DAFTAR ISI

Halaman Judul.....i
Lembar Pengesahan Pembimbing.....ii
Lembar Pengesahan Penguji.....iii
Halaman Persembahan.....iv
Kata Pengantar.....v
Abstraksi.....vi
Daftar Isi.....vii
Daftar Gambar.....x
Daftar Tabel.....xiii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah.....1
1.2 Rumusan Masalah.....3
1.3 Batasan Masalah.....3
1.4 Tujuan Penelitian.....4
1.5 Metodelogi Penelitian.....4
1.6 Sistematika Penulisan.....4
BAB II LANDASAN TEORI
2.1 Sistem Jaringan Syaraf Manusia.....6
2.1.1 Anatomi Sel Syaraf Biologis.....7
2.1.2 Cara Kerja Sel Syaraf Biologis.....8
2.2 Sistem Jaringan Syaraf Tiruan.....9
2.2.1 Jaringna Syaraf Manusia
sebagai Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....11
2.2.2 Cara Kerja Komponen Jaringan Syaraf Tiruan.....12
2.2.3 Konsep Belajar Jaringan Syaraf Tiruan.....14
2.2.4 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....15
2.2.5 Fungsi Aktivasi.....17
2.2.6 Metode *Backpropagation*.....18
2.2.6.1 Arsitektur *Backpropagation*.....19
2.2.6.2 Algorima *Backpropagation*.....20

2.2.7 *Algoritma Levenberg Marquardt*.....22
2.3 Karakteristik *Plant*.....23
2.3.1 Prinsip Shower.....24
BAB III PERANCANGAN SISTEM
3.1 Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan.....29
3.1.1 Prosedur Pelatihan.....30
3.1.2 Prosedur Pengujian.....33
3.1.3 Pemrograman Jaringan dengan *Prosedure* dan *Funcion*.....34
3.2 Diagram Alir Jaringan Syaraf Tiruan Metode *Backpropagation*.....36
3.3 Simulasi Sitem Kendali Suhu Shower.....40
3.4 Perancangan Simulasi pada *Plant*.....43
3.4.1 Gambaran Fisik *Plant*.....44
3.4.2 Gambaran *Plant* pada simulasi.....44
3.4.2.1 Katup.....44
3.4.2.2 Flow Rate.....45
3.4.2.3 Temperatur.....46
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN
4.1 Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.....48
4.1.1 Pelatihan Menggunakan 1 Lapisan Tersembunyi.....49
4.1.1.1 Pelatiahan input yang digeser.....55
4.1.1.2 Pelatihan input yang tidak digeser.....60
4.2 Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*.....68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan.....79
5.2 Saran.....80
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Jaringan Syaraf Manusia.....9

Gambar 2.2 Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan.....12

Gambar 2.3 Jaringan Syaraf dengan Tiga Lapisan.....13

Gambar 2.4 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal.....15

Gambar 2.5 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Banyak.....16

Gambar 2.6 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Kompetitif.....16

Gambar 2.7 Fungsi aktivasi *Purelin* (identitas).....17

Gambar 2.8 Fungsi aktivasi *logsig* (*sigmoid* biner).....18

Gambar 2.9 Fungsi aktivasi *tansig* (*sigmoid* bipolar).....18

Gambar 2.10 Arsitektur jaringan sederhana.....19

Gambar 2.11 Arsitektur algoritma *backpropagation*.....20

Gambar 2.12 Model shower.....24

Gambar 3.1 Blok diagram perancangan system.....27

Gambar 3.2 Model *invers* pelatihan.....28

Gambar 3.3 Arsitektur jaringan syaraf tiruan.....29

Gambar 3.4 Proses pembangunan jaringan syaraf tiruan.....29

Gambar 3.5 Diagram alir / *flowchart* Prosedur pelatihan.....38

Gambar 3.6 Diagram alir / *flowchart* prosedur pengujian.....40

Gambar 3.8 Rangkaian blok simulasi utama.....44

Gambar 3.9 Blok katup pada simulasi.....45

Gambar 4.1 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
5 sel neuron, *learning rate* 0.7 dengan input digeser.....50

