

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN BANDWIDTH
JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR
FUZZY DENGAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY
INFERENCE SYSTEM(ANFIS) :
STUDI KASUS PT.GMF AERO ASIA CENGKARENG**

TESIS



Oleh:

DENI KUSWOYO

1211601032

PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS BUDI LUHUR

JAKARTA

2015

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN BANDWIDTH
JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR
FUZZY DENGAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY
INFERENCE SYSTEM (ANFIS) :
STUDI KASUS PT.GMF AERO ASIA CENGKARENG**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan
memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.KOM)**



**Oleh:
DENI KUSWOYO**

1211601032

**PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER(M.KOM)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2015**



**PROGRAM STUDI: MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Mahasiswa : Deni Kuswoyo
Nomor Induk Mahasiswa : 1211601032
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Konsentrasi : Rekayasa Komputasi Terapan
Fakultas/Program : Pascasarjana

menyatakan bahwa TESIS yang berjudul :

Model Perhitungan Kebutuhan Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Sistem Pakar Fuzzy dengan Metode *Adaptive Neuro Inference System* (ANFIS)

1. merupakan hasil karya tulis ilmiah sendiri dan bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik oleh pihak lain,
2. saya ijin untuk dikelola oleh Universitas Budi Luhur sesuai dengan norma hukum dan etika yang berlaku.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai aturan apabila di kemudian pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 13 Februari 2015



(DENI KUSWOYO)



PROGRAM STUDI: MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Deni Kuswoyo
Nomor Induk Mahasiswa : 1211601032
Konsentrasi : Rekayasa Komputasi Terapan
Jenjang Studi : Strata 2
Judul : **Model Perhitungan Kebutuhan Bandwidth Jaringan Komputer Menggunakan Sistem Pakar Fuzzy dengan Metode Adaptive Neuro Inference System (ANFIS)**

Jakarta, 13 Februari 2015

Tim Penguji:

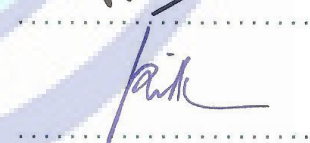
Ketua,
Prof. Dr. Moedjiono, M.Sc

Anggota,
Mardi Hardjianto, M.Kom

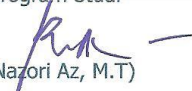
Pembimbing Utama,
Dr., Ir. Nazori Az, M.T

Tanda tangan:


.....

.....

.....

Ketua Program Studi


(Dr., Ir. Nazori Az, M.T)

ABSTRAK

Perkembangan internet yang pesat dan didukung pertumbuhan infrastruktur yang meningkat, sehingga diperlukan ketersediaan bandwidth yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan operasional perusahaan. Dalam penyediaan bandwidth yang tinggi terkendala pada mahalnya biaya sewa akses. Untuk mengatasi efisiensi penyediaan layanan diperlukan adanya model perhitungan kebutuhan bandwidth. Data input yang digunakan adalah kapasitas bandwidth yang digunakan, *inbound* yang digunakan, dan *outbound* yang digunakan. Kriteria penentuan kebutuhan bandwidth tersebut selanjutnya diolah dengan menggunakan permodelan berbasis *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Data output yang dihasilkan adalah kebutuhan bandwidth naik atau tidak naik. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa fungsi keanggotaan untuk menghasilkan tingkat dugaan yang paling dekat dengan kondisi riil. Hasil *error* yang terkecil yang dihasilkan terdapat pada metode *Hybrid* dengan tipe MF *trapmf* dengan menghasilkan *error* = $6.0182e-06$.

Kata kunci : Bandwidth, Jaringan Komputer, efisiensi, *Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, Matlab

ABSTRACT

The rapid development of the internet and infrastructure growth requires high bandwidth availability to meet the company's operational end. In balancing the necessity bandwidth with the rent access cost require calculation model efficiency service delivery bandwidth. Input data bandwidth, gained by using the inbound and outbound data. To determine the bandwidth requirement, one of the approach used are Fuzzy Logic. Criteria for determining the bandwidth requirements are processed using a modeling-based Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). The resulting output data will determine the bandwidth requirements to be upgrade or not. In this study I have been using several membership functions to produce the alleged level closest to the real conditions. Resulted the smallest error contained in the Hybrid method with type MF trapmf to generate error = $6.0182e-06$.

