

***Backpropagation* untuk Memprediksi Jumlah Wisatawan Mancanegara ke Indonesia**

Backpropagation to Predict the Number of International Tourists to Indonesia

**Kevin Aringgi Salim¹
Nur Nafi'iyah^{2*}
Siti Mujilahwati**

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan, Indonesia
¹kevinaringgi27@gmail.com, ²mynaff@unisla.ac.id, ³moedjee@gmail.com

***Penulis Korespondensi:**
Nur Nafi'iyah
mynaff@unisla.ac.id

Riwayat Artikel:

Diterima : 25 Oktober 2021
Direview : 28 Oktober 2021
Disetujui : 10 November 2021
Terbit : 30 Desember 2021

Abstrak

Mengembangkan wilayah yang berpotensi wisata merupakan usaha meningkatkan sumber penghasilan bagi penduduk desa. Wilayah yang mempunyai area wisata dapat menjadi wahana yang menarik perhatian masyarakat, baik masyarakat dalam negeri maupun luar negeri. Wisatawan yang datang dapat memberikan pemasukan bagi daerah wisata ataupun masyarakat. Oleh karena itu dengan memprediksi jumlah wisatawan yang masuk dapat diprediksi berdasarkan data tahun-tahun sebelumnya. Tujuan melakukan prediksi agar dapat memperbaiki prasarana dan semua kebutuhan bagi para wisatawan. Tujuan penelitian ini menerapkan metode *Backpropagation* untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia. Dataset yang digunakan dalam implementasi metode *Backpropagation* adalah 6000 baris, dan dibagi menjadi data *training* 4800 baris, dan data tes 1200 baris. Dataset diambil dari website bps, dengan variabel input adalah bulan, tahun, negara asal, pintu masuk wisatawan ke Indonesia, dan variabel output adalah jumlah wisatawan. Model dari *Backpropagation* dievaluasi dengan menghitung MAE, serta arsitektur yang dibangun adalah 4-9-1, 4 node input layer, 9 node *hidden* layer, dan 1 node output layer. Hasil ujicoba nilai MAE dari metode *Backpropagation* dalam memprediksi jumlah wisatawan ke Indonesia adalah 0,247.

Kata Kunci: Prediksi Kunjungan Wisatawan, *Backpropagation*, Data BPS

Abstract

Developing areas that have tourism potential is an effort to increase sources of income for villagers. Areas that have tourist areas can be a vehicle that attracts the attention of the public, both domestically and abroad. Tourists who come can provide income for tourist areas or the community. Therefore, predicting the number of incoming tourists can be predicted based on data from previous years. The goal is to make predictions to improve infrastructure and all needs for tourists. The purpose of this study is to apply the Backpropagation method to predict the number of foreign tourist visits to Indonesia. The dataset used in this study is 6000 lines and is divided into 4800 lines of training data, and 1200 lines of test data. The dataset is taken from the bps website, with the input variables being month, year, country of origin, tourist entrance to Indonesia, and the output variable being the number of tourists. The model of Backpropagation is evaluated by calculating MAE, and the architecture built is 4-9-1, 4 input layer nodes, 9 hidden layer nodes, and 1 output layer node. The test results of the MAE value of the Backpropagation method in predicting the number of tourists to Indonesia are 0.247.

Keywords: *Tourist Visit Prediction, Backpropagation, BPS data*

1. Pendahuluan

Perkembangan tempat wisata dapat memberi dampak ke masyarakat sekitar ataupun pemerintah. Terutama jika pengunjung wisatawan dalam kapasitas banyak, maka pemasukan di daerah wisata juga meningkat. Setiap kedatangan wisatawan ke wilayah wisata dapat memberikan dampak yang baik bagi masyarakat, terutama dapat meningkatkan ekonomi. Agar ekonomi masyarakat sekitar wisata tetap terjaga ekonominya, maka tempat wisata tersebut harus tetap terjaga dan terpelihara. Salah satu cara agar tempat wisata tersebut tetap terjaga terpelihara maka harus dirawat. Selain itu juga dengan memprediksi kedatangan wisatawan ke tempat wisata. Dengan memprediksi jumlah wisatawan yang datang maka kita akan terpacu tetap menjaga serta merawat sarana dan prasarana tempat wisata. Cara melakukan prediksi dengan menggunakan data rekaman dari tempat wisata tahun sebelumnya.

Data wisatawan mancanegara tahun-tahun sebelumnya dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kedatangan wisatawan mancanegara ke Indonesia. Metode yang dapat digunakan salah satunya adalah *Backpropagation*. *Backpropagation* merupakan model jaringan yang cara kerjanya meniru cara kerja otak manusia. Algoritma *Backpropagation* disebut juga *Multilayer Perceptron*. Metode *Backpropagation* mempunyai hasil yang baik dalam memprediksi, terutama prediksi output angka. Dibuktikan pada penelitian prediksi produktivitas padi mempunyai nilai selisih error rendah [1], dan juga memprediksi jumlah korban bencana alam mempunyai nilai selisih error kecil [2].

Penelitian terkait peramalan kunjungan wisatawan di beberapa tempat sudah banyak yang melakukan, diantaranya: membuat sistem prediksi kunjungan wisatawan ke Jatim Park Group dengan metode *forecasting* [3]; Metode *forecasting* diantaranya berbasis time series atau histori waktu, yang dihitung dengan berdasarkan nilai rata-rata, atau disebut dengan Moving Average, atau ARIMA, Exponential Smoothing, dan lainnya. Metode yang sudah digunakan untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan diantaranya: Triple Exponential Smoothing untuk memprediksi wisatawan ke Kawah Ijen [4] dan juga digunakan untuk memprediksi wisatawan ke Banyuwangi [5]; Fuzzy Time Series untuk memprediksi kunjungan wisata ke kota Batu [6].

Sebagian besar penelitian peramalan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia sudah dilakukan, akan tetapi metode yang digunakan diantaranya: ARIMA [7][8]; Neural Network atau Jaringan Saraf Tiruan [9]; Holt-Winters [10]; SVR [11]. Sebagian besar menjelaskan membuat sistem peramalan kunjungan wisatawan sangat dibutuhkan untuk membantu dalam menyiapkan sarana dan prasarana, atau meningkatkan promosi, dan lainnya [12].

Dua penelitian sebelumnya menyebutkan metode *Backpropagation* [1][2] mempunyai kinerja yang baik, terutama hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual selisihnya rendah. Maka Penelitian ini menggunakan metode *Backpropagation* untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia. Tujuan penelitian ini menghasilkan model dari *Backpropagation* untuk membangun sistem prediksi jumlah kunjungan wisatawan.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data dari situs BPS. Data yang digunakan adalah tahun 2015, 2016, 2017, 2018, dan 2019. Meliputi beberapa variabel bulan, tahun, negara asal, pintu masuk, dan jumlah pengunjung. Variabel input meliputi bulan, tahun, negara asal, dan pintu masuk. Sedangkan variabel output atau variabel yang akan diprediksi adalah jumlah pengunjung per bulan. Variabel negara asal semula awalnya dalam bentuk kategori atau karakter, sehingga harus dilakukan konversi ke bentuk number atau angka seperti dalam Tabel 1. Negara asal yang diteliti hanya 10 terbanyak, yaitu seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Konversi Data Negara Asal

Negara Asal	Konversi
Singapura	1
Malaysia	2
Jepang	3
Korea Selatan	4
Tiongkok	5
Arab Saudi	6
Australia	7
Amerika Serikat	8
India	9
Belanda	10

Tabel 1 menunjukkan bahwa negara asal yang diteliti hanya 10 negara. Pintu masuk juga masih dalam bentuk kategori atau karakter maka harus dilakukan konversi ke number atau angka seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Data Pintu Masuk

Pintu Masuk	Konversi
Bandara Soekarno-Hatta	1
Bandara Ngurah Rai Bali	2
Bandara Kualanamu Int.	3
Bandar Udara Laut Batam	4
Bandara Juanda Jatim	5
Bandara Husein Sastranegara	6
Bandar Laut Tanjung Balai Karimun	7
Bandar Laut Tanjung Uban	8
Bandara Adi Sucipto DIY	9
Bandar Laut Tanjung Pinang	10

Tabel 2 menunjukkan bahwa pintu masuk yang diteliti hanya 10 pintu masuk, bandar udara maupun bandar laut. Total dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6000 baris data yang diambil dari 5 tahun, setiap tahun 12 bulan, setiap bulan diteliti 10 negara asal, dan 10 tempat pintu masuk. Adapun pembagian data tersebut digunakan sebagai *training* sebanyak 4800 baris data, sedangkan testing 1200 baris data. Sistem prediksi ini adalah sistem yang dirancang dan akan dibuat dengan tools python, yang menghubungkan pengguna dengan sistem untuk melakukan prediksi. Data yang sudah dilakukan prediksi akan diujicoba akurasi dari sistem prediksi ini menggunakan MAE dalam Persamaan 1.

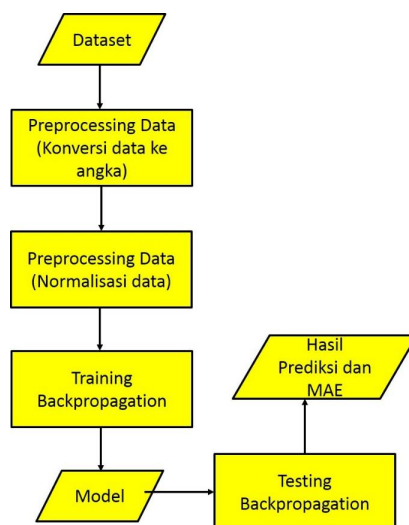
$$MAE = \frac{\sum_i^{total_data} |t_i - \hat{y}_i|}{total_data} \tag{1}$$

$$x_baru = \frac{(x_lama - \bar{x})}{std} \tag{2}$$

Penjelasan Persamaan 1; t adalah data aktual, dan \hat{y} adalah hasil prediksi. Persamaan 2; x adalah data yang akan dinormalisasi, \bar{x} adalah nilai rata-rata x, dan std adalah nilai standar deviasi x.

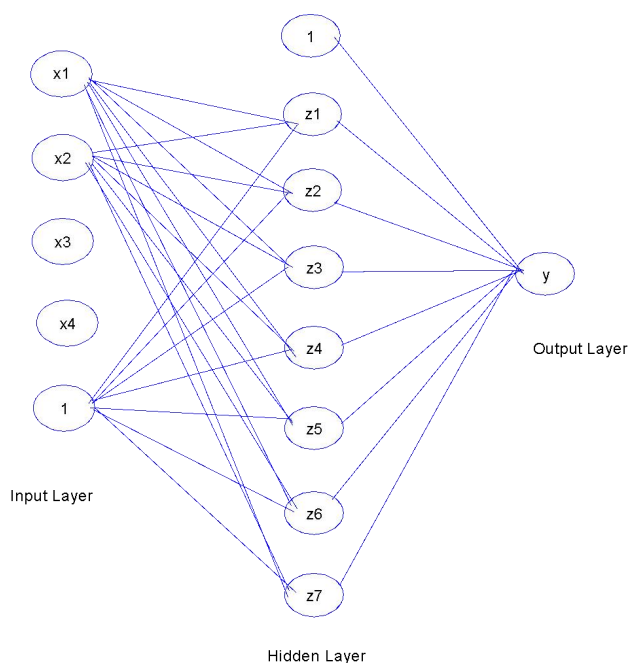
Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang digunakan untuk memperkecil tingkat error dengan menyesuaikan bobot berdasarkan output dan target yang diinginkan. Algoritma *Backpropagation* merupakan metode yang sistematis untuk pelatihan multilayer. Algoritma ini banyak digunakan karena sistemnya multilayer karena mempunyai 3 layer, yaitu input layer, *hidden layer*, dan output layer. *Backpropagation* mempunyai input layer yang dilambangkan dengan (X_1), *hidden layer* yang dilambangkan (Z_1), dan output layer (Y_1). Dengan adanya *hidden layer* pada *Backpropagation* menjadikan tingkat error yang pada

Backpropagation lebih kecil. Dikarenakan *hidden layer* pada *Backpropagation* menjadi sebuah tempat untuk menyesuaikan bobot, menjadikan nilai bobot yang didapatkan bisa diarahkan mendekati dengan target output yang diinginkan.

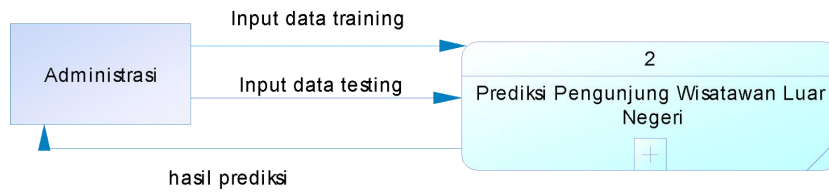


Gambar 1. Alur Penelitian

Proses perhitungan *Backpropagation* dalam Gambar 1. Algoritma *Backpropagation* terdapat beberapa tahap sebelum dilakukan *training* dan testing yaitu, input data, melakukan konversi data dari bentuk karakter menjadi angka, serta menormalisasi data dengan rumus standar deviasi seperti dalam Persamaan 2, dan selanjutnya dilakukan proses *training* dan testing pada data sehingga nantinya mendapatkan hasil suatu prediksi. Arsitektur algoritma *Backpropagation* dalam Gambar 2. Variabel yang digunakan pada Gambar 2 yaitu;



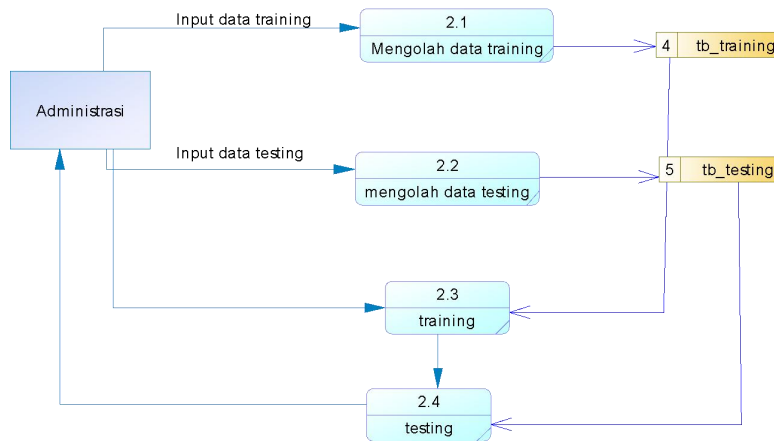
Gambar 2. Arsitektur Backpropagation yang Diusulkan



Gambar 3. Diagram Konteks Sistem

- Keterangan
- X1 : Bulan
 - X2 : Tahun
 - X3 : Negara
 - X4 : Pintu masuk

Sistem ini terkait prediksi jumlah wisatawan mancanegara ke Indonesia. Algoritma yang digunakan untuk memprediksi jumlah wisatawan adalah *Backpropagation*, arsitektur jaringan yang dibangun dalam Gambar 2. Input layer terdapat 4 node X1, X2, X3, dan X4 yaitu bulan, tahun, negara asal, dan pintu masuk, *hidden* layer terdapat 9 node, dan output layer terdapat 1 node berupa jumlah. Gambar 3 menjelaskan bagaimana alur sistem bekerja secara detail dan Gambar 5 menampilkan bagaimana alur sistem bekerja beserta dataset.



Gambar 4. Diagram Alur Data

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil model dari *training Backpropagation* di *Jupyter Notebook* digunakan untuk memprediksi data tes dan data *training*. Hasil evaluasi dengan menghitung selisih error pada data tes nilai MAE adalah 0,247 dan selisih error pada data *training* nilai MAE adalah 0,25. Tabel 3 merupakan contoh data tes yang diprediksi serta dihitung nilai selisih error. Tabel 4 merupakan contoh data *training* yang diprediksi serta dihitung nilai selisih error.

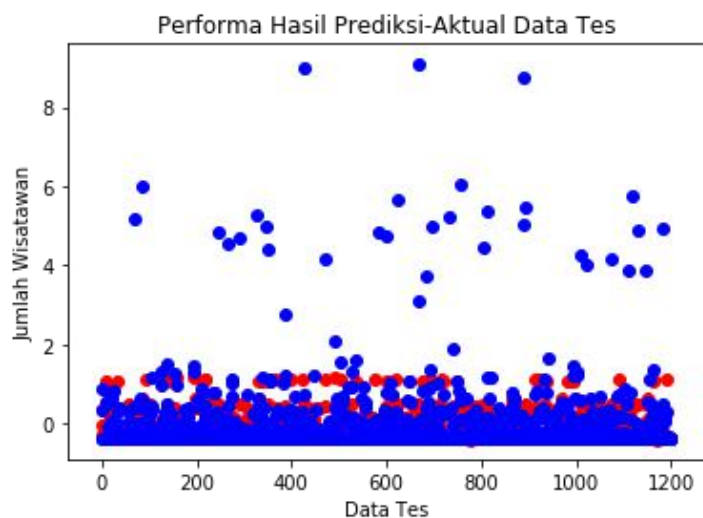
Tabel 3. Contoh Hasil Prediksi dan MAE Data Tes

Data tes	Hasil prediksi	MAE
-0.386	-0.39	0.004
0.893	-0.033	0.926
0.366	0.354	0.012
-0.391	-0.382	0.009
-0.393	-0.39	0.003
		0.1908

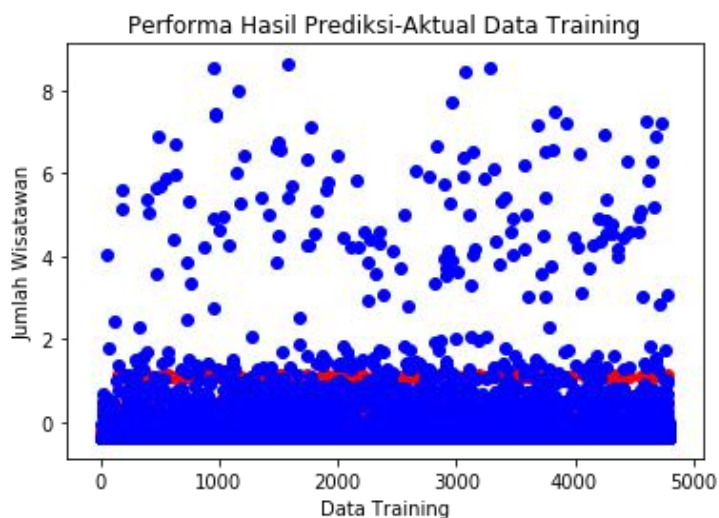
Tabel 4. Contoh Hasil Prediksi dan MAE Data Training

Data tes	Hasil prediksi	MAE
-0.387	-0.389	0.002
-0.375	-0.223	0.152
-0.387	-0.387	0
-0.005	-0.184	0.179
-0.227	-0.161	0.066
		0.0798

Gambar 5 merupakan performa dari data tes yang diprediksi. Titik biru merupakan data aktual dan titik merah adalah hasil prediksi data tes. Gambar 6 merupakan performa data *training* yang diprediksi kemudian dibandingkan dengan data aktual.



Gambar 5. Performa Data Tes



Gambar 6. Performa Data Training

4. Penutup

Metode *Backpropagation* digunakan untuk *training* 4800 baris data dengan arsitektur jaringannya adalah 4-9-1 (4 node input layer, 9 node *hidden* layer, dan 1 node output layer). Model *Backpropagation* yang dihasilkan dari *training* digunakan untuk ujicoba pada data tes

1200 baris mempunyai selisih error terhadap data aktual 0.247, sedangkan model *Backpropagation* yang digunakan ujicoba pada data *training* 4800 baris mempunyai selisih error 0,25. Algoritma *Backpropagation* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia. Algoritma *Backpropagation* dari model *training* ini bisa diimplementasi ke website atau ke aplikasi.

5. Referensi

- [1] B. D. Setiawan, F. A. Bachtiar, and G. Ramadhona, "Prediksi Produktivitas Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, 2018.
- [2] N. Nafi'iyah, A. Ahmad Salaffudin¹, and N. Q. Nawafilah, "Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Korban Bencana Alam," *SMATIKA J.*, 2020, doi: 10.32664/smatika.v9i02.400.
- [3] Y. L. Saputra and E. Ekojono, "Sistem Informasi Prediksi Jumlah Wisatawan Pada Jawa Timur Park Group Kota Wisata Batu Menggunakan Metode Forecasting," *J. Inform. Polinema*, vol. 2, no. 3, 2016, doi: 10.33795/jip.v2i3.70.
- [4] F. R. Kustiawan and Hudori, "Forecasting Jumlah Wisatawan Di Taman Wisata Alam Kawah Ijen Dengan Metode Exponential Smoothing Berbantu Zaitun Time Series," *J. Pendidik. Mat. Mat.*, vol. I, no. 1, 2017.
- [5] F. I. Yusuf and D. H. Anjasari, "Metode Triple Exponential Smoothing Holt Winter untuk peramalan Jumlah Wisatawan Nusantara Di Kabupaten Banyuwangi," *J. UJMC*, vol. 4, 2018.
- [6] A. B. Elfajar, B. D. Setiawan, and C. Dewi, "Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [7] A. Indrasetianingsih and I. Damayanti, "Prediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Indonesia dengan Menggunakan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Jaringan Syaraf Tiruan," *J Stat. J. Ilm. Teor. dan Apl. Stat.*, vol. 10, no. 2, 2018, doi: 10.36456/jstat.vol10.no2.a1219.
- [8] E. Kurniawati and O. Yantri, "Pemodelan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Di Batam Dengan Menggunakan Arima Dan Regresi Time Series," *J. Dimens.*, vol. 7, no. 3, 2018, doi: 10.33373/dms.v7i3.1716.
- [9] N. Syamsiah Oktaviani and I. Purwandani, "Penerapan Neural Network Untuk Peramalan Data Time Series Univariate Jumlah Wisatawan Mancanegara," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 3, 2019.
- [10] M. A. D. Chandrasa, E. Lesmana, and E. Hertini, "Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara Ke Indonesia Dengan Metode Holt-Winters Dan Hubungannya Terhadap Pendapatan Devisa Pariwisata," *Teorema Teor. dan Ris. Mat.*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.25157/teorema.v5i2.3790.
- [11] N. P. N. Hendayanti and M. Nurhidayati, "Perbandingan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan Support Vector Regression (SVR) dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Bali," *J. Varian*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.30812/varian.v3i2.668.
- [12] M. Marbun, H. T. Sihotang, and M. A. Nababan, "Perancangan Sistem Peramalan Jumlah Wisatawan Asing," *J. Mantik Penusa*, vol. 2, no. 1, 2018.