

**PERAMALAN PENGGUNAAN BEBAN BANDWIDTH MENGGUNAKAN  
SELF-ORGANIZING MAPS**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika Bilingual Fakultas Ilmu Komputer*



Oleh:

Annisa Ayu Pratiwi

NIM : 09111402009

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## **LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

### **PERAMALAN PENGGUNAAN BEBAN BANDWIDTH MENGGUNAKAN *SELF ORGANIZING MAPS***

**Oleh :**

**Annisa Ayu Pratiwi  
NIM: 09111402009**

Palembang, 31 Juli 2018

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Rifkie Primartha, M.T.  
NIP. 197706012009121004

Pembimbing



Samsuryadi, M. Kom, Ph.D  
NIP. 197102041997021003

## TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Senin tanggal 30 Juli 2018 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

N a m a : Annisa Ayu Pratiwi

N I M : 091114020019

J u d u l : Peramalan Penggunaan Beban *Bandwidth* Menggunakan *Self Organizing Map*

### 1. Pembimbing

Samsuryadi, M. Kom., Ph.D

NIP. 197102041997021003

.....

### 2. Pengaji I

Ir. Muhammad Ihsan Jambak, M.Sc

NIP. 196805042015109101

.....

### 3. Pengaji II

Osvari Arsalan, M.T.

NIP. 198806282018031001

.....



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Ayu Pratiwi  
NIM : 09111402009  
Program Studi : Teknik Informatika (Bilingual)  
Judul Skripsi : Peramalan Penggunaan Beban  
*Bandwidth* menggunakan *Self Organizing Map*

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 18 %

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, Juli 2018



Annisa Ayu Pratiwi  
NIM. 09111402009

**Motto:**

- “And will provide for him from where he does not expect. And whoever relies upon Allah, then He is sufficient for him.” (Q. S. At – Talaq : 3)
- Treat yourself. You know more than you think you do – Benjamin Spock
- Knowledge is that which benefit, not which is memorize – Imam Al Shaf'i

**I dedicated this paper to:**

- My beloved father and mother
- My beloved family
- All of my beloved friends
- All of my teachers
- Informatics Engineering Unsri
- Sriwijaya University

## **BANDWIDTH USAGE FORECASTING USING SELF ORGANIZING MAPS**

**By :**

**Annisa Ayu Pratiwi**

**09111402009**

### **ABSTRACT**

Bandwidth usage forecasting is the process of analyzing and determining the amount of data transfer rate in a future bandwidth. The effect caused by changes in data transfer rates has a large impact on the quality of services on a network that users use to communicate. In this study using the method of Self Organizing Maps (SOM) to predict the amount of data transfer rate on a bandwidth. SOM has good learning ability so it has high accuracy. The forecasting stage is the data will be normalized, do training and forecasting with SOM, and then denormalize the forecasting results to get the normal value. Forecasting results have an average accuracy of 98.90%.

**Keyword:** Bandwidth usage forecasting, Data rate transfer, Self Organizing Maps, Normalization, Denormalization.

**PERAMALAN PENGGUNAAN BEBAN *BANDWIDTH* MENGGUNAKAN  
*SELF ORGANIZING MAPS***

**Oleh :**

**Annisa Ayu Pratiwi**

**09111402009**

**ABSTRAK**

Peramalan penggunaan beban *bandwidth* merupakan proses menganalisis dan menentukan besarnya *data rate transfer* pada suatu *bandwidth* yang akan datang. Efek yang disebabkan oleh perubahan *data rate transfer* ini mempunyai dampak yang besar terhadap kualitas layanan pada suatu jaringan yang digunakan pengguna untuk berkomunikasi. Pada penelitian ini menggunakan metode *Self Organizing Maps* (SOM) untuk meramalkan besarnya *data rate transfer* pada suatu *bandwidth*. SOM memiliki kemampuan belajar yang baik sehingga memiliki akurasi yang tinggi. Tahapan peramalan yang dilakukan yaitu data akan dinormalisasi terlebih dahulu, lalu dilakukan pelatihan dan peramalan dengan SOM, kemudian denormalisasi terhadap hasil peramalan untuk mendapatkan nilai normal. Hasil peramalan memiliki akurasi rata-rata mencapai 98.90%.

