

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine* Untuk Memprediksi *Bandwidth* Internet (Studi Kasus : SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh:

**IKHSAN PRAKASA PUTRA**  
**11351100186**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**  
**PEKANBARU**  
**2021**

## LEMBAR PERSETUJUAN

**Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine* Untuk Memprediksi *Bandwidth* Internet  
(Studi Kasus : SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru)**

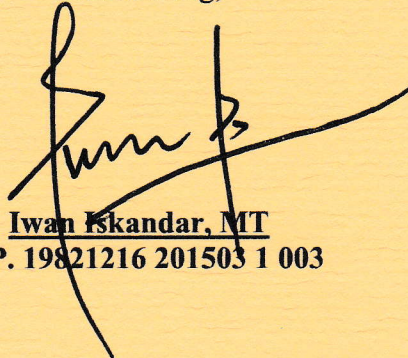
### TUGAS AKHIR

Oleh

**IKHSAN PRAKASA PUTRA**  
**11351100186**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 24 Februari 2021

Pembimbing,



**Iwan Iskandar, MT**  
**NIP. 19821216 201503 1 003**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine* Untuk Memprediksi *Bandwidth* Internet  
(Studi Kasus : SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru)**

### TUGAS AKHIR

Oleh

**IKHSAN PRAKASA PUTRA**  
**11351100186**

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 24 Februari 2021

Pekanbaru, 24 Februari 2021

Mengesahkan,



**Dekan**

**Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.**  
**NIP. 19660604 199203 1 004**

**Ketua Jurusan**

**Dr. Elin Haerani, S.T., M.Kom.**  
**NIP. 19810523 200710 2 003**

### DEWAN PENGUJI

Ketua : Jasril, S.Si., M.Sc.

Sekretaris : Iwan Iskandar, MT.

Anggota I : Suwanto Sanjaya, S.T., M.Kom.

Anggota II : Iis Afrianty, S.T., M.Sc



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagai atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal peminjaman.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, Januari 2021  
Yang membuat pernyataan,

**Ikhsan Prakasa Putra**  
**11351100186**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

*(QS. Al-Insyirah (5))*

Hari ini engkau izinkan aku memberikan sanyuman kepada orang-orang yang terkasih. Secerca harapan dan sepenggal asa akan kuraih. Engkau izinkan aku menuaikan do’a bahagia kepada orang-orang yang ku cintai

Ibu

Tak lain dan tak bukan hanya do’a dan restu yang selalu engkau hadiahkan untuk mengiringi langkahku hingga bisa menuntunku sampai saat ini. Setiap kesabaranmu, nasihatmu, semangatmu yang bisa menuntunku hingga saat ini. Tiada tempat yang lebih baik untuk kembali dari kegelisahan di dunia selain dirimu ibu.

Ayah

Terimakasih atas segala kasih sayangmu. Terimakasih atas segala apa yang telah engkau korbakan untukku. Kupersembahkan ini ayah sebuah karya kecilku. Semoga Allah swt membalas segala apa yang Ibu dan Ayah berikan. Terimakasih untuk do’a - do’a nya. Karya kecil ini menjadi awal dari perjalanan karirku.

\*\*\*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine* Untuk Memprediksi *Bandwidth* Internet (Studi Kasus : SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru)**

**IKHSAN PRAKASA PUTRA**  
**11351100186**

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains Dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

**ABSTRAK**

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) seringkali digunakan dalam menyelesaikan sebuah masalah seperti prediksi, klasifikasi, dan juga pengolahan data. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menerapkan JST untuk menangani permasalahan dalam prediksi *bandwidth* dengan menerapkan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Hasil penelitian dengan menggunakan neuron input sebanyak 5 unit dan *hidden layer* sebanyak 2 unit memperoleh hasil nilai MSE terkecil yaitu 0,15 pada model terbaik 90:10. Dari total 125 data, dimana data uji yang digunakan sebanyak 13 data dan data *training* sebanyak 112 data. Sedangkan MAPE memperoleh nilai 3,92% pada model terbaik 90:10 pada data *download* dan 8,92% divarian 90:10 pada data *upload*. Dengan hasil prediksi pada bulan Juli 2018 sebesar 3 Mbps untuk *Download* dan *Upload*. Sehingga dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan dapat diterapkan pada prediksi *bandwidth* internet.

**Kata Kunci:** *Bandwidth, Extreme Learning Machine, Prediksi, Jaringan Syarat Tiruan*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# Application of Extreme Learning Machine Artificial Neural Network Algorithms to Predict Internet Bandwidth (Case Study: SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru)

**IKHSAN PRAKASA PUTRA**  
**11351100186**

Departement of Informatics Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

## ABSTRACT

*Artificial Neural Networks (ANN) are often used in solving problems such as prediction, classification, and data processing. Based on this, this study applies ANN to deal with problems in bandwidth prediction by applying the Extreme Learning Machine (ELM) method. The results of the study using 5 units of input neurons and 2 units of hidden layers obtained the smallest MSE value of 0.15 in the best model 90:10. Of the total 125 data, where the test data used were 13 data and 112 training data. Meanwhile, MAPE obtained a value of 3.92% for the best model 90:10 for download data and 8.92% for the 90:10 variance in upload data. With the prediction results in July 2018 of 3 Mbps for Download and Upload. So, from the research conducted, it can be concluded that the method used can be applied to internet bandwidth prediction.*

**Keyword:** Bandwidth, Extreme Learning Machine, Prediction, Artificial Neural Network (ANN)

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

*Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **Penerapan Algoritma Jaringan Syarat Tiruan *Extreme Learning Machine* (ELM) Untuk Memprediksi *Bandwidth* Internet (Studi Kasus : SMK Kehutanan Negeri Pekanbaru)**". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu prasyarat kelulusan dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama pelaksanaan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan pengetahuan, bimbingan, dukungan, dan arahan serta masukan dari semua pihak yang telah membantu hingga penulisan laporan ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suyitno, M.Ag selaku Plt. Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dr. Elin Haerani, ST, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Fadhilah Syafria, ST, M.Kom, CIBIA selaku koordinator Tugas Akhir Teknik Informatika yang telah banyak membantu dalam pengurusan tugas akhir ini sehingga memperlancar penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Muhammad Affandes, MT selaku penasehat akademik yang sangat membantu dalam kelancaran kuliah serta memberikan arahan dan motivasi yang sangat luar biasa.
6. Bapak Iwan Iskandar, MT, selaku pembimbing tugas akhir dari jurusan teknik informatika yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta memberikan banyak kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Suwanto Sanjaya, ST., M.Kom selaku penguji I yang telah memberikan arahan dan masukan agar tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
8. Ibu Iis Afrianty, ST, M.Sc selaku penguji II yang telah memberikan banyak masukan agar tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

9. Ibu dan Bapak dosen TIF yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Teman-teman TIF UIN SUSKA angkatan 2013 yang lagi berjuang memperoleh gelar ST, semangat!
11. Keluarga besar TIF J angkatan 2013 selaku keluarga kedua penulis selama kuliah yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu yang selalu mendukung dan memberi *support* dalam pengerjaan tugas akhir ini, *love you guys!*
12. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya. Penulis berharap ada masukan, kritikan, maupun saran dari pembaca atas tugas akhir ini yang dapat disampaikan ke alamat email penulis: [ikhсан.prakasa.putra@students.uin-suska.ac.id](mailto:ikhсан.prakasa.putra@students.uin-suska.ac.id). Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan selamat membaca.

Pekanbaru, Februari 2021

**Penulis**

UIN SUSKA RIAU



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I     PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1    Latar Belakang .....	I-1
1.2    Rumusan Masalah .....	I-5
1.3    Batasan Masalah.....	I-5
1.4    Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5    Sistematika Penulisan.....	I-6
<b>BAB II    LANDASAN TEORI.....</b>	<b>II-1</b>
2.1    Prediksi.....	II-1
2.1.1    Metode Prediksi.....	II-1
2.1.2    Akurasi Prediksi .....	II-2
2.2    Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-3
2.2.1    Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-4
2.2.2    Metode Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-6
2.2.3    Fungsi Aktivasi.....	II-7
2.3    Algoritma <i>Extreme Learning Machine</i> .....	II-9
2.3.1    Arsitektur Algoritma ELM.....	II-10
2.3.2    Model Pelatihan Algoritma ELM.....	II-11
2.3.3    Prosedur Pelatihan dan Pengujian Algoritma ELM .....	II-12
2.3.4    Normalisasi dan Denormalisasi Data .....	II-13

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.5	<i>Moore-Penrose Generalized Invers</i> .....	II-14
2.4	<i>Bandwidth</i> .....	II-15
2.5	Penelitian Terkait .....	II-15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2	Identifikasi Masalah .....	III-2
3.3	Studi Pustaka .....	III-2
3.4	Pengumpulan Data .....	III-2
3.5	Analisa Kebutuhan Data.....	III-2
3.5.1	<i>Data Download dan Upload</i> .....	III-3
3.6	Preprocessing Data.....	III-3
3.6.1	Mengolah Data Mentah .....	III-3
3.6.2	Pemeriksaan <i>Missing Data</i> .....	III-3
3.7	Analisa Prosedur Algoritma ELM.....	III-3
3.7.1	Perancangan Arsitektur Jaringan.....	III-4
3.7.2	Normalisasi Data .....	III-4
3.7.3	Penyusunan Data Set Pelatihan dan Pengujian .....	III-5
3.7.4	Proses <i>Training</i> .....	III-5
3.7.5	Proses Validasi .....	III-5
3.7.6	Denormalisasi Data .....	III-6
3.7.7	Menghitung Nilai <i>Error</i> dengan MSE.....	III-6
3.7.8	Analisis Hasil Prediksi dengan MAPE.....	III-6
3.8	Perancangan Sistem.....	III-6
3.9	Implementasi dan Pengujian .....	III-6
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	III-7
<b>BAB IV ANALIS DAN PERANCANGAN .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Analisa Kebutuhan Data.....	IV-3
4.1.1	Pengumpulan Data <i>Bandwitdh</i> .....	IV-3
4.1.2	Preprocessing Data .....	IV-4
4.1.3	Normalisasi Data .....	IV-7
4.1.4	Proses <i>Training</i> .....	IV-10



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.1.5	Hasil <i>Training</i> .....	IV-10
4.1.6	Proses Validasi .....	IV-11
4.1.7	Hasil Prediksi .....	IV-11
4.2	Perancangan Sistem.....	IV-14
4.2.1	Perancangan database.....	IV-14
4.2.2	Rancangan Tampilan Antarmuka.....	IV-15
<b>BAB V</b>	<b>IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>	<b>V-1</b>
5.1	Implementasi .....	V-1
5.1.1	Implementasi Antarmuka ( <i>Interface</i> ) .....	V-1
5.2	Pengujian dan Nilai Kinerja .....	V-4
5.2.1	Rancangan Pengujian .....	V-5
5.2.2	Pengujian <i>Black box</i> .....	V-5
5.2.3	Pengujian Akurasi .....	V-6
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Syaraf Secara Biologi (Fausett, 1994) .....	II-3
2.2	Arsitektur Jaringan Lapisan Tunggal (Kusumadewi, 2003) .....	II-4
2.3	Arsitektur Jaringan Banyak Lapisan (Kusumadewi, 2003) .....	II-5
2.4	Fungsi Aktifasi Linear (Kusumadewi, 2003).....	II-7
2.5	Fungsi Aktifasi Step Biner (Kusumadewi, 2003) .....	II-8
2.6	Fungsi Aktifasi Sigmoid Biner (Kusumadewi, 2003).....	II-8
2.7	Fungsi Aktifasi Sigmoid Bipolar (Kusumadewi, 2003).....	II-9
2.8	Struktur ELM (Prakoso dkk, 2016).....	II-10
3.1	Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2	Arsitektur Jaringan ELM.....	III-4
4.1	Alur Analisa dan Perancangan .....	IV-2
4.2	Grafik Absolute Kesalahan (02 Juli 2018).....	IV-13
4.3	Grafik Absolute Kesalahan (03 Juli 2018).....	IV-13
4.4	Hasil Prediksi Bulan Juli 2018 berdasarkan Tanggal .....	IV-14
4.5	<i>Database Training</i> .....	IV-15
4.6	Rancangan Halaman Dashboard .....	IV-16
4.7	Rancangan Halaman Data .....	IV-17
4.8	Rancangan Halaman Normalisasi .....	IV-18
4.9	Rancangan Halaman Pelatihan.....	IV-18
4.10	Rancangan Halaman Prediksi .....	IV-19
5.1	Tampilan Halaman Utama .....	V-2
5.2	Tampilan Halaman Data .....	V-2
5.3	Tampilan Halaman Data Normalisasi .....	V-3
5.4	Tampilan Halaman Pelatihan .....	V-3
5.5	Tampilan Halaman Prediksi .....	V-4
5.6	Tampilan Halaman Hasil Prediksi .....	V-4

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Penelitian Terkait .....	II-17
3.1	Tabel rancangan data yang akan menjadi input .....	III-5
4.1	Data <i>Download</i> dan <i>Upload</i> satuan <i>bit per second</i> (bps).....	IV-3
4.2	Data <i>Download</i> dan <i>Upload</i> satuan <i>Megabit per second</i> (Mbps).....	IV-5
4.3	Pola Data Inputan <i>Bandwidth</i> satuan <i>Megabit per second</i> (Mbps).....	IV-6
4.4	Contoh Data <i>Bandwidth Download</i> untuk Proses Normalisasi .....	IV-7
4.5	Hasil Normalisasi Data <i>Download</i> Jam 08.00 .....	IV-9
4.6	Pembagian Data <i>Training</i> dan Validasi .....	IV-10
4.7	Data Validasi Prediksi Januari-Juni 2018 Jam 8.00.....	IV-11
4.8	Hasil Prediksi <i>Bandwidth</i> tanggal 2 Juli 2018 .....	IV-12
5.1	Pengujian Halaman Pelatihan .....	V-5
5.2	Pengujian Halaman Prediksi .....	V-6
5.3	Hasil Perbandingan MAPE & MSE pada Data <i>Download</i> (Januari-Juni 2018) .....	V-7
5.4	Hasil Perbandingan MAPE & MSE pada Data <i>Upload</i> (Januari-Juni 2018). V-7	V-7

© Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

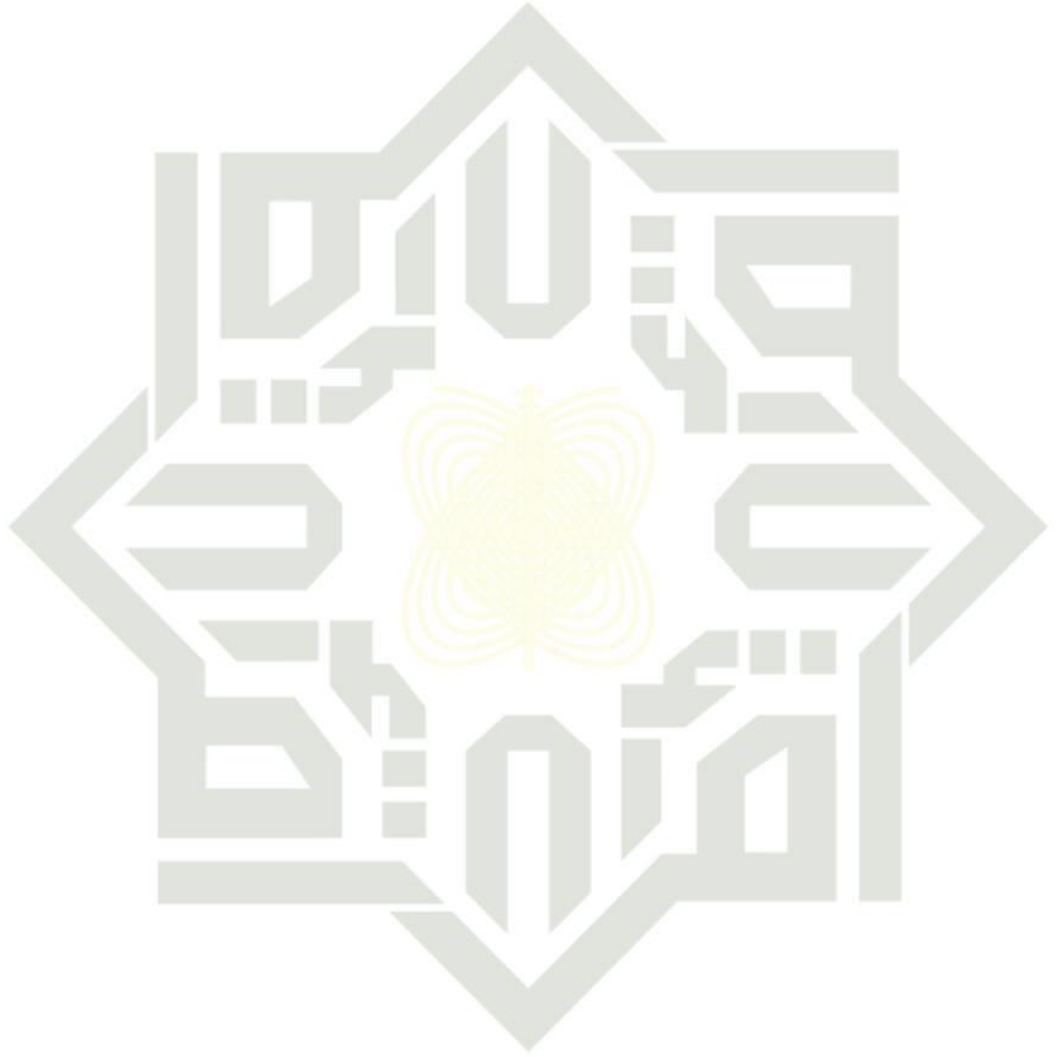
### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Data Download dari Jam 08.00 – Jam 16.00 .....	A-1
Data Upload dari Jam 08.00 – 16.00 .....	B-1



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, kebutuhan akses internet sangat diperlukan dalam menunjang kebutuhan sehari-hari. Menurut data survei yang dilakukan oleh lembaga Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada tahun 2016 tercatat pengguna internet mencapai 132,7 juta. Hasil ini menunjukkan peningkatan sebesar 34,9 % pengguna dibanding pada tahun 2014 yakni mencapai 88,1 juta dari total jumlah penduduk 252,4 juta. Seiring dengan perkembangan tersebut, pertumbuhan infrastruktur internet juga semakin meningkat. Kebutuhan akses internet tentunya akan semakin membesar, hal ini karna pengguna dituntut untuk melaksanakan suatu kegiatan yang membutuhkan data atau informasi baru yang cepat dan *update* melalui jaringan komunikasi pada internet.

Dalam mengakses jaringan internet, sering kali terjadi permasalahan seperti kecepatan akses internet yang kurang baik. Banyak sekali faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan akses internet, salah satunya yaitu *Bandwidth*. Menurut (Foster, 2003) mengatakan bahwa *bandwidth* merupakan ukuran jumlah data yang dapat melakukan perjalanan lebih dari satu sistem komunikasi yang dialokasi dalam rentang waktu atau disebut juga sebagai kecepatan data. *Bandwidth* juga memiliki arti bahwa semakin besar *bandwidth* bisa menghasilkan komunikasi yang lebih cepat. Ketersediaan *bandwidth* jaringan juga merupakan faktor penting dalam memilih layanan *web*.

Pada dasarnya kebutuhan *bandwidth* mempresentasikan kapasitas dari koneksi, semakin tinggi kebutuhan *bandwidth* maka akan diikuti oleh kinerja akan lebih baik. Meskipun kinerja keseluruhan juga tergantung faktor-faktor lain, misalnya *latency* yaitu waktu tunda antara masa sebuah perangkat meminta akses ke jaringan dan masa perangkat itu memberi izin untuk melakukan transmisi (Trimantaraningsih dkk, 2008). Salah satu solusi yang paling efektif untuk

mengatasinya adalah melakukan manajemen *bandwidth* yang dapat menghasilkan kualitas layanan lalu lintas aliran data yang baik dan cepat.

Dalam lembaga pendidikan, kebutuhan akses internet sangat dibutuhkan. Diantaranya pada Sekolah Menengah Kejuruan atau yang disebut SMK. SMK memiliki ciri khusus terhadap kegiatan belajar-mengajar. Hal ini dikarenakan di SMK terdapat beberapa jurusan yang dapat dipilih sesuai dengan minat dan bakat yang diinginkan. SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru merupakan salah satu sekolah yang terletak di kota Pekanbaru, dimana sekolah ini telah menggunakan jaringan internet melalui transmisi media terhadap jaringan nirkabel maupun kabel untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi. Selain itu, SMK ini juga telah berlangganan internet kepada Jasa *Internet Service Provider* (ISP) yakni penyedia jasa internet untuk memberikan kelancaran aktifitas akademiknya. Berdasarkan data yang diperoleh dari bagian pengelolaan laboratorium komputer, saat ini SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru memiliki *bandwidth* dari ISP sebesar 10 Mbps yang diperoleh dari ISP yaitu PT.ICONS (anak perusahaan PLN).

Dengan *bandwidth* tersebut harus bisa melayani puluhan pengguna yang ingin menggunakan internet secara bersamaan. Jika tidak diatur, kemungkinan besar lalu lintas dan *bandwidth* akan penuh ketika digunakan oleh beberapa pengguna sekaligus. *Bandwidth* internet di Indonesia saat ini sangatlah mahal sehingga minimnya *bandwidth* internasional yang disediakan oleh pemerintah, sehingga suatu instansi diharuskan bijak dalam menggunakan *bandwidth* yang tersedia dengan sebaik mungkin.

Dalam pengelolaan alokasi *bandwidth* internet di SMK, masih kurangnya manajemen dalam membagi alokasi *bandwidth*. Jika pembagian *bandwidth* lebih besar dari kebutuhan yang sebenarnya, maka akan timbul permasalahan dalam pemborosan *bandwidth* sehingga biaya yang dikeluarkan untuk menyewa *bandwidth* menjadi lebih besar. Sedangkan apabila pembagian *bandwidth* lebih kecil maka akan menjadi lambat dalam pemakaian oleh pengguna yang mengakibatkan kerugian bagi pengguna. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian antara kebutuhan dengan pemakaian. Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk sewa *bandwidth* dapat menjadi efektif dan efisien.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan permasalahan yang sudah dipaparkan tersebut, untuk membantu pihak manajemen menentukan alokasi yang tepat untuk membagi *bandwidth* maka diperlukan suatu metode yang dapat memprediksi kebutuhan *bandwidth* pada jaringan internet. Banyak metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil prediksi yang akurat. Beberapa algoritma jaringan syaraf tiruan yang digunakan salah satunya Algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM). *Extreme Learning Machine* merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan satu *hidden layer* atau dikenal dengan istilah *single hidden layer feedforward neural network* (SLFN). Pemanfaatan jaringan syaraf tiruan *Extreme learning machine* telah digunakan diberbagai bidang seperti peramalan jumlah kunjungan pasien, peramalan harga saham, memprediksi kondisi cuaca, mendiagnosis penyakit diabetes, peramalan permintaan barang dan masih banyak lainnya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah berhasil merancang aplikasi prediksi dengan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh (Rambe, 2016) yang berhasil meneliti tentang peramalan pasar penjualan batik menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) menghasilkan nilai *error* MAPE sebesar 0,67%. Semakin rendah nilai MAPE menunjukkan bahwa peramalan memiliki tingkat akurasi peramalan yang lebih baik.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Agustina, 2010). Pada penelitian ini menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk melakukan prediksi permintaan konsumen dengan mengambil data penjualan kaos dan pin dari sebuah toko di Surabaya. Hasil yang diperoleh dari metode ELM menghasilkan *output* peramalan dengan tingkat kesalahan yang rendah yaitu MAPE 0,0042% pada produk kaos dan 0,0095% pada produk pin. Pada metode peramalan *Moving Average* mempunyai tingkat kesalahan 19,19% pada produk kaos dan 55,43% pada produk pin. Sedangkan pada *Exponential Smoothing* mempunyai tingkat kesalahan 32,93% pada produk kaos dan 111,39 pada produk pin. Dapat disimpulkan bahwa metode ELM memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Moving Average* dan *Exponential Smoothing*.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Khotimah, dkk 2010). Mengenai kinerja metode *Extreme Learning Machine* (ELM) pada sistem peramalan. Hasil yang diperoleh dari uji coba yang dilakukan menggunakan metode ELM diperoleh nilai MSE dan MAPE terkecil dibandingkan dengan menggunakan algoritma *Backpropagation*. Dimana ELM memiliki nilai MSE sebesar 1,100% dan MAPE sebesar 0,31% sedangkan metode *Backpropagation* hanya memiliki nilai MSE sebesar 3,1933% dan MAPE sebesar 0,96%.

Selanjutnya dalam penelitian yang dilakukan untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth* juga telah dilakukan oleh peneliti diantaranya (Yudaningtyas dkk, 2014) berhasil mengimplementasikan sistem peramalan kebutuhan *bandwidth* Iub jaringan UMTS dan HSDPA menggunakan *Fuzzy Inference System* dan *Time Series*. Hasil dari penelitian ini menemukan nilai rata-rata MAPE untuk 20 Node B adalah 20,95% untuk metode FIS Sugeno, dan 11,14% untuk metode FTS. Hasil peramalan jumlah sewa *bandwidth* bagi pihak operator sebesar 25 Mbps untuk semua Node B yang memiliki utilisasi Iub kurang dari 40%, sehingga efisiensi biaya sewa *bandwidth* mencapai 50% dari yang sebelumnya sewa *bandwidth* ditetapkan sebesar 50 Mbps. Namun penelitian ini masih memiliki tingkat akurasi yang rendah.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Mekongga dkk, 2012). Memanfaatkan metode *Backpropagation neural network* untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth*. Pada penelitian tersebut, hasil peramalan kebutuhan *bandwidth* dengan metode jaringan syaraf tiruan *Backpropagation neural network*, kebutuhan *bandwidth* yang diusulkan untuk sewa Politeknik Negeri Sriwijaya pada bulan Januari 2012 adalah 10 Mbps. Melihat hasil akhir dari jaringan ini mempunyai kesalahan MAPE rata-rata 13,66551%, jika  $MAPE < 25\%$  mak hasil simulasi dapat diterima secara memuaskan, sebaliknya jika  $MAPE > 25\%$ , hasil simulasi kurang memuaskan (Oktafri, 2001).

Dari kajian beberapa penelitian terkait sebelumnya maka pada penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian terhadap prediksi kebutuhan *bandwidth* menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM). Metode ELM dipilih karena ELM memiliki kelebihan dalam hal *learning speed* (Huang dkk, 2006).

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selain itu, ELM mempunyai tingkat ketelitian peramalan yang lebih akurat dibandingkan metode lainnya seperti *Backpropagation* (BP) dan *Support Vector Machine* (SVM) dalam hal konsumsi waktu dan performa (Agustina, 2010).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana menerapkan metode ELM (*Extreme Learning Machine*) dalam memprediksi *bandwidth* internet pada SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru serta bagaimana kinerja metode ELM dalam memprediksi *bandwidth* internet.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran secara jelas dan mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan tugas akhir ini, maka diberikan batasan-batasan masalah.

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pemakaian *bandwidth* harian. Data yang diambil selama 6 (enam) bulan dimulai pada bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2018.
2. Pengukuran *bandwidth* yang dilakukan hanya pada saat jam kerja dimulai hari Senin sampai dengan Jum'at.
3. Variabel yang digunakan adalah *download* dan *upload*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dari Tugas Akhir ini yaitu dan

1. Untuk melakukan penerapan metode ELM (*Extreme Learning Machine*) dalam melakukan prediksi konsumsi *bandwidth* internet.
2. Untuk mendapatkan hasil kinerja metode ELM pada prediksi *bandwidth* internet dengan melihat tingkat kesalahan (*error*).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami laporan penulisan tugas akhir maka dibuat rencana kerangka laporan dengan sistematika penulisan terbagi dari enam bab, yaitu sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan yang berkaitan dengan *bandwidth* internet di SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini membahas teori-teori singkat yang mendukung penelitian ini yang berkaitan dengan studi kasus dan metode ELM yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab membahas tahapan-tahapan dalam penelitian ini, yaitu pengumpulan data, analisa kebutuhan sistem, perancangan perangkat lunak, implementasi dan pengujian sistem.