Key Words: Bandwidth, Computer Network, Efficiency, Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Matlab

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat Nya lah sehingga penulisan tesis yang berjudul MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN BANDWIDTH JARINGAN KOMPUTER MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR FUZZY DENGAN *METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) : STUDI KASUS PT.GMF AERO ASIA CENGKARENG dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan pembuatan tesis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata Dua (S-2) pada Program Studi Magister Ilmu Komputer (M.Kom.) Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur.

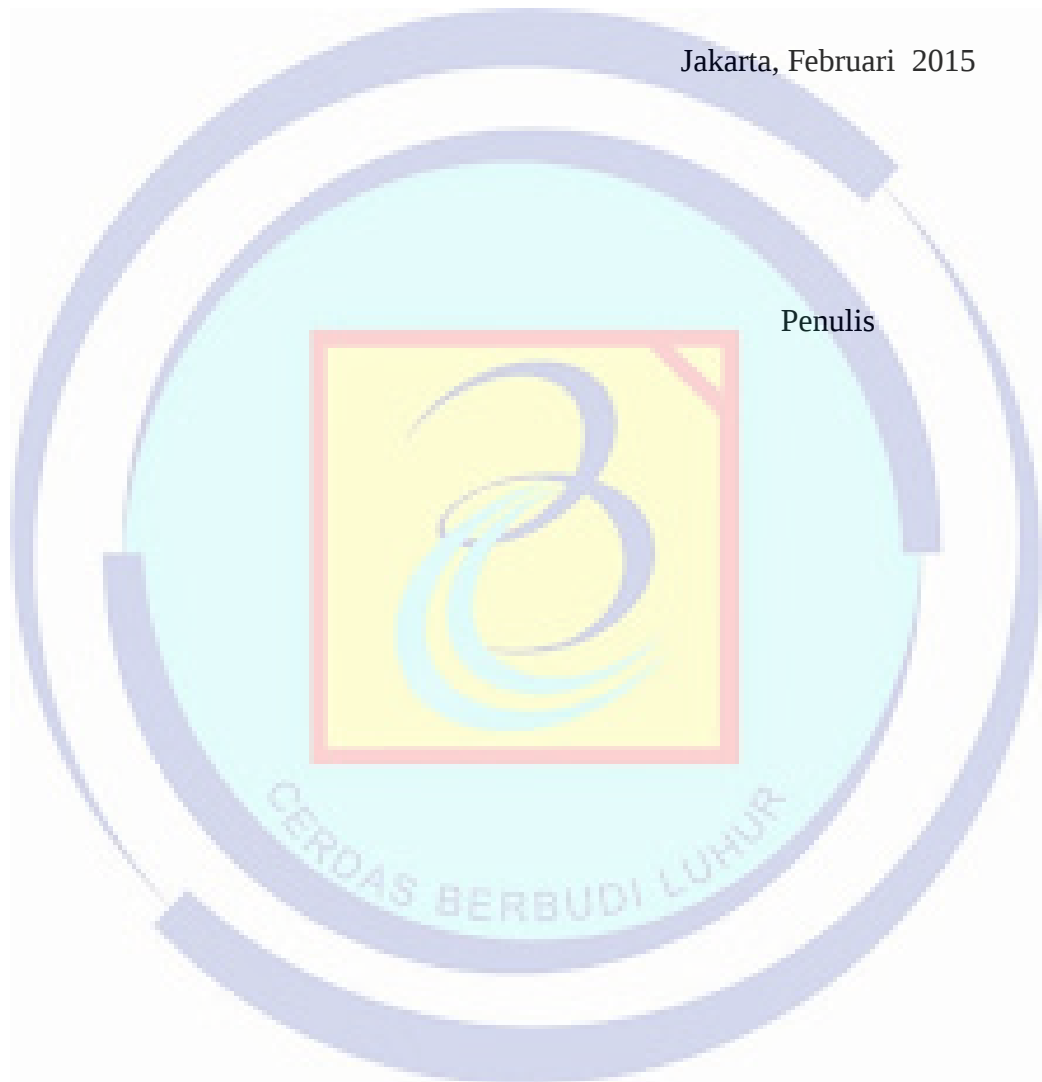
Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu izinkanlah penulis kesempatan ini untuk mengucapkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Moedjiono, M.Sc sebagai Direktur Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur.
2. Bapak Dr. Ir. Nazori AZ, M.T sebagai Ketua Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur dan juga sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan waktu dan arahan selama penulisan proposal tesis ini.
3. Segenap Staff Pengajar dan Sekretariat tata usaha Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur yang telah memberikan ilmunya dan bantuan akademik selama penulis mengikuti pendidikan di M.Kom. Universitas Budi Luhur.
4. Bp. Fattah selaku manager IT PT.GMF Aero Asia Cengkareng.
5. Segenap staff PT.GMF Aero Asia Cengkareng yang telah memberi bantuan selama penulis melakukan penelitian dalam penulisan tesis ini.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberi dukungan materi dan spiritual.
7. Teman-teman dan rekan-rekan kuliah selama perkuliahan di M.KOM. Universitas Budi Luhur yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah yang penulis hasilkan untuk yang akan datang.