Gambar 4.2 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
7 sel neuron, *learning rate* 0.5 dengan input digeser.....51
Gambar 4.3 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
7 sel neuron, *learning rate* 0.1 sampai 0.1 dengan input digeser.....52
Gambar 4.4 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
5 sel neuron, *learning rate* 0.7 dengan input tidak digeser.....53
Gambar 4.5 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
7 sel neuron, *learning rate* 0.5 dengan input tidak digeser.....54
Gambar 4.6 Hasil pelatihan dengan 1 lapisan tersembunyi,
7 sel neuron, *learning rate* 0.4 dengan input tidak digeser.....55
Gambar 4.7 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
13-10 sel neuron, *learning rate* 0.4 dengan input digeser.....56
Gambar 4.8 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
13-10 sel neuron, *learning rate* 0.4 dengan input digeser.....57
Gambar 4.9 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
13 - 10 sel neuron, *learning rate* 0.4 dengan input digeser.....58
Gambar 4.10 Hasil pelatihan dengan 4 lapisan tersembunyi,
7 – 7 – 5 - 4 sel neuron, *learning rate* 0.6 dengan input digeser.....60
Gambar 4.11 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
10 - 8 sel neuron, *learning rate* 0.6 dengan input tidak digeser.....61
Gambar 4.12 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
10 – 8 sel neuron, *learning rate* 0.6 dengan input tidak digeser.....62

Gambar 4.13 Hasil pelatihan dengan 2 lapisan tersembunyi,
10 – 8 sel neuron, *learning rate* 0.6 dengan input tidak digeser....63
Gambar 4.14 Hasil pelatihan dengan 3 lapisan tersembunyi,
10 – 5 – 3 sel neuron, *learning rate* 0.4 dengan input tidak digeser.64
Gambar 4.15 Hasil pengujian jarinagn syaraf tiruan untuk input yang digeser....69
Gambar 4.16 Hasil pengujian jarinagn syaraf tiruan
untuk input yang tidak digeser.....69
Gambar 4.19 Hasil pengujian menggunakan *step input* yang digeser.....70
Gambar 4.20 Hasil pengujian menggunakan *step input* yang tidak digeser.....72
Gambar 4.21 Tampilan animasi suhu untuk input yang digeser.....74
Gambar 4.22 Tampilan animasi suhu untuk input yang tidak digeser.....74
Gambar 4.23 Tampilan pengujian menggunakan GUI.....75

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pelatihan dengan 5 neuron dengan berbagai macam fungsi aktivasi 50

Tabel 4.2 Hasil pelatihan dengan 7 sel neuron dengan berbagai fungsi aktivasi 51

Tabel 4.3 Hasil pelatihan dengan fungsi aktivasi *sigmoid* bipolar *sigmoid* bipolar 52

Tabel 4.4 Hasil pelatihan dengan 5 sel neuron dengan berbagai fungsi aktivasi 53

Tabel 4.5 Hasil pelatihan dengan 7 sel neuron dengan berbagi fungsi aktivasi 53

Tabel 4.6 Hasil pelatihan dengan fungsi aktivasi *sigmoid* bipolar – *sigmoid* bipolar 54

Tabel 4.7 Hasil pelatihan dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar *sigmoid* bipolar – *sigmoid* bipolar 55

Tabel 4.8 Hasil pelatihan dengan 13 – 10 – 2 sel neuron fungsi aktivasi *sigmoid* bipolar *sigmoid* bipolar – *sigmoid* bipolar 57

Tabel 4.9 Hasil pelatihan dengan 13 – 10 – 2 sel neuron dengan berbagai fungsi aktivasi 58

Tabel 4.10 Hasil pelatihan dengan 3 – 4 lapisan trersembunyi dengsn berbagai macam jumlah neuron 59

Tabel 4.11 Hasil pelatihan dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar – *Sigmoid* bipolar sigmoid bipolar 60

Tabel 4.12 Hasil pelatihan dengan fungsi aktivasi *sigmoid* biner – *sigmoid* biner – *sigmoid* biner 61

Tabel 4.13 Hasil pelatihan dengan berbagai macam fungsi aktivasi 62

Tabel 4.14 Hasil pelatihan dengan 3 – 4 lapisan tersembunyi dengan berbagai macam jumlah neuron 63

Tabel 4.15 Hasil pelatihan terbaik dari masing masing pengelompokan pada input yang digeser 65

Tabel 4.16 Hasil pelatihan terbaik dari masing masing pengelompokan pada input yang tidak digeser 65

Tabel 4.17 Perbandingan suhu air setpoint dengan suhu air tangki untuk input yang digeser 76

Tabel 4.18 Perbandingan suhu air setpoint dengan suhu air tangki untuk input yang tidak digeser 77