### **BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM**

Pada bab ini membahas tentang analisa terhadap penggunaan metode-metode yang mendukung proses *training* dan validasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini dan penggunaan metode ELM sebagai metode JST yang dipilih. Perancangan yang diuraikan adalah perancangan pengolahan data penggunaan *bandwidth*, perancangan metode ELM, antar muka sistem, dan perancangan pengujian sistem.

### **BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

Pada bab ini berisi tentang hasil implementasi dan pengujian data penggunaan *bandwidth* dan metode ELM dari hasil analisis dan perancangan yang dilakukan.

### **BAB VI PENUTUP**

Pada bab berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pembaca dan pengembang.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Prediksi

Prediksi atau peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi. Dalam organisasi modern mengetahui keadaan yang akan datang tidak saja penting untuk melihat yang baik atau buruk tetapi juga bertujuan untuk melakukan persiapan peramalan. (Ihsan dan Rambe, 2014).

##### 2.1.1 Metode Prediksi

Menurut (Makridakis dkk, 1999). Mengatakan metode prediksi dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu:

###### 1) Metode Kualitatif

Masukkan yang digunakan tergantung pada metode tertentu dan umumnya berdasarkan pada pendapat ahli dan digunakan saat rekaman data historis tidak banyak tersedia. Jenis prediksi tipe ini adalah *judgement* model, model prediksi yang dilakukan berdasarkan pengalaman dan survei serta cenderung bersifat subyektif.

###### 2) Metode Kuantitatif

Metode ini menggunakan ekspresi matematika untuk memperlihatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas juga memerlukan rekaman data historis dimana data dapat dikuantitatifkan sebagai data numerik dan berasumsi pola data masa lalu akan berlanjut pada masa mendatang.

Metode kuantitatif dikelompokkan dalam dua jenis model yaitu :

###### a. Metode Prediksi Deret-Berskala

Metode Deret berskala merupakan metode prediksi yang menggunakan sekumpulan data berdasarkan nilai data masa lalu dalam interval waktu tertentu. Data masa lalu dianalisis untuk menemukan pola yang tepat kemudian menggunakan pola data tersebut untuk memprediksi sesuatu nilai masa depan.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Metode Prediksi Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diprediksi menunjukkan adanya hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel lain disebut variabel bebas. Penggunaan metode kausal memungkinkan adanya faktor subyektifitas dalam memprediksi yaitu saat penentuan variabel bebas apa saja yang akan dipertimbangkan.

**2.1.2 Akurasi Prediksi**

Kesalahan atau *error* dalam memprediksi ( $e_i$ ) merupakan perbedaan antara nilai variabel yang sesungguhnya ( $Y_i$ ) dengan nilai variabel yang diestimasi dengan persamaan ( $\hat{Y}_i$ ), dapat ditulis sebagai berikut :

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \tag{2.1}$$

Terdapat berbagai parameter untuk menghitung kesalahan peramalan, antara lain :

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$\mathbf{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \tag{2.2}$$

b. *Mean Squared Error* (MSE)

$$\mathbf{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \tag{2.3}$$

c. *Mean Percentage Error* (MPE)

$$\mathbf{MPE} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\hat{Y}_i}}{n} \times 100 \% \tag{2.4}$$

d. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$\mathbf{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{\hat{Y}_i}}{n} \times 100 \% \tag{2.5}$$



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

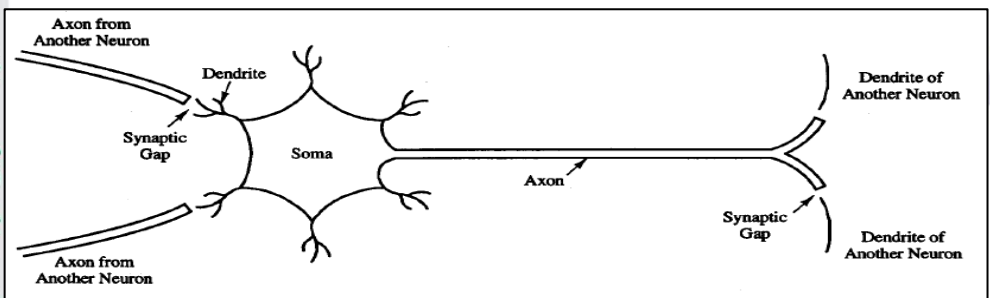
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan bahwa persentase kesalahan yang dihasilkan oleh model juga semakin kecil. Menurut (Chang, 2007) dalam (Halimi, 2013) nilai evaluasi yang dihasilkan mempunyai kriteria MAPE seperti berikut:

- a.  $MAPE < 10\%$  : kemampuan peramalan sangat baik
- b.  $10\% \leq MAPE < 20\%$  : kemampuan peramalan baik
- c.  $20\% \leq MAPE < 50\%$  : kemampuan peramalan cukup
- d.  $MAPE \geq 50\%$  : kemampuan peramalan buruk

**2.2 Jaringan Syaraf Tiruan**

Jaringan syaraf tiruan merupakan bagian dari sistem kecerdasan buatan (Russell dkk, 2010) digunakan untuk memproses informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya (Hermawan, 2006). Pada Gambar 2.1 menunjukkan salah satu contoh syaraf secara biologis dimana setiap sel syaraf (*neuron*) akan memiliki satu inti sel yang bertugas untuk melakukan pemrosesan informasi. Informasi yang datang akan diterima oleh *dendrit*. Selain menerima informasi, *dendrit* juga menyertai *axon* sebagai keluaran dari suatu pemrosesan informasi. Informasi hasil olahan ini akan menjadi masukan bagi *neuron* lain dimana antar *dendrit* kedua sel tersebut dipertemukan dengan sinapsisnya. Informasi yang dikirimkan antar *neuron* ini berupa rangsangan yang melewati melalui *dendrit*. Informasi yang datang dan diterima oleh *dendrit* akan dijumlahkan dan dikirim melalui *axon* lain. Informasi ini akan diterima oleh *neuron* lain jika memenuhi batasan tertentu dikenal dengan nilai ambang (*threshold*) yang dikatakan teraktivasi (Fausett, 1994).



**Gambar 2.1 Syaraf Secara Biologi (Fausett, 1994)**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Karakteristik jaringan syaraf ditentukan oleh beberapa hal (Hermawan, 2006) yaitu :

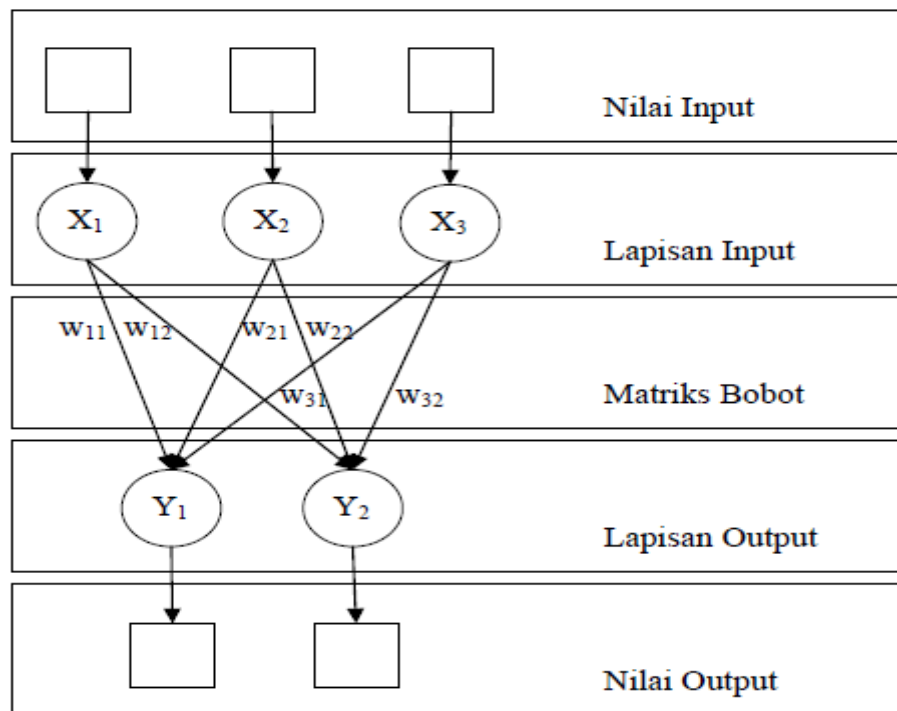
- a. Pola hubungan antar neuron yang disebut dengan arsitektur jaringan;
- b. Metode penentuan bobot-bobot sambungan yang disebut dengan pelatihan atau proses belajar jaringan;
- c. Fungsi aktivasi.

**2.2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan**

Menurut (Kusumadewi, 2003) Ada beberapa arsitektur jaringan syaraf, antara lain :

**a. Jaringan dengan lapisan tunggal (single layer net)**

Jaringan dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.



**Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan Lapisan Tunggal (Kusumadewi, 2003)**

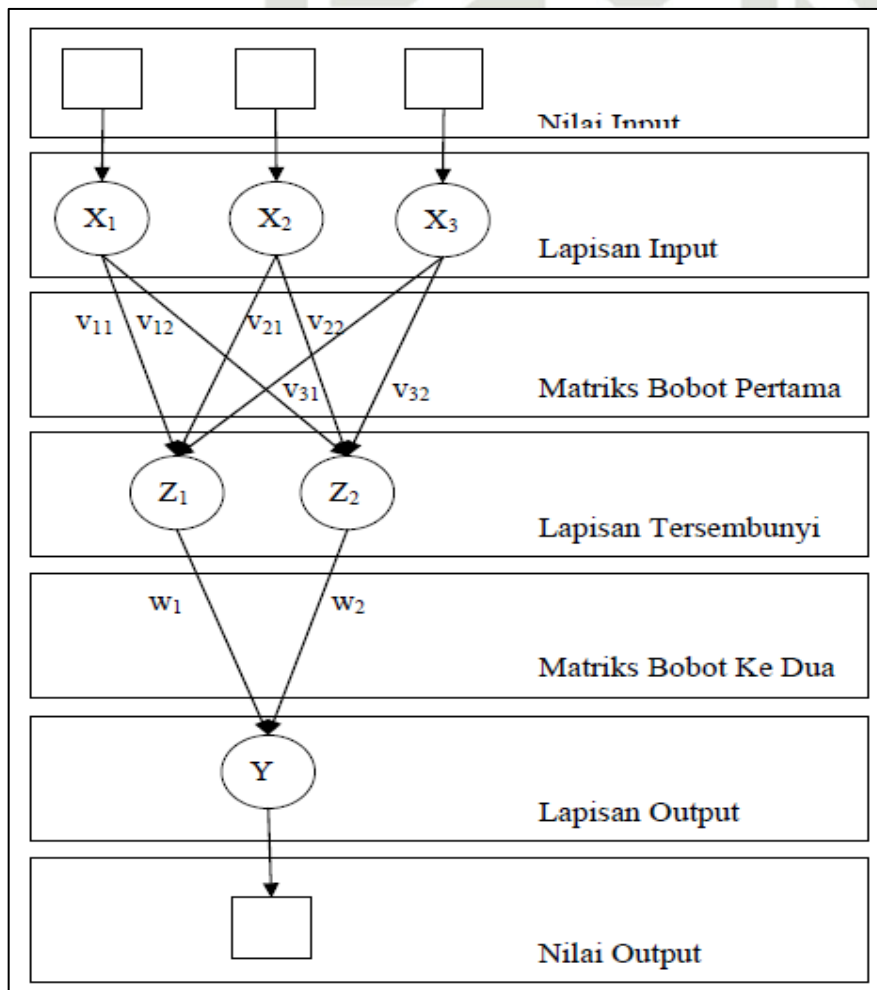
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.2 menunjukkan arsitektur jaringan dengan lapisan tunggal. Lapisan input memiliki tiga neuron, yaitu X1, X2 dan X3. Sedangkan pada lapisan output memiliki dua neuron yaitu Y1 dan Y2. Neuron-neuron pada kedua lapisan saling berhubungan. Seberapa besar hubungan antara 2 neuron ditentukan oleh bobot yang bersesuaian. Semua unit input akan dihubungkan dengan setiap unit output.

**b. Jaringan dengan banyak lapisan (*multi layer net*)**

Jaringan dengan banyak lapisan memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak di antara lapisan input dan lapisan output. Umumnya ada lapisan bobot-bobot yang terletak antara dua lapisan tersebut. Gambar 2.3 menunjukkan arsitektur jaringan dengan banyak lapisan.



**Gambar 2.3** Arsitektur Jaringan Banyak Lapisan (Kusumadewi, 2003)

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.2.2 Metode Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut (Kusumadewi, 2003), pelatihan pada JST dimaksudkan untuk mencari bobot-bobot yang terdapat dalam tiap layer, ada dua jenis pelatihan yaitu pelatihan dengan pengawasan (*supervised*) dan pelatihan tanpa pengawasan (*unsupervised*).

### 1. Pelatihan Dengan Pengawasan (*supervised*)

Pada pelatihan dengan pengawasan, terdapat sejumlah pasangan data (masukan dan target keluaran) yang dipakai untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan data tersebut berfungsi sebagai “guru” untuk melatih jaringan hingga diperoleh bentuk yang terbaik. “Guru” akan memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem harus mengubah dirinya untuk meningkatkan unjuk kerjanya. Pada setiap kali pelatihan, suatu input diberikan jaringan. Jaringan akan memproses dan mengeluarkan keluaran. Selisih antara keluaran jaringan dengan target (keluaran yang diinginkan) merupakan kesalahan yang terjadi. Jaringan akan memodifikasi bobot sesuai dengan kesalahan tersebut.

Ada beberapa metode dalam proses belajar terawasi, diantaranya *Delta Rule*, *Backpropagation* atau *Generalized Delta Rule*, *Radial Basic Functuin* (RBF) dan *Counterpropagation*.

### 2. Pelatihan Tanpa Pengawasan (*unsupervised*)

Pada pelatihan tanpa pengawasan (*unsupervised learning*) tidak ada “guru” yang akan mengarahkan proses pelatihan. Dalam pelatihannya, perubahan bobot jaringan dilakukan berdasarkan parameter tertentu dan jaringan dimodifikasi menurut ukuran parameter tersebut. Karena jaringan tidak mendapatkan target, maka JST mengatur bobot interkoneksinya sendiri. Belajar tanpa pengawasan kadang-kadang diacu sebagai *self-organizing learning*, yakni belajar mengklasifikasikan tanpa dilatih. Pada proses belajar tanpa pengawasan, JST akan mengklasifikasikan contoh pola-pola masukan yang tersedia ke dalam kelompok yang berbeda-beda.