Jakarta, Februari 2015

Penulis



**"Lakukan Apa yang Dapat Dilakukan Sekarang
Tidak Menunggu Nanti Atau Besok"**



**"Tesis ini kupersembahkan untuk Kedua Orang
Tuaku, Keluargaku. Semoga Allah SWT
senantiasa merahmati kita semua."**

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL LUAR (HALAMAN SAMPUL)	i
LEMBAR JUDUL DALAM (HALAMAN PEROLEHAN GELAR)	ii
LEMBAR PERNYATAAN (ORIGINALITAS)	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian	4
1.2.1 Identifikasi Masalah	4
1.2.2 Batasan Masalah	5
1.2.3 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Penelitian	5
1.3.2 Manfaat Penelitian	6
1.4 Tata Urut Penulisan	6
1.5 Daftar Pengertian	7
BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA KONSEP	
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.1.1 Jaringan Komputer	9
2.1.2 Bandwidth	18
2.1.3 Gateway dan Router/Routing	20
2.1.4 Sistem Pakar Fuzzy	22

2.1.5 Fungsi Keanggotaan	25
2.1.6 Jaringan Syaraf Tiruan	31
2.1.7 ANFIS	32
2.1.8 Matlab R2013a	35
2.1.9 <i>White-Box Testing</i>	43
2.1.10 <i>Black-Box Testing</i>	47
2.2 Tinjauan Studi	49
2.3 Tinjauan Objek Penelitian	56
2.3.1 PT. GMF Aero Asia	56
2.3.2 Struktur Organisasi PT. GMF Aero Asia	57
2.3.3 Topologi Jaringan Komputer PT. GMF Aero Asia	61
2.4 Kerangka Konsep	61
2.5 Hipotesis Penelitian	63
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	64
3.2 Metode Pemilihan Sampel	65
3.3 Metode Pengumpulan Data	66
3.4 Instrumen Penelitian	66
3.5 Metode Analisis	67
3.6 Langkah Penelitian	67
3.7 Jadwal Penelitian	70
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	
4.1 Pengelompokan dan Analisis Data	73
4.1.1 Tahap <i>Load Data</i>	75
4.1.2 Tahap <i>Generate FIS (Fuzzy Inference System)</i>	78
4.1.3 Tahap <i>Training FIS</i> (Tahap Pembelajaran FIS)	79
4.1.4 Tahap <i>Testing FIS</i> (Tahap Validasi FIS)	87
4.1.5 Hasil Pengujian Simulasi ANFIS	95
4.2 Interpretasi	96
4.3 GUI (<i>Graphical User Interface</i>)	102
4.4 Pengujian Data/Sistem/Prototipe Model	103