Kata kunci: Peramalan beban *bandwidth*, *Data rate transfer*, *Self Organizing Maps*, Normalisasi, Denormalisasi.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir yang berjudul **“Peramalan Penggunaan Beban Bandwidth Menggunakan Self Organizing Map”** ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan tingkat S1 pada Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bundaku, Neneng Lestari yang selalu memberikan kasih sayang dan dorongan semangat. Ayahku, Iwan Hernawan DDW yang selalu memberikan motivasi terbaik di segala kondisi, Adik-adikku Tia, Syifa, Farah, dan seluruh keluarga besar atas semua bantuan dan doanya untuk penulis selama ini;
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Samsuryadi, M.Kom., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir dan pembimbing akademik yang telah membimbing, membantu dengan sabar, serta memberikan motivasi terbaik kepada penulis;
4. Bapak Ir. Muhammad Ihsan Jambak. M.Sc dan Bapak Osvari Arsalan, M.T. selaku penguji;

5. Bapak dan Ibu dosen yang telah membagikan ilmunya kepada penulis selama belajar di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya;
6. Muhammad Fajriandi, sahabat dan kekasih hati penulis yang selalu menjadi pendukung terbaik, yang menemani, mengingatkan dan menghibur dikala sulit dalam menjalani proses belajar dan kelulusan penulis;
7. Sahabat-sahabat terbaik, Puteri Dinda Monita, Rinda Maulidya, Intan Widyaningrum, Kurniati C. C., dan Destryana R. C. yang selalu siap membantu, menghibur, dan telah bersama-sama menjalani suka dan duka selama masa perkuliahan.
8. Teman-teman IFBIL 2011;
9. Untuk semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Palembang, Juli 2018

Annisa Ayu Pratiwi  
09111402009

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR.....</b>	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	v
<b>ABSTRACT.....</b>	vi
<b>ABSTRAK.....</b>	vii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xix

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Batasan Masalah.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
1.8 Kesimpulan.....	I-6

### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Landasan Teori.....	II-1

2.2.1 Gambaran Jaringan yang Baik.....	II-1
2.2.1.1 <i>Bandwidth</i> .....	II-2
2.2.1.2 Lalu Lintas Data.....	II-3
2.2.2 Peramalan.....	II-5
2.2.2.1 Tujuan Peramalan.....	II-6
2.2.2.2 Karakteristik Peramalan.....	II-7
2.2.2.3 Teknik Peramalan.....	II-8
2.2.2.4 Peramalan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-8
2.2.3 Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	II-9
2.2.3.1 Arsitektur.....	II-11
2.2.4 <i>Self Organizing Maps</i> (SOM).....	II-14
2.2.4.1 Pelatihan SOM.....	II-15
2.2.5 Normalisasi dan Denormalisasi Data.....	II-18
2.2.6 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA).....	II-19
2.2.7 <i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	II-24
2.3 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-24
2.4 Kesimpulan.....	II-25

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Pendahuluan.....	III-1
3.2 Pengumpulan Data.....	III-1
3.2.1 Jenis Data.....	III-1
3.2.2 Sumber Data.....	III-1
3.2.3 Metode Pengumpulan Darta.....	III-2
3.3 Tahapan Penelitian.....	III-1
3.3.1 Normalisasi Data.....	III-2
3.3.2 Pelatihan Data dengan SOM.....	III-2
3.3.3 Peramalan.....	III-5

