

SKRIPSI

**PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE DI CANDI
BOROBUDUR MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

(STUDI KASUS : MANOHARA RESTO)



DISUSUN OLEH

PUJI ASTUTI WIDYANINGSIH

14.0504.0056

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
JANUARI, 2019**

SKRIPSI

**PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE DI CANDI
BOROBUDUR MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

(STUDI KASUS : MANOHARA RESTO)

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer S.Kom
Program Studi Teknik Informatika Jenjang Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang



DISUSUN OLEH

PUJI ASTUTI WIDYANINGSIH

14.0504.0056

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
JANUARI, 2019**

SKRIPSI

**PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE DI CANDI
BOROBUDUR MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

(STUDI KASUS : MANOHARA RESTO)

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer S.Kom
Program Studi Teknik Informatika Jenjang Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang



DISUSUN OLEH

PUJI ASTUTI WIDYANINGSIH

14.0504.0056

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
JANUARI, 2019**

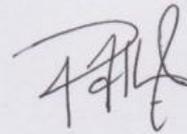
HALAMAN PENEGASAN

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Puji Astuti Widyaningsih

NPM : 14.0504.0056

Magelang, 20 November 2018



Puji Astuti Widyaningsih

14.0504.0056

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN /PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puji Astuti Widyaningsih
NPM : 14.0504.0056
Program Studi : Teknik Informatika S1

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul ” **Prediksi Jumlah Wisata Sunrise Di Candi Borobudur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)** “ beserta seluruh isi adalah karya sendiri dan bukan merupakan karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini atau adanya klaim dari pihak lain atas karya saya ini, maka saya menanggung segala bentuk konsekuensi atau sanksi yang berlaku.

Magelang, 20 November 2018

Yang membuat pernyataan,



Puji Astuti Widyaningsih
14.0506.0056

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PREDIKSI PENGUNJUNG WISATA SUNRISE DI CANDI BOROBUDUR

MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

(STUDI KASUS : MANOHARA RESTO)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

PUJI ASTUTI WIDYANINGSIH

14.0504.0056

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji

Pada tanggal 24 Januari 2019

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Muhtar Hanafi, ST., M.Cs

NIDN. 0602047502

Pembimbing II

Endah Ratna A, S., Kom., M.Cs

NIDN. 0601129001

Penguji I

Purwono Hendradi, M.Kom

NIDN. 0624077101

Penguji II

Setiya Nugroho, ST., M.Eng

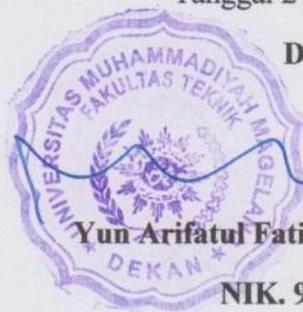
NIDN. 0631088203

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

Tanggal 24 Januari 2019

Dekan



Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D

NIK. 987408139

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, atas berkat nikmat dan karunia-Nya, Skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Informatika jenjang Strata-1 Universitas Muhammadiyah Magelang.

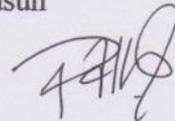
Penyelesaian Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, diucapkan kepada :

1. Ir. Muh Eko Widodo, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Magelang.
2. Bapak Muhtar Hanafi, ST., M.Cs selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Endah Ratna A, S., Kom selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan skripsi ini.
3. Beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam usaha pengumpulan data-data yang diperlukan.
4. Orang tua, Suami dan keluarga yang telah memberikan dukungan materi dan spiritual
5. Para sahabat yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Magelang, 15 Januari 2019

Penyusun



Puji Astuti Widyaningsih

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN KULIT MUKA	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENEGASAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN/ PLAGIAT.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
A. Penelitian Relevan.....	4
B. Penjelasan Teoritis Masing – Masing Variabel Penelitian	
1. Jaringan Saraf Tiruan	5
C. Landasan Teori	21
BAB III	22
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	22
A. Analisis Masalah	22
B. Perancangan Sistem.....	23

BAB IV	Error! Bookmark not defined.
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....	Error! Bookmark not defined.
A. Software Pendukung.....	Error! Bookmark not defined.
B. Implementasi	Error! Bookmark not defined.
C. Pengujian Kemampuan JST Mengenali Pola Pelatihan	Error! Bookmark not defined.
D. Pengujian Akurasi JST.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Hasil Pelatihan	Error! Bookmark not defined.
B. Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
BAB VI.....	33
PENUTUP	33
A. Kesimpulan.....	33
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 4. 1 Implementasi Halaman Admin.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Output Jaringan dengan Data Pelatihan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Nilai Epoch dengan Learning Rate 0.2, Maksimal Epochs 1000, dan Maksimal Error 0.1**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Nilai MSE dengan Learning Rate 0.2 dan Maksimal Error 0.001 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Nilai MSE dengan Maksimal Error 0.0001 dan Maksimal 1000 epochs.... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Data Pengujian**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tiruan Neuron Dalam Struktur Jaringan Saraf Tiruan (Puji, 2013)	7
Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan Single Layer (Puji, 2013)	8
Gambar 2. 3 Struktur Jaringan Multi Layer (Puji, 2013).....	8
Gambar 2. 4 Diagram Arsitektur Jaringan Lapisan Kompetitif (Puji, 2013)	9
Gambar 3.1. Alur Perancangan JST	24
Gambar 3.2. Arsitektur JST Backpropagation Predeksi Jumlah Pengunjung Wisata Sunrise.....	27
Gambar 3.3. Flowchart Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan (Dini, 2010).....	29
Gambar 3.4 Flowchart Pengujian JST (Dini, 2010)	30
Gambar 3.5. Form Utama Admin.....	31
Gambar 3.6. Rancangan JST Menu Utama	31
Gambar 3.7. Form Hasil prediksi	32
Gambar 4.1 <i>Script input</i> data dan target data	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 <i>Script</i> normalisasi data.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 <i>Script</i> membangun jaringan JST.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Script inialisasi bobot.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 <i>Script</i> penetapan parameter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 <i>Script</i> pelatihan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Proses pelatihan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Nntool MATLAB R2018b.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 <i>Script</i> melihat bobot akhir	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10 <i>Script</i> pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11 Hasil pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.12 <i>Script</i> analisis regresi linear	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 Hasil gradien	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.14 Hasil konstanta	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Hasil koefisien kolerasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.16 <i>Script</i> perbandingan target dengan output jaringan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.17 <i>Script</i> input pengujian.....	Error! Bookmark not defined.

- Gambar 4.18 *Script* normalisasi input**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.19 Contoh Tampilan output target**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.20 *Script* analisis regresi linear**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.21 Hasil regresi linear.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.22 *Script* grafik output jaringan dengan target jaringan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.23 Halaman Utama MATLAB**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 24 Halaman Admin.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.25 Halaman Grafik Prediksi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 26 Halaman Hasil Prediksi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 28 Analisis Regresi Linear dari Data Pelatihan ..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 29 Perbandingan Antara Target Dengan Output Jaringan Data Training .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 30 Kurva Analisis Regresi Linear Data Pengujian..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 31 Perbandingan Target Dengan Output Jaringan Untuk Data Pengujian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5. 1 Grafik Penurunan Gradien saat Pelatihan**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Bobot Lapisan dan bobot bias hasil pelatihan .. **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 2 Data Pengunjung Sunrise.....**Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

Prediksi Jumlah Pengunjung Wisata Sunrise di Candi Borobudur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Oleh : Puji Astuti Widyaningsih
Pembimbing : 1. Mukhtar Hanafi, ST., M.Cs
2. Endah Ratna A, S.,Kom., M.Cs

Peningkatan jumlah pengunjung yang tidak terduga pada kunjungan wisata sunrise di Candi Borobudur dapat menyebabkan kesulitan bagi pihak pengelola pariwisata untuk memberikan fasilitas terbaik kepada pengunjung. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu teknologi komputer dalam bidang kecerdasan buatan yang mampu memahami pola data yang rumit. Pada penelitian ini, JST akan mencoba memprediksi jumlah pengunjung wisata sunrise di Candi Borobudur. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran terawasi yang dapat memperbaiki bobot pada masing-masing lapisan penghubung hingga diperoleh bobot terbaik dengan minimum error yang telah diberikan. Aplikasi ini memiliki struktur jaringan yang terdiri dari 12 neuron masukan, 10 neuron pada lapisan tersembunyi, dan 1 neuron pada lapisan keluaran. Jumlah keseluruhan data yakni 36 data, 26 data digunakan untuk data pelatihan, dan 10 digunakan untuk data pengujian. Proses pelatihan ini menggunakan iterasi maksimal sampai 1000 epochs, konstanta pembelajaran 0.5, momentum 0.9, serta tingkat error minimum 0,0001. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 14 data pengujian, prosentase tingkat keakuratan sistem adalah 60%. Pengurangan konstanta pembelajaran dan penambahan data pelatihan dapat diaplikasikan untuk keakuratan sistem dalam melakukan prediksi output.