Model yang menggunakan pelatihan ini adalah model jaringan kompetitif. Metode yang dipakai dalam proses belajar tak terawasi ini antara lain *Kohonen Self Organizing Map* dan *Learning Vector Quantization* (LVQ).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**2.2.3 Fungsi Aktivasi**

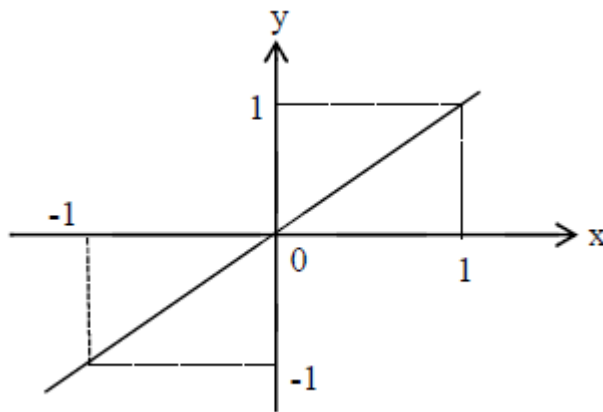
Fungsi aktivasi adalah aturan yang memetakan penjumlahan input elemen pemroses terhadap outputnya. Fungsi ini adalah fungsi umum yang akan digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron. Selain itu, fungsi ini bertujuan untuk memodifikasi output kedalam rentang nilai tertentu (Siang, 2005).

Berikut fungsi-fungsi aktivasi yang biasanya digunakan dalam sistem Jaringan Syaraf:

**a. Fungsi Identitas**

$$f(x) = x \tag{2.6}$$

Fungsi identitas ini merupakan fungsi aktivasi untuk semua unit input. Persamaan 2.2 adalah persamaan yang ada pada fungsi identitas. Bentuk fungsi identitas terdapat pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4 Fungsi Aktifasi Linear (Kusumadewi, 2003)**

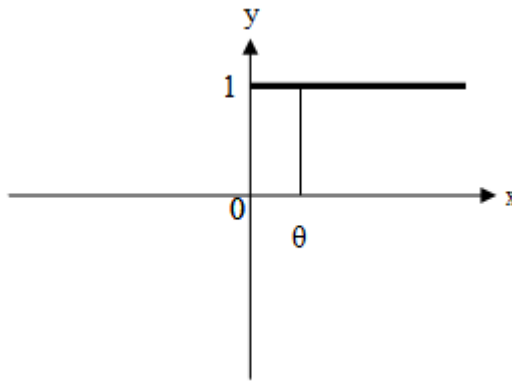
**b. Fungsi Step Biner**

$$f(x) = \{1, \text{jika } x \geq \theta \text{ dan } 0, \text{jika } x < \theta \tag{2.7}$$

Fungsi identitas ini merupakan fungsi aktivasi untuk semua unit input. Persamaan 2.7 adalah persamaan yang ada pada fungsi identitas. Bentuk fungsi identitas terdapat pada Gambar 2.5.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

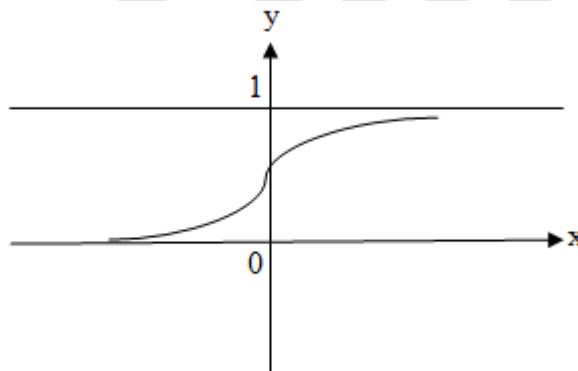


**Gambar 2.5 Fungsi Aktifasi Step Biner (Kusumadewi, 2003)**

**c. Fungsi Sigmoid Biner**

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2.8)$$

Fungsi sigmoid berbentuk kurva S dan merupakan fungsi yang paling umum digunakan dalam JST. Hal ini dikarenakan fungsi sigmoid biner mampu menghasilkan keluaran yang lebih cepat. Fungsi sigmoid biner mempunyai persamaan yang ditulis pada persamaan 2.8. Fungsi tersebut digunakan jika output yang diinginkan (target) terletak antara 0 dan 1. Pada Gambar 2.6 berikut adalah bentuk dari fungsi sigmoid biner.



**Gambar 2.6 Fungsi Aktifasi Sigmoid Biner (Kusumadewi, 2003)**

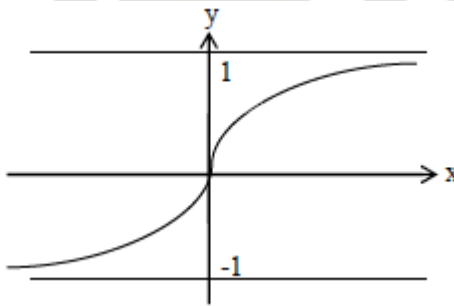
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**d. Fungsi Sigmoid Bipolar**

$$g(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \tag{2.9}$$

Fungsi sigmoid bipola adalah fungsi sigmoid biner yang mempunyai nilai antara -1 dan 1. Persamaan fungsi sigmoid bipolar dituliskan pada persamaan 2.9 dan bentuk dari fungsi sigmoid bipolar digambarkan pada Gambar 2.7



**Gambar 2.7 Fungsi Aktifasi Sigmoid Bipolar (Kusumadewi, 2003)**

Fungsi sigmoid bipolar berhubungan erat dengan fungsi tangen hiperbolik. Fungsi tangen hiperbolik juga dapat digunakan sebagai fungsi aktivasi jika output yang diinginkan dari jaringan terletak dalam interval -1 dan 1. Persamaan 2.6 menunjukkan bentuk persamaan dari fungsi tangen hiperbolik.

$$\begin{aligned} h(x) &= \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \\ &= \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \end{aligned} \tag{2.10}$$

**2.3 Algoritma Extreme Learning Machine**

Metode *Extreme Learning Machine* (ELM) merupakan salah satu metode pelatihan yang baru didalam Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan termasuk metode pelatihan terawasi (supervised) ELM sendiri ditemukan oleh Huang pada tahun 2004 ketika itu sedang menjadi asisten profesor bidang *computational engineering* di Nanyang Technological University, Singapore. Menurut (Huang dkk, 2004), berpendapat bahwa metode-metode JST yang telah ada sebelumnya masih memiliki

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

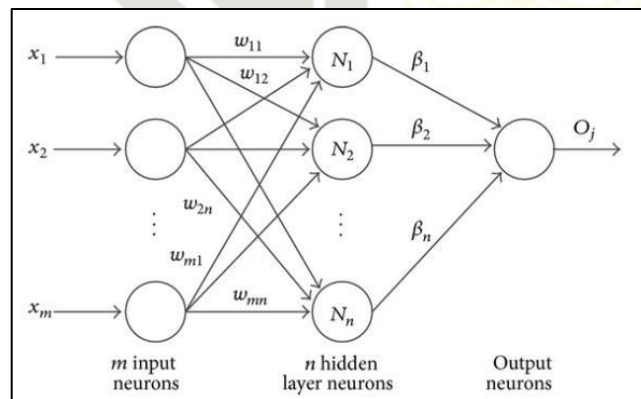
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kelemahan-kelemahan terutama dalam hal laju pembelajaran (*learning speed*). Alasan utama mengapa JST mempunyai *learning speed* yang rendah adalah karena semua parameter pada jaringan ditentukan secara iteratif dengan menggunakan suatu metode pembelajaran. Parameter yang dimaksud adalah bobot input dan bias yang menghubungkan antara layer satu dengan layer yang lainnya.

Pada metode ELM, bobot input dan bias mula-mula ditentukan secara *random*. Setelah itu, untuk mencari bobot akhir dapat dilakukan perhitungan secara analitis yaitu dengan menggunakan *Moore-Penrose Generalized Invers*. Matriks yang digunakan dalam perhitungan bobot akhir adalah matriks yang beranggotakan jumlahan atau keluaran dari masing-masing *input* ke layer tersembunyi. Sehingga menurut (Huang dkk, 2004), ELM memiliki *learning speed* yang cepat dan mampu menghasilkan *good generalization performance*. Untuk mempelajari bagaimana ELM bekerja, maka selanjutnya dijelaskan terlebih dahulu arsitektur dari ELM, algoritma pelatihan dan algoritma pengujian pada ELM.

**2.3.1 Arsitektur Algoritma ELM**

Arsitektur pada ELM terdiri atas *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*.



**Gambar 2.8 Struktur ELM (Prakoso dkk, 2016)**

Pada proses testing ELM hasil dari *input weight* dan *output weight* yang diperoleh dari proses hasil *training*, tahap selanjutnya melakukan peramalan dengan ELM. Data yang digunakan untuk data testing dari jumlah data. Pada tahap input nilai yang akan di normalisasikan terlebih dahulu diubah dengan *range* dan rumus normalisasi yang sama pada data training. Maka hasil dari proses ELM harus melalui proses denormalisasi agar mudah dalam membaca nilai.





### 2.3.2 Model Pelatihan Algoritma ELM

Pada intinya, pelatihan dengan metode ELM terdiri atas tiga langkah, yaitu inisialisasi bobot *input* dan bias, perhitungan *output* dari *hidden layer*, dan perhitungan bobot akhir. Pada saat inisialisasi bobot *input* dan bias, bobot setiap unit *input* ( $X_i$ ) yakni  $\alpha$  dan bias yakni  $b$  diperoleh dari hasil randomisasi. Setiap unit *hidden* kemudian akan dihitung jumlah keluaran yang dihasilkan ( $G(\alpha_i, X_i, b_i)$ ). Kemudian, bobot akhir ( $\beta$ ) akan dihitung dan setelah itu di aktivasi dengan menggunakan sebuah fungsi aktivasi. Saat proses pelatihan, setiap unit *output* membandingkan aktivasinya dengan nilai target untuk menentukan besarnya *error*. Berdasarkan *error* tersebut, jika *error* masih melebihi dari yang diharapkan, maka proses akan diulangi dari penginisialisasi bobot *input* dan bias sampai menemukan bobot yang optimal. Rumus mencari jumlah *neuron* pada *hidden layer* :

$$h = \sqrt{mn} \quad (3.1)$$

dengan  $h$  = jumlah *neuron* pada lapisan *hidden*,  $n$  = jumlah *neuron* pada lapisan *input* dan  $m$  = jumlah *neuron* pada lapisan *output*.

Jumlah *neuron* pada *hidden layer* akan dicari berdasarkan pendekatan tersebut, yaitu mengambil cara *trial and error* dari jumlah *layer* dengan *neuron* terkecil terlebih dahulu, kemudian dilakukan *training* jaringan untuk mencapai nilai MSE minimum. *Trial* dan *error* dilakukan hingga jumlah *neuron* pada *hidden layer* telah mencapai jumlah yang sama dengan *neuron* pada *input layer* atau lebih. Hal ini dikarenakan angka *random* yang digunakan pada bobot kadang menghasilkan *output* dengan *error* yang kecil dan kadang mengeluarkan *output* dengan *error* yang besar.

Selengkapnya, notasi-notasi yang akan digunakan pada algoritma pelatihan dan pengujian yaitu sebagai berikut (Huang, dkk, 2006) :

- $X_1$  adalah vektor data input :  $X_i = (x_1, \dots, x_n)$ .
- $T$  adalah vektor target :  $T_i = (t_1, \dots, t_n)$ .
- $G_L$  adalah unit *hidden* ke-L. Sinyal *input* pada  $G_L$  dilambangkan dengan  $G(\alpha_i, X_i, b_i)$ .
- $B_{0L}$  adalah bias untuk *hidden* ke-L
- $\alpha_{iL}$  adalah bobot antara *input* ke-i dan unit *hidden* ke-L.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- $Y_j$  adalah unit *output* ke- $j$ . Sinyal *input* ke  $Y_j$  dilambangkan dengan  $F_L(x)$ . Sinyal aktivasi untuk  $Y_j$  dilambangkan dengan  $O_j$ .
- $\beta_{0j}$  adalah bias untuk unit *output* ke- $j$ .
- $\beta_{Lj}$  adalah bobot antara unit *hidden* ke- $L$  dan unit *output* ke- $j$ .
- $H$  adalah matriks yang tersusun dari output masing-masing *hidden layer*.
- $H^+$  adalah matriks *Moore-Penrose Generalized Invers* dari matriks  $H$ .

**2.3.3 Prosedur Pelatihan dan Pengujian Algoritma ELM**

Langkah-langkah pelatihan ELM sebagai berikut :

- Langkah 1. Inisialisasi bobot (sebaiknya diatur pada bilangan acak yang kecil).
- Langkah 2. Jika *error* belum terpenuhi, maka lakukan langkah 3 sampai langkah 6.
- Langkah 3. Setiap unit *input* ( $x_1, \dots, x_n$ ) menerima sinyal *input* dan menyebarkan sinyal tersebut pada seluruh unit lapisan di atasnya (unit *hidden*).
- Langkah 4. Setiap output dari *hidden layer* akan dihitung dan dilambangkan dengan  $G(\alpha_i, X_i, b_i)$ .
- Langkah 5. Bobot akhiri dari *hidden layer* ke *output layer* ( $\beta$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11
 
$$\beta = H^+T \tag{2.11}$$
- Langkah 6. Memeriksa *stop condition*.

Untuk memeriksa *stopping condition* terdapat dua cara, yaitu :

1. Membatasi iterasi (*epoch*) yang diinginkan
2. Membatasi *error*

*Error* dihitung dengan cara menghitung *Mean Square Error* (MSE). MSE adalah metode untuk menghitung error dari perbedaan nilai peramalan dan nilai sebenarnya. MSE akan dituliskan dalam Persamaan 2.12

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \tag{2.12}$$

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan :

- $n$  = jumlah periode waktu data ,
- $e_i$  = kesalahan pada periode waktu  $i$
- $X_i$  = data pada periode waktu  $i$
- $F_i$  = ramalan untuk periode waktu  $i$

Setelah pelatihan, metode ELM akan mendapatkan bobot yang optimal.