4.4.1	<i>White-Box Testing</i>	104
4.4.2	<i>Black-Box Testing</i>	106
4.5	Implikasi Penelitian	106
4.5.1	Aspek Sistem	107
4.5.2	Aspek Manajerial	107
4.5.3	Aspek Penelitian Lanjut	107
4.6	Rencana Implementasi	108
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	109
5.2	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA		111
LAMPIRAN-LAMPIRAN		113
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		119

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II-1 Skema Topologi LAN	11
II-2 Skema Jaringan MAN	12
II-3 Skema Jaringan WAN	13
II-4 Skema Topologi <i>Bus</i>	14
II-5 Skema Topologi <i>Ring</i>	15
II-6 Skema Topologi <i>Star</i>	16
II-7 Skema Jaringan Komputer	17
II-8 Bandwidth	19
II-9 Router	21
II-10 Himpunan Fuzzy untuk variabel umur	24
II-11 Himpunan Fuzzy untuk variabel temperature	24
II-12 Representasi Linier Naik	26
II-13 Himpunan Fuzzy PANAS	27
II-14 Representasi Linier Turun	27
II-15 Himpunan Fuzzy DINGIN	28
II-16 Kurva Segitiga	28
II-17 Himpunan fuzzy NORMAL (kurva segitiga)	29
II-18 Representasi Kurva Trapesium	29
II-19 Himpunan Fuzzy (Kurva Trapesium)	30
II-20 Daerah bahu pada variabel TEMPERATUR	30
II-21 Jaringan Syaraf Tiruan Sederhana	31
II-22 <i>Multilayer Perceptron</i>	32
II-23 Struktur ANFIS	32
II-24 Arsitektur Jaringan ANFIS	34
II-25 <i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	36
II-26 <i>FIS Editor</i>	37

II-27	<i>Editor Fungsi Keanggotaan</i>	38
II-28	<i>Rule Editor</i>	40
II-29	<i>Rule Viewer</i>	41
II-30	<i>Surface Viewer</i>	42
II-31	<i>Flowchart / bagan alir</i>	44
II-32	<i>Flow Graph</i>	44
II-33	Grafik Korelasi <i>Cyclometric Complexity (CC)</i>	46
II-34	Struktur <i>Black-Box Testing</i>	48
II-35	Struktur Organisasi PT. GMF Aero Asia	57
II-36	Topologi Jaringan Komputer PT. GMF Aero Asia	61
II-37	Kerangka Pemikiran Penentuan Kebutuhan Bandwidth	62
III-1	Langkah-langkah Penelitian	68
IV-1	<i>ANFIS Editor GUI</i>	74
IV-2	<i>Input Data Pembelajaran</i>	75
IV-3	<i>Data Pembelajaran Dalam Memori</i>	76
IV-4	<i>Input Data Pengujian</i>	77
IV-5	<i>Data Pengujian Dalam Memori</i>	77
IV-6	<i>Tipe Fungsi Keanggotaan</i>	78
IV-7	<i>Generate FIS Membership Function (MF) constant</i>	79
IV-8	<i>Training Trimf dengan Algoritma Hybrid</i>	80
IV-9	<i>Training Trapmf dengan Algoritma Hybrid</i>	81
IV-10	<i>Training Gbellmf dengan Algoritma Hybrid</i>	82
IV-11	<i>Training Gaussmf dengan Algoritma Hybrid</i>	83
IV-12	<i>Training Trimf dengan Algoritma Backpropagation</i>	84
IV-13	<i>Training Trapmf dengan Algoritma Backpropagation</i>	85
IV-14	<i>Training Gbellmf dengan Algoritma Backpropagation</i>	86
IV-15	<i>Training Gaussmf dengan Algoritma Backpropagation</i>	87
IV-16	<i>Testing Trimf Dengan Algoritma Hybrid</i>	88
IV-17	<i>Testing Trapmf Dengan Algoritma Hybrid</i>	89
IV-18	<i>Testing Gbellmf Dengan Algoritma Hybrid</i>	90
IV-19	<i>Testing Gaussmf dengan Algoritma Hybrid</i>	91