Kata Kunci : JST, Wisata Sunrise, Prediksi JST

ABSTRACT

Prediction The Tourism Visitors Sunrise in Borobudur Temple Using the Artificial Network

By : Puji Astuti Widyaningsih

Supervisor : 1. Mukhtar Hanafi, ST., M.Cs

2. Endah Ratna A, S.,Kom., M.Cs

An unexpected increasing of visitors at Borobudur Sunrise tours, gives some difficulties to tourism managers for providing the best facilities to visitors. Neural network is one of technology computer containing an intelligence that is able in understanding a system of complicated file. This research JST (Neural network) Will try to give prediction of sum visitors sunrise tourism. Backpropagation is an alogarithm which has seen in learning. It can repair each layer to get the best quality in accordance with given minimum error. There are 12 input neurons,100 neurons on hidden layer, and one neuron on output layer in this application.The sum of totality file are 36, 26 files are for training file, and 10 files are for testing file. The training process using maximum iteration up to 1000 epochs, constant learning 0,5 momentum 0,9 as well as the level of minimum error.Based on the testing result of 10 files tested, the accuracy of system presentation level is 60% Reduction of constant learning and increasing training file can be applied for system accuracy during output prediction.

Keywords :JST, Sunrise Tour, Prediction JST

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sektor pariwisata memiliki pengaruh yang penting bagi pertumbuhan di bidang ekonomi negara (Suchaina, 2014). Sektor pariwisata merupakan salah satu penyumbang devisa terbesar bagi pertumbuhan ekonomi Negara. Perkembangan industri pariwisata merupakan salah satu cara untuk meningkatkan pendapatan asli daerah dengan menarik wisatawan baik dalam negeri maupun luar negeri (Rantetadung, 2012). Salah satu daerah yang memiliki potensi besar akan keindahan alamnya terdapat di Provinsi Jawa Tengah yaitu Kabupaten Magelang. Kabupaten tersebut merupakan daerah yang kaya akan tempat wisata baik wisata alam maupun wisata buatan (Setiawan & Badriyanto, 2015). Salah satu objek wisata yang terlama namun tetap menarik untuk dikunjungi di Kabupaten Magelang adalah Taman wisata candi Borobudur. Sebagai taman wisata yang menarik, Taman wisata candi Borobudur selama ini ramai dikunjungi oleh wisatawan.

Seiring bertambahnya waktu, jumlah pengunjung yang tidak tetap dan berubah setiap harinya dapat mempengaruhi pendapatan dan perkembangan tempat wisata. Peningkatan jumlah pengunjung yang tidak terduga juga dapat menyebabkan kesulitan bagi pihak pengelola pariwisata dalam memberikan fasilitas terbaik untuk pengunjung yang berlibur (Chen, et al., 2015). Terkait dengan masalah itu sebaiknya pihak pengelola pariwisata harus dapat memprediksi dan menetapkan jumlah pengunjung untuk periode yang akan datang.

Menurut data pengunjung yang bersumber dari pengelola sunrise tahun 2015 berjumlah 48.230, tahun 2016 sejumlah 59.666 dan tahun 2017 sejumlah 65.356. Dari data tersebut jumlah pengunjung mengalami kenaikan

dan jumlah kunjungan wisata sunrise akan naik pada bulan tertentu, misal disaat liburan wisatawan nusantara maupun mancanegara banyak yang berkunjung ke candi borobudur untuk wisata sunrise. Di bulan ramai atau *high season* pengelola sulit untuk memprediksi jumlah kedatangan sehingga pengelola wisata sunrise tidak bisa mempersiapkan segala sesuatu yang bersangkutan seperti halnya pengeluaran untuk tiket, souvenir dan senter. Dari data yang diperoleh jumlah pengunjung terendah ada pada angka 2000 orang dan tertinggi ada pada angka 7000 lebih, jika kunjungan tamu ada pada angka lebih dari 7000 ataupun lebih dapat disimpulkan bulan ramai atau *high season* angka 7000 dijadikan patokan pada perhitungan prediksi pengunjung pada bulan *high season* . Pada bulan tersebut banyak yang harus dipersiapkan supaya pengunjung terlayani dengan baik dan memuaskan.

Prediksi ialah memperkirakan sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang dengan mempelajari pola data sebelumnya. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis. Jaringan Syaraf Tiruan disingkat JST atau (*Artificial Neural Network*), adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis dalam otak manusia, yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba mensimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Jaringan syaraf tiruan merupakan gambaran syaraf manusia yang bekerja untuk mengenali pola. Semakin banyak mengenali pola maka JST akan semakin paham atau pintar. Oleh sebab itu JST akan mencoba memprediksi pola jumlah pengunjung wisata untuk dapat mengetahui prediksi di periode yang akan datang.

Dari uraian di atas, maka akan dilakukan sebuah penelitian dengan judul **“Prediksi Jumlah Pengunjung Wisata Sunrise di Candi Borobudur menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST)”**.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka rumusan masalah yang diangkat yaitu bagaimana mengimplementasikan Jaringan Saraf Tiruan untuk memprediksi jumlah pengunjung wisata sunrise?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai melalui penelitian ini yaitu, menerapkan perangkat lunak berbasis jaringan saraf tiruan *backpropagation* untuk melakukan prediksi jumlah pengunjung wisata sunrise pada bulan *high season* supaya pengunjung mendapatkan pelayanan dengan baik dan memuaskan.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan hasil analisis dan evaluasi bagi pengelola wisata untuk persiapan segala hal terkait fasilitas dan lain sebagainya.
2. Sebagai sumbangan informasi untuk kemajuan teknologi dan pariwisata.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Penelitian Relevan

Putri Maharyani dan kawan-kawan (2018) dengan judul Implementasi Algoritme Support Vector Regression Pada Pengunjung Jumlah Wisata, yang menyatakan bahwa Algoritme Support vector regression merupakan metode yang dapat menyelesaikan masalah regresi dan menghasilkan kinerja yang baik dalam pengambilan solusi. Pada penelitian ini data yang digunakan sebanyak 72 data jumlah pengunjung bulanan pada pariwisata dari tahun 2010 hingga 2015. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata nilai MAPE minimum yang dihasilkan adalah 9,16% dan nilai MAPE terbaik yang didapatkan adalah 6,98% yang berarti rata-rata selisih antara hasil prediksi dengan data aktual sebesar 115 jumlah pengunjung dengan parameter $\sigma = 925,8409$ $\lambda = 0,3868$, $cLR = 0,0802$, $\epsilon = 1,27E-10$, $complexity = 3234,539$, jumlah iterasi maksimal 5000.

Yuyun (2017) dengan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Penjualan Jamur Menggunakan Algoritma Backpropagation, yang menyatakan bahwa untuk menghasilkan konfigurasi parameter yang baik diperlukan waktu cukup lama dalam melakukan eksperimen mencari parameter yang terbaik yang nantinya parameter yang baru tersebut dapat dipakai untuk proses prediksi. Semakin banyak data yang dipakai sebagai *data training*, akan meningkatkan keakuratan sistem. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan penulis, jaringan yang menghasilkan konvergensi dengan *epoch* tercepat 67 memiliki parameter yaitu *learning rate* = 0.9, jumlah *hidden layer* =1, dan target *error* yang digunakan adalah 0.0001.

Irma dan kawan-kawan (2018) dengan judul Peramalan Jumlah Pengunjung Wisata Menggunakan Fuzzy Logical Relationship dan Algoritme Genetika yang menyatakan Fuzzy Logical Relationship digunakan untuk melakukan peramalan jumlah pengunjung wisatawan berdasarkan histori data jumlah wisatawan, kemudian Algoritme Genetika digunakan untuk

melakukan optimasi pembagian interval yang akan digunakan pada Fuzzy Logical Relationship. Data yang digunakan sebanyak 144 data dari bulan Januari 2005-Desember 2016, data didapatkan dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Banyuwangi. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap peramalan jumlah pengunjung wisata menggunakan FLR dan GA menghasilkan nilai sebesar 280×10^{-9} dalam fitness yang artinya selisih rata-rata antara data aktual dengan hasil peramalan sebesar 3572978344 dalam MSE.

