

## HALAMAN PENGESAHAN

Lembar 1

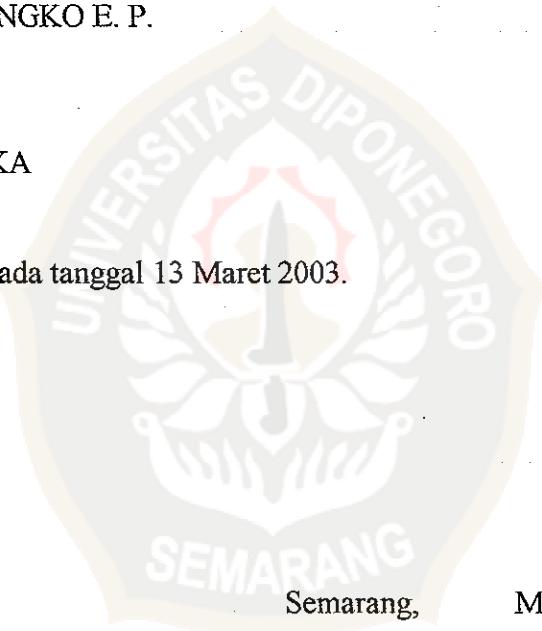
Judul : JARINGAN NEURAL HOPFIELD UNTUK MENYELESAIKAN  
MASALAH PERJALANAN WIRANIAGA (TRAVELING  
SALESMAN PROBLEM)

Nama : ARIEF SASONGKO E. P.

NIM : J2A 097 005

Jurusan : MATEMATIKA

Telah Lulus Ujian Sarjana pada tanggal 13 Maret 2003.



Semarang, Maret 2003

Panitia Penguji Ujian Sarjana

Jurusan Matematika

Ketua,

Drs. Suhartono, MKom  
NIP. 131 285 523



## HALAMAN PENGESAHAN

Lembar 2

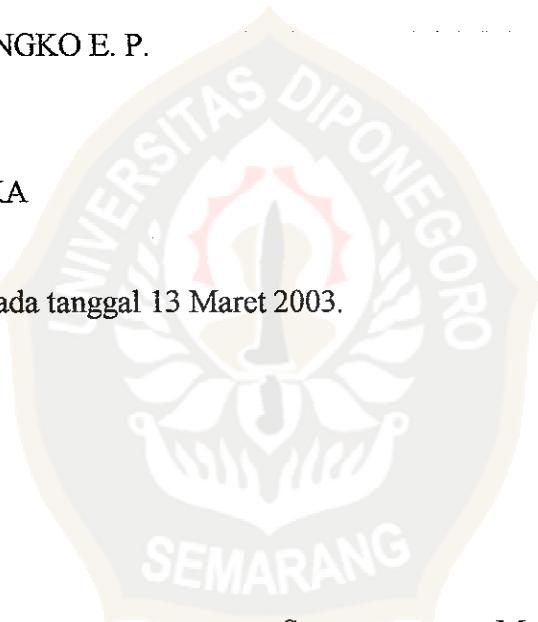
Judul : JARINGAN NEURAL HOPFIELD UNTUK MENYELESAIKAN  
MASALAH PERJALANAN WIRANIAGA (TRAVELING  
SALESMAN PROBLEM)

Nama : ARIEF SASONGKO E. P.

NIM : J2A 097 005

Jurusan : MATEMATIKA

Telah Lulus Ujian Sarjana pada tanggal 13 Maret 2003.