3.3.4 Menentukan Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian.....	III-6
3.3.5 Melakukan Pengujian Penelitian.....	III-6
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-7
3.4.1 Fase Insepsi.....	III-8
3.4.2 Fase Elaborasi.....	III-8
3.4.3 Fase Konstruksi.....	III-9
3.4.4 Fase Transisi.....	III-9
3.5 Penjadwalan Penelitian.....	III-10
3.5 Kesimpulan.....	III-20

#### **BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 Fase Insepsi.....	IV-1
4.2.1 Analisis Sistem.....	IV-2
4.2.1.1 Analisis Masalah.....	IV-2
4.2.1.2 Analisis Data.....	IV-2
4.2.1.3 Analisis Model SOM	IV-2
4.2.1.4 Analisis SOM pada Pelatihan	IV-3
4.2.1.5 Analisis SOM pada Peramalan	IV-3
4.2.1.6 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	IV-4
4.2.2 Pemodelan <i>Use Case</i> .....	IV-5
4.2.2.1 Diagram <i>Use Case</i> .....	IV-5
4.2.2.2 Definisi Aktor.....	IV-6
4.2.2.3 Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-6
4.2.2.4 Skenario <i>Use Case</i> .....	IV-7
4.2.3 Diagram Aktivitas.....	IV-10

4.2.4 Pengujian Tahapan Insepsi.....	IV-14
4.3 Fase Elaborasi.....	IV-15
4.3.1 Kelas Analisis.....	IV-15
4.3.2 Perancangan Antarmuka.....	IV-18
4.3.3 Diagram Sekuensial.....	IV-19
4.3.2.1 Diagram Sekuensial Memuat Data Latih.....	IV-20
4.3.2.2 Diagram Sekuensial Memuat Data Uji.....	IV-21
4.3.2.3 Diagram Sekuensial Melakukan Pelatihan.....	IV-22
4.3.2.4 Sub Diagram Sekuensial Normalisasi Data.....	IV-23
4.3.2.5 Sub Diagram Sekuensial Do SOM.....	IV-24
4.3.2.6 Sub Diagram Sekuensial Simpan Data Latih....	IV-25
4.3.2.7 Diagram Sekuensial Melakukan Peramalan.....	IV-26
4.3.2.8 Diagram Sekuensial Do Uji SOM.....	IV-27
4.3.4 Diagram Kelas Keseluruhan.....	IV-28
4.3.5 Pengujian Tahapan Elaborasi.....	IV-30
4.4 Fase Konstruksi.....	IV-30
4.4.1 Implementasi Kelas.....	IV-30
4.4.2 Implementasi Antarmuka.....	IV-32
4.4.3 Pengujian Tahapan Konstruksi.....	IV-32
4.5 Fase Transisi.....	IV-33
4.5.1 Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-33
4.5.1.1 Rencana Pengujian.....	IV-33
4.5.1.2 Kasus Uji.....	IV-32
4.5.1.3 Hasil Pengujian <i>Use Case</i> .....	IV-43
4.5.2 Pengujian Tahapan Transisi.....	IV-51

4.6 Kesimpulan.....	IV-52
---------------------	-------

## **BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan.....	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.4.....	V-2
5.2.3 Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.6.....	V-3
5.2.4 Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.8.....	V-4
5.3 Analisis Hasil Penelitian.....	V-5
5.4 Kesimpulan.....	V-11

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Pendahuluan.....	VI-1
6.2 Kesimpulan.....	VI-1
6.3 Saran.....	VI-1

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	xx
----------------------------	----

<b>LAMPIRAN.....</b>	xxv
----------------------	-----

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Table III-1 Atribut SOM.....	III-3
Tabel III-2 Penjadwalan Penelitian dalam Bentuk <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS).....	III-11
Tabel IV-1 Definisi Aktor.....	IV-6
Tabel IV-2 Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-7
Tabel IV-3 Skenario <i>Use Case</i> Memuat Data Latih.....	IV-7
Tabel IV-4 Skenario <i>Use Case</i> Memuat Data Uji.....	IV-8
Tabel IV-5 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-9
Tabel IV-6 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Peramalan.....	IV-10
Tabel IV-7 Daftar Implementasi Kelas.....	IV-30
Tabel IV-8 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Memuat Data Latih.....	IV-32
Tabel IV-9 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Memuat Data Uji.....	IV-32
Tabel IV-10 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-33
Tabel IV-11 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Peramalan.....	IV-34
Tabel IV-12 Pengujian <i>Use Case</i> Muat Data Latih.....	IV-35