Menarik kesimpulan dari penelitian ke-3 di atas dan garis tengah kedua penelitian terdahulu, dari 36 data, akan digunakan 26 *data training*, dan 10 data pengujian, serta memakai metode *trial error* dalam menentukan arsitektur jaringan terbaik dengan mengubah jumlah data pelatihan, *learning rate* dan *hidden layer* pada waktu eksperimen. Perbandingan metode dari ketiga penelitian di atas terdapat perbedaan yang sangat *segnifikan*. Perbedaan tersebut dapat di jelaskan sesuai dengan hasil penelitian yang sudah berlangsung. Metode *Algoritme Support Vector* digunakan untuk menyelesaikan masalah regresi dan pengambilan keputusan dengan ketentuan jaringan syaraf tiruan alur maju. Metode Fuzzy Logical Relationship dan Algoritme Genetika pengujian prediksi berdasarkan kesamaran dan optimalisasi data, dalam metode ini juga tidak ada proses pelatihan, yang digunakan hanya proses pengujian. Sedangkan kelebihan metode Backpropagation digunakan sebagai metode predeksi dengan melihat pola data, arsitektur data dan dalam proses pengujiannya di polakan menjadi 2 tahap alur data yaitu alur data pelatihan dan alur data pengujian.

B. Penjelasan Teoritis Masing – Masing Variabel Penelitian

1. Jaringan Saraf Tiruan

a. Pengertian Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan merupakan sistem komputasi yang didasarkan atas pemodelan sistem saraf biologis (neurons) melalui pendekatan dari sifat-sifat komputasi biologis (Sekarwati,2005). Ada opini lain yang

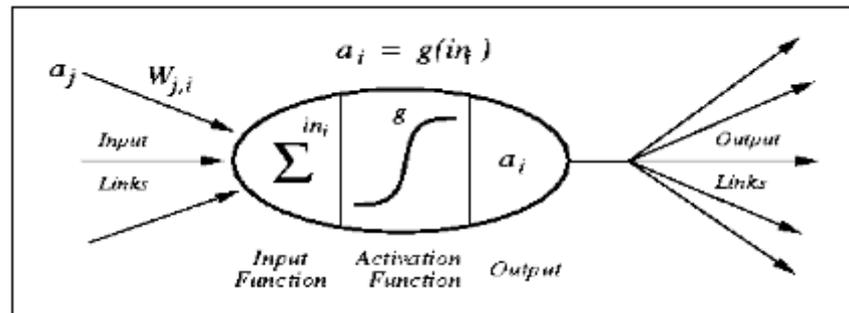
menyebutkan bahwa jaringan saraf tiruan adalah membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan saraf biologi (Subiyanto,2002).

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu metode yang dibuat manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi saraf manusia dalam melaksanakan tugas tertentu. Pemodelan ini didasari oleh kemampuan otak dalam mengoperasikan sel-sel penyusunannya yang disebut neuron, sehingga mampu melaksanakan tugas-tugas tertentu (Suyanto,2007).

b. Komponen Jaringan Saraf Tiruan

Tiruan neuron dalam struktur jaringan saraf tiruan adalah sebagai elemen pemroses seperti Gambar 2.1 di bawah yang dapat berfungsi seperti halnya sebuah neuron. Neuron adalah unit pemroses informasi yang menjadi dasar dalam pengoperasian jaringan syaraf tiruan (Siang 2005). Sejumlah sinyal masukan a dikalikan dengan masing-masing penimbang yang bersesuaian dengan w . Kemudian dilakukan penjumlahan dari seluruh hasil perkalian tersebut dan keluaran yang dihasilkan dilalukan kedalam fungsi pengaktif untuk mendapatkan tingkatan derajat sinyal keluaran $F(a,w)$. Walaupun masih jauh dari sempurna, namun kinerja dari tiruan neuron ini identik dengan kinerja dari sel biologi sesungguhnya. Neuron terdiri dari 3 elemen pembentuk, yaitu :

1. Himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan jalur koneksi. Jalur-jalur tersebut memiliki bobot yang berbeda.
2. Suatu unit penjumlah yang akan menjumlahkan input-input sinyal yang sudah dikalikan dengan bobotnya.
3. Fungsi aktivasi yang akan menentukan apakah sinyal dari input neuron akan ditentukan ke neuron lain ataukah tidak.



Gambar 2. 1 Tiruan Neuron Dalam Struktur Jaringan Saraf Tiruan (Puji, 2013)

Keterangan :

- a. a_j : nilai aktivasi dari unit j
- b. $w_{j,i}$: bobot dari unit j ke unit i
- c. in_i : penjumlahan bobot dan masukan ke unit i
- d. g : fungsi aktivasi
- e. a_i : nilai aktivasi dari unit i

Misalkan ada n buah sinyal masukan dan n buah penimbang, fungsi keluaran dari neuron adalah seperti persamaan berikut :

$$in_i = \sum_j W_{j,i} + a_j \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Kumpulan dari neuron dibuat menjadi sebuah jaringan yang akan berfungsi sebagai alat komputasi. Jumlah neuron dan struktur jaringan untuk setiap problema yang akan diselesaikan adalah berbeda.

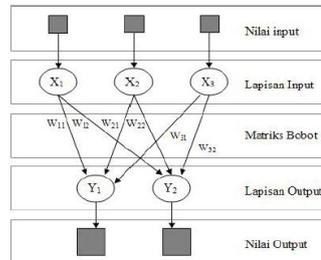
c. Arsitektur Jaringan (Konfigurasi Jaringan)

Berdasarkan arsitekturnya, model jaringan saraf tiruan digolongkan menjadi:

1. Jaringan Layer Tunggal (*Single Layer Network*)

Pada jaringan ini, sekumpulan masukan neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan keluarannya. Sinyal yang diterima dari input secara langsung akan diolah menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Setiap simpul dihubungkan dengan simpul lainnya yang berada di atasnya dan dibawahnya, tetapi tidak dengan simpul yang berada pada lapisan yang sama. Model yang masuk

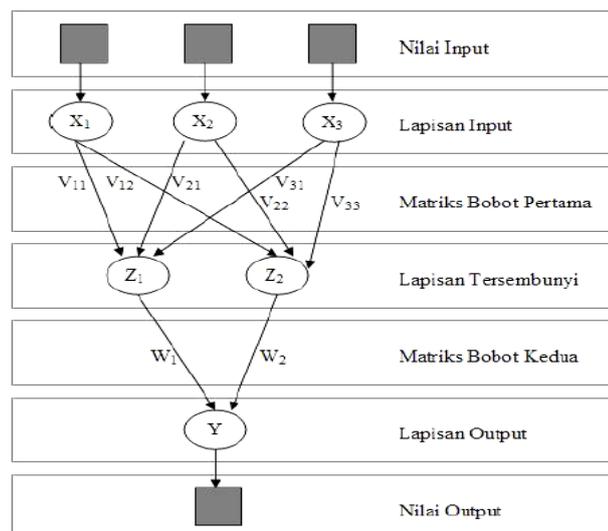
kategori ini antara lain : ADALINE, Hopfield, Perceptron, LVQ, dan lain-lain. Gambar 2.2 berikut sebagai contoh arsitektur jaringan single layer :



Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan Single Layer (Puji, 2013)

2. Jaringan Layar Jamak (*Multiple Layer Network*)

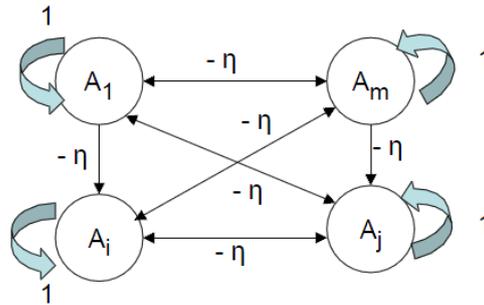
Jaringan ini merupakan perluasan dari jaringan layar tunggal. Dalam jaringan ini, selain unit masukan dan keluaran, ada unit-unit lain (sering disebut layar tersembunyi). Dimungkinkan pula ada beberapa layar tersembunyi. Model yang termasuk kategori ini antara lain : MADALINE, backpropagation. Gambar 2.3 berikut arsitektur jaringan layar jamak :



Gambar 2. 3 Struktur Jaringan Multi Layer (Puji, 2013)

3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*)

Hubungan antar neuron pada lapisan kompetitif tidak diperlihatkan pada diagram arsitektur. Gambar 2.4 berikut merupakan diagram arsitektur jaringan dengan lapisan kompetitif :



Gambar 2. 4 Diagram Arsitektur Jaringan Lapisan Kompetitif (Puji, 2013)

d. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan bagian penting dalam tahap perhitungan JST, karena dipakai untuk menentukan keluaran dari suatu neuron. Fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut (Suyanto, 2007) :

1. Kontinu
2. Terdiferensial dengan mudah
3. Merupakan fungsi yang tidak turun

Beberapa fungsi aktivasi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering digunakan pada jaringan saraf tiruan, antara lain :

1. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini biasa digunakan untuk jaringan saraf tiruan metode *backpropagation*, memiliki nilai range antara 0 sampai 1. Namun fungsi ini juga bisa digunakan untuk jaringan saraf yang nilai outputnya 0 atau 1.

Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = f(x) = \frac{1}{(1+e^{-ax})} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi ini hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja outputnya memiliki range antara 1 sampai -1. Fungsi sigmoid bipolar dirumuskan sebagai :

$$Y = f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots(2.3)$$

e. Proses Pembelajaran

Proses pembelajaran adalah proses perubahan yang cukup berarti pada nilai koneksi antara neuron (bobot). Nilai bobot akan bertambah, jika informasi yang diberikan oleh neuron yang bersangkutan tersampaikan, sebaliknya jika informasi tidak tersampaikan oleh suatu neuron ke neuron yang lain, maka nilai bobot yang menghubungkan antar keduanya akan dikurangi (Sekarwati,2005).

Proses pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Pembelajaran terawasi (*supervised learning*)

Proses ini menggunakan sejumlah pasangan data masukan dan keluaran yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Contohnya *Backpropagation, HebbRule, Perceptron, Delta Rule*.

2. Pembelajaran Tak Terawasi (*unsupervised learning*)

Proses ini tidak memerlukan target keluaran dan tidak dapat ditentukan hasil dari proses pembelajaran. Contohnya *competitive learning*.

1. Metode Backpropagation

a. Pengertian Metode Backpropagation (Propagasi Balik)

Algoritma pelatihan *backpropagation* pertama kali dirumuskan oleh Werbos dan dipopulerkan oleh Rumelhart dan McClelland untuk dipakai pada JST. Algoritma ini termasuk dalam pelatihan *supervised* (terawasi) dan didesain untuk operasi pada jaringan *feed forward multi layers*. Algoritma ini banyak dipakai pada aplikasi pengaturan karena proses pelatihannya didasarkan pada hubungan yang sederhana, yaitu : jika keluaran memberikan hasil yang salah, maka penimbang (Weight)

dikoreksi supaya galatnya dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar. Algoritma ini juga mampu memperbaiki penimbang pada lapisan tersembunyi (hidden layer).

Secara garis besar, algoritma ini disebut sebagai propagasi balik karena pola sebagai berikut : ketika jaringan diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan maka pola tersebut menuju ke unit-unit pada lapisan tersembunyi untuk diteruskan ke unit-unit lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran memberikan tanggapan yang disebut sebagai keluaran jaringan. Saat keluaran jaringan tidak sama dengan keluaran yang diharapkan, maka keluaran akan menyebar mundur (backward) pada lapisan tersembunyi diteruskan ke unit pada lapisan masukan. Oleh karena itu maka mekanisme pelatihan tersebut dinamakan *backpropagation*/ propagasi balik.

b. Fungsi Aktivasi pada Backpropagation

Dalam backpropagation, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

1. Kontinu.
2. Terdiferensial dengan mudah.
3. Merupakan fungsi yang tidak turun.

Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki range (0,1).

Fungsi sigmoid biner didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}, -\infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots(2.4)$$

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \dots\dots\dots(2.5)$$

Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar dengan range (-1,1) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1, -\infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots(2.6)$$

$$f(x) = \frac{(1+f(x))(1-f(x))}{2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum 1. Untuk pola yang targetnya lebih dari 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki range yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai. Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada layar yang bukan layar keluaran. Pada layar keluaran, fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas $f(x) = x$.

c. Pelatihan Backpropagation

Pelatihan backpropagation meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagation mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit – unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkankesalahan yang terjadi. Pelatihan backpropagation meliputi 3 fase sebagai berikut(Fausset, 1994) :

1. Fase 1, yaitu propagasi maju.

Selama propagasi maju, sinyal masukan ($= x_i$) dipropagasikan ke layar tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit layar tersembunyi ($= z_j$) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke layar tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivitas yang ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaranjaringan ($= y_k$). Berikutnya, keluaran jaringan ($= y_k$) dibandingkan dengan target yang harus dicapai ($= t_k$). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasi untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

2. Fase 2, yaitu propagasi mundur.

Berdasarkan kesalahan $t_k - y_k$, dihitung faktor δ_k ($k = 1, 2, \dots, m$) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k . δ_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang berhubungan langsung dengan unit keluaran. Dengan cara yang sama, dihitung faktor δ_j di setiap unit layar tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di layar dibawahnya. Demikian seterusnya hingga semua faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

3. Fase 3, yaitu perubahan bobot.

Setelah semua faktor δ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamman. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ neuron dilayar atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju ke layar keluaran didasarkan atas δ_k yang ada di unit keluaran. Ketiga fase tersebut diulang – ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan.

Untuk lebih jelasnya, algoritma pelatihan *backpropagation* dapat dijelaskan rinciannya sebagai berikut :

Langkah 0 :

Pemberian inisialisasi penimbang (diberi nilai kecil secara acak)

Langkah 1 :

Pengulangan langkah 2 hingga 9 sampai kondisi akhir iterasi terpenuhi,

Langkah 2 :

Untuk masing-masing pasangan data pelatihan (training data) dilakukan langkah 3 hingga 8,

Propagasi maju (Feedforward)

Langkah 3 :

Masing-masing unit masukan (X_i , $i = 1, \dots, n$) akan menerima sinyal masukan X_i dan sinyal tersebut akan disebarkan ke unit-unit bagian berikutnya (unit-unit lapisan tersembunyi)

Langkah 4 :

Masing-masing unit lapisan tersembunyi akan dikalikan dengan faktor penimbang dan dijumlahkan serta ditambah dengan biasnya :

$$Z_{net_j} = v_{jo} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \dots\dots\dots(2.8)$$

Kemudian dihitung sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan :

$$Z_j = f(Z - in_j) \dots\dots\dots(2.9)$$

Bila yang digunakan adalah fungsi sigmoid, maka bentuk fungsi tersebut adalah :

$$Z_j = f(Z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Kemudian sinyal tersebut dikirim ke semua unit keluaran.

Langkah 5 :

Masing-masing unit keluaran (y_k , $k=1, \dots, m$) dikalikan dengan faktor penimbang dan dijumlahkan :

$$y_{net_j} = w_{jo} + \sum_{i=1}^p z_j w_{kj} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan menerapkan fungsi aktivasi hitung :

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Backpropagasi dan Galatnya

Langkah 6 :

Masing-masing unit keluaran (y_k , $k=1, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola masukan saat pelatihan dan dihitung galatnya :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots(2.13)$$

Karena $f'(y_{in_k}) = y_k$ menggunakan fungsi sigmoid, maka :

$$f'(y_{in_k}) = f'(y_{in_k}) (1 - f'(y_{in_k})) = y_k(1 - y_k) \dots\dots\dots(2.14)$$

Kemudian dihitung perbaikan faktor penimbang (kemudian untuk memperbaiki W_{jk}) :

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \dots\dots\dots(2.15)$$

Menghitung perbaikan koreksi :

$$\Delta W_{0k} = \alpha \delta_k \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan menggunakan nilai δ_k pada semua unit lapisan sebelumnya.

Langkah 7 :

Masing-masing penimbang yang menghubungkan unit-unit lapisan keluaran dengan unit-unit pada lapisan tersembunyi (Z_j , $j=1\dots p$) dikalikan delta dan dijumlahkan sebagai masukan ke unit-unit lapisan berikutnya.

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \dots\dots\dots(2.17)$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung galat informasinya :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j) \dots\dots\dots(2.18)$$

Kemudian dihitung perbaikan penimbang (digunakan untuk memperbaiki V_{ij}) :

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_i \dots\dots\dots(2.19)$$

Kemudian dihitung perbaikan bias (untuk memperbaiki V_{0j})

$$\Delta V_{0j} = \alpha \delta_j \dots\dots\dots(2.20)$$

Memperbaiki penimbang dan bias.

Langkah 8 :

Masing-masing keluaran unit (y_k , $k=1,\dots,m$) diperbaiki bias dan penimbangnya ($j=0,1,\dots,p$),

$$W_{jk}(baru) = W_{jk}(lama) + \Delta W_{jk} \dots\dots\dots(2.21)$$

Masing-masing unit tersembunyi (Z_j , $j=1,\dots,p$) diperbaiki bias dan penimbangnya ($j=0,\dots,n$)

$$V_{ji}(baru) = V_{ji}(lama) + \Delta V_{ji} \dots\dots\dots(2.22)$$

Langkah 9 :

Uji kondisi pemberhentian (akhir iterasi).