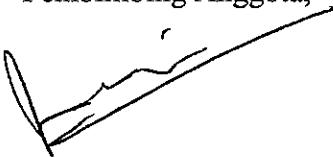


Semarang, Maret 2003

Pembimbing Utama,

  
Drs. Subartono, MKom  
NIP. 131 285 523

Pembimbing Anggota,

  
Dra. Indriyati  
NIP. 131 285 529

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Kerja adalah cinta yang mengejawantah  
dan jika kau tiada sanggup bekerja dengan cinta  
hanya dengan enggan  
maka lebih baik jika kau meninggalkannya  
lalu mengambil tempat di depan gapura candi  
meminta sedekah dari mereka  
yang bekerja dengan suka cita

(Khalil Gibran)

Akal dan ilmu bagaikan raga dan jiwa  
Akal tanpa ilmu hanya merupakan angin hampa  
Dan raga tanpa jiwa hanya merupakan  
kerangka yang tak berarti

(Khalil Gibran)

Kebebasan bukanlah sesuatu yang menguntungkan  
jika tidak memberikan kebebasan untuk melakukan kesalahan

(Mahatma Gandhi)

I dedicated to  
Ibu Badriyah & Almarhum Bapak Pardiharto  
Mas Edi & Mbak Aniek  
Alm. Mbak Widi & Mas Farid  
Mbak Hendra & Mas Agus  
My big family in Kudus  
All of my Nephews and Nieces  
“My future women”  
Finally, our father’s dream comes true

My Special Thanks to  
Bapak Drs. Suhartono, M.Kom  
Ibu Dra. Indriyati

Asep Gasmoon say thanks to  
Mbak Atun, BPPT Library Staff  
- Terima kasih atas buku-bukunya -

My Big Family Mathematic '97 "Fly"  
Anam, Ahmad Kelik, Ali Topan, Andi Satan, Ariesta, Atin, Ayu, Ayyub, Budi,  
Chris bigos, Dewi, Devi, Dian, Dina, Dini Duck, Dini Retno, Dwi, Erna,  
Pak Echoy, Fauzi EF, Gindo, Hety, Itas, Dayat, Himawan, Indra Bombing,  
ny Khoir, Ihsan, Leo Icek, Mardliyah, Maman, Nadya, Nining, ny Nidyan,  
Nanang Boboy, Iiz, Nurdin Ayan, ny Nurul, Yanti, Palupi,  
Purwanto Mr Punk, Rina, Mira, Dani, mpok Shofi, Sigit Imunk, Suud,  
Sony, Idah, Yuni, Dibyo, Tiko Togirl, Tri, Wigyno cs, Yeni, al ustadz Zae  
(MATHFLY-97@yahooroups.com)

Bukit Agung AA-10, WTS 24 & RKN Team  
Bapak & Ibu Tejo

Lilik, Ida, mbak Lies, Anggi, Anjar, Budi Jippy, Sakti Nganjuk,  
Timor Pak Wok, Aries Kancil, Pak Petrus, Jati, Adhar, mbak Wiji  
Bayu Si Boss, Wiji, Slamet Apenk, Sis Bagong, Tedy  
Irwan, Roma, Dyah, Yani, Pak Cik, Wiwid

Ari Kriting, Ari Gondrong, mbak Titi, Igun, Arip,  
mbak Umi, Farid, Afri, mbak Sri, mas Cholik

Mathematic UNDIP Big Families

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi robbil 'alamin.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**JARINGAN NEURAL HOPFIELD UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PERJALANAN WIRANIAGA (TRAVELING SALESMAN PROBLEM)**".

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini selesai berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Bayu Surarso, MSc, PhD, selaku Ketua Jurusan Matematika berserta seluruh Staf Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA.
2. Bapak Drs. Suhartono, MKom, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan pengarahannya sampai terselesainya tugas akhir ini.
3. Ibu Dra. Indriyati, selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar memberikan pengarahan dan bimbingan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Drs. Sutimin, M.Si selaku Dosen Wali yang telah memberikan saran dan perhatiannya selama penulis menjalani masa kuliah di Universitas Diponegoro ini.
5. Bapak Drs. Djalal Er Riyanto, MIKom dan Bapak Drs. Bambang Yismianto, selaku Dosen Pengaji yang telah memberikan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis, baik moral maupun materiil.

Mengingat terbatasnya kemampuan dan pengetahuan penulis, maka tentunya tugas akhir ini masih mengalami banyak kekurangan, baik dari segi materi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tulisan ini.

Semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu Matematika dan Komputer serta berguna bagi para pembaca.

