



**PROSIDING**

**SENDIKA**

**Vol. 5, No. 2, 2019**

**Bidang  
Matematika**



Diselenggarakan oleh:  
Program Studi Pendidikan Matematika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Muhammadiyah Purworejo

**2019**

*Purworejo, 27 April 2019*

ISSN. 2459-962X

## Table of Contents

### Articles

<a href="#">PEMODELAN MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL PADA PERTUMBUHAN PENDUDUK DI INDONESIA</a>	<a href="#">PDF</a>
Ayyubi Ahmad	
<a href="#">MODEL ARIMAX UNTUK MERAMALKAN BANYAKPENUMPANG DARI PELAYARAN DALAM NEGERI DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK</a>	<a href="#">PDF</a>
Aprilia Nur Kartiningtyas, Etik Zukhronah, Sugiyanto Sugiyanto	
<a href="#">PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN METODE HOLT-WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING</a>	<a href="#">PDF</a>
Azizah Azizah, Kariyam Kariyam	
<a href="#">UNSUR MATEMATIKA DALAM GERAKAN TARI BAR BAR BAR</a>	<a href="#">PDF</a>
Andreas Ragil Dana Wahyudi, Christina Elvaretta Diva Priscillia	
<a href="#">SUBMODUL TERKOMPLEMEN PADA MODUL BEBAS YANG DIBANGUN</a>	<a href="#">PDF</a>
Dewi Ismiarti, Dwi Mifta Mahanani	
<a href="#">PELABELAN TOTAL TAK-AJAIB SISI KUAT PADA GABUNGAN DUA GRAF SIKEL</a>	<a href="#">PDF</a>
Dominikus Arif Budi Prasetyo	
<a href="#">PENERAPAN MODEL EPIDEMI CONTINUOUS TIME MARKOV CHAIN (CTMC) SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED (SIR) PADA POLA PENYEBARAN PENYAKIT CAMPAK</a>	<a href="#">PDF</a>
Kurniawan Hajriyanto, Respatiwan Respatiwan, Irwan Susanto	
<a href="#">FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEMATIAN BAYI DAN KEMATIAN IBU DI PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2017 DENGAN REGRESI POISSON</a>	<a href="#">PDF</a>
Wulan Fitriyanti	
<a href="#">MODEL STOKASTIK FUZZY DENGAN FUZZY LINGUISTIC SUMMARY</a>	<a href="#">PDF</a>
Irsalina Layalia Shabrina, Dewi Retno Sari Saputro	
<a href="#">KONVERGENSI SERTA PENGARUH INTERNET DAN MODAL TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA INDUSTRI DI INDONESIA</a>	<a href="#">PDF</a>
Krismanti Tri Wahyuni	
<a href="#">PENGARUH INDUSTRI TERHADAP KETIMPANGAN ANTARDAERAH DI JAWA TENGAH</a>	<a href="#">PDF</a>
Krismanti Tri Wahyuni	
<a href="#">PERBANDINGAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN METODE SEASONAL ARIMA UNTUK PERAMALAN INFLASI DI KOTA TANJUNG PANDAN</a>	<a href="#">PDF</a>

Putri Choirunisa, Kariyam Kariyam

[MODEL OF GREEN EXTENSION TRAFFIC SIGNAL CONTROL SYSTEM](#) [PDF](#)

Tomu Tristono, Setiyo Daru Cahyono, Sudarno Sudarno, Pradityo Utomo

[ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI JUMLAH KASUS TUBERKULOSIS PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED GENERALIZED POISSON REGRESSION](#) [PDF](#)

Winda Dwi Hardhiana, Sri Sulistijowati Handajani, Hasih Pratiwi

[PENERAPAN METODE EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK MERAMALKAN WISATAWAN MANCANEGARA DI SULAWESI UTARA](#) [PDF](#)

Yasinta Amalia Sanudin, Jaka Nugraha

[OPTIMASI JAM KERJA PRODUKSI BLOCKBOARD MENGGUNAKAN PROGRAM DINAMIS](#) [PDF](#)

Auliana Auliana, Lilik Linawati, Hanna Arini Parhusip

[PENCARIAN RUTE TERPENDEK RUMAH SAKIT, PUSKESMAS, KLINIK, DAN PERSIMPANGAN JALAN DI KOTA CILACAP MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA](#) [PDF](#)

Rostika Listyaningrum, Ika Nur Afiati, Andriansyah Zakaria

[MODIFIKASI MODEL GYLLENBERG-WEBB DAN FUNGSI LAJU TRANSISI ANTAR SEL PADA TUMOR](#) [PDF](#)

Khairida Iskandar

[PELABELAN TOTAL TAK-AJAIB TITIK KUAT \( \$a, d\$ \) PADA GRAF SIKEL \( \$C\_n\$ \) DENGAN TAMBAHAN  \$n\$  ANTING \( \$C\_n + nA\_1\$ \)](#) [PDF](#)

Lusia Deni Nur Reni, Dominikus Arif Budi Prasetyo

[MODEL MATEMATIKA UNTUK MENGUKUR TINGKAT KEBASAHAHAN SAAT HUJAN](#) [PDF](#)

Maria Horika Mei Nanda, Erra EL-Taro

[PENENTUAN LUAS WILAYAH DARATAN INDONESIA BERDASARKAN BIG DATA DARI DATABASE GADM MENGGUNAKAN METODE PENDEKATAN LINGKARAN](#) [PDF](#)

Sugiharto Darmawan Prayogi, Adi Setiawan, Lilik Linawati

[PENERAPAN REGRESI DATA PANEL TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI IKAN LAUT](#) [PDF](#)

Mukhlisatun Nada, Kariyam Kariyam

[MASALAH INFILTRASI STASIONER PADA SALURAN IRIGASI TUNGGAL BENTUK PERSEGI PANJANG](#) [PDF](#)

Munadi Munadi, Imam Solekhudin, Sumardi Sumardi, Atok Zulijanto

[PEMODELAN KOORDINASI SINYAL ANTAR SIMPANG](#) [PDF](#)

Setiyo Daru Cahyono, Tomu Tristono, Sudarno Sudarno, Pradityo Utomo

- [MENEMUKAN BILANGAN OKTAL DARI HASIL SEMBILAN PANGKAT BASIS LIMA MENGGUNAKAN SEGITIGA PASCAL](#) PDF  
Sola Gracia Bernadine Mboeik
- [MENEMUKAN FAKTOR PERSEKUTUAN TERBESAR PADA BILANGAN OKTAL MENGGUNAKAN ALGORITMA EUCLIDEAN](#) PDF  
Sola Gracia Bernadine Mboeik, Mervina Berek Buran Lamawuran
- [PERAMALAN DATA BANYAK PENUMPANG BANDARA ADI SOEMARMO MENGGUNAKAN METODE SARIMAX](#) PDF  
Yuliana Rizkiana, Etik Zukhronah, Hasih Pratiwi
- [PERAMALAN BANYAK PENGUNJUNG PANTAI CONGOT MENGGUNAKAN MODEL ARIMAX](#) PDF  
Brigitta Soraya Dewi Irawan, Etik Zukronah, Yuliana Susanti
- [KRIPTOGRAFI HILL CIPHER WITH ANY KEY MATRICES SEBAGAI PENGEMBANGAN KRIPTOGRAFI ALGORITMA HILL CIPHER](#) PDF  
Albertus Yogo Prayitno, Maria Anggit Pasca Patriana
- [PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN MODEL SPATIAL AUTOREGRESSIVE MOVING AVERAGE](#) PDF  
Iis Kusuma Wardani, Sri Sulistijowati Handajani, Etik Zukhronah
- [PERBANDINGAN HASIL PERAMALAN CURAH HUJAN BULANAN KOTA BOGOR DENGAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE \(SARIMA\) DAN SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS \(SSA\)](#) PDF  
Widia Puspitasari, Shailla Rustiana, Yusep Suparman, Titi Purwandari
- [ANALISIS POTENSI WILAYAH SEBAGAI PUSAT PERTUMBUHAN DAN PUSAT PELAYANAN DI KABUPATEN KLATEN](#) PDF  
Prasetyo Nugroho, Sunardi Sunardi
- [PENERAPAN METODE REGRESI RIDGE DALAM MENGATASI MASALAH MULTIKOLINEARITAS PADA KASUS INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI INDONESIA TAHUN 2017](#) PDF  
Rahmatia G. Ali, Jaka Nugraha
- [OPTIMALISASI PORTOFOLIO DENGAN METODE BLACK-LITTERMAN MELALUI PENDEKATAN BAYES](#) PDF  
Uswatul Auliya Murtadina, Dewi Retno Sari Saputro
- [OPTIMISASI PENJADWALAN KERETA API BERDASAR PEMROGRAMAN LINEAR INTEGER](#) PDF  
Prpto Tri Supriyo
- [MENGHITUNG LUAS DAERAH SUATU WILAYAH PADA PETA DIGITAL MENGGUNAKAN AKIBAT TEOREMA GREEN PADA BIDANG DENGAN BANTUAN MS. EXCEL](#) PDF  
Haris Sulistya, Christina Putri Nugraheni

**PENERAPAN METODE *EXTREME LEARNING MACHINE* UNTUK  
MERAMALKAN WISATAWAN MANCANEGARA  
DI SULAWESI UTARA  
(Studi Kasus : Data Wisatawan Mancanegara Sulawesi Utara tahun 2004-2018)**

**Yasinta Amalia Sanudin<sup>1)</sup>, Jaka Nugraha<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Statistika, Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia

email: [yasintasanudin@gmail.com](mailto:yasintasanudin@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Statistika, Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia

email: [jaka.nugraha@uii.ac.id](mailto:jaka.nugraha@uii.ac.id)

**ABSTRAK**

*Wisatawan mancanegara (wisman) adalah setiap pengunjung yang mengunjungi suatu negara di luar tempat tinggalnya. Sulawesi Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang sedang meningkatkan potensi pariwisata daerah untuk menarik pengunjung khususnya wisman. Hal ini dibuktikan dengan selama 3 tahun terakhir wisman Sulawesi Utara (SULUT) semakin meningkat. Perkembangan wisman di SULUT membuat pemerintah perlu mempersiapkan berbagai hal agar dapat menguntungkan pemerintah dan masyarakat. Salah satunya adalah dengan melakukan peramalan pengunjung wisman yang ada. Penelitian ini menerapkan metode Extreme Learning Machine (ELM) untuk meramalkan wisman di SULUT. ELM merupakan metode pembelajaran baru dari Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang merupakan pengembangan dari JST feedforward sederhana dengan menggunakan satu hidden layer. Penelitian ini menerapkan metode ELM untuk membandingkan 2 data wisman yaitu data tahun 2004-2015 dan tahun 2004-2018. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penggunaan 100 hidden layer didapatkan hasil bahwa data tahun 2004-2015 memiliki nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) lebih kecil yaitu 18,34% di bandingkan data tahun 2004-2018 yaitu sebesar 24,44%. Nilai Mean Absolute Error (MAE) dan Mean Squared Error (MSE) juga memiliki nilai yang lebih rendah pada data tahun 2004-2015 dibandingkan data tahun 2004-2018. Penelitian ini menghasilkan data wisman selama 12 periode kedepan yaitu untuk bulan Januari - Desember 2019.*

**Kata Kunci:** *Wisatawan Mancanegara, Peramalan, Jaringan Saraf Tiruan, Extreme Learning Machine.*

**1. PENDAHULUAN**

Pariwisata Indonesia adalah salah satu sumber daya yang harus di kembangkan karena mendatangkan keuntungan bagi negara. Sebagaimana yang tertuang dalam UU Nomor 10 Tahun 2009 bahwa industri pariwisata merupakan kumpulan usaha yang saling terkait dalam rangka menghasilkan barang dan/atau jasa bagi pemenuhan kebutuhan wisatawan dalam penyelenggaraan pariwisata, dan usaha pariwisata adalah usaha yang menyediakan barang dan atau jasa bagi pemenuhan kebutuhan wisatawan dan penyelenggara pariwisata. Berbagai

keindahan alam yang ada di Indonesia menjadi daya pikat turis asing datang berkunjung dan berlibur di Indonesia. Dari Sabang sampai Merauke memiliki ciri khas tersendiri dalam wisatanya.

Provinsi Sulawesi Utara (SULUT) adalah provinsi yang terletak di bagian timur Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah SULUT tengah gencar mengembangkan dan mempromosikan pariwisata yang ada di SULUT. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan yang signifikan

mulai tahun 2016 hingga tahun 2018. Bahkan di Tahun 2018 pada bulan Februari 2018 jumlah wisatawan mancanegara di SULUT meningkat 110,86% dibandingkan dengan bulan Februari 2017 (Herviansyah, 2018).

Perkembangan wisatawan mancanegara di SULUT membuat pemerintah perlu mempersiapkan berbagai hal agar dapat menguntungkan pemerintah dan masyarakat. Salah satunya adalah dengan melakukan peramalan pengunjung wisatawan mancanegara yang ada, karena pengunjung mancanegara merupakan salah satu pemasok yang baik untuk daerah. Dengan adanya peramalan dapat membantu pemerintah maupun masyarakat untuk mempersiapkan fasilitas maupun jadwal pemantauan untuk pariwisata yang ada di SULUT.

Terdapat banyak metode peramalan klasik yang telah digunakan pada saat ini namun metode klasik yang ada sangat baik akurasi untuk meramalkan suatu data dalam jangka yang pendek. Pada metode klasik data dalam jangka yang panjang akurasi akan semakin mengecil dan hasilnya akan cenderung konstan. Oleh sebab itu, ditemukannya metode jaringan syaraf tiruan atau *Artificial Neural Network* (ANN) telah menjadi solusi untuk permasalahan ini, karena dari penelitian-penelitian sebelumnya dikatakan bahwa jaringan syaraf tiruan ini sangat baik akurasi meskipun digunakan untuk peramalan jangka panjang. Terdapat beberapa metode peramalan menggunakan jaringan syaraf tiruan, salah satu metode barunya adalah *Extreme Learning Machine*.

*Extreme Learning Machine* (ELM) ini merupakan metode pembelajaran baru dari Jaringan Saraf Tiruan. Metode *Extreme Learning Machine* diperkenalkan oleh (Huang, dkk. 2006) dengan judul penelitian "*Extreme Learning Machine : Theory and Applications*". Pada penelitian ini mengusulkan algoritma pembelajaran sederhana untuk *Single Hidden Layer Feedforward Neural Networks* (SLFNs) yang disebut sebagai *Extreme Learning Machine* (ELM) yang kecepatan belajarnya bisa ribuan kali lebih cepat

daripada algoritma pembelajaran jaringan *feedforward* tradisional seperti *backpropagation*.

Jaringan *feedforward* menggunakan parameter-parameter yang ditentukan secara manual seperti *input weight* dan bias. *Input weight* dan bias ini dibangkitkan secara acak dalam suatu rentang tertentu. Dengan nilai yang di acak tersebut, bisa menghindari prediksi yang tidak stabil. (Saputri, E., Ekojono, 2018).

Dari permasalahan yang telah diuraikan diatas, peneliti membuat penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hasil peramalan wisatawan mancanegara Sulawesi Utara tahun 2019 dengan judul "Penerapan Metode *Extreme Learning Machine* untuk Meramalkan Wisatawan Mancanegara di Sulawesi Utara"

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Objek Penelitian

Populasi data dalam penelitian ini adalah seluruh data wisatawan mancanegara di Provinsi Sulawesi Utara. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data wisatawan mancanegara di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2004 – 2018 melalui pintu kedatangan bandara Sam Ratulangi Manado.

### 2.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian adalah di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Sedangkan waktu penelitian yakni Desember 2018-Maret 2019.

### 2.3 Variabel Penelitian

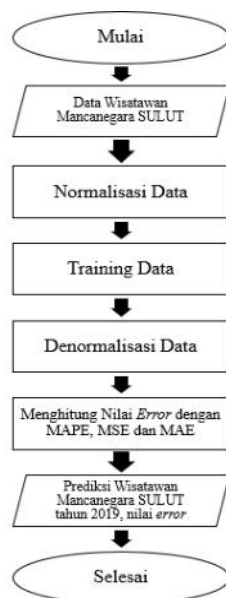
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah wisatawan mancanegara Provinsi Sulawesi Utara tahun 2004-2018. Wisatawan mancanegara (wisman) ialah setiap pengunjung yang mengunjungi suatu negara di luar tempat tinggalnya, didorong oleh satu atau beberapa keperluan tanpa bermaksud memperoleh penghasilan di tempat yang dikunjungi dan lamanya kunjungan tersebut tidak lebih dari satu tahun (12 bulan). (Kristiningsih, 2018)

## 2.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian *Extreme Learning Machine* (ELM) adalah dimulai dengan menginput data wisatawan mancanegara SULUT. Langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi data, normalisasi data dilakukan karena *range* nilai *input* tidak sama, yaitu bernilai puluhan hingga ribuan. Setelah data dinormalisasi, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *training*, proses ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *weight* dan *output*.

Setelah proses *output* dari peramalan keluar, langkah selanjutnya adalah membangkitkan nilai yang telah di normalisasi menjadi nilai asli yang disebut dengan denormalisasi. Dari hasil prediksi data, akan dihitung nilai kesalahan peramalan atau *error* dengan menggunakan perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Setelah data di denormalisasi maka di dapatkan nilai hasil prediksi untuk wisatawan mancanegara SULUT.

Gambaran tahapan penelitian dari metode *Extreme Learning Machine* (ELM) adalah sebagai berikut.



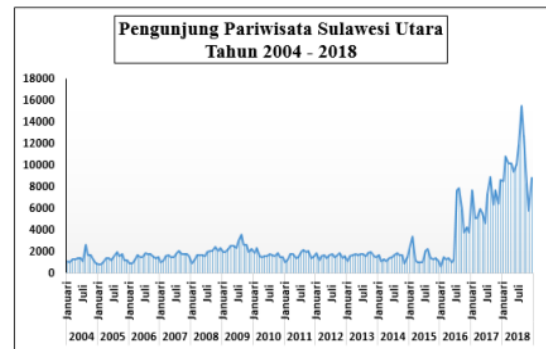
Gambar 1. Tahapan Penelitian ELM

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Statistika Deskriptif

Data pada Gambar 2 merupakan data wisatawan mancanegara Provinsi Sulawesi

Utara dari tahun 2004-2018. Dari data yang ada, nilai minimum wisatawan sebanyak 672 pengunjung, sedangkan nilai maksimum wisatawan sebanyak 15448 pengunjung. Rata-rata dari wisatawan tahun 2004-2018 adalah sebesar 2669 pengunjung. Menurut grafik pada Gambar 2 menunjukkan pergerakan yang stabil dari tahun 2004 hingga pertengahan tahun 2016. Kemudian pada bulan juli 2016 data wisatawan mulai naik dan meningkat tajam hingga akhir tahun 2018.



Gambar 2. Data Wisatawan Mancanegara Sulawesi Utara tahun 2004 – 2018

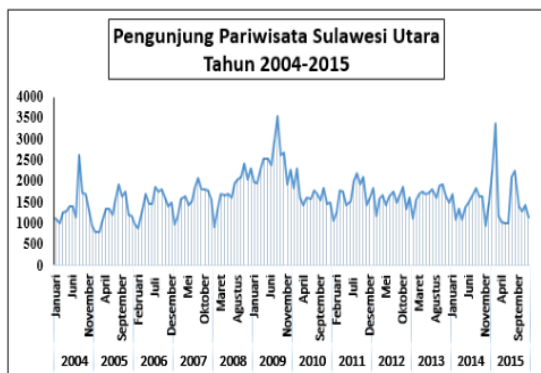
Pada tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 wisatawan asing yang berkunjung ke Sulawesi Utara bekisar antara 793 hingga 3559 pengunjung. Selama 12 tahun data pengunjung bergerak statis dan tidak terjadi kenaikan atau penurunan yang drastis. Pengunjung yang datang berasal dari berbagai negara di Asia maupun Eropa. Data pengunjung ini terus bergerak hampir sama di tiap bulannya, hingga di bulan Juli 2016 memiliki peningkatan yang drastis.

Pada bulan Juli 2016 data pengunjung wisman meningkat menjadi 7731 pengunjung, dari sebelumnya di bulan Juni 2016 hanya 1328 pengunjung. Hal ini dikarenakan pemerintah daerah yang mulai fokus akan pembangunan pariwisata yang ada di Sulawesi Utara. Salah satu program yang dicetuskan pemerintah SULUT adalah pembukaan jalur penerbangan langsung untuk 8 kota yang ada di China (TribunNews, 2016). Menurut surat kabar Tribun Manado, dikabarkan bahwa wisatawan China sangat menyukai Manado, sehingga dengan adanya peluang tersebut pemerintah membuka penerbangan secara langsung

untuk dari China ke Manado dengan tujuan agar dapat mendatangkan keuntungan untuk Sulawesi Utara. Semenjak bulan Juli 2016 hingga akhir tahun 2018 pengunjung wisman terus menerus meningkat.

### 3.2 Peramalan *Extreme Learning Machine* Tahun 2004-2015

Peramalan pada tahun 2004-2015 dilakukan untuk melihat ukuran kesalahan peramalan atau nilai *error* dari data dengan menggunakan metode *Extreme Learning Machine*. Data yang akan di olah dari tahun 2004-2015 karena statistika deskriptif Gambar 2 pada *range* tahun ini data memiliki pergerakan yang statis dan tidak mengalami kenaikan atau penurunan yang drastis. Berikut merupakan gambaran data dari tahun 2004-2015.



**Gambar 3.** Data Wisatawan Mancanegara SULUT tahun 2004 – 2015

Pada Gambar 3 dapat dilihat grafik dari data wisman SULUT tahun 2004-2015. Dari data yang ada, nilai minimum wisatawan sebesar 793 pengunjung dan nilai maksimum wisatawan sebesar 3559 pengunjung. Nilai rata-rata wisatawan sebesar 2669. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa tidak ada kenaikan atau penurunan data yang sangat tinggi seperti yang terjadi di tahun 2016 pada Gambar 2.

Setelah dilakukan analisis deskriptif untuk data tahun 2004-2015, selanjutnya dilakukan analisis metode *Extreme Learning Machine* (ELM) yang diawali dengan *input* data yang akan diolah.

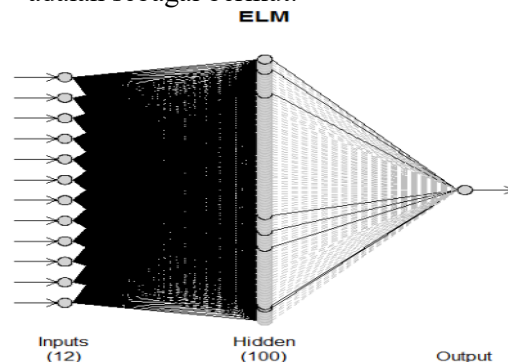
#### a. *Input data*

Pada peramalan *Extreme Learning Machine* (ELM) menggunakan data tahun 2004-2015. Data *input* yang digunakan berjumlah 144 data yang akan digunakan untuk proses *training* pada metode *Extreme Learning Machine* (ELM).

#### b. *Arsitektur Jaringan*

Arsitektur jaringan yang akan digunakan terdiri dari 3 layer yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Sebelum masuk pada *input layer*, data yang dimasukkan dinormalisasi terlebih dahulu. (Fardani, D., dkk. 2015). Normalisasi data dilakukan karena *range* nilai *input* tidak sama yaitu bernilai puluhan hingga ribuan.

Arsitektur jaringan dari data wisatawan mancanegara tahun 2004-2015 adalah sebagai berikut.



**Gambar 4** *Arsitektur Jaringan*

Pada Gambar 4 yaitu gambaran arsitektur data yang di gunakan dalam proses peramalan metode ELM wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2015. *Node input* yang ada sebanyak 12 *node input* yang berarti terdapat 12 *node input* yang mewakili jumlah bulan pada data *input* yang ada. Dalam pengujian, *hidden layer* yang digunakan sebanyak 100. Pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer* menunjukkan bahwa dengan jumlah *neuron* yang banyak maka akan menghasilkan nilai *error* yang kecil. *Output node* pada peramalan ini berjumlah 1 *node*.

#### c. *Proses training*

Proses *training* harus dilalui untuk mendapatkan hasil prediksi. Dari proses *training* dibentuk pola dengan metode



*Extreme Learning Machine*. Pola data hasil proses *training* dari data wisatawan

mancanegara tahun 2004-2015 adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data proses *training* tahun 2004-2015

Data	Node Input					
i	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	Xi5	Xi6
1	-0,6178	-0,6785	-0,5223	-0,5108	-0,4506	-0,4437
2	-0,6785	-0,5223	-0,5108	-0,4506	-0,4437	-0,5912
3	-0,5223	-0,5108	-0,4506	-0,4437	-0,5912	0,2603
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
130	-0,3089	-0,7132	-0,3957	0,0683	0,6930	-0,5605
131	-0,7132	-0,3957	0,0683	0,6930	-0,5605	-0,6548
132	-0,3957	0,0683	0,6930	-0,5605	-0,6548	-0,6513

**Tabel 2** Data proses *training* tahun 2004-2015

Data	Node Input						Target
i	Xi7	Xi8	Xi9	Xi10	Xi11	Xi12	$t_i$
1	-0,5912	0,2603	-0,2672	-0,2834	-0,4871	-0,7190	-0,7988
2	0,2603	-0,2672	-0,2834	-0,4871	-0,7190	-0,7988	-0,8000
3	-0,2672	-0,2834	-0,4871	-0,7190	-0,7988	-0,8000	-0,6288
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
130	-0,6548	-0,6513	-0,6554	-0,0503	0,0694	-0,4228	-0,4859
131	-0,6513	-0,6554	-0,0503	0,0694	-0,4228	-0,4859	-0,4327
132	-0,6554	-0,0503	0,0694	-0,4228	-0,4859	-0,4327	-0,5923

Nilai  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$ ,  $X_{i3}$ ,  $X_{i4}$ ,  $X_{i5}$ ,  $X_{i6}$ ,  $X_{i7}$ ,  $X_{i8}$ ,  $X_{i9}$ ,  $X_{i10}$ ,  $X_{i11}$ , dan  $X_{i12}$  merupakan nilai *input* dari data yang digunakan yang berjumlah 12 *input* sama seperti pada Gambar 4 pada jaringan arsitektur. Sedangkan nilai  $t_i$  merupakan nilai target yang ada pada proses *training* metode *Extreme Learning Machine*. Setelah data diolah kemudian didapatkan hasil *output*, selanjutnya data didenormalisasi untuk dikembalikan ke data asli.

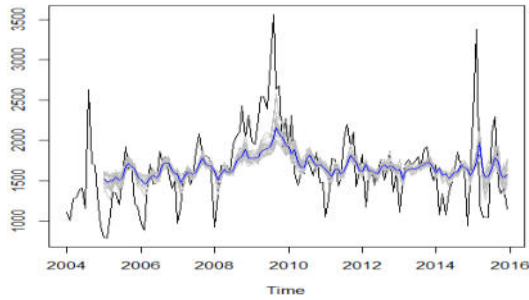
#### d. Hasil Peramalan

Pada metode *Extreme Learning Machine* (ELM), sebelum dilakukan peramalan di lakukan perbandingan antara data aktual atau data asli dengan data hasil prediksi untuk melihat kemiripan data dan

juga digunakan untuk menghitung tingkat kesalahan atau nilai *error* pada data hasil peramalan.

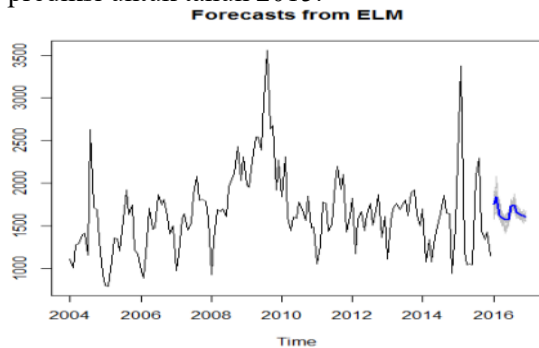
Pada Gambar 5 merupakan grafik perbandingan data asli dan data prediksi. Garis hitam menunjukkan data asli dan garis biru menunjukkan data prediksi. Pada Gambar 5, sumbu y merupakan data wisatawan mancanegara SULUT. sedangkan sumbu x merupakan tahun dari data yaitu tahun 2004-2015. Terlihat data prediksi mengikuti pola data asli mulai dari akhir tahun 2004 hingga tahun 2015. Dari Gambar 5 terlihat seberapa besar perbedaan data asli dan data prediksi.

Perbandingan data wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2015 adalah sebagai berikut.



**Gambar 5** Perbandingan data asli dan data prediksi

Selanjutnya dilakukan peramalan berdasarkan data yang ada. Gambar 6 merupakan hasil peramalan untuk tahun 2016 dari data wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2015 selama 12 periode. Sumbu  $x$  menunjukkan tahun dan sumbu  $y$  menunjukkan jumlah wisatawan mancanegara perbulannya. Pada Gambar 6 terlihat garis warna hitam menunjukkan data asli tahun 2004-2015 dan garis biru menunjukkan data prediksi untuk tahun 2016.



**Gambar 6** Hasil Peramalan

Dari Gambar 6 terlihat bahwa prediksi tahun 2016 mengikuti pola pada beberapa tahun sebelumnya. Yakni dari naik turunnya data prediksi yang ada. Tabel 3 merupakan hasil prediksi tahun 2016.

**Tabel 3** Hasil Peramalan Wisatawan Mancanegara SULUT tahun 2016

Bulan	Hasil Forecast	Bulan	Hasil Forecast
Januari	1481	Juli	1622
Februari	1477	Agustus	1616
Maret	1476	September	1627
April	1510	Oktober	1579
Mei	1579	November	1556
Juni	1598	Desember	1569

Hasil peramalan wisatawan mancanegara SULUT tahun 2016 menggunakan metode *Extreme Learning Machin* (ELM) pada Gambar 6 memiliki hasil yang baik karena terlihat mengikuti pola tahun-tahun sebelumnya. Namun pada analisis deskriptif Gambar 2 hasil yang didapatkan atau jumlah wisatawan mancanegara yang ada tidak sesuai dengan hasil peramalan yaitu dimulai dari bulan juli 2016. Pada data yang ada, di tahun 2016 terjadi kenaikan wisatawan yang cukup drastis yaitu dari 1328 pengunjung pada bulan juni naik pada bulan juli menjadi 7731 pengunjung. Data pengunjung dari bulan juli terus menerus meningkat hingga tahun 2018.

Kenaikan drastis jumlah wisatawan pada bulan juli 2016 disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah pergantian gubernur SULUT di tahun 2016 yang memiliki fokus pembangunan di bidang pariwisata. Sesuai dengan visi dan misi gubernur SULUT untuk mengembangkan pariwisata. Sehingga dari pengembangan pariwisata itu semenjak 3 juli 2016. pemerintah SULUT membuka penerbangan langsung dari Cina (sebanyak 8 kota) ke Bandara Internasional Sam Ratulangi. sehingga menyebabkan banyak wisatawan Cina yang berkunjung ke SULUT.

#### e. Kesalahan Peramalan

Untuk mengukur kesalahan peramalan digunakan 3 ukuran standar statistik, yaitu sebagai berikut.

**Tabel 4** Ukuran Kesalahan Peramalan

Ukuran Kesalahan Peramalan	Nilai
<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	18.34%
<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	279.67
<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	149833.47

Pada Tabel 4 nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 18.34% yang artinya angka tersebut menggolongkan kemampuan peramalan yang di buat masuk dalam kategori baik. Kemudian didapatkan juga hasil MAE sebesar 279.67 dan MSE sebesar

149833.47. Dengan adanya hasil pengukuran kesalahan peramalan maka dapat disimpulkan bahwa metode *Extreme Learning Machine* (ELM) baik digunakan untuk meramalkan data seperti pola data wisatawan mancanegara tahun 2004-2015.

Setelah melakukan peramalan untuk wisatawan mancanegara SULUT dengan data tahun 2004-2015, selanjutnya dilakukan peramalan dengan menggunakan data wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2018.

### 3.3 Peramalan *Extreme Learning Machine* Tahun 2004-2018

Peramalan dengan menggunakan data wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2018 dilakukan untuk melihat hasil peramalan wisatawan mancanegara SULUT tahun 2019 dan melihat hasil keakuratan peramalan menggunakan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) dengan pola data wisatawan mancanegara tahun 2004-2018. Pola data wisatawan mancanegara SULUT telah dijelaskan pada analisis deskriptif dan ditampilkan pada Gambar 2. Setelah dilakukan analisis deskriptif selanjutnya data diolah dengan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) yang dimulai dengan *input* data yang akan di olah.

#### a. *Input data*

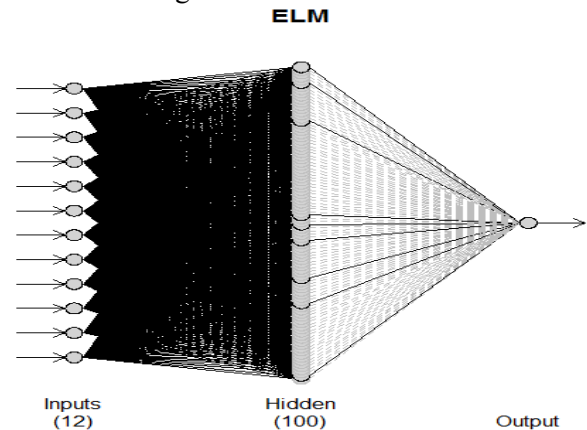
Pada peramalan *Extreme Learning Machine* (ELM) menggunakan data tahun 2004-2018. Data *input* yang digunakan berjumlah 180 data yang akan digunakan untuk proses *training* pada metode *Extreme Learning Machine* (ELM).

#### b. *Arsitektur Jaringan*

Arsitektur jaringan yang akan digunakan terdiri dari 3 layer yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Sebelum masuk pada *input layer*, data yang dimasukkan dinormalisasi terlebih

dahulu (Fardani, D., dkk. 2015). Normalisasi data dilakukan karena *range* nilai *input* tidak sama yaitu bernilai puluhan hingga ribuan.

Arsitektur jaringan dari data wisatawan mancanegara tahun 2004-2018 adalah sebagai berikut.



Gambar 7 *Arsitektur Jaringan*

Gambar 7 merupakan gambaran arsitektur data yang di gunakan dalam proses peramalan metode ELM wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2018. *Node input* yang ada sebanyak 12 *node* yang berarti terdapat 12 *node input* yang mewakili jumlah bulan pada data *input* yang ada. Dalam pengujian. *hidden layer* yang digunakan sebanyak 100. Pengujian jumlah *neuron* pada *hidden layer* menunjukkan bahwa dengan jumlah *neuron* yang banyak maka akan menghasilkan nilai *error* yang kecil. *Output node* pada peramalan ini berjumlah 1 *node*.

#### c. *Proses Training*

Proses *Training* dilakukan untuk mendapatkan hasil peramalan. Berikut merupakan dari pola data dari proses *training* wisatawan mancanegara tahun 2004-2018 yang berjumlah 180 data.

Tabel 5 Data Proses *Training* tahun 2004-2018

Data	Node Input					
i	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	Xi5	Xi6
1	-0,7528	-0,7642	-0,7349	-0,7328	-0,7215	-0,7202
2	-0,7642	-0,7349	-0,7328	-0,7215	-0,7202	-0,7478
3	-0,7349	-0,7328	-0,7215	-0,7202	-0,7478	-0,5884

.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
166	-0,0375	-0,1697	0,0602	0,0482	0,2960	0,2224
167	-0,1697	0,0602	0,0482	0,2960	0,2224	0,2317
168	0,0602	0,0482	0,2960	0,2224	0,2317	0,1456

**Tabel 6** Data Proses *Training* tahun 2004-2018

Data i	Node Input						Target $t_i$
	Xi7	Xi8	Xi9	Xi10	Xi11	Xi12	
1	-0,7478	-0,5884	-0,6872	-0,6902	-0,7283	-0,7717	-0,7867
2	-0,5884	-0,6872	-0,6902	-0,7283	-0,7717	-0,7867	-0,7869
3	-0,6872	-0,6902	-0,7283	-0,7717	-0,7867	-0,7869	-0,7548
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
166	0,2317	0,1456	0,2217	0,4131	0,8000	0,5057	0,0306
167	0,1456	0,2217	0,4131	0,8000	0,5057	0,0306	-0,2518
168	0,2217	0,4131	0,8000	0,5057	0,0306	-0,2518	0,0850

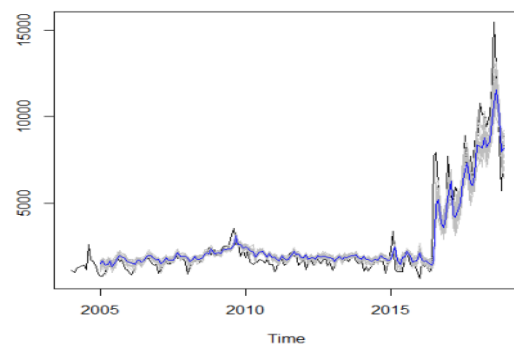
Nilai  $X_{i1}$ ,  $X_{i2}$ ,  $X_{i3}$ ,  $X_{i4}$ ,  $X_{i5}$ ,  $X_{i6}$ ,  $X_{i7}$ ,  $X_{i8}$ ,  $X_{i9}$ ,  $X_{i10}$ ,  $X_{i11}$ , dan  $X_{i12}$  merupakan nilai *input* dari data yang digunakan yang berjumlah 12 *input* sama seperti pada Gambar 7 pada jaringan arsitektur. Sedangkan nilai  $t_i$  merupakan nilai target yang ada pada proses *training* metode *Extreme Learning Machine*. Setelah data di olah kemudian di dapatkan hasil *output*, selanjutnya data di denormalisasi untuk dikembalikan ke data asli.

**d. Hasil Peramalan**

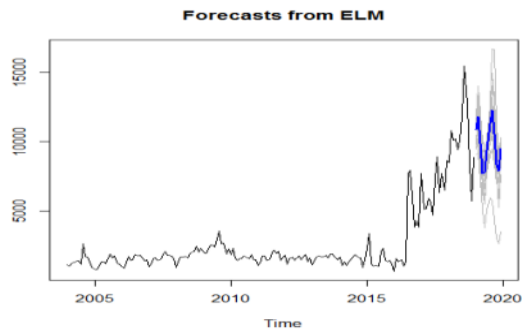
Pada metode *Extreme Learning Machine* (ELM), sebelum dilakukan peramalan di lakukan perbandingan antara data aktual atau data asli dengan data hasil prediksi untuk melihat kemiripan data. Perbandingan data wisatawan mancanegara SULUT tahun 2004-2018 adalah sebagaimana Gambar 8 berikut.

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan data asli dan data prediksi. Garis hitam menunjukkan data asli dan garis biru menunjukkan data prediksi. Sumbu y merupakan data wisatawan mancanegara SULUT. Sedangkan sumbu x merupakan tahun dari data yaitu tahun

2004-2018. Terlihat data prediksi mengikuti pola data asli mulai dari akhir tahun 2004 hingga tahun 2018. Dari Gambar 8 terlihat seberapa besar perbedaan data asli dan data prediksi. Selanjutnya dilakukan peramalan berdasarkan data yang ada.



**Gambar 8** Perbandingan data aktual dan data prediksi



**Gambar 9** Hasil Peramalan

Terlihat pada Gambar 9 merupakan hasil peramalan dari data wisatawan mancanegara SULUT untuk tahun 2019. Sumbu x menunjukkan tahun dan sumbu y menunjukkan jumlah wisatawan mancanegara perbulannya. Pada Gambar 9 terlihat garis warna hitam menunjukkan data asli tahun 2004-2018 dan garis biru menunjukkan data prediksi untuk tahun 2019. Hasil peramalan wisatawan mancanegara 2019 pada Gambar 9 terlihat mengikuti pola data tahun-tahun sebelumnya. Berikut merupakan data hasil prediksi pada tahun 2019.

**Tabel 7** Data Hasil Peramalan Tahun 2019

Bulan	Hasil Forecast	Bulan	Hasil Forecast
Januari	10910	Juli	11296
Februari	11831	Agustus	12291
Maret	9872	September	10558
April	7726	Oktober	8355
Mei	7790	November	7893
Juni	9347	Desember	9525

Dari hasil peramalan yang ada, untuk melihat ketepatan peramalan dapat dibandingkan dengan data aktual yang telah dirilis oleh (Badan Pusat Statistika, 2019) untuk data Wisatawan Mancanegara SULUT tahun 2019. Data yang dirilis adalah data bulan Januari dan Februari sebagai berikut.

**Tabel 8** Perbandingan Data Wisman SULUT 2019 dan Hasil Peramalan

Bulan	Data Wisatawan	Data Peramalan	Error
Januari	10906	10910	0.037%
Februari	11302	11831	4.47%

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa data prediksi bulan Januari 2019 dengan data aktual yang ada, memiliki jumlah yang hampir sama dengan selisih 4 data dengan jumlah *error* sebesar 0.037%. Kemudian pada bulan Februari 2019 memiliki selisih 529 data dengan data aktualnya dengan jumlah *error* 4.47%.

#### e. Kesalahan Peramalan

Untuk mengukur kesalahan peramalan digunakan 3 ukuran standar statistik, yaitu sebagai berikut.

**Tabel 9** Ukuran Kesalahan Peramalan

Ukuran Kesalahan Peramalan	Nilai
<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	24.44%
<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	566.08
<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	892426.03

Ukuran kesalahan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk data wisatawan mancanegara tahun 2004-2018 adalah sebesar 24.44% yang artinya peramalan yang dilakukan masuk dalam kategori kemampuan peramalan yang baik. Nilai *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 566.08 dan *Mean Squared Error (MSE)* sebesar 892426.03.

Dilihat dari hasil ukuran kesalahan peramalan atau nilai *error* dari data wisatawan mancanegara tahun 2004-2018 merupakan peramalan yang baik. Sehingga hasil peramalan dapat dijadikan acuan untuk melihat wisatawan mancanegara SULUT tahun 2019.

### 3.4 Perbandingan Ukuran Kesalahan Peramalan untuk Data tahun 2004-2015 dan Data tahun 2004-2018 dengan Metode *Extreme Learning Machine*

Pada Tabel 10 merupakan perbandingan ukuran kesalahan peramalan untuk data tahun 2004-2015 dan data tahun 2004-2018. Dapat dilihat bahwa data tahun 2004-2015 dengan jumlah 144 data dan gambaran plot data tidak ada data yang naik atau turun secara drastis memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* lebih kecil yaitu 18.34% dibandingkan data tahun 2004-2018 yang

memiliki jumlah data 180 data dan mengalami kenaikan yang drastis pada pertengahan tahun 2016. Nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Squared Error* (MSE) juga memiliki nilai yang lebih rendah pada data tahun 2004-2015 dibandingkan data tahun 2004-2018.

**Tabel 10** Perbandingan Data tahun 2004-2015 dan Data tahun 2004-2018

Ukuran Kesalahan Peramalan	Data Tahun 2004-2015 (144 Data)	Data Tahun 2004-2018 (180 Data)
<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	18.34%	24.44%
<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	279.67	566.08
<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	149833.47	892426.03

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata dari wisatawan tahun 2004-2018 adalah sebesar 2669 pengunjung, nilai minimum wisatawan sebanyak 672 pengunjung, sedangkan nilai maksimum wisatawan sebanyak 15448 pengunjung. Menurut grafik pada Gambar 2 menunjukkan pergerakan yang stabil dari tahun 2004 hingga pertengahan tahun 2016. Kemudian pada bulan Juli 2016 data wisatawan mulai meningkat tajam yaitu 1328 pengunjung pada bulan Juni naik pada bulan Juli menjadi 7731 dan data terus naik hingga akhir tahun 2018.
2. Perbandingan tingkat kesalahan dari data tahun 2004-2015 dan data tahun 2004-2018 memiliki hasil bahwa data tahun 2004-2015 dengan jumlah 144 data dan gambaran plot data tidak ada data yang naik atau turun secara drastis memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) lebih kecil yaitu 18.34% dibandingkan data tahun 2004-2018 yang memiliki jumlah data 180 data dan mengalami kenaikan yang drastis pada pertengahan tahun 2016. Nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Squared Error* (MSE) juga memiliki nilai yang lebih rendah pada

data tahun 2004-2015 dibandingkan data tahun 2004-2018.

3. Hasil peramalan data selama 12 periode tahun 2019 sebagai berikut.

**Tabel 11** Data Hasil Peramalan tahun 2019

Bulan	Hasil Forecast	Bulan	Hasil Forecast
Januari	10910	Juli	11296
Februari	11831	Agustus	12291
Maret	9872	September	10558
April	7726	Oktober	8355
Mei	7790	November	7893
Juni	9347	Desember	9525

#### 5. REFERENSI

- Badan Pusat Statistika. (2019). *Perkembangan Pariwisata dan Transportasi Nasional Februari 2019*. Jakarta: BPS.
- Fardani, D., Wuryanto, E., Werdiningsih, I. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Peramalan Jumlah Kunjungan Pasien Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (Studi Kasus : Poli Gigi RSU. DR. Wahidin Sudiro Husodo Mojokerto). *Journal of Information System Engineering and Business Intelligence*, Vol. 1 No. 1.
- Herviansyah. (2018). *Jumlah Wisatawan Mancanegara ke SULUT Meningkat 110 Persen*. Manado: Tribun Manado.
- Huang, G., Zhu, Q., Siew, C. (2006). *Extreme Learning Machine: Theory and Applications*. *Neurocomputing*, 489-501.
- Kristiningsih, T. R. (2018). *Provinsi Sulawesi Utara Dalam Angka 2018*. Manado: BPS Provinsi Sulawesi Utara.
- Saputri, E., Ekojono. (2018). Prediksi Volume Impor Beras Nasional Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Metode ELM (Extreme Learning Machine). *SENTIA 2018*, Vol. 10 No.1.
- TribunNews. (2016). *Tiga Maskapai Dapat Izin Terbangi Rute Manado ke Cina*. Manado: TribunNews.com

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor  
10. (2009). *Kepariwisataan*. Jakarta.