Tabel IV-13	Pengujian <i>Use Case</i> Muat Data Uji.....	IV-36
Tabel IV-14	Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-37
Tabel IV-15	Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Peramalan.....	IV-40
Tabel V-1	Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.4.....	V-2
Tabel V-2	Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.6.....	V-3
Tabel V-3	Hasil Percobaan <i>Learning Rate</i> 0.8.....	V-4
Tabel V-4	Tabel Uji Deskriptif.....	V-5
Tabel V-5	Tabel Hasil Uji Anova.....	V-8
Tabel V-6	Tabel Hasil Uji Signifikan Berdasarkan <i>Learning Rate</i> ...	V-9
Tabel V-7	Tabel Hasil Uji Signifikan Berdasarkan Iterasi.....	V-9

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1	<i>Traffic Descriptor</i> (Forouzan dan Fegan, 2007).....
Gambar II-2	<i>Three Traffic Profile</i> (Forouzan dan Fegan, 2007).....
Gambar II-3	Neuron biologis (Fausset, 1994).....
Gambar II-4	Arsitektur JST (Shabri dan Samsudin, 2014).....
Gambar II-5	Arsitektur SOM (Budhi et al., 2008).....
Gambar II-6	Ilustrasi <i>Iterative RUP</i> (Kruchten, 2000).....
Gambar III-1	Arsitektur SOM.....
Gambar III-2	Proses Pelatihan Menggunakan SOM.....
Gambar III-3	Proses Peramalan.....
Gambar III-4	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Ruang Lingkup dan Unit Penelitian.....
Gambar III-5	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Dasar Teori yang Berkaitan dengan Penelitian dan Menentukan Kriteria Pengujian.....
Gambar III-6	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian Fase Insepsi.....
Gambar III-7	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian Fase Elaborasi.....

Gambar III-8	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian Fase Konstruksi.....	III-18
Gambar III-9	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian Fase Transisi.....	III-18
Gambar III-10	Penjadwalan untuk Tahap Melakukan Pengujian Penelitian, Analisa Hasil Pengujian Penelitian dan Membuat Kesimpulan.....	III-19
Gambar IV-1	Diagram <i>Use Case</i> Peramalan Penggunaan <i>Bandwidth</i> . ....	IV-6
Gambar IV-2	Diagram Aktivitas Use Case Memuat Data Latih.....	IV-11
Gambar IV-3	Diagram Aktivitas Use Case Memuat Data Uji.....	IV-11
Gambar IV-4	Diagram Aktivitas Use Case Melakukan Pelatih.....	IV-12
Gambar IV-5	Diagram Aktivitas Use Case Melakukan Peramalan.....	IV-13
Gambar IV-6	Kelas Analisis Memuat Data Latih.....	IV-14
Gambar IV-7	Kelas Analisis Memuat Data Uji.....	IV-15
Gambar IV-8	Kelas Analisis Melakukan Pelatihan.....	IV-16
Gambar IV-9	Kelas Analisis Melakukan Peramalan.....	IV-17
Gambar IV-10	Perancangan Antarmuka Halaman Utama.....	IV-18
Gambar IV-11	Diagram Sekuensial Memuat Data Latih.....	IV-20
Gambar IV-12	Diagram Sekuensial Memuat Data Uji.....	IV-21
Gambar IV-13	Diagram Sekuensial Melakukan Pelatihan.....	IV-22
Gambar IV -14	Sub Diagram Sekuensial Normalisasi Data.....	IV-23