Semarang, Maret 2003

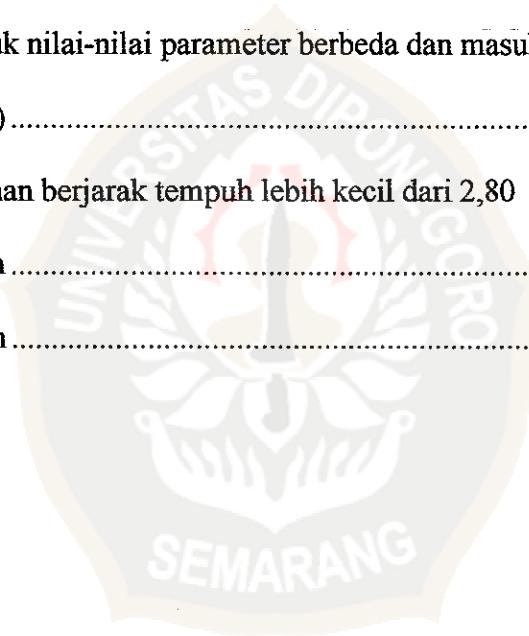
Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
MOTTO DAN PERSEMBERAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II MATERI PENUNJANG.....	5
2.1. Graph dan Representasi Matriks untuk Graph .....	5
2.1.1. Graph.....	5
2.1.2. Representasi Matriks untuk Graph.....	10
2.2. Jaringan Neural Buatan.....	13

2.2.1. Struktur Neuron Buatan.....	13
2.2.2. Arsitektur Jaringan Neural Buatan.....	14
2.2.3. Metode Penentuan Bobot Koneksi Antar Neuron.....	18
2.2.4. Fungsi Aktivasi.....	19
2.3. Jaringan Neural Hopfield Model Kontinyu .....	22
2.3.1. Arsitektur Jaringan Neural Hopfield.....	22
2.3.2. Fungsi Aktivasi.....	26
2.3.3. State dari Jaringan Neural Hopfield.....	27
2.3.4. Kestabilan Jaringan Neural Hopfield .....	28
2.3.4.1. Fungsi Energi .....	28
2.3.4.2. Bukti Kekonvergenan .....	31
<b>BAB III JARINGAN NEURAL HOPFIELD UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH TSP .....</b>	<b>34</b>
3.1. Masalah TSP .....	34
3.2. Pemetaan Masalah TSP .....	36
3.3. Arsitektur Jaringan Neural untuk Masalah TSP .....	38
3.4. Fungsi Energi TSP .....	40
3.5. Penentuan Bobot Koneksi.....	43
3.6. Perhitungan Masukan Neuron .....	48
3.6.1. Perubahan Masukan Neuron .....	48
3.6.2. Penentuan Masukan Awal Neuron.....	49
3.7. Algoritma Jaringan Neural Hopfield .....	50
3.8. Analisa Kompleksitas .....	54

3.9. Contoh Kasus Masalah TSP.....	55
3.10. Analisa Hasil.....	75
<b>BAB IV KESIMPULAN .....</b>	<b>78</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>79</b>
<b>Lampiran 1 Bobot Koneksi Antar Neuron untuk Contoh Kasus Masalah TSP</b>	
10 Kota .....	80
<b>Lampiran 2 Hasil-hasil untuk nilai-nilai parameter berbeda dan masukan awal sama (tabel 3.5).....</b>	<b>108</b>
<b>Lampiran 3 Pilihan perjalanan berjarak tempuh lebih kecil dari 2,80 .....</b>	<b>112</b>
<b>Lampiran 4 Listing Program .....</b>	<b>114</b>
<b>Lampiran 5 Output Program.....</b>	<b>141</b>



## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 3.1 Susunan neuron untuk masalah TSP 10 kota .....	39
Tabel 3.2 Hasil pembangkitan bilangan acak untuk lokasi kota berdasarkan koordinat x dan y .....	55
Tabel 3.3 Hasil perhitungan untuk jarak antar kota berdasarkan persamaan (3.15) .....	57
Tabel 3.4 Hasil komputasi program untuk nilai bias setiap neuron .....	60
Tabel 3.5 Hasil perhitungan untuk nilai masukan awal setiap neuron berdasarkan persamaan (3.14).....	62
Tabel 3.6 Hasil perhitungan untuk nilai keluaran awal setiap neuron berdasarkan persamaan (3.10).....	64
Tabel 3.7 Hasil komputasi untuk nilai masukan setiap neuron pada iterasi pertama.....	66
Tabel 3.8 Hasil komputasi untuk nilai keluaran setiap neuron pada iterasi pertama.....	68
Tabel 3.9 Hasil komputasi untuk nilai masukan setiap neuron pada iterasi kedua .....	70
Tabel 3.10 Hasil komputasi untuk nilai keluaran setiap neuron pada iterasi kedua .....	71
Tabel 3.11 Hasil komputasi untuk nilai masukan setiap neuron pada iterasi ketiga .....	72
Tabel 3.12 Hasil komputasi untuk nilai keluaran setiap neuron pada iterasi ketiga .....	73

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Graph.....	5
Gambar 2.2 Graph berarah.....	6
Gambar 2.3 Jalan dalam graph.....	8
Gambar 2.4 Graph Hamilton.....	10
Gambar 2.5 Graph tak berarah dengan 4 titik dan 5 garis .....	10
Gambar 2.6 Graph berarah dengan 4 titik dan 5 garis .....	11
Gambar 2.7 Struktur neuron ke-i.....	13
Gambar 2.8 Neuron Y berhubungan dengan tiga neuron X.....	14
Gambar 2.9 Lapisan pada jaringan neural.....	15
Gambar 2.10 Jaringan neural dengan lapis tunggal .....	16
Gambar 2.11 Jaringan neural multilapis .....	17
Gambar 2.12 Fungsi identitas.....	20
Gambar 2.13 Fungsi tangga biner .....	20
Gambar 2.14 Fungsi sigmoid biner .....	21
Gambar 2.15 Fungsi sigmoid bipolar .....	22
Gambar 2.16 Sebuah penguat untuk sebuah neuron .....	23
Gambar 2.17 Rangkaian elektrik untuk jaringan neural Hopfield.....	25
Gambar 2.18 Fungsi aktivasi jaringan Hopfield.....	27
Gambar 2.19 Empat macam state dari jaringan dengan 2 neuron .....	27
Gambar 2.20 Irisan membujur pemandangan fungsi energi dalam dimensi 2..	30
Gambar 3.1 Bentuk graph untuk masalah TSP 10 kota .....	35
Gambar 3.2 Matriks <i>adjacent</i> untuk graph pada gambar 3.1 .....	37
Gambar 3.3 Matriks permutasi untuk graph pada gambar 3.1 .....	38
Gambar 3.4 Keterhubungan sebuah neuron dalam jaringan .....	47

## DAFTAR SIMBOL

$N_{X,i}$	neuron yang mewakili kota X dan posisi kunjungan ke-i
$\alpha, \beta, \gamma, \mu, n$	parameter jaringan neural Hopfield
$U_{X,i}$	masukan neuron kota X posisi kunjungan ke-i
$V_{X,i}$	nilai keluaran neuron kota X posisi kunjungan ke-i
$\delta U_{X,i}$	bias untuk neuron kota X posisi kunjungan ke-i
$\Delta U_{X,i}$	nilai perubahan masukan neuron
$f(\cdot)$	fungsi aktivasi
$E$	fungsi energi jaringan neural Hopfield
$\lambda$	parameter <i>gain</i> neuron
$\delta$	delta Kronecker
$\Sigma$	operasi penjumlahan suku-suku
$W_{X_i, Y_j}$	bobot koneksi antara neuron kota X posisi kunjungan ke-i dengan neuron kota Y posisi kunjungan ke-j
$\Delta t$	tahapan waktu
$n$	Jumlah kota
$U_{00}, U_0$	konstanta
$d_{XY}$	Jarak antara kota X dan kota Y
A, B, C, ....	nama kota