Daftar notasi :

X_1, \dots, X_n : masukan

Y_1, \dots, Y_n : keluaran

Z_1, \dots, Z_n : nilai lapisan tersembunyi

V_{ij} : bobot antara lapisan masukan dan lapisan tersembunyi

W_{jk} : bobot antara lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran

δ : galat informasi

a : learning rate

d. JST dengan Metode Backpropagation

JST propagasi balik adalah JST dengan topologi multi-lapis (multilayer) dengan satu lapis masukan (lapis X), satu atau lebih lapis hidden atau tersembunyi (lapis Z) dan satu lapis keluaran (lapis Y). Setiap lapis memiliki neuron-neuron (unit-unit) yang dimodelkan dengan lingkaran. Di antara neuron pada satu lapis dengan neuron pada lapis berikutnya dihubungkan dengan model koneksi yang memiliki bobot-bobot (weights), w dan v . Lapis tersembunyi dapat memiliki bias, yang memiliki bobot sama dengan satu .

Jaringan syaraf tiruan dalam peramalan (*forecasting*) sebenarnya dapat dibuat dengan beberapa metode selain *backpropagation*, salah satu yang sering dibandingkan yakni metode Adaline. Akhmad Bakhrun (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Perbandingan Metode Adaline dan Backpropagation untuk Prediksi Jumlah Pencari Kerja di Jawa Barat” mencoba membandingkan hasil akurasi kedua metode tersebut. Kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri sehingga tidak dapat dikatakan langsung metode mana yang sesuai untuk peramalan, karena suatu metode yang baik untuk suatu kasus belum tentu baik pula untuk kasus yang berbeda. Secara rata-rata akurasi prediksi *backpropagation* lebih baik dibanding metode Adaline dimana rata-rata

akuransi dengan menggunakan metode *backpropagation* mencapai 93.06% sedangkan metode Adaline mencapai 30.9.

e. **Backpropagation dalam Peramalan**

Salah satu bidang dimana backpropagation dapat diaplikasikan dengan baik adalah bidang peramalan (forecasting). Peramalan yang sering kita dengar adalah peramalan besarnya penjualan, nilai tukar valuta asing, prediksi besarnya aliran sungai,dll. Sebagai contoh, dalam penjualan barang, diketahui record data penjualan suatu produk beberapa bulan/tahun terakhir. Masalahnya adalah memperkirakan berapa perkiraan produk yang terjual dalam bulan/tahun yang akan datang. Secara umum, masalah peramalan dapat dinyatakan sebagai berikut :

Diketahui sejumlah data runtun waktu (time series) x_1, x_2, \dots, x_n . Masalahnya adalah memperkirakan berapa harga x_{n+1} berdasarkan x_1, x_2, \dots, x_n .

Dengan backpropagation, record data dipakai sebagai data pelatihan untuk mencari bobot yang optimal. Untuk itu perlu ditetapkan besarnya periode dimana data berfluktuasi. Periode ini ditentukan secara intuitif. Misalkan pada data besarnya debit air sungai dengan data bulanan, periode data dapat diambil selama satu tahun karena pergantian musim terjadi selama satu tahun. Jumlah data dalam satu periode ini dipakai sebagai jumlah masukan dalam backpropagation. Sebagai targetnya diambil data bulan pertama setelah periode berakhir. Pada data bulanan dengan periode satu tahun, maka masukan backpropagation yang dipakai terdiri dari 12 masukan. Keluaran adalah 1 unit. Bagian tersulit adalah menentukan jumlah layer (dan unitnya). Tidak ada teori yang dengan pasti dapat dipakai. Tapi secara praktis dicoba jalinagn yang kecil terlebih dahulu (misal terdiri dari 1 layer tersembunyi dengan beberapa unit saja) (Dini ,2010). Jika gagal (kesalahan tidak tururn dalam epoch yang besar), maka jaringan dipebesar dengan menambahkan unit tersembunyi atau bahkan menambah layer tersembunyi.

Langkah-langkah membangun struktur jaringan untuk peramalan

sebagai berikut:

1. Pembagian Data

Langkah pertama adalah pembagian data. Data dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian. Beberapa komposisi data pelatihan dan pengujian yang sering digunakan adalah sebagai berikut (Dini ,2010):

- (a) 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data pengujian.
- (b) 70% untuk data pelatihan dan 30 % untuk data pengujian.
- (c) 2 untuk data pelatihan dan 1 untuk data pengujian.
- (d) 50% untuk data pelatihan dan 50 % untuk data pengujian.
- (e) 60% untuk data pelatihan dan 40 % untuk data pengujian.

Aspek pembagian data harus ditekankan agar jaringan mendapat data pelatihan yang secukupnya dan data pengujian dapat menguji prestasi pelatihan yang dilakukan berdasarkan nilai MSE data pelatihan dan pengujian. Bilangan data yang kurang untuk proses pelatihan akan menyebabkan jaringan mungkin tidak dapat mempelajari taburan data dengan baik. Sebaliknya, data yang terlalu banyak untuk proses pelatihan akan memperlambat proses pemusatan (konvergensi). Masalah overtraining (data pelatihan yang berlebihan) akan menyebabkan jaringan cenderung untuk menghafal data yang dimasukkan daripada menggeneralisasi.

2. Preprocessing/ Normalisasi

Sebelum digunakan untuk proses pelatihan, perlu dilakukan penskalaan terhadap harga-harga input dan target sedemikian hingga data-data input dan target tersebut masuk dalam suatu range tertentu yang disebut preprocessing atau normalisasi data. Runtun data masukan dan target dinormalisasi dengan membawa data ke bentuk normal yang memiliki mean = 0 dan deviasi standar = 1, berdasarkan rumus:

$$\text{nilai baru} = \frac{\text{Nilai lama (rata-rata)}}{\text{deviasi standar}} \dots\dots\dots(2.23)$$

Matlab menyediakan fungsi `prestd` untuk melakukan normalisasi,

dengan syntax: [pn,meanp,stdp,tn,meant,stdt] = prestd(p,t) dengan p adalah matriks input pelatihan dan t adalah matriks target, yaitu nilai penutupan esok hari. Fungsi ini akan menghasilkan:

Pn : matriks input yang ternormalisasi (mean= 0, deviasi standar= 1)

tn : matriks target yang ternormalisasi (mean= 0, deviasi standard= 1)

meanp : mean pada matriks input asli (p)

stdp : deviasi standar pada matriks input asli (p)

meant : mean pada matriks target asli (t)

stdt : deviasi standar pada matriks target asli (t)

3. Perancangan Struktur Jaringan Yang Optimum

Langkah selanjutnya adalah penentuan jumlah lapisan masukan (input), lapisan tersembunyi, dan jumlah lapisan keluaran yang akan digunakan dalam jaringan. Penggunaan jaringan dengan dua atau lebih lapisan tersembunyi dalam masalah peramalan kebanyakan tidak akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap prestasi jaringan untuk melakukan peramalan. Selain itu akan melambatkan proses pelatihan yang disebabkan bertambahnya unit.

4. Pemilihan Koefisien Pemahaman (learning rate) dan Momentum

Pemilihan koefisien pemahaman dan momentum mempunyai peranan yang penting untuk struktur jaringan yang akan dibangun dan digunakan dalam peramalan, hasil keputusan yang kurang memuaskan dapat diperbaiki dengan penggunaan koefisien pemahaman dan momentum secara trial and error untuk mendapatkan nilai bobot yang paling optimum agar MSE jaringan dapat diperbaiki.

5. Postprocessing/ Denormalisasi

Setelah proses pelatihan selesai, harga-harga ternormalisasi output jaringan harus dikembalikan (denormalisasi) ke harga aslinya untuk mendapatkan nilai output pada range yang sebenarnya. Matlab menyediakan fungsi poststd untuk melakukan denormalisasi, dengan syntax:

$[p,t]=\text{poststd}(pn,\text{meanp},\text{stdp},tn,\text{meant},\text{stdt})$

Dengan p dan t adalah matriks yang telah didenormalisasi. Apabila ada data input baru yang akan disimulasikan yaitu pada proses pengujian, data baru tersebut juga harus disesuaikan dengan mean dan deviasi standar dari jaringan. Matlab menyediakan fungsi `trastd`, dengan syntax:

`pnewn : trastd(pnew,minp,maxp);`

`anew : sim(net,pnewn);`

`a : poststd(anew,mint,maxt);`

fungsi diatas akan menghasilkan:

`pnewn` : matriks input baru yang ternormalisasi sesuai dengan jaringan

`a` : matriks output jaringan yang telah didenormalisasi

6. Pemilihan Jaringan Optimum dan Penggunaannya untuk Peramalan

Langkah-langkah pemilihan jaringan yang optimum sebagai berikut:

- a. Proses pelatihan dilakukan terhadap data pelatihan dengan struktur jaringan yang memiliki unit tersembunyi berbeda akan diperoleh nilai MSE-nya. Jaringan dengan nilai MSE terendah dipilih sebagai jaringan yang optimum untuk digunakan dalam peramalan.
- b. Setelah proses pelatihan dilakukan proses pengujian terhadap data pengujian dan data yang ikut dilatih dengan struktur jaringan yang memiliki jumlah unit tersembunyi berbeda yang telah dilatih akan diperoleh nilai keluaran jaringan. Nilai error, SSE dan MSE masing-masing struktur jaringan dihitung. Proses pengujian dilakukan untuk menguji prestasi pelatihan dan sebagai pendukung bahwa jaringan terpilih sebagai jaringan yang tepat untuk model peramalan.
- c. Proses peramalan dilakukan dengan menggunakan jaringan terpilih

f. MSE (Mean Squared Error)

MEAN Squared Error metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian

dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah masukan. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Suatu teknik yang menghasilkan kesalahan moderat mungkin lebih baik untuk salah satu yang memiliki kesalahan kecil tapi kadang-kadang menghasilkan sesuatu yang sangat besar. Berikut ini rumus untuk menghitung MSE :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_1 - Y_2)^2 \dots\dots\dots(2.24)$$

C. Landasan Teori

Berdasarkan ketiga penelitian yang relevan di atas dan penjabaran variabel-variabel yang berkaitan dengan penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan memanfaatkan *toolbox MATLAB*, sebuah komputer dapat dilatih untuk menyelesaikan sebuah permasalahan seolah-olah seperti halnya yang dapat dilakukan oleh neuron-neuron pada otak manusia.

Tiruan neuron dalam struktur jaringan saraf tiruan adalah sebagai elemen pemroses dapat berfungsi seperti halnya sebuah neuron. Neuron adalah unit pemroses informasi yang menjadi dasar dalam pengoperasian jaringan syaraf tiruan (Siang 2005). JST propagasi balik adalah JST dengan topologi multi-lapis (multilayer) dengan satu lapis masukan (lapis X), satu atau lebih lapis hidden atau tersembunyi (lapis Z) dan satu lapis keluaran (lapis Y). Setiap lapis memiliki neuron-neuron (unit-unit) yang dimodelkan dengan lingkaran. Di antara neuron pada satu lapis dengan neuron pada lapis berikutnya dihubungkan dengan model koneksi yang memiliki bobot-bobot (weights), w dan v . Lapis tersembunyi dapat memiliki bias, yang memiliki bobot sama dengan satu (=1). Dengan pemilihan struktur jaringan yang optimum dan *learning rate* yang tepat, akan menghasilkan tingkat akurasi prediksi yang tinggi.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Masalah

Seiring bertambahnya waktu, jumlah pengunjung yang tidak tetap dan berubah setiap harinya dapat mempengaruhi pendapatan dan perkembangan tempat wisata. Jumlah pengunjung dapat menentukan jumlah pengeluaran untuk produksi tiket yang jumlahnya harus disesuaikan dengan jumlah pengunjung guna mengurangi jumlah tiket yang terbuang ketika jumlah pengunjung tidak mencapai target jumlah tiket yang telah diproduksi begitu pula sebaliknya. Peningkatan jumlah pengunjung yang tidak terduga juga dapat menyebabkan kesulitan bagi pihak pengelola pariwisata dalam memberikan fasilitas terbaik untuk pengunjung yang berlibur (Chen, et al., 2015). Terkait dengan masalah itu sebaiknya pihak pengelola pariwisata harus dapat memprediksi dan menetapkan jumlah pengunjung untuk periode yang akan datang.

Pada dasarnya tingkat *occupancy* mengalami kenaikan pada hari-hari tertentu seperti hari libur, hari raya dan hari festival budaya. Pada hari-hari tersebut wisata di Kabupaten Magelang dapat dipastikan sangat ramai oleh pengunjung baik dalam negeri maupun luar negeri. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pengunjung dari tahun 2015 hingga tahun 2017 mengalami kenaikan, hal ini menjadikan salah satu keresauan atau kebingungan bagi pengelola wisata, karena dengan naik jumlah pengunjung maka akan berpengaruh pada *occupancy*. Jika hal ini terjadi tentunya juga akan berpengaruh pada penghasilan di sektor pariwisata.

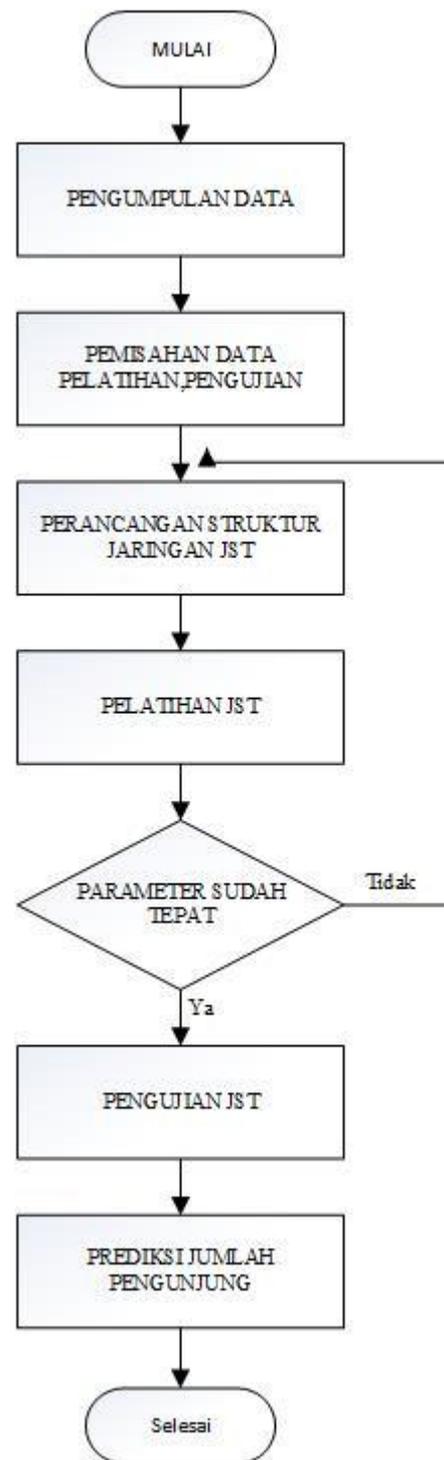
Sebagian besar prediksi dengan mengandalkan hari-hari libur, hari raya dan hari kebudayaan wisata justru tidak sesuai dengan prediksi yang diharapkan, kemungkinan hal ini disebabkan oleh adanya faktor X di belakang kesimpangan data tersebut. Dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan ini nantinya, pola-pola yang tidak dapat dinalar ataupun dirumuskan secara matematis, akan coba dipelajari untuk memprediksi sesuai dengan

keluaran yang sebelumnya. Sehingga sekalipun ada pola-pola khusus di balik hasil jumlah pengunjung yang menyimpang jauh dari prediksi semula, akan tetap dapat diprediksikan melalui JST ini karena JST akan mengikuti pola-pola pelatihan angka yang sebelumnya. Di sini kelebihan JST dalam mengenali pola-pola tertentu tersebut yang akan dimanfaatkan untuk mencoba memprediksi dengan hasil yang lebih akurat sesuai dengan fenomena yang telah terjadi pada periode-periode sebelumnya. Setelah diketahui hasil prediksi, dapat segera diambil kebijakan untuk jumlah pengunjung dibawah range yang ditentukan (7000 orang), misal : untuk pengelola wisata akan menambah fasilitas untuk kepuasan pengunjung.

B. Perancangan Sistem

1. Perancangan Jaringan Syaraf Tiruan

Berikut alur perancangan JST yang dilakukan dalam rangka untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat sesuai pola-pola hasil jumlah pengujung sunrise periode-periode sebelumnya :



Gambar 3.1. Alur Perancangan JST

a. Data Pelatihan dan Data Pengujian JST

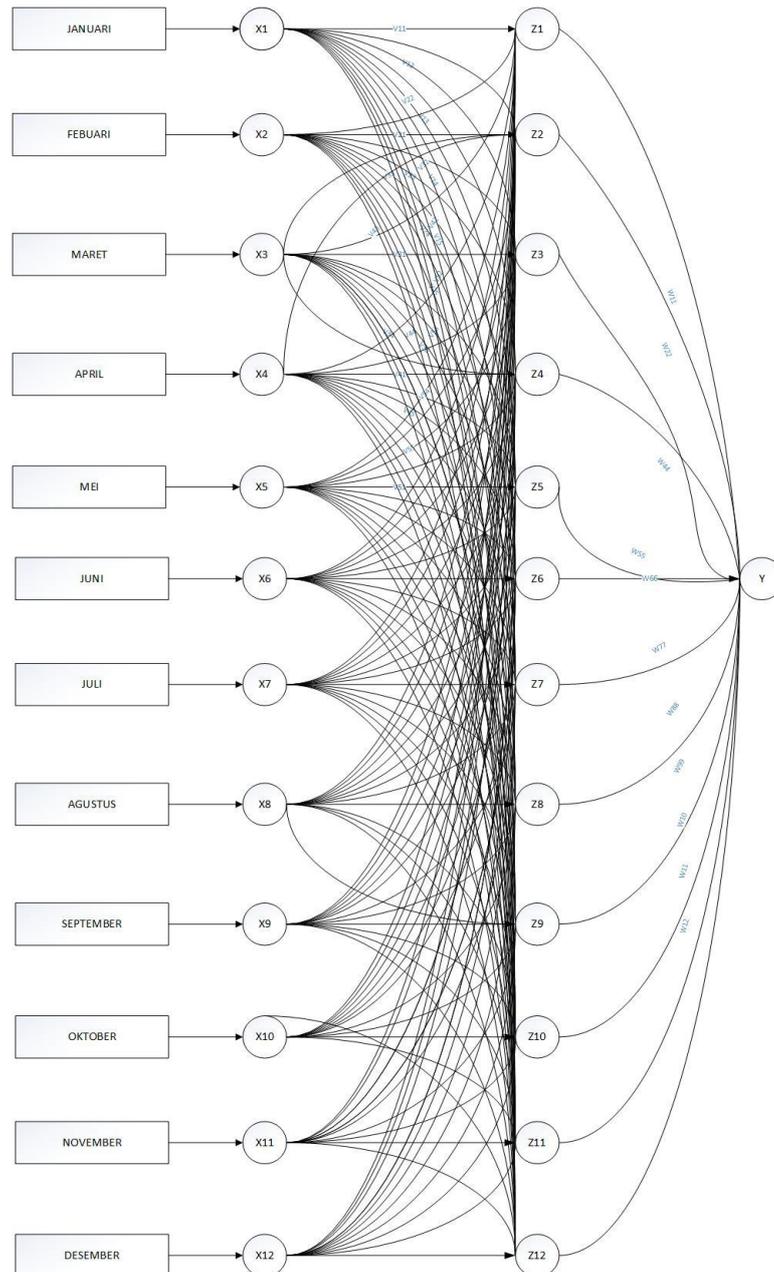
Akan dilakukan pemisahan data menjadi data pelatihan dan pengujian untuk mengetahui hasil yang paling optimal. Data akan dipisah menjadi 2 bagian yaitu dari 36 data yang diperoleh, nantinya 26 data akan digunakan sebagai data pelatihan dan 10 data akan digunakan sebagai data pengujian, dipakai sejumlah data pelatihan tersebut karena sesuai dengan landasan teori pada bab sebelumnya telah dijelaskan. Dari 26 data pelatihan tersebut, jumlah pengunjung akan dijadikan sebagai data input sedangkan rata-rata jumlah pengunjung pada bulan *highseason* dijadikan sebagai data target. Data target dikelompokkan menjadi 2 *range*, yakni jumlah pengunjung diatas 7000 dan jumlah pengunjung di bawah 7000. Bukan tanpa sebab untuk penggolongan kelompok nilai tersebut, hal ini berdasarkan pada batas nilai rata-rata jumlah pengunjung yang dapat diprediksi. Hal ini juga diharapkan dapat memberikan gambaran apakah perlu adanya penambahan senter, souvenir dan snack.

b. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Model jaringan dibuat untuk menghasilkan struktur jaringan yang optimun. Hal ini bertujuan untuk menentukan parameter apa saja yang nantinya akan dipakai untuk menghasilkan struktur jaringan yang optimum. Model JST Backpropagation dibuat dengan 1 *hidden layer*. Jumlah variabel input yang akan dipakai yakni berjumlah 12 (Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember), sementara untuk *layer output* digunakan 1 node *unary* yakni jumlah penngunjung diatas 7000 (1) dan jumlah pengunjung dibawah 7000 (0). Untuk menentukan jumlah neuron pada *hidden layer* akan dilakukan dengan metode *trial and error* sampai didapatkan tingkat akuransi sistem yang paling maksimum.

Arsitektur JST dengan metode *backpropagation* pada sistem prediksi jumlah pengunjung sunrise yang akan dibangun adalah arsitektur JST dengan banyak lapisan (*multi layer*) yang terdiri atas lapisan masukan (*input layer*), banyak lapisan tersembunyi (*hidden*

layer), dan lapisan keluaran (*output layer*) dengan masing-masing bobot pada penghubung setiap lapisan. Data yang dipakai sebagai data pelatihan pada awal proses pembelajaran akan mengalami proses *feedforward*, kemudian dilanjutkan dengan proses *backpropagation*. Setelah itu akan dilihat target *error* yang dihasilkan, jika target *error* sudah tercapai, maka proses pembelajaran selesai. Jika target *error* belum tercapai, maka akan kembali ke proses *feedforward* untuk diperbaiki bobotnya hingga mencapai *epoch* maksimum. Arsitektur jaringan *backpropagation* yang akan dibangun terlihat dalam Gambar 3.2 di bawah :



Gambar 3.2. Arsitektur JST Backpropagation Predeksi Jumlah Pengunjung Wisata Sunrise

Keterangan :

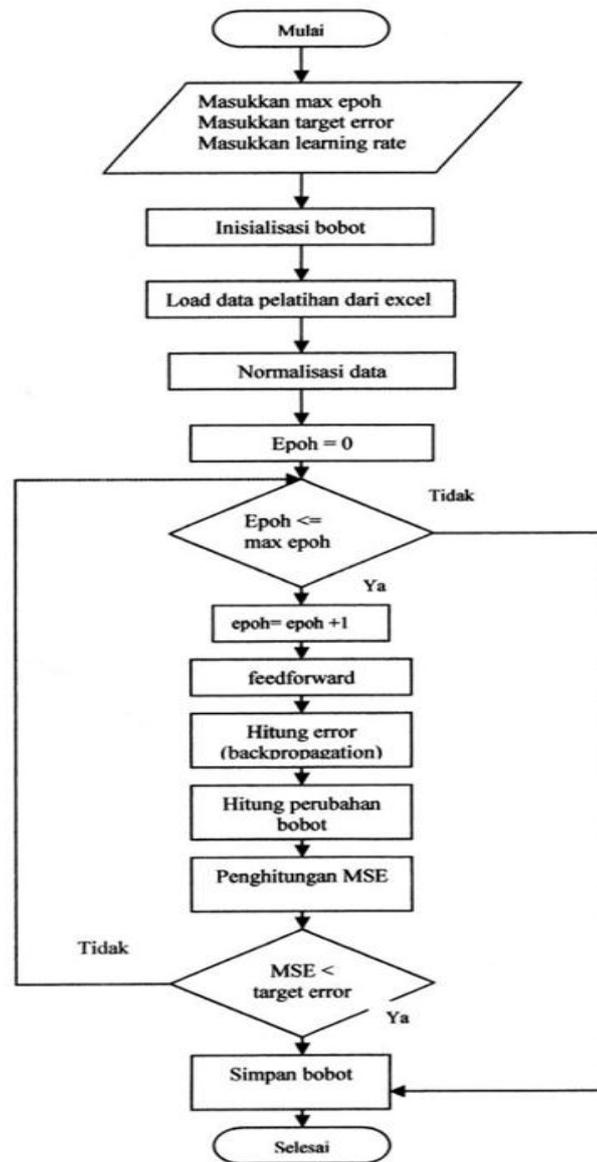
- a) X = Masukan (*Input*)
- b) V = Bobot pada lapisan tersembunyi
- c) W = Bobot pada lapisan keluaran
- d) Z = Lapisan tersembunyi
- e) Y = Keluaran (*Output*)

Gambar di atas merupakan arsitektur JST *backpropagation* dengan 3 lapisan (*layer*), yakni 1 lapisan *input*, 1 lapisan *hidden layer*, dan 1 lapisan *output*.

c. Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Tahap selanjutnya yakni memberikan data pelatihan ke dalam sistem. Sistem akan belajar mengenali pola data pelatihan yang diberikan. Pola pelatihan / pembelajaran sistem ini menggunakan metode *backpropagation*. Sebenarnya akan lebih baik jika data yang tersedia juga disisihkan sebagian untuk data validasi, yakni untuk mengetahui apakah sistem dapat mengenali pola data baru yang diberikan sesuai dengan data pelatihan. Namun kali ini, data yang digunakan sebagai data pengujian juga harus diperiksa (*di-check*) terlebih dahulu apakah pola data dapat dikenali sistem atau tidak, hal ini sebagai pengganti peran data validasi.

Pada proses pelatihan akan ditentukan beberapa parameter lain seperti toleransi galat (MSE), maksimum iterasi (*epoch*), laju pembelajaran atau konstanta belajar (*learning rate*), sedangkan untuk inisialisasi bobot awal dilakukan secara *random*. Berikut alur pelatihan jaringan syaraf tiruan dalam prediksi pengunjung wisata :



Gambar 3.3. Flowchart Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan (Dini, 2010)

2. Model Pengujian JST

Pengujian jaringan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat melakukan generalisasi terhadap data baru yang diberikan atau tidak. Kemampuan ini ditunjukkan dengan prosentase akurasi jaringan dalam mengenali pola dalam rangka untuk mendapatkan arsitektur jaringan yang optimum. Berikut alur pengujian pada prediksi pengunjung wisata sunrise :



Gambar 3.4 Flowchart Pengujian JST (Dini, 2010)

3. Perancangan Interface (Antarmuka)

Perancangan antarmuka (*interface*) merupakan mekanisme komunikasi antara pengguna (*user*) dengan sistem (Jaelani,2013). Berikut ini tampilan program utama pada sistem yang akan dibangun. User (*admin*) harus memasukkan User ID serta password. Hanya *user* yang mengetahui User ID dan password untuk menghindari dari akses karyawan.

1). Form Utama Admin

Setelah login, selanjutnya admin akan masuk pada menu utama seperti pada gambar 3.5 di bawah :

Logo PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE

Home Prediksi Laporan

Keluar

Gambar 3.5. Form Utama Admin

Dari form menu di atas, dapat diketahui bahwa admin memiliki hak akses sistem untuk mengetahui isi sistem secara detail hasil prediksi. Selanjutnya setelah admin memiliki pola sistem prediksi yang dihasilkan dari data pengunjung, maka admin akan memulai proses prediksi dengan tampilan seperti Gambar 3.6 di bawah :

PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA
DENGAN METODE BACKPROPAGATION

PELATIHAN

Pola Input

Pola Output

Lapisan Tersembunyi

Galat

Konstanta Belajar

Fungsi Aktivasi

Tampilan Per Iterasi

Maksimal Iterasi

PELATIHAN

INFORMASI SAVE BOBOT & BIAS

PENGUJIAN

Pola input yang diujikan

Pola output yang diujikan

PENGUJIAN DATA BARU

PREDIKSI

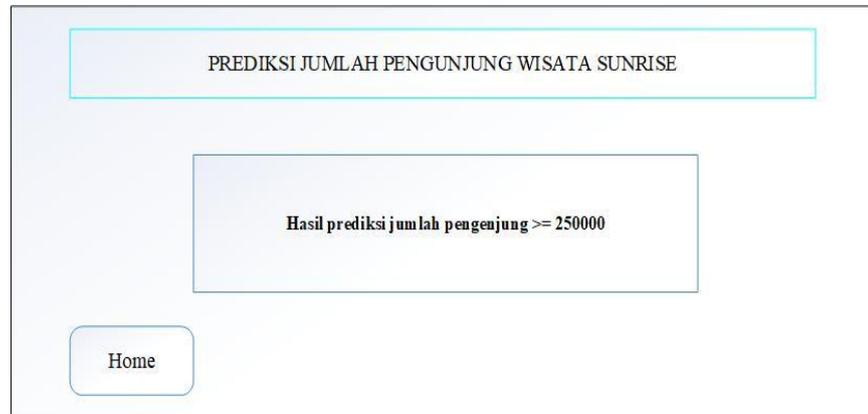
MULAI PREDIKSI

PREDIKSI

Gambar 3.6. Rancangan JST Menu Utama

2). Form Hasil Prediksi

Untuk melihat hasil prediksi sesuai dengan data pengunjung, tersedia menu Prediksi dengan rancangan form seperti gambar 3.7 di bawah :



The image shows a web form titled "PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE". The form displays the prediction result: "Hasil prediksi jumlah pengunjung >= 250000". There is a "Home" button in the bottom left corner.

PREDIKSI JUMLAH PENGUNJUNG WISATA SUNRISE

Hasil prediksi jumlah pengunjung >= 250000

Home

Gambar 3.7. Form Hasil prediksi

BAB VI

PENUTUP

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan yang berisi hasil-hasil setelah melalui proses analisis, perancangan, implementasi, serta pengujian pada sistem prediksi yang telah dibangun. Selain kesimpulan, juga akan disampaikan saran-saran yang akan memberikan masukan dan catatan penting guna pengembangan sistem untuk penelitian lebih lanjut.

A. Kesimpulan

1. Nilai MSE 0.0001 merupakan MSE terbaik setelah dilakukan pengujian perbandingan dengan MSE 0.1 dan 0.001. MSE tersebut didapat dengan Metode *Bakpropagation* dalam mengenali pola data pelatihan menggunakan *learning rate 0,5* , momentum 0,9 dan *hidden layer 100*.
2. Keakuratan sistem Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan dalam memprediksi jumlah pengunjung wisata mencapai 60 % dengan menggunakan 100 *hidden layer*.
3. Hanya dengan melihat MSE yang kecil ternyata tidak bisa menjadi patokan utama dalam menentukan parameter yang dipakai, tetapi juga harus diperhatikan pengaruh dari besar kecilnya nilai parameter yang dipakai terhadap kemampuan jaringan dalam mengenali pola untuk nantinya digunakan saat memprediksi jumlah pengunjung wisata.
4. Output ≥ 7000 atau < 7000 merupakan parameter output yang diambil dari data real pengunjung wisata yang diperoleh dari data 2015 hingga 2017 untuk digunakan sebagai parameter prediksi pada bulan *high season*

B. Saran

Berikut beberapa saran guna pengembangan sistem yang lebih lanjut agar tercipta sistem yang lebih baik, yakni : Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan parameter-parameter selain parameter yang telah disebutkan dalam kasus ini guna meningkatkan akurasi sistem, seperti jumlah data pelatihan, fungsi aktivasi dan metode pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrijasa, M., & Mistianingsih. (2010). Penerapan Jaringan Syaaf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran di Provinsi Kalimantan Timur Dengan Menggunakan Algoritma Pembelajaran Backpropagation. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 5(1), 50-53.
- Aulia, R. (2018). Penerapan Metode Bckpropagation Untuk Memprediksi Kunjungan Wisatawan Berdasarkan Tingkat Hunian Hotel. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(2), 155-122.
- Diani, F. R., Simangunsong, B., & Nasution, D. N. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pasien Rawat Inap Dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Riset Komputer*, 2(6), 43-47.
- Febrina, M., Arina , F., & Ekawati, R. (2013). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation. *Jurnal Teknik Industri*, 1(2), 174-179.
- Iriansyah, & Sangadji, B. (2009). Prediksi Perilaku Pola Pengunjung Terhadap Transaksi Pada Toko Buku Gramedia Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Back Propagation. *Jurnal Informatika*, VOL 5(2), HLM 97 - 201.
- Lestari, Y. D. (2017, Januari-Juni). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Penjualan Jamur Menggunakan Algoritma Backpropagation. 2(1).
- Raharyani, M. P., Mardi Putri, R. R., & Setiawan, B. D. (2018, April). Implementasi Algoritme Suuport Vector Regression Pada Prediksi Jumlah Pengunjung Pariwisata. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4), 1501-1509.
- Restiana, P. (2010). *Penenrapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Peserta KB Baru Di Kabupaten Semarang Dengan Metode Backpropagation*.
- Sutawinaya, I. P., Arya Astawa, G. I., & Hariyanti, N. D. (2017, Juli). Perbandingan Metode Jaringan Saraf Toruan Pada Peramalan Curah Hujan. *Jurnal Logic*, 17.
- Triyono, A., Santoso, A. J., & Pranowo. (2016, Nopember). Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Meramalkan Harga Saham. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 11.