

Prediksi Jumlah Penumpang Pesawat dengan *Backpropagation Neural Network*

Desy Pitriyani, Yurika Permanasari*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 13/8/2022
Revised : 15/12/2022
Published : 21/12/2022



Creative Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International License.

Volume : 2
No. : 2
Halaman : 129-136
Terbitan : **Desember 2022**

ABSTRAK

Melonjaknya penumpang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta pada era *new normal*, pihak bandara perlu memiliki informasi mengenai berapa banyak penumpang pada beberapa periode waktu ke depan guna mengetahui perencanaan dan pengoptimalan pengoperasian bandara yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penumpang pesawat menggunakan *Backpropagation Neural Network*. Data yang digunakan adalah data bulanan jumlah penumpang pesawat penerbangan domestik di Bandara Internasional Soekarno-Hatta mulai Januari 2006 hingga April 2022 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS). Hasil penelitian menunjukkan prediksi dengan metode *Backpropagation Neural Network* menghasilkan prediksi yang baik dengan MAPE 19,77%. Prediksi jumlah penumpang pada periode selanjutnya yaitu Mei 2022 adalah sebanyak 1.060.500 penumpang.

Kata Kunci : Prediksi jumlah penumpang pesawat; Backpropagation Neural Network; MAPE.

ABSTRACT

The surge in passengers at Soekarno-Hatta International Airport in new normal era, urged the airport to have information about how many passengers in the next several time periods in order to know the proper plan and optimization of airport operations. This paper aims to use Backpropagation Neural Network methods to predict the number of airplane passengers. The data used is monthly data on the number of passengers on domestic flights at Soekarno-Hatta International Airport from January 2006 to April 2022 obtained from Badan Pusat Statistik (BPS). The results showed predictions with Backpropagation Neural Network method produced the best predictions with 19.77% MAPE. The prediction of the number of passengers in the next period, May 2022 is 1.060.500 passengers.

Keywords : air passengers prediction; Backpropagation Neural Network; MAPE.

© 2022 Jurnal Riset Matematika Unisba Press. All rights reserved.

A. Pendahuluan

Prediksi merupakan alat bantu penting dalam suatu perencanaan agar dapat mengambil suatu tindakan yang tepat di masa yang akan datang [1] karena masa depan bersifat tidak pasti sebagaimana firman Allah SWT “Katakanlah (hai Muhammad) tidak ada seorang pun yang ada di langit dan di bumi mengetahui perkara gaib kecuali Allah saja” (QS: An-Naml ayat 65). Dalam Islam prediksi terbagi atas dua jenis, yaitu prediksi ilmiah dan prediksi non ilmiah. Prediksi ilmiah merupakan prediksi yang berasal dari perkiraan pemikiran dan ilmu pengetahuan yang penggunaannya diperbolehkan karena memiliki manfaat bagi kemaslahatan umat sebagaimana firman Allah SWT “Tetapi orang-orang yang zalim, mengikuti hawa nafsunya tanpa ilmu pengetahuan; maka siapakah yang akan menunjuki orang yang telah disesatkan Allah? Dan tiadalah bagi mereka seorang penolong pun” (QS: Ar-Rum ayat 29). Prediksi ilmiah dapat dilakukan salah satunya dengan pemodelan matematika, yaitu pemodelan yang mempergunakan lambang-lambang matematika untuk menyajikan perilaku objek. Pemodelan matematika merupakan suatu usaha abstraksi terhadap objek melalui cara analisis ataupun numeris dalam bentuk persamaan matematika.

Padatnya aktivitas penerbangan di Bandara SHIA membuatnya menjadi penting untuk menganalisis data jumlah penumpang pesawat serta ramalan dari data tersebut[2]. Bandara SHIA merupakan bandara tersibuk di Indonesia berdasarkan pergerakan pesawat dan penumpang [3]. Akan tetapi, Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020 mencatat adanya penurunan jumlah penumpang pesawat baik domestik maupun internasional di Bandara SHIA yang disebabkan salah satunya karena adanya pandemi Coronavirus Disease (Covid-19) yang muncul pada akhir Desember 2019 di Wuhan, China [4] Setelah lebih dari lima bulan terdampak Covid-19, Pemerintah meminta masyarakat Indonesia hidup berdampingan dengan virus dilengkapi protokol kesehatan yang disebut dengan keadaan *new normal* kemudian dengan semakin baiknya penanganan Covid-19 dan tingginya angka vaksinasi masyarakat di Indonesia, mendorong pemerintah mengeluarkan pelonggaran kebijakan pembatasan wilayah di Indonesia yang kemudian memicu peningkatan pergerakan penumpang Bandara SHIA pada kuartal I tahun 2022 yang mencapai 88 persen dibandingkan kuartal I tahun 2021.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk prediksi metode *Backpropagation Neural Network* juga yang dapat digunakan untuk memprediksi, Handayani [5] melakukan penelitian mengenai prediksi produksi energi listrik di PLTA Ir. H. Djuanda dengan metode *Backpropagation Neural Network*, hasilnya diperoleh metode tersebut menghasilkan prