....	27
Gambar 3.12 Blok Parameter Generator Sinkron.....	28
Gambar 3.13 Beban 3 Fasa	28
Gambar 3.14 Blok Parameter Beban 3 Fasa	29
Gambar 3.15 Gambar turbin tampak depan dan samping	31
Gambar 3.16 Skema Putaran Turbin	31
Gambar 3.17 Rancangan Sistem Kontrol Mikrohidro	32
Gambar 4.1 Penggabungan Hydrolic Turbin dan Constant.....	36
Gambar 4.2 Setting Synchronus Machine	37
Gambar 4.3 Link Measuremen List Synchronus Machine	38
Gambar 4.4 Blok Parameter Sistem Eksitasi dan Beban	39
Gambar 4.5 Blok Diagram dan Parameter Powergui	40
Gambar 4.6 Pemodelan Sistem PLT Mikrohidro	41
Gambar 4.7 Grafik Output Daya Mekanik (Pm) Beban 40 kW	42

Gambar 4.8 Grafik Output Daya Mekanik (P_m) Beban 60 kW	42
Gambar 4.9 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e) Beban 40 kW	43
Gambar 4.10 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e) beban 60 kW	44
Gambar 4.11 Grafik Deviasi Kecepatan Rotor ($d\omega$) beban 40 kW	44
Gambar 4.12 Grafik Deviasi Kecepatan Rotor ($d\omega$) beban 60 kW	45
Gambar 4.13 Grafik Keluaran Daya Aktif (P_{e0}) beban 40 kW	45
Gambar 4.14 Grafik Keluaran Daya Aktif (P_{e0}) beban 60 kW	46
Gambar 4.15 Grafik Tegangan Eksitasi (V_f) beban 40 kW	47
Gambar 4.16 Grafik Tegangan Eksitasi (V_f) beban 60 kW	47
Gambar 4.17 Grafik Tegangan Output (V_a) beban 40 kW	48
Gambar 4.18 Grafik Tegangan Output (V_a) beban 60 kW	48
Gambar 4.19 Grafik Arus Output (I_{abc}) beban 40 kW	48
Gambar 4.20 Grafik Arus Output (I_{abc}) beban 60 kW	49
Gambar 4.21 Grafik Daya Mekanik (P_m)	50
Gambar 4.22 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e)	51
Gambar 4.23 Grafik Daya Mekanik (P_m)	51
Gambar 4.24 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e)	52
Gambar 4.25 Grafik Daya Mekanik (P_m)	52
Gambar 4.26 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e)	53
Gambar 4.27 Grafik Daya Mekanik (P_m)	53
Gambar 4.28 Grafik Kecepatan Rotor (ω_e)	53
Gambar 4.29 Gambar Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	54
Gambar 4.30 Performace Hasil Training atau Pelatihan Jaringan	56
Gambar 4.31 Performace Hasil Training atau Pelatihan Jaringan	56
Gambar 4.32 Performace Hasil Training atau Pelatihan Jaringan	57
Gambar 4.33 Performace Hasil Training atau Pelatihan Jaringan	57
Gambar 4.34 Pemodelan Sisten Turbin Menggunakan JST	58
Gambar 4.35 Gambar Grafik P_m	61
Gambar 4.36 Gambar Grafik I_{out}	61
Gambar 4.37 Gambar Grafik V_{out}	61
Gambar 4.38 Gambar Grafik P_m	62

Gambar 4.39 Gambar Grafik Iout.....	62
Gambar 4.40 Gambar Grafik Vout	63
Gambar 4.41 Gambar Grafik Perbandingan Data We	63
Gambar 4.42 Gambar Grafik Perbandingan Data dw.....	63
Gambar 4.43 Gambar Grafik Perbandingan Data Pe0.....	64
Gambar 4.44 Gambar Grafik Perbandingan Data Pm	64
Gambar 4.45 Gambar Grafik Perbandingan Data We	65
Gambar 4.46 Gambar Grafik Perbandingan Data dw.....	65
Gambar 4.47 Gambar Grafik Perbandingan Data Pe0.....	65
Gambar 4.48 Gambar Grafik Perbandingan Data Pm	66
Gambar 4.49 Gambar Grafik Perubahan Beban	66
Gambar 4.50 Gambar Grafik Perubahan Pm.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Data Input dan Target untuk Pelatihan JST	71
B.1 Data Hasil Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beban terpasang 40 kW	78
B.2 Data Hasil Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Beban terpasang 60 kW	85
C Dokumentasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Jatirono	92