Setelah itu, maka akan dilakukan proses pengujian dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Langkah 1. Inisialisasi bobot (dari algoritma pelatihan) atur fungsi aktivasi yang digunakan.
- Langkah 2. Untuk setiap unit input ( $x_1, \dots, x_n$ ), hitung keluaran jaringan ( $y$ ).
- Langkah 3. Ubah keluaran jaringan dengan menggunakan fungsi aktivasi.

#### 2.3.4 Normalisasi dan Denormalisasi Data

##### a. Normalisasi Data

Agar dapat dilatih dengan metode pembelajaran ELM, Maka data harus dinormalisasi dulu dalam interval yang lebih kecil, baik interval  $[0,1]$  atau interval  $[-1,1]$ . Jika  $x$  adalah *input* setelah dinormalisasi,  $X_n$  adalah nilai data asli yang belum dinormalisasi,  $\min(x_{\min})$  adalah nilai minimum pada data set, dan  $\max(x_{\max})$  adalah nilai maksimum pada data set.

Maka transformasi pada Persamaan 2.13 digunakan untuk mengubah data menjadi interval  $[0,1]$  adalah :

$$x = \frac{(X_n - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2.13)$$

##### b. Denormalisasi Data

Denormalisasi data penting dilakukan agar data hasil peramalan dengan jaringan syaraf ELM dapat dilihat secara mudah dalam nilai yang sama dengan asalnya. Menurut Siang (2005), denormalisasi dimaksudkan agar data hasil peramalan dengan jaringan syaraf dapat dilihat secara mudah dalam nilai yang sama dengan asalnya.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Persamaan 2.14 menunjukkan rumus yang digunakan untuk denormalisasi data di dalam interval [0,1] sebagai berikut :

$$X_n = y (X_{max} - X_{min}) + X_{min} \tag{2.14}$$

Dimana :

- $X_n$  = Data ke n
- $y$  = Hasil Output
- $X_{min}$  = Data dengan nilai minimum
- $X_{max}$  = Data dengan nilai maksimum

**2.3.5 Moore-Penrose Generalized Invers**

Dalam menghitung bobot akhir jaringan menggunakan persamaan 2.11, metode ELM menggunakan sebuah perhitungan yang bernama *Moore-Penrose Generalized Invers* untuk menghasilkan bobot akhir. *Moore-Penrose Generalized Invers* adalah salah satu jenis matriks invers. *Moore-Penrose Generalized Invers* atau *invers Moore - Penrose* merupakan perluasan dari konsep *invers* matriks. Jika invers matriks yang umum adalah invers dari suatu matriks bujur sangkar dan non singular (determinannya tidak nol), maka invers *Moore - Penrose* ada untuk setiap matriks baik matriks bujur sangkar yang singular maupun yang tidak bujur sangkar. Sebuah matriks X dikatakan sebagai invers *moore-penrose* jika dan hanya jika matriks X memenuhi keempat sifat sebagai berikut :

1.  $AXA=A$
  2.  $XAX=X$
  3.  $(AX)^H=AX$
  4.  $(XA)^H=XA$
- (2.15)

Dengan  $A^H = (A)^T$  yaitu *conjugate transpose* dari matriks A. Jika memenuhi keempat sifat pada Persamaan 2.15, maka X disebut *Invers moore-Penrose* dari A dan dinotasikan dengan  $A^+$  (Huang, 2004).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.4 Bandwidth

*Bandwidth* adalah konsep pengukuran yang penting dalam jaringan, tetapi konsep ini memiliki kekurangan atau keterbatasan, tidak peduli bagaimana cara mengirimkan informasi maupun media apa yang dipakai dalam penghantaran informasi. Hal ini karena adanya hukum fisika maupun batasan teknologi. Sedangkan yang dapat menyebabkan batasan terhadap panjang media yang dipakai, kecepatan maksimal yang dapat dipakai.

*Bandwidth* merupakan ukuran jumlah data yang dapat melakukan perjalanan lebih dari satu sistem komunikasi yang dialokasi dalam rentang waktu atau disebut juga sebagai kecepatan data. *Bandwidth* juga memiliki arti bahwa semakin besar *bandwidth* bisa menghasilkan komunikasi yang lebih cepat. Ketersediaan *bandwidth* jaringan merupakan faktor penting dalam memilih layanan web (Foster, 2003). Kemampuan untuk mengantisipasi kebutuhan *bandwidth* sangat penting untuk layanan yang efisien dan pengambilan keputusan cerdas dalam menghadapi perkembangan lalu lintas yang cepat dan perubahan pola lalu lintas.

## 2.5 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth*. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Mekongga dkk, 2012), berhasil menyelesaikan masalah prediksi kebutuhan *bandwidth* menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation neural network* (BPNN) dapat diusulkan untuk sewa *bandwidth* Politeknik Negeri Sriwijaya pada bulan Januari 2012 adalah sebesar 10 Mbps.

Penelitian yang dilakukan oleh (Shabri dkk, 2012), membahas prediksi penggunaan *bandwidth* PENS\_ITS menggunakan JST dengan Algoritma BPNN. Penelitian ini berhasil menentukan prediksi berdasarkan jumlah user tepatnya server Mini didapatkan perhitungan terbaik dengan jumlah MSE 9.80E-5 dengan korelasi yang didapatkan 99%, dengan waktu 12 detik. Sedangkan pada server Proxy1\_401 didapatkan perhitungan terbaik dengan jumlah MSE 7.609E dengan korelasi yang didapat 99,66%.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yudaningtyas dkk, 2014), membahas Peramalan Kebutuhan *Bandwidth Iub* Jaringan UMTS dan HSDPA menggunakan *Fuzzy Inference System* dan *Time Series*. Hasil dari penelitian ini menemukan Nilai rata-rata MAPE untuk 20 Node B adalah 20,95 % untuk metode FIS Sugeno dan 14,14% untuk metode FTS. Hasil peramalan jumlah sewa *bandwidth* bagi pihak Operator sebesar 25 Mbps untuk semua Node B yang memiliki utilisasi *Iub* kurang dari 40%, sehingga efisiensi biaya sewa *bandwidth* mencapai 50% dari yang sebelumnya sewa *bandwidth* ditetapkan sebesar 50 Mbps.

Selain penelitian yang pernah dilakukan tentang prediksi *bandwidth*, terdapat juga beberapa penelitian untuk menerapkan Algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM). Penelitian yang dilakukan oleh (Fardani, Wuryanto, dan Werdiningsih, 2015), mengenai Sistem Pendukung Keputusan (SPK) peramalan jumlah kunjungan pasien pada Poli Gigi Rsu Dr. Wahidin Sudiro Husodo Mojokerto menggunakan metode ELM. Hasil yang diperoleh nilai MSE yang dicapai sebesar 0.027 pada fungsi aktivasi sigmoid biner dan jumlah *hidden layer* sebanyak 7 unit serta 500 *epoch*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Rambe, 2016), yang meneliti tentang peramalan pasar penjualan batik menggunakan algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM) menghasilkan nilai *error* MAPE sebesar 0,67%. Semakin rendah nilai MAPE menunjukkan bahwa peramalan memiliki tingkat akurasi peramalan yang lebih baik.

Metode ELM bisa juga dilakukan untuk mendiagnosis penyakit seperti yang diteliti oleh (Pangaribuan, 2016), yang meneliti tentang diagnosis penyakit diabetes melitus dengan metode ELM. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode ELM memiliki tingkat akurasi dan kecepatan yang sangat baik untuk mendiagnosis penyakit diabetes melitus. Uraian ringkasan dilihat pada Tabel 2.1 :



**Tabel 2.1 Penelitian Terkait**

No	Peneliti	Tahun	Metode	Keterangan
1	Jefri Junifer Pangaribuan	2016	Algoritma <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	Berhasil membangun sistem mendiagnosis penyakit diabetes melitus.
2	Abbas Munandar Rambe	2016	Algoritma <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	Berhasil membangun sistem peramalan penjualan untuk mengatasi masalah dari pihak produsen dalam menangani permintaan konsumen.
3	Delia Putri Fardani, Eto Wuryanto dan Indah Werdiningsih	2015	Algoritma <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM)	Berhasil membangun SPK peramalan jumlah kunjungan pasien pada Poli Gigi Rsu Dr.Wahidin Sudiro Husodo Mojokerto.
4	Afterina Wahyu P., Erni Yudaningsih dan Sholeh Hadi Pramono	2014	<i>Fuzzy Inference System</i> dan <i>Time Series</i>	Berhasil Memprediksi <i>Bandwidth</i> UMTS dan HSDPA pada Operator Telekomunikasi X di wilayah Malang pada Februari 2014.
5	Imam Shabri, Mike Yuliana, dan Zaqiatud Darojah	2012	Algoritma <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN)	Berhasil Memprediksi <i>Bandwidth</i> PENS_ITS pada Januari 2012
6	Ikhthison Mekongga, Rahmat Gernowo, dan Aris Sugiharto	2012	Algoritma <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN)	Berhasil Memprediksi <i>Bandwidth</i> di Poltek Negeri Sriwijaya pada Januari 2012

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

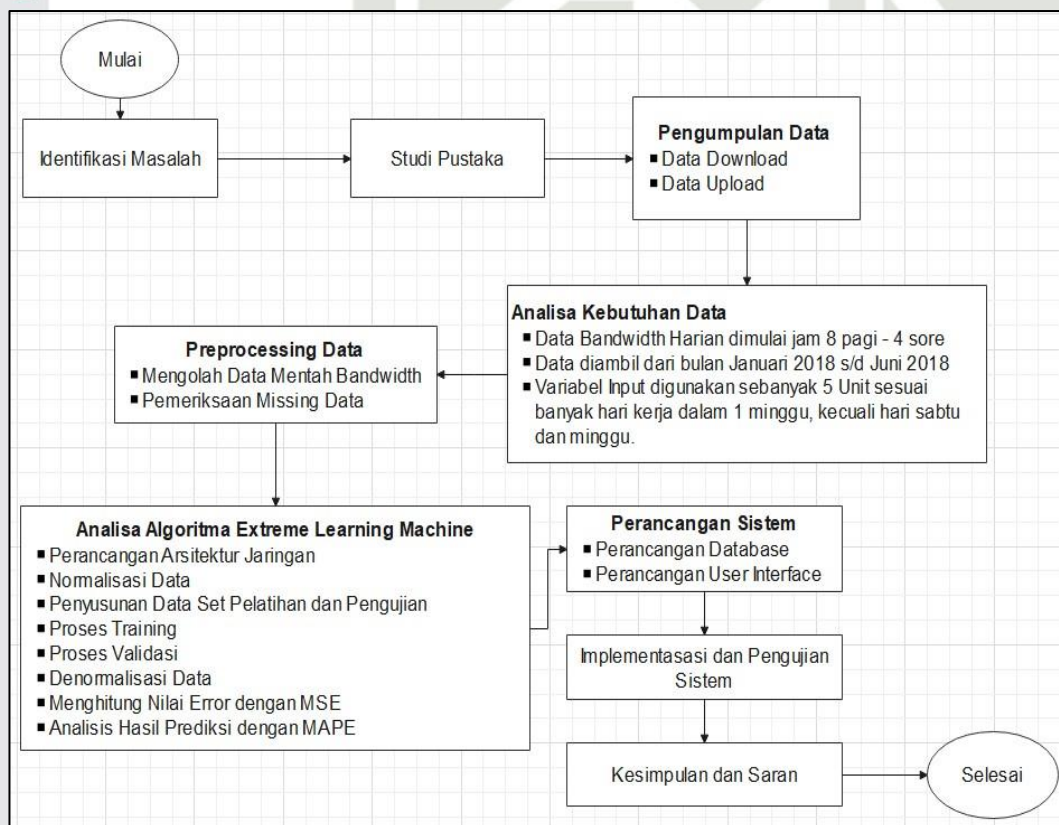
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Metodologi penelitian adalah acuan, pedoman dan tahapan yang akan diterapkan pada sebuah penelitian untuk mencapai tujuan dari penelitian tersebut. Metodologi penelitian memiliki rencana kerja yang sistematis sehingga hasil yang didapatkan dapat sesuai dengan yang diharapkan. maka diperlukan tahapan yang disusun. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan pada penyusunan tugas akhir :



**Gambar 3.1 Tahapan Penelitian**



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.2 Identifikasi Masalah

Tahapan ini merupakan tahap awal dari metodologi penelitian. Identifikasi masalah ini dalam penelitian ini yaitu bagaimana menerapkan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth* internet pada SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru.

### 3.3 Studi Pustaka

Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi melalui jurnal ilmiah yang berkaitan dengan prediksi *bandwidth* dan metode jaringan syaraf tiruan *Extreme Learning Machine* (ELM) yang digunakan. Metode JST yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Extreme Learning Machine* (ELM). Sehingga dari hasil studi pustaka yang dilakukan diperoleh metode untuk menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini yaitu merancang dan membuat aplikasi memprediksi kebutuhan *bandwidth* internet pada SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru menggunakan metode ELM.

### 3.4 Pengumpulan Data

Data penggunaan *bandwidth* diperoleh dari jaringan komputer di SMK Negeri Kehutanan Pekanbaru. Data diambil berupa data histori trafik yang disediakan pada sebuah router mikrotik. Data yang diambil adalah data histori harian yaitu: hari senin, selasa, rabu, kamis, dan jumat dimulai dari pukul 08:00 WIB s/d 16.00 WIB. Data yang telah diperoleh tersebut digunakan sebagai data *input* untuk penelitian dengan menggunakan metode ELM.

### 3.5 Analisa Kebutuhan Data

Analisa kebutuhan data merupakan data yang akan digunakan dalam penelitian. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data *bandwidth*. Data *bandwidth* terbagi menjadi dua yakni data *download* dan data *upload*.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.5.1 Data Download dan Upload

Data *Download* dan *Upload* yang dikumpulkan adalah selama 8 bulan berturut-turut dimulai dari bulan Januari 2018 sampai dengan Juni 2018. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5 variabel, berdasarkan banyaknya hari kerja dalam 1 minggu kecuali hari sabtu dan minggu (dengan asumsi hari libur nasional tetap dihitung).

## 3.6 Preprocessing Data

Sebelum data *bandwidth* berupa *download* dan *upload* dimasukkan ke dalam metode ELM. Terlebih dahulu dilakukan *preprocessing* data, agar data dalam penelitian lebih mudah digunakan dalam melakukan prediksi.