IV-20	<i>Testing Trimf</i> dengan Algoritma <i>Backpropagation</i>	92
IV-21	<i>Testing Trapmf</i> dengan Algoritma <i>Backpropagation</i>	93
IV-22	<i>Testing Gbellmf</i> dengan Algoritma <i>Backpropagation</i>	94
IV-23	<i>Testing Gaussmf</i> dengan Algoritma <i>Backpropagation</i>	95
IV-24	Model Pembelajaran (<i>Training</i>) RMSE Terendah	97
IV-25	Model <i>Structure</i> Pembelajaran (<i>Training</i>)	97
IV-26	FIS Editor Pembelajaran (<i>Training</i>)	98
IV-27	<i>Membership Function Editor</i> Pembelajaran (<i>Training</i>) Kapasitas Bandwidth	99
IV-28	<i>Membership Function Editor</i> Pembelajaran (<i>Training</i>) Inbound Bandwidth	100
IV-29	<i>Membership Function Editor</i> Pembelajaran (<i>Training</i>) Outbound Bandwidth	101
IV-30	<i>Membership Function Editor</i> Pembelajaran (<i>Training</i>) Kebutuhan Bandwidth	102
IV-31	Tampilan GUI Model Perhitungan Kebutuhan Bandwidth	103
IV-32	<i>Flowchart</i> / bagan alir Model Perhitungan Bandwidth	104
IV-33	<i>Flow Graph</i> Model Perhitungan Bandwidth	105

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II-1 Satuan Bandwidth	19
II-2 Hubungan antara <i>Cyclometric Complexity</i> dan Resiko	46
II-3 Tinjauan Objek Studi Terdahulu yang Relevan	53
III-1 Tabel Variabel bulan Januari 2014	65
III-2 Tabel Jadwal Penelitian	70
IV-1 Perbandingan RMSE <i>Data Training</i> dengan <i>Data Testing</i>	96
IV-2 Tabel Pengujian Model Perhitungan Kebutuhan Bandwidth	106
IV-3 Tabel Rencana Implementasi.....	108

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Data history bulan Januari 2014	113
2 Data history bulan Februari 2014	114
3 Data history bulan Maret 2014	115
4 Data Training	116
5 Data Testing	117
6 Data New	118



DAFTAR PUSTAKA

- [Agus 2010] Agus, F., Suyatno, A. dan Supianto 2010. "Optimalisasi manajemen bandwidth pada jaringan intranet Universitas Mulawarman", Jurnal Informatika Mulawarman, Vol.5 No.1, Samarinda.
- [Agus Naba 2009] Eng. Agus Naba, "Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab", Andi Offset Yogyakarta, 2009.
- [Andrew 1997] Andrew, S., 1997, Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia Jilid I, Jakarta : Prenhallindo.
- [Foster 2003] Foster, I. and Kesselman, C. *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure, Second edition*. California: Morgan Kaufman.
- [Garuda 2010] Garuda Indonesia, Profil Perusahaan, www.garuda-indonesia.com. (Diakses 10 november 2014)
- [Gmf 2010] GMF Aero Asia, Profil Perusahaan, www.gmf-aeroasia.co.id. (Diakses 10 november 2014)
- [Hartati 2008] Hartati, Sri dan Iswanti, Sari., "Sistem Pakar dan Pengembangannya", Graha Ilmu Yogyakarta, 2008.
- [Hekmat 2005] Sarham Hekmat, "*Communication Networks*", PragSoft Corporation, 2005.
- [Jang 1997] Jang, J.S.R, Sun, C.T, Mitzutani, E (1997) *Neuro Fuzzy and Computing*, Prentice Hall International, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.
- [Kristanto 2003] Andri Kristanto, "Jaringan Komputer" Graha Ilmu Yogyakarta, 2003.
- [Kusumadewi 2002] Sri Kusumadewi, "Analisis Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab", Edisi ke-1 Graha Ilmu Yogyakarta, 2002.
- [Kusumadewi 2004] _____, "Analisa & Desain Sistem Fuzzy (Menggunakan TOOLBOX MATLAB)", Graha Ilmu Yogyakarta, 2004.