Gambar IV-15	Sub Diagram Sekuensial Do SOM.....	IV-24
Gambar IV-16	Sub Diagram Sekuensial Simpan Data Latih.....,	IV-25
Gambar IV-17	Diagram Sekuensial Melakukan Peramalan.....	IV-26
Gambar IV-18	Sub Diagram Sekuensial Do Uji IV-27 SOM.....	
Gambar IV-19	Diagram Kelas Keseluruhan.....	IV-28
Gambar IV-20	Perancangan <i>Form</i> Antarmuka Perangkat Lunak Peramalan Penggunaan Beban <i>Bandwidth</i> .....	IV-32
Gambar IV-21	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Memuat Data Latih (E-1-101).....	IV-43
Gambar IV-22	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Memuat Data Latih (E-1-102).....	IV-44
Gambar IV-23	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Memuat Data Uji (E-2-102).....	IV-45
Gambar IV-24	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (E-3-102).....	IV-46
Gambar IV-25	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (E-3-103).....	IV-47
Gambar IV-26	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (E-3-104).....	IV-48
Gambar IV-27	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (E-3-105).....	IV-49
Gambar IV-28	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Peramalan	

(E-4-102).....	IV-50
Gambar IV-29 Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Peramalan (E-4-103).....	IV-51
Gambar V-1 Grafik Akurasi Peramalan Berdasarkan <i>Learning Rate</i> .	V-6

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Kode Program.....	L-1
Data Penelitian.....	L-2
Sampel Data Hasil Pengujian.....	L-3

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Bab ini memuat bahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan yang akan digunakan pada penelitian ini.

### **1.2 Latar Belakang**

Di era ini, permintaan jaringan yang dapat diandalkan sangat tinggi, karena hampir semua aktivitas manusia memerlukan internet untuk berkomunikasi, termasuk dunia bisnis yang harus memberikan layanan terbaik kepada pelanggan mereka. *Bandwidth* adalah salah satu karakteristik yang mengukur kinerja jaringan. *Bandwidth* adalah jumlah bit per detik yang dapat ditransmisikan oleh saluran, tautan, atau bahkan jaringan. *Bandwidth* yang efektif adalah *bandwidth* yang perlu dialokasikan jaringan untuk arus lalu lintas data (Forouzan dan Fegan, 2006). Jaringan dapat menangani kapasitas informasi apa pun yang diminta untuk diangkut dengan hanya menggunakan sebagian kecil dari kapasitas jaringan dan tidak pernah mempertaruhkan situasi kelebihan kapasitas (Solomon et al., 2014).

Salah satu antisipasi yang dapat dilakukan adalah melakukan peramalan pada *data rate transfer*. Peramalan dapat membantu meminimalkan kerugian yang terkait dengan kejadian tak terkontrol, membantu melakukan perencanaan dan

membuat keputusan untuk tindakan selanjutnya seperti melakukan kontrol intensif, dan yang lainnya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah model yang efektif untuk memprediksi dengan tingkat akurasi yang baik. Terdapat dua teknik yang digunakan dalam peramalan, teknik pertama adalah *statistical* dan yang kedua adalah *artificial intelligence* (AI) (Behmiri dan Manso, 2013). *Statistical* adalah teknik yang digunakan dalam peramalan untuk data yang bersifat linear sedangkan AI adalah teknik dalam peramalan untuk data yang bersifat *nonlinear*. Pendekatan statistikal digunakan pada banyak penelitian terdahulu dengan menggunakan data *linear*, sedangkan pada masa ini banyak data bersifat *nonlinear*, termasuk beban *bandwidth*, sehingga penggunaan metode statistikal menjadi tidak cocok dan memberikan hasil yang tidak baik (Madden dan Tan, 2009). Maka dalam penelitian ini menggunakan AI karena masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bersifat *nonlinear*.

Model yang umum digunakan adalah *supervised learning*, dimana vektor input dibentuk oleh nilai-nilai saat ini dan masa lalu dari rangkaian waktu tertentu dan nilai target adalah nilai masa depan yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi pendekatan fungsi dan kemampuan generalisasi dari beberapa arsitektur saraf yang diawasi yang terkenal seperti *Multilayer Perceptron* (MLP) and *Radial Basis Functions* (RBF) (Barreto, 1996). Hornik et al., (1989) menunjukkan bahwa *hidden layer* yang terdapat pada arsitektur ini dapat memperkirakan fungsi kontinyu ke tingkat akurasi yang berubah-ubah sehingga dianggap cukup untuk menangkap proses nonlinier yang mendasarinya dalam data

ini. Tetapi pemilihan jumlah *hidden layer*, iterasi, dan algoritma pelatihan menjadi sangat penting karena akan berpengaruh terhadap keluaran yang dihasilkan.

*Self organizing maps* (SOM) adalah arsitektur *unsupervised learning* yang merupakan salah satu teknik dalam *neural network* yang bertujuan untuk melakukan visualisasi data dengan cara mengurangi dimensi data melalui penggunaan *self-organizing neural networks* sehingga manusia dapat mengerti *high-dimensional data* yang dipetakan dalam bentuk *low-dimensional data*. Kelebihan SOM terletak pada kemampuan belajar mandiri yang dimilikinya, sehingga pengguna tidak perlu merumuskan kaidah atau fungsinya. Hal ini disebabkan *competitive learning* yang ada pada SOM sehingga lebih mudah diimplementasikan daripada *supervised learning* (Barreto, 1996). Kelebihan lainnya adalah bahwa hubungan antara vektor asli dipertahankan didalam ruang output, menyediakan format visual di mana pengguna dapat dengan mudah menemukan kelompok, relasi, dan struktur dalam database ruang input yang biasanya kompleks (Valero, et al., 2010).

Mekongga *et al.*, (2012) melakukan peramalan pada jaringan komputer *bandwidth* menggunakan *Back Propagation (BP)* dan menemukan hasil bahwa data pola *output* hasil peramalan kebutuhan *bandwidth* dengan jaringan saraf tiruan mirip data aktual penggunaan *bandwidth*, melihat hasil akhir dari jaringan ini yang mempunyai kesalahan rata-rata 13.66%.

Yudaningtyas *et al.*, (2007) juga melakukan peramalan kebutuhan *bandwidth* Iub jaringan UMTS dan HSDPA menggunakan *Fuzzy Inference*

*System* (FIS) dan *Time Series* (FIS) dan mendapatkan kesalahan rata-rata untuk FIS sebesar 20,95 % sedangkan untuk FTS sebesar 11,14 %.

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini akan mengembangkan sebuah perangkat lunak untuk peramalan *bandwidth* dengan menggunakan *Self Organizing Maps* (SOM) sebagai metode pelatihan dan pengujian yang memiliki keunggulan pada kemampuan belajar yang dimilikinya. Mulyadi et al., (2009) melakukan peramalan beban puncak harian berbasis algoritma *Self Organizing Maps* dan mendapatkan tingkat akurasi rata – rata peramalan 97,53% sehingga metode ini memberikan hasil peramalan yang lebih akurat dibanding metode konvensional.

### 1.3 Rumusan Masalah

Banyak pembelajaran menggunakan SOM memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Untuk itu, penelitian ini akan menggunakan SOM untuk peramalan penggunaan *bandwidth*.

Adapun pertanyaan utama pada penelitian adalah “Apakah metode SOM dapat digunakan dalam meramalkan penggunaan *bandwidth*?”

Pertanyaan pendukung pada penelitian, sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk kerangka kerja untuk peramalan *bandwidth*?
2. Bagaimana pengembangan perangkat lunak untuk implementasi SOM pada peramalan *bandwidth*?

3. Apakah pemakaian perangkat lunak pada kasus peramalan penggunaan *bandwidth* dengan menggunakan SOM menghasilkan tingkat akurasi yang baik?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan SOM untuk peramalan *transfer rate* pada beban *bandwidth*;
2. Mengembangkan perangkat lunak dengan SOM untuk peramalan beban *bandwidth*;
3. Mengetahui akurasi hasil peramalan beban *bandwidth* dengan SOM;
4. Menganalisis performansi dalam meramal beban *bandwidth*;
5. Mengetahui hasil peramalan beban *bandwidth* dengan metode SOM.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian dapat mengimplementasikan SOM untuk peramalan beban *bandwidth*;
2. Hasil penelitian merupakan perangkat lunak yang dapat meramalkan penggunaan beban *bandwidth* dengan tingkat akurasi yang baik;
3. Hasil penelitian dapat mengetahui akurasi hasil peramalan beban *bandwidth* dengan SOM;

4. Hasil penelitian dapat menganalisis performansi dalam peramalan beban *bandwidth*;
5. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan untuk penelitian peramalan beban *bandwidth* selanjutnya.

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari Divisi IT PT. PLN Persero Pembangkit Sumatera Selatan dengan tipe data *inbound transfer rate*;
2. Data yang digunakan adalah dari bulan Januari 2014 sampai Desember 2015 dengan jenis data adalah data harian;
3. Berdasarkan total data 100% akan digunakan sebagai fase pelatihan, dan 50 % dari total data akan digunakan sebagai fase pengujian;
4. Lapisan masukan mempunyai 31 unit yang menandakan bahwa setiap bulan terdapat 31 hari, dan lapisan keluaran mempunyai 12 unit yang merupakan hasil pelatihan dari SOM;
5. Hasil peramalan beban *bandwidth* berupa satuan *bits per second*;
6. Sistem hanya membaca file dari *Microsoft Excel* yang berformat .xls.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan adalah sebagai berikut:

## Bab I. Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

## Bab II. Kajian Literatur

Bab ini berisikan dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam analisis, perancangan dan implementasi penelitian.

## Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini membahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Dimana masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci.

## Bab IV. Pengembangan Perangkat Lunak

Bab ini membahas mengenai analisis dan perancangan terhadap penggunaan metode SOM untuk peramalan.

## Bab V. Hasil dan Analisis Penelitian

Bab ini membahas mengenai lingkungan implementasi, implementasi program, hasil eksekusi dan hasil pengujian.

## Bab VI. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari penelitian dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

## 1.8 Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah perangkat lunak yang dapat meramalkan kelebihan penggunaan *bandwidth* menggunakan *Self Organizing Maps* (SOM). Diharapkan metode yang digunakan dapat diimplementasikan ke dalam perangkat lunak dengan baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alhoniemi, E., Simula, O., & Vesanto, J. (1997). Analysis of complex systems using the self organising map. *Laboratory of computer and information science, Helsinki University of Technology, Finland.*
- Armstrong, J. S. (Ed.). (2001). Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners (Vol. 30). Springer.
- Assauri, S. (1984). Teknik dan Metode Peramalan. Lembaga Penerbit FE UI, Jakarta.
- Boharu, Z., Azemy, H., Nasir, M., Baharom, M., Sulaima, M., & Jali, M. (2015). Reliable Short Term Load Forecasting using Self Organized Map (SOM) in Deregulated Electricity Market. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 79(3).
- De-chun, Ning, Jian-Ping, W., & Wen-shun, W. (2010, August). Forecasting model of mine construction project accidents based on SOM neural network. In Natural Computation (ICNC), 2010 Sixth International Conference on (Vol. 3, pp. 1252-1255). IEEE.
- Fausett, L. V. (1994). Fundamentals of neural networks. Prentice-Hall.
- Forouzan, A. B. (2006). Data Communications & Networking (sie). Tata McGraw-Hill Education.
- Guthikonda, S. M. (2005). Kohonen Self-Organizing Maps. Wittenberg University.

- Heizer, J. H., Render, B., & Weiss, H. J. (2004). Operations management (Vol. 8). Pearson Prentice Hall.
- Indrabayu, H. N., Pallu, M. S., Achmad, A., & Fikha, C. L. (2012). Prediksi Curah Hujan dengan Jaringan Saraf Tiruan. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik Grup Teknik Elektro Indonesia*.
- Kitani, E. C., Del-Moral-Hernandez, E., & Silva, L. A. (2013). Learning Embedded Data Structure with Self-Organizing Maps. In Advances in Self-Organizing Maps (pp. 225-234). Springer Berlin Heidelberg.
- Kusumadewi, Sri & Hartati, Sri. (2010). Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2. Graha Ilmu.
- Lawrence, K. D., Klimberg, R. K., & Lawrence, S. M. (2009). Fundamentals of forecasting using excel. Industrial Press Inc..
- Li, H., Huang, C., & Devetsikiotis, M. (2005, May). A robust adaptive effective bandwidth allocation scheme. In Communications, 2005. ICC 2005. 2005 IEEE International Conference on (Vol. 1, pp. 115-119). IEEE.
- López, M., Valero, S., Senabre, C., & Aparicio, J. (2011, May). A SOM neural network approach to load forecasting. Meteorological and time frame influence. In Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG), 2011 International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2008). Forecasting methods and applications. John Wiley & Sons.

- Martino, J. P. (1993). Technological forecasting for decision making. McGraw-Hill, Inc..
- Matignon, R. (2005). Neural network modeling using SAS enterprise miner. AuthorHouse.
- Morrison, S. Survey of Neural Networks for Schedule Optimization.
- Mulyadi, Y., Abdullah, A. G., Nurjaman, R. (2009). Estimasi beban Puncak Harian Berbasis Algoritms Self Organizing Map (SOM). *Electric Power System Research Group, Program Studi Teknik Tenaga Elektrik FPTK UPI, Bandung.*
- Nasution, A. H. (2003). Perencanaan dan pengendalian produksi. Guna Widya. Surabaya.
- Solomon, M. G., & Kim, D. (2011). Fundamentals of Communications and Networking. Jones & Bartlett Publishers.
- Spitler, S. L., & Lee, D. C. (2002, October). Algorithms to implement snap-shot-based effective-bandwidth routing that best utilizes its excess bandwidth for best effort traffic. In MILCOM 2002. Proceedings (Vol. 2, pp. 952-957). IEEE.
- Tafreshi, S. M., & Farhadi, M. (2007, December). Improved SOM based method for short term load forecast of Iran power network. In Power Engineering Conference, 2007. IPEC 2007. International (pp. 1377-1384). IEEE.

TP026B, R. (2017). Rational Unified Process. URL: [https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_best\\_practices\\_TP026B.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_best_practices_TP026B.pdf) Cited October, 18.

Valero, S., Aparicio, J., Senabre, C., Ortiz, M., Sancho, J., & Gabaldon, A. (2010, September). Comparative analysis of Self Organizing Maps vs. multilayer perceptron neural networks for short-term load forecasting. In Modern Electric Power Systems (MEPS), 2010 Proceedings of the International Symposium (pp. 1-5). IEEE.

Zhao, H., Niu, W., Qin, Y., Ci, S., Tang, H., & Lin, T. (2012, May). Traffic load-based dynamic bandwidth allocation for balancing the packet loss in DiffServ network. In Computer and Information Science (ICIS), 2012 IEEE/ACIS 11th International Conference on (pp. 99-104). IEEE.

Irianto, A. (2004). Statistik konsep dasar dan aplikasinya. *Kencana: Jakarta*.

Wijayanto, A. (2008). Analysis of Variance (ANOVA).

Asan, U., & Ercan, S. (2012). An Introduction to Self-Organizing Maps. In *Computational Intelligence Systems in Industrial Engineering* (pp. 295-315). Atlantis Press, Paris.