### 3.6.1 Mengolah Data Mentah

Data mentah *bandwidth* merupakan data yang diambil dari server mikrotik. Data mentah diolah terlebih dahulu di Microsoft Excel untuk mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian ini.

### 3.6.2 Pemeriksaan Missing Data

*Missing* data adalah informasi yang hilang atau tidak tersedia untuk suatu objek. Pemeriksaan data *missing* ini untuk memastikan ada tidaknya informasi atau data yang hilang. Jika ada data *missing* hal ini menyebabkan penurunannya keakuratan dan kualitas pada saat data diolah, maka dari itu perlu adanya pemeriksaan data *missing*. Jika suatu data terdapat informasi yang tidak valid pada salah satu variabel objek maka akan dilakukan perbaikan data. Pada penelitian dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* ini tidak ada terjadinya data *missing* atau keseluruhan data yang digunakan lengkap.

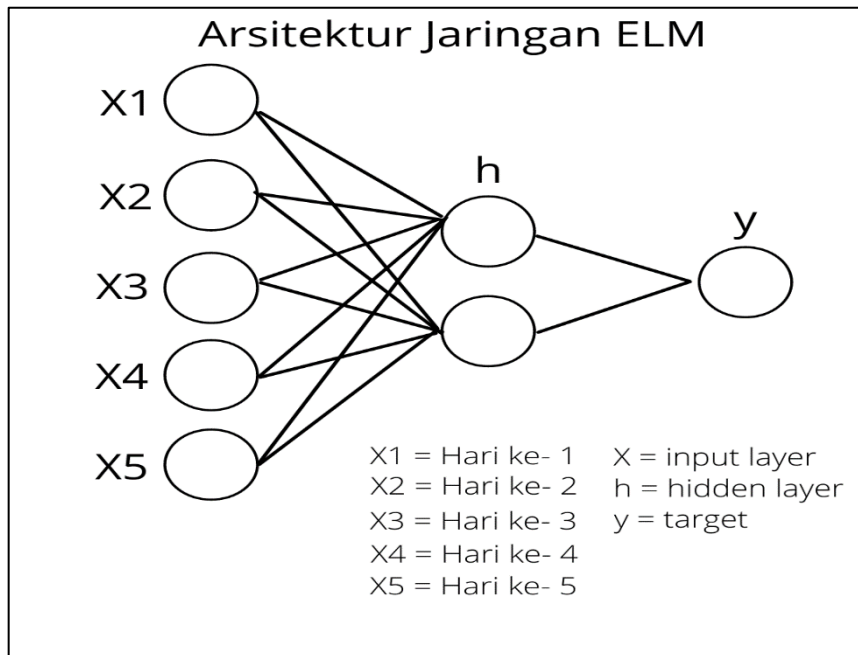
## 3.7 Analisa Prosedur Algoritma ELM

Prosedur untuk menerapkan Algoritma *Extreme Learning Machine* dalam menyelesaikan prediksi *bandwidth* adalah sebagai berikut :

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.7.1 Perancangan Arsitektur Jaringan



**Gambar 3.2 Arsitektur Jaringan ELM**

Arsitektur jaringan yang digunakan terdiri dari sebuah *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Rancangan jumlah unit pada tiap layer adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah *input* yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 5 unit, sesuai dengan jumlah hari dalam 1 minggu yang akan diprediksi. Pada *hidden layer* jumlah *neuron* yang digunakan sebanyak 2 unit berdasarkan rumus persamaan 3.1.
- b. Pada *output layer* jumlah *neuron* yang digunakan sebanyak 1 unit. Jumlah *neuron* yang digunakan pada *output layer* hanya 1 unit karena proses prediksi hanya menghasilkan satu nilai riil saja.

### 3.7.2 Normalisasi Data

Data akan dinormalisasikan ke interval yang lebih kecil, yaitu pada interval [0,1]. Sehingga untuk dapat digunakan sebagai input pada jaringan, terlebih dahulu dilakukan normalisasi data dengan mengubah data tersebut menjadi bilangan desimal dalam interval [0,1].

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jumlah *neuron input* yang akan digunakan sebanyak 5 unit, dengan asumsi bahwa jumlah tersebut dapat mewakili data selama 1 minggu dengan asumsi bahwa hari Sabtu dan Minggu tidak ada aktifitas penggunaan internet. Diharapkan dengan jumlah *neuron input* tersebut, jaringan memiliki arsitektur yang tidak sulit sehingga mampu melakukan pembelajaran dengan baik. Sedangkan target *output* yang digunakan adalah data pada hari ke-6. Misalkan  $n$  adalah jumlah data yang digunakan, maka rancangan data dapat dijelaskan pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

**Tabel 3.1 Tabel rancangan data yang akan menjadi input**

Pola ke-	Data input (X1,X2,...,Xn)					Target
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	Data hari ke-1	Data hari ke-2	Data hari ke-3	Data hari ke-4	Data hari ke-5	Data hari ke-6
2	Data hari ke-2	Data hari ke-3	Data hari ke-4	Data hari ke-5	Data hari ke-6	Data hari ke-7
3	Data hari ke-3	Data hari ke-4	Data hari ke-5	Data hari ke-6	Data hari ke-7	Data hari ke-8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n-6	Data hari ke n-6	Data hari ke n-5	Data hari ke n-4	Data hari ke n-3	Data hari ke n-2	Data hari ke n

**3.7.3 Penyusunan Data Set Pelatihan dan Pengujian**

Data yang akan dilatih dan diuji diantaranya 90:10, 80:20, 70:30 dan 60:40.

**3.7.4 Proses Training**

Proses *training* harus dilalui sebelum melakukan proses prediksi. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai *output weight*.

**3.7.5 Proses Validasi**

Untuk melakukan validasi prediksi, proses yang dilakukan tetap berdasarkan *input weight* (bobot input) dan *ouput weight* (bobot output) yang didapatkan dari proses *training*. Pada tahap ini juga dilakukan normalisasi *input* dan denormalisasi *output*.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**3.7.6 Denormalisasi Data**

Setelah didapatkan hasil *ouput* dari jaringan ELM, selanjutnya adalah mengembalikan nilai tersebut Kembali kedalam bentuk semula agar dihasilkan nilai hasil prediksi. Proses denormalisasi data menggunakan Persamaan 2.14.

**3.7.7 Menghitung Nilai Error dengan MSE**

MSE (*Mean Square Error*) digunakan untuk mengevaluasi hasil prediksi.

**3.7.8 Analisis Hasil Prediksi dengan MAPE**

Setelah didapatkan nilai hasil prediksi, maka nilai tersebut akan dianalisis apakah memiliki tingkat kesalahan yang rendah sehingga bisa digunakan sebagai acuan. Untuk menilai hasil prediksi apakah memiliki tingkat kesalahan yang rendah digunakan Perhitungan MAPE (*Mean Absolute Presentase Error*).

**3.8 Perancangan Sistem**

Sistem merupakan metode yang digunakan untuk merancang hal-hal yang telah dianalisa dengan tujuan untuk memberikan kemudahan dan menyederhanakan suatu proses atau jalannya aliran data, perancangan terhadap model dan merancang bangun aplikasi ini.

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada perancangan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Tahapan perancangan data.
2. Tahapan perancangan *user interface* atau antarmuka pengguna yang merupakan suatu rancangan struktur menu dan tampilan aplikasi.

**3.9 Implementasi dan Pengujian**

Tahap implementasi dan pengujian merupakan tahapan yang dilakukan setelah tahap analisa dan perancangan telah selesai. Pada tahap ini akan menjelaskan tentang penerapan aplikasi yang telah dianalisa dan dirancang



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sebelumnya. Adapun untuk proses implementasi, dibutuhkan beberapa alat pendukung yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*):

1. Perangkat keras yang digunakan untuk pembuatan aplikasi:
  1. CPU : Intel® Core™ i5-8250U
  2. Memori (RAM) : 12 GB
  3. HDD : 1000 GB
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan aplikasi:
  1. Platform / OS : Windows 10 Pro
  2. Bahasa Pemograman : PHP dan Python
  3. DBMS : MySQL
  4. Tools : Notepad dan Xampp
  5. Web browser : Google Chrome

Pengujian merupakan tahapan dimana sistem akan dijalankan. Pada tahap pengujian, sistem akan diuji untuk mengetahui hasil analisa dan perancangan terhadap sistem. Untuk mengetahui validitas sistem, maka akan dilakukan pengujian terhadap hasil yang diperoleh dari sistem yaitu pengujian menggunakan *blackbox*.

### 3.10 Kesimpulan dan Saran

Dalam tahap ini ditentukan kesimpulan terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui apakah implementasi sistem yang telah dilakukan dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan serta memberikan saran-saran untuk menyempurnakan dan mengembangkan penelitian untuk selanjutnya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian telah berhasil dengan menerapkan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine* dalam memprediksi *bandwidth* internet.
2. Pengujian dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* menghasilkan nilai persentase akurasi prediksi yang dihitung dengan nilai MAPE sebesar 3,92% divarian 90:10 pada data *download* dan 8,92% divarian 90:10 pada data *upload*. Semakin rendah nilai MAPE menunjukkan prediksi memiliki tingkat akurasi yang lebih baik. Jika MAPE <25% maka hasil prediksi dapat diterima dengan memuaskan.
3. Hasil Pengujian data *Download* untuk jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan jumlah 2 unit diperoleh nilai MSE terkecil yaitu sebesar 0,15 pada varian 90:10. Dari Total 125 Data, dimana data uji yang digunakan sebanyak 13 data dan data *training* sebanyak 112 data.
4. Hasil Pengujian data *Upload* untuk jumlah *neuron* pada *hidden layer* dengan jumlah 2 unit diperoleh nilai MSE terkecil yaitu sebesar 0,18 pada varian 90:10. Dari Total 125 Data, dimana data uji yang digunakan sebanyak 13 data dan data *training* sebanyak 112 data.
5. Hasil prediksi *bandwidth* berupa *download* dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* pada bulan Juli 2018 memberikan nilai *Mean Square Error* (MSE) yakni 0,22. dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 22%. Dengan hasil prediksi pada bulan Juli 2018 sebesar 3 Mbps. Sedangkan hasil prediksi *bandwidth* berupa *upload* dengan menggunakan metode *Extreme*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Learning Machine* pada bulan Juli 2018 memberikan nilai *Mean Square Error* (MSE) yakni 0,27. dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 27%. Dengan hasil prediksi pada bulan Juli 2018 sebesar 3,04 Mbps.

**Saran**

Saran yang dapat peneliti berikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan data *bandwidth* yang lebih banyak agar proses prediksi dihasilkan lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan bisa memprediksi tidak hanya *bandwidth* tetapi faktor yang mendukung dalam penentuan kecepatan dalam jaringan seperti *throughput*, *jitter*, dan *latency*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. (2010). *Penerapan Metode Extreme Learning Machine untuk Peramalan Permintaan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Fardani, D. P., Wuryanto, E., dan Werdiningsih, I. (2015). MENGGUNAKAN METODE EXTREME LEARNING MACHINE ( STUDI KASUS : POLI GIGI RSU DR . WAHIDIN SUDIRO HUSODO MOJOKERTO ), 1(1).
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Network (Archetectures, Algorithms, and Applications)*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Foster dan Kesselman. (2003). *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure* (Second). Morgan Kaufman.
- Hermawan, A. (2006). *Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y. and Siew, C.-K. (2004). *Extreme Learning Machine: A New Learning Scheme of Feedforward Neural Networks*. Budapest, Hungary, Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN).
- Huang, G.-B., Zhu, Q.-Y. and Siew, C.-K. (2006). Extreme Learning Machine : Theory and Applications. *Neurocomputing*, 70, 489–501.
- Ihsan, M., dan Rambe, F. (2014). PERANCANGAN APLIKASI PERAMALAN PERSEDIAAN OBAT- OBATAN MENGGUNAKAN METODE LEAST SQUARE ( STUDI KASUS : APOTIK MUTIARA HATI ), 49–53.
- Khotimah, B. K., R, E. M. S., dan Yulianarta, H. (2010). Kinerja metode extreme learning machine (elm) pada sistem peramalan \*, 1(3), 186–191.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial intellegence (teknik dan aplikasi)*. Graha ilmu, Yogyakarta.
- Makridakis, Spyros, Steven, C., Wheelwright, Victor, E., and M. G. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (Jilid I. E). Jakarta: Binarupa Aksara.
- Mekongga, I., Gernowo, R., dan Sugiharto, A. (2012). The Prediction of Bandwidth On Need Computer Network Through Artificial Neural Network Method of Backpropagation, 2, 98–107.
- Oktafri. (2001). Aplikasi Metode Simulasi Monte Carlo Untuk Menduga Debit Aliran Sungai. Diambil dari Repository.ipb.ac.id
- P A. W., Yudaningtyas, E., dan Pramono, H. (2014). UMTS dan HSDPA

Menggunakan Fuzzy Inference System dan Time Series, 8(1), 33–40.

Pangaribuan, J. J., Komputer, F. I., Pelita, U., dan Medan, H. (2016). MENDIAGNOSIS PENYAKIT DIABETES MELITUS, 2(2).

Rambe, A. M. (2016). *Peramalan Pasar Penjualan Batik Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM)*, Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Russell, Stuart., Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Third Edit). 3rd Edition, New Jersey: Pearson Education, Inc., Publishing: Prentice Hall.: Prentice Hall.

Shabri, I., Yuliana, M., dan Darojah, Z. (n.d.). PREDIKSI PENGGUNAAN BANDWIDTH PENS \_ ITS MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION, 1–6.

Siang, J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Trimantaraningsih, Retna, dan Istiqomatul, M. (2008). *Implementasi Mikrotik sebagai Manajemen Bandwith*. Yogyakarta, AKPRIND.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN A

### Lampiran A 1 Data *Download* dari Jam 08.00 – Jam 16.00

#### Jam 08.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,28	2,28	2,14	2,85	1,49	1,71
2	3,85	1,42	2,85	1,07	3,21	2,99
3	7,13	2,28	6,42	2,85	2,14	1,71
4	1,71	2,14	1,78	1,28	1,28	1,14
5	2,14	1,07	4,28	2,49	5,7	1,71
6	3,56	4,28	1,78	1,14	1,28	3,56
7	3,42	1,07	2,56	8,56	2,85	2,56
8	3,56	1,99	4,28	2,14	1,71	3,56
9	1,42	5,7	1,42	8,56	2,85	8,56
10	1,92	7,13	2,28	2,14	2,85	1,49
11	1,71	3,85	1,42	2,85	1,07	3,21
12	2,99	7,13	2,28	6,42	2,49	2,14
13	1,71	1,71	2,14	1,78	1,28	3,21
14	1,14	2,14	1,07	4,28	2,49	5,7
15	1,71	2,85	4,28	1,78	1,14	1,28
16	3,56	3,42	1,07	2,56	8,56	2,85
17	2,56	3,56	1,99	4,28	2,14	1,71
18	3,56	1,42	5,7	1,42	8,56	2,85
19	8,56	1,92	5,70	2,28	2,14	2,85
20	1,49	8,56	3,85	1,42	2,85	1,07
21	3,21	2,99	7,13	2,28	6,42	2,49
22	2,14	1,71	1,71	2,14		

#### Jam 09.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,14	2,14	2,14	1,71	3,56	8,56
2	3,85	1,42	2,85	2,85	5,70	7,13
3	7,13	2,28	2,14	2,85	5,70	8,56
4	3,85	1,42	8,56	4,28	3,21	2,99
5	7,13	1,28	2,85	2,49	2,14	1,71
6	9,98	1,42	1,78	1,28	3,21	7,13
7	3,42	1,07	4,28	2,49	4,28	6,42
8	3,56	4,28	1,78	1,42	4,99	3,56
9	3,42	1,07	1,42	3,56	2,85	2,56
10	3,56	1,14	2,14	2,14	1,71	3,56
11	8,56	7,13	1,42	8,56	2,85	5,70
12	7,13	7,13	2,28	2,14	2,85	5,70
13	8,56	3,85	1,15	8,56	4,28	3,21
14	2,99	7,13	1,28	2,85	2,49	2,14
15	1,71	9,98	1,42	1,78	1,28	3,21
16	7,13	3,42	1,07	4,28	2,49	4,28

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
17	6,42	3,56	4,28	1,78	1,42	4,99
18	3,56	3,42	1,07	1,42	3,56	2,85
19	2,56	3,56	1,14	2,14	2,14	1,71
20	3,56	8,56	7,13	1,42	8,56	2,85
21	8,56	1,92	7,13	2,28	2,14	2,85
22	5,70	8,56	3,85	1,42		

### Jam 10.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,14	1,28	1,42	4,99	3,56	2,56
2	8,56	1,42	3,56	2,85	1,99	4,28
3	1,14	2,14	2,14	1,42	5,70	8,56
4	7,13	1,42	8,56	1,92	5,70	7,13
5	7,13	2,85	1,49	2,85	5,70	8,56
6	2,85	1,07	8,56	4,28	3,21	2,28
7	6,42	1,28	2,85	2,49	1,71	2,14
8	9,98	1,42	1,78	1,14	2,14	7,13
9	3,42	1,07	5,70	1,71	4,28	6,42
10	3,56	1,14	1,28	1,42	4,99	7,13
11	2,56	8,56	1,42	3,56	2,85	1,99
12	4,28	1,14	2,14	2,14	1,42	5,70
13	8,56	7,13	1,42	8,56	1,92	5,70
14	7,13	7,13	2,85	1,49	2,85	5,70
15	8,56	2,85	1,07	8,56	4,28	5,70
16	2,28	6,42	1,28	2,85	2,49	1,71
17	2,14	9,98	1,42	1,78	1,14	2,14
18	7,13	3,42	1,07	5,70	1,71	4,28
19	6,42	3,56	1,14	1,28	1,42	4,99
20	3,56	2,56	8,56	1,42	3,56	2,85
21	1,99	4,28	1,14	2,14	2,14	1,42
22	5,70	8,56	7,13	1,42		

### Jam 11.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,28	3,21	1,14	2,14	7,13	2,56
2	8,56	1,42	1,71	4,28	6,42	3,56
3	1,14	1,28	1,42	3,42	1,07	2,56
4	8,56	1,42	2,56	3,56	1,99	4,28
5	1,14	1,71	3,56	1,42	5,70	8,56
6	8,56	2,85	8,56	1,92	5,70	2,28
7	2,14	2,85	1,49	2,85	3,85	1,42
8	2,85	1,07	8,56	2,99	7,13	2,28
9	6,42	1,28	2,14	8,56	1,71	2,14
10	9,98	1,28	3,21	1,14	2,14	7,13
11	4,28	2,49	5,70	1,71	4,28	4,28
12	1,78	1,14	1,28	1,42	3,42	1,07

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
13	2,56	8,56	1,42	2,56	3,56	1,99
14	4,28	1,14	1,71	3,56	1,42	5,70
15	8,56	8,56	2,85	8,56	1,92	5,70
16	2,28	2,14	2,85	1,49	2,85	3,85
17	1,42	2,85	1,07	8,56	2,99	7,13
18	2,28	6,42	1,28	2,14	1,71	1,71
19	2,14	9,98	1,28	3,21	1,14	2,14
20	7,13	4,28	2,49	5,70	1,71	4,28
21	4,28	1,78	1,14	1,28	1,42	3,42
22	1,07	2,56	8,56	1,42		

**Jam 12.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	4,28	3,21	2,99	7,13	2,28	2,85
2	2,49	2,14	1,71	1,71	1,42	1,78
3	1,28	3,21	1,14	3,42	1,07	4,28
4	2,49	5,70	6,42	3,56	4,28	4,28
5	1,14	1,71	3,56	1,42	1,07	2,56
6	3,56	4,28	2,56	3,56	1,99	2,14
7	2,14	1,71	3,56	1,42	7,13	1,42
8	8,56	2,85	8,56	7,13	7,13	2,28
9	2,14	2,85	5,70	8,56	3,85	1,42
10	2,85	8,56	5,70	2,99	7,13	2,28
11	2,85	2,49	2,14	1,71	1,71	1,42
12	1,78	1,28	3,21	1,14	2,14	1,07
13	4,28	2,49	5,70	6,42	3,56	4,28
14	1,78	1,14	4,99	7,13	3,42	1,07
15	2,56	3,56	2,85	2,56	3,56	1,99
16	2,14	2,14	1,71	3,56	1,42	7,13
17	1,42	8,56	2,85	8,56	7,13	7,13
18	2,28	2,14	2,85	5,70	8,56	3,85
19	1,42	2,85	4,28	3,21	2,99	7,13
20	2,28	2,85	2,49	2,14	1,71	1,71
21	1,42	1,78	1,28	3,21	1,14	3,42
22	1,07	4,28	2,49	5,70		

**Jam 13.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,92	5,70	7,13	7,13	2,28	1,49
2	2,85	5,70	8,56	3,85	1,07	8,56
3	4,28	3,21	2,99	6,42	1,28	2,85
4	2,49	2,14	2,14	9,98	1,42	1,78
5	1,28	2,14	7,13	3,42	1,07	4,28
6	1,71	4,28	6,4	3,56	4,28	1,28
7	1,42	4,99	3,56	3,42	8,56	1,42

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
8	3,56	2,85	2,56	4,28	1,14	2,14
9	2,14	1,71	5,70	8,56	7,13	1,42
10	8,56	8,56	5,70	7,13	7,13	2,28
11	1,49	2,85	5,70	8,56	3,85	1,07
12	8,56	4,28	3,21	2,99	6,42	1,28
13	2,85	2,49	2,14	2,14	9,98	1,42
14	1,78	1,28	2,14	7,13	3,42	1,07
15	4,28	1,71	4,28	6,42	3,56	4,28
16	1,28	1,42	4,99	3,56	3,42	8,56
17	1,42	3,56	2,85	2,56	4,28	1,14
18	2,14	2,14	1,71	5,70	8,56	7,13
19	1,42	8,56	1,92	5,70	7,13	7,13
20	2,28	1,49	2,85	5,70	8,56	3,85
21	1,07	8,56	4,28	3,21	2,99	6,42
22	1,28	2,85	2,49	2,14		

### Jam 14.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,56	1,99	4,28	1,14	2,14	3,56
2	1,42	5,70	8,56	7,13	2,85	8,56
3	1,92	5,70	7,13	2,14	2,85	1,49
4	2,85	5,70	1,42	2,85	1,07	8,56
5	4,28	7,13	2,28	6,42	1,28	2,85
6	1,71	1,71	2,14	9,98	1,42	3,21
7	1,14	2,14	7,13	3,42	2,49	5,70
8	1,71	4,28	6,42	1,78	1,14	1,28
9	1,42	4,99	1,07	2,56	8,56	1,42
10	3,56	3,56	1,99	4,28	1,14	2,14
11	3,56	1,42	5,70	8,56	7,13	2,85
12	8,56	1,92	5,70	7,13	2,14	2,85
13	1,49	2,85	5,70	1,78	2,85	1,07
14	8,56	4,28	7,13	2,28	6,42	1,28
15	2,85	1,71	1,71	2,14	9,98	1,78
16	3,21	1,14	2,14	7,13	3,42	2,49
17	5,70	1,71	4,28	6,42	1,78	1,14
18	1,28	1,42	4,99	1,07	2,56	8,56
19	1,42	3,56	3,56	1,99	4,28	1,14
20	2,14	3,56	1,42	5,70	8,56	7,13
21	2,85	8,56	1,92	5,70	7,13	2,14
22	2,85	1,49	2,85	5,70		

### Jam 15.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,56	4,28	1,78	1,14	1,28	3,56

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2	3,42	1,07	2,56	8,56	2,85	2,56
3	3,56	1,99	8,56	2,14	1,71	3,56
4	1,42	5,70	1,42	8,56	2,85	8,56
5	1,92	7,13	2,28	2,14	2,85	1,49
6	8,56	3,85	1,42	2,85	1,07	3,21
7	2,99	7,13	2,28	6,42	2,49	2,14
8	1,71	1,71	2,14	1,78	1,28	3,21
9	1,14	2,14	1,07	4,28	2,49	5,70
10	1,71	3,56	4,28	1,78	1,14	1,28
11	3,56	3,42	1,07	2,56	8,56	2,85
12	2,56	3,56	1,99	4,28	2,14	1,71
13	3,56	1,42	5,70	1,42	8,56	2,85
14	8,56	1,92	7,13	2,28	2,14	2,85
15	1,49	8,56	3,85	1,42	2,85	1,07
16	3,21	2,99	7,13	2,28	6,42	2,49
17	2,14	1,71	1,71	2,14	1,78	1,28
18	3,21	1,14	2,14	1,07	4,28	2,49
19	5,70	1,71	3,56	4,28	1,78	1,14
20	1,28	3,56	3,42	1,07	2,56	8,56
21	2,85	2,56	3,56	1,99	4,28	2,14
22	1,71	3,56	1,42	5,70		

**Jam 16.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	9,98	1,42	1,78	1,28	3,21	7,13
2	3,42	1,07	4,28	2,49	4,28	6,42
3	3,56	4,28	1,78	1,42	4,99	3,56
4	3,42	1,07	1,42	3,56	2,85	2,56
5	3,56	1,14	2,14	2,14	1,71	3,56
6	8,56	7,13	1,42	8,56	2,85	5,70
7	7,13	7,13	2,28	2,14	2,85	5,70
8	8,56	3,85	1,42	8,56	4,28	3,21
9	2,99	7,13	1,28	2,85	2,49	2,14
10	1,71	9,98	1,42	1,78	1,28	3,21
11	7,13	3,42	1,07	3,56	2,49	4,28
12	6,42	3,56	4,28	1,78	1,42	4,99
13	3,56	3,42	1,07	1,42	3,56	2,85
14	2,56	3,56	1,14	2,14	2,14	1,71
15	3,56	8,56	7,13	1,42	8,56	2,85
16	5,70	7,13	7,13	2,28	2,14	2,85
17	5,70	8,56	3,85	1,42	8,56	4,28
18	3,21	2,99	7,13	1,28	2,85	2,49
19	2,14	1,71	9,98	1,42	1,78	1,28
20	3,21	7,13	3,42	1,07	4,28	2,49
21	4,28	6,42	3,56	4,28	1,78	1,42
22	4,99	3,56	3,42	1,07		

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN B

### Lampiran B 1 Data Upload dari Jam 08.00 – Jam 16.00

#### Jam 08.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	2,14	6,84	6,42	8,56	4,49	2,56
2	1,15	4,28	8,56	3,21	9,63	8,98
3	2,14	6,84	1,92	3,85	6,42	5,13
4	5,13	6,42	5,35	3,85	9,63	3,42
5	6,42	3,21	1,28	7,49	1,71	5,13
6	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85	1,07
7	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56	7,70
8	1,07	5,99	1,28	6,42	5,13	1,07
9	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56	2,56
10	5,77	2,14	6,84	6,42	8,56	4,49
11	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21	1,28
12	8,98	2,14	6,84	1,92	7,49	6,42
13	5,13	5,13	6,42	5,35	3,85	9,63
14	3,42	6,42	3,21	1,28	7,49	1,71
15	5,13	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85
16	1,07	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56
17	7,70	1,07	5,99	1,28	6,42	5,13
18	1,07	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56
19	2,56	5,77	1,71	6,84	6,42	8,56
20	4,49	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21
21	9,63	8,98	2,14	6,84	1,92	7,49
22	6,42	5,13	5,13	6,42		

#### Jam 09.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,42	6,42	6,42	5,13	1,07	2,56
2	1,15	4,28	8,56	8,56	1,71	2,14
3	2,14	6,84	6,42	8,56	1,71	2,56
4	1,15	4,28	2,56	1,28	9,63	8,98
5	2,14	3,85	8,56	7,49	6,42	5,13
6	2,99	4,28	5,35	3,85	9,63	2,14
7	1,07	3,21	1,28	7,49	1,28	1,92
8	1,07	1,28	5,35	4,28	1,49	1,07
9	1,02	3,21	4,28	1,07	8,56	7,70
10	1,07	3,42	6,42	6,42	5,13	1,07
11	2,56	2,14	4,28	2,56	8,56	1,71
12	2,14	2,14	6,84	6,42	8,56	1,71
13	2,56	1,15	4,28	2,56	1,28	9,63
14	8,98	2,14	3,85	8,56	7,49	6,42

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
15	5,13	2,99	4,28	5,35	3,85	9,63
16	2,14	1,02	3,21	1,28	7,49	1,28
17	1,92	1,07	1,28	5,35	4,28	1,49
18	1,07	1,02	3,21	4,28	1,07	8,56
19	7,70	1,07	3,42	6,42	6,42	5,13
20	1,07	2,56	2,14	4,28	2,56	8,56
21	2,56	5,77	2,14	6,84	6,42	8,56
22	1,71	2,56	1,15	4,28		

**Jam 10.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,42	3,85	4,28	1,49	1,07	7,70
2	2,56	1,71	1,07	8,56	5,99	1,28
3	3,42	6,42	6,42	4,28	1,71	2,56
4	2,14	4,28	2,56	5,77	1,71	2,14
5	2,14	8,56	4,49	8,56	1,71	2,56
6	8,56	3,21	2,56	1,28	9,63	6,84
7	1,92	3,85	8,56	7,49	5,13	6,42
8	2,99	4,28	5,35	3,42	6,42	2,14
9	1,02	3,21	1,71	5,13	1,28	1,92
10	1,07	3,42	3,85	4,28	1,49	2,14
11	7,70	2,56	4,28	1,07	8,56	5,99
12	1,28	3,42	6,42	6,42	4,28	1,71
13	2,56	2,14	4,28	2,56	5,77	1,71
14	2,14	2,14	8,56	4,49	8,56	1,71
15	2,56	8,56	3,21	2,56	4,28	1,71
16	6,84	1,92	3,85	8,56	7,49	5,13
17	6,42	2,99	4,28	5,35	3,42	6,42
18	2,14	1,02	3,21	1,71	5,13	1,28
19	1,92	1,07	3,42	3,85	4,28	1,49
20	1,07	7,70	2,56	4,28	1,07	8,56
21	5,99	1,28	3,42	6,42	6,42	4,28
22	1,71	2,56	2,14	4,28		

**Jam 11.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	3,85	9,63	3,42	6,42	2,14	7,70
2	2,56	4,28	5,13	1,28	1,92	1,07
3	3,42	3,85	4,28	1,02	3,21	7,70
4	2,56	4,28	7,70	1,07	5,99	1,28
5	3,42	5,13	1,07	4,28	1,71	2,56
6	2,56	8,56	2,56	5,77	1,71	6,84
7	6,42	8,56	4,49	8,56	1,15	4,28
8	8,56	3,21	2,56	8,98	2,14	6,84
9	1,92	3,85	6,42	2,56	5,13	6,42

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
10	2,99	3,85	9,63	3,42	6,42	2,14
11	1,28	7,49	1,71	5,13	1,28	1,28
12	5,35	3,42	3,85	4,28	1,02	3,21
13	7,70	2,56	8,56	7,70	1,07	5,99
14	1,28	3,42	5,13	1,07	4,28	1,71
15	2,56	2,56	8,56	2,56	5,77	1,71
16	6,84	6,42	8,56	4,49	8,56	1,15
17	4,28	8,56	3,21	2,56	8,98	2,14
18	6,84	1,92	3,85	6,42	5,13	5,13
19	6,42	2,99	3,85	9,63	3,42	6,42
20	2,14	1,28	7,49	1,71	5,13	1,28
21	1,28	5,35	3,42	3,85	4,28	1,02
22	3,21	7,70	2,56	4,28		

**Jam 12.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,28	9,63	8,98	2,14	6,84	8,56
2	7,49	6,42	5,13	5,13	4,28	5,35
3	3,85	9,63	3,42	1,02	3,21	1,28
4	7,49	1,71	1,92	1,07	1,28	1,28
5	3,42	5,13	1,07	4,28	3,21	7,70
6	1,07	1,28	7,70	1,07	5,99	6,42
7	6,42	5,13	1,07	4,28	2,14	4,28
8	2,56	8,56	2,56	2,14	2,14	6,84
9	6,42	8,56	1,71	2,56	1,15	4,28
10	8,56	2,56	1,71	8,98	2,14	6,84
11	8,56	7,49	6,42	5,13	5,13	4,28
12	5,35	3,85	9,63	3,42	6,42	3,21
13	1,28	7,49	1,71	1,92	1,07	1,28
14	5,35	3,42	1,49	2,14	1,02	3,21
15	7,70	1,07	8,56	7,70	1,07	5,99
16	6,42	6,42	5,13	1,07	4,28	2,14
17	4,28	2,56	8,56	2,56	2,14	2,14
18	6,84	6,42	8,56	1,71	2,56	1,15
19	4,28	8,56	1,28	9,63	8,98	2,14
20	6,84	8,56	7,49	6,42	5,13	5,13
21	4,28	5,35	3,85	9,63	3,42	1,02
22	3,21	1,28	7,49	1,71		

**Jam 13.00**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	2,14	6,84	6,42	8,56	4,49	2,56
2	1,15	4,28	8,56	3,21	9,63	8,98
3	2,14	6,84	1,92	3,85	6,42	5,13
4	5,13	6,42	5,35	3,85	9,63	3,42
5	6,42	3,21	1,28	7,49	1,71	5,13
6	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85	1,07
7	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56	7,70
8	1,07	5,99	1,28	6,42	5,13	1,07
9	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56	2,56
10	5,77	2,14	6,84	6,42	8,56	4,49
11	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21	1,28
12	8,98	2,14	6,84	1,92	7,49	6,42
13	5,13	5,13	6,42	5,35	3,85	9,63
14	3,42	6,42	3,21	1,28	7,49	1,71
15	5,13	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85
16	1,07	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56
17	7,70	1,07	5,99	1,28	6,42	5,13
18	1,07	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56
19	2,56	5,77	1,71	6,84	6,42	8,56
20	4,49	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21
21	9,63	8,98	2,14	6,84	1,92	7,49
22	6,42	5,13	5,13	6,42		

### Jam 14.00

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,07	5,99	1,28	3,42	6,42	1,07
2	4,28	1,71	2,56	2,14	8,56	2,56
3	5,77	1,71	2,14	6,42	8,56	4,49
4	8,56	1,71	2,14	8,56	3,21	2,56
5	1,28	2,14	6,84	1,92	3,85	8,56
6	5,13	5,13	6,42	2,99	4,28	9,63
7	3,42	6,42	2,14	1,02	7,49	1,71
8	5,13	1,28	1,92	4,28	3,42	3,85
9	8,56	1,49	3,21	7,70	2,56	8,56
10	1,07	1,07	5,99	1,28	3,42	6,42
11	1,07	4,28	1,71	2,56	2,14	8,56
12	2,56	5,77	1,71	2,14	6,42	8,56
13	4,49	8,56	1,71	4,28	8,56	3,21
14	2,56	1,28	2,14	6,84	1,92	3,85
15	8,56	5,13	5,13	6,42	2,99	4,28
16	9,63	3,42	6,42	2,14	1,02	7,49
17	1,71	5,13	1,28	1,92	5,35	3,42
18	3,85	4,28	1,49	3,21	7,70	2,56
19	4,28	1,07	1,07	5,99	1,28	3,42
20	6,42	1,07	4,28	1,71	2,56	2,14
21	8,56	2,56	5,77	1,71	2,14	6,42

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

22	8,56	4,49	8,56	1,71	
----	------	------	------	------	--

**Jam 15.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85	1,07
2	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56	7,70
3	1,07	5,99	2,56	6,42	5,13	1,07
4	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56	2,56
5	5,77	2,14	6,84	6,42	8,56	4,49
6	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21	9,63
7	8,98	2,14	6,84	1,92	7,49	6,42
8	5,13	5,13	6,42	5,35	3,85	9,63
9	3,42	6,42	3,21	1,28	7,49	1,71
10	5,13	1,07	1,28	5,35	3,42	3,85
11	1,07	1,02	3,21	7,70	2,56	8,56
12	7,70	1,07	5,99	1,28	6,42	5,13
13	1,07	4,28	1,71	4,28	2,56	8,56
14	2,56	5,77	2,14	6,84	6,42	8,56
15	4,49	2,56	1,15	4,28	8,56	3,21
16	9,63	8,98	2,14	2,14	1,92	7,49
17	6,42	5,13	5,13	6,42	5,35	3,85
18	9,63	3,42	6,42	3,21	1,28	7,49
19	1,71	5,13	1,07	1,28	5,35	3,42
20	3,85	1,07	1,02	3,21	7,70	2,56
21	8,56	7,70	1,07	5,99	1,28	6,42
22	5,13	1,07	4,28	1,71		

**Jam 16.00**

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
1	2,99	4,28	5,35	3,85	9,63	2,14
2	1,02	3,21	1,28	7,49	1,28	1,92
3	1,07	1,28	5,35	4,28	1,49	1,07
4	1,02	3,21	4,28	1,07	8,56	7,70
5	1,07	3,42	6,42	6,42	5,13	1,07
6	2,56	2,14	4,28	2,56	8,56	1,71
7	2,14	2,14	6,84	6,42	8,56	1,71
8	2,56	1,15	4,28	2,56	1,28	9,63
9	8,98	2,14	3,85	8,56	7,49	6,42
10	5,13	2,99	4,28	5,35	3,85	9,63
11	2,14	1,02	3,21	1,07	7,49	1,28
12	1,92	1,07	1,28	5,35	4,28	1,49
13	1,07	1,02	3,21	4,28	1,07	8,56
14	7,70	1,07	3,42	6,42	6,42	5,13
15	1,07	2,56	2,14	4,28	2,56	8,56
16	1,71	2,14	2,14	6,84	6,42	8,56
17	1,71	2,56	1,15	4,28	2,56	1,28

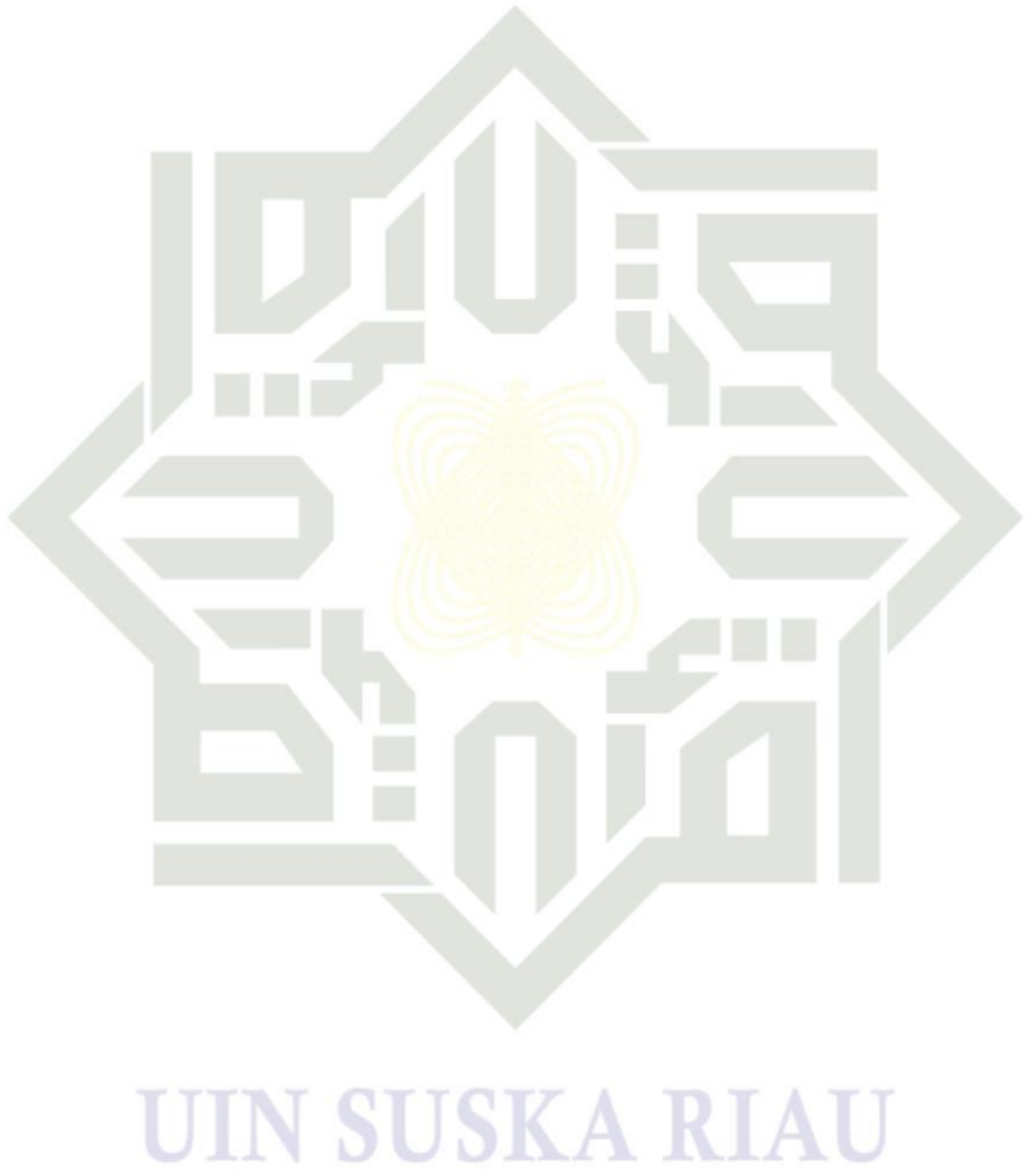
**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pola ke-	x1	x2	x3	x4	x5	y
18	9,63	8,98	2,14	3,85	8,56	7,49
19	2,42	5,13	2,99	4,28	5,35	3,85
20	9,63	2,14	1,02	3,21	1,28	7,49
21	1,28	1,92	1,07	1,28	5,35	4,28
22	1,49	1,07	1,02	3,21		

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## RIWAYAT HIDUP



### Informasi Personal



Nama	IKHSAN PRAKASA PUTRA
TTL	Pekanbaru, 18 April 1995
Jenis Kelamin	Laki-Laki
Status Pernikahan	Belum Kawin
Tinggi Badan	162 cm
Anak Ke	4 dari 4 Bersaudara
Kebangsaan	Indonesia
Agama	Islam

JIN

### Alamat

Sekarang	Jalan Inpres GG.Ki Ageng Selo No.16 Kel.Maharatu Kec.Marpoyan Damai Kota Pekanbaru
No.HP	0811-759-8586
Email	Ikhsan.prakasa.putra@students.uin-suska.ac.id

iau

### Riwayat Pendidikan

Tahun 2001-2007	SDN 010 Tampan Pekanbaru
Tahun 2007-2010	SMP Swasta Masmur Pekanbaru
Tahun 2010-2013	SMK KANSAI Pekanbaru
Tahun 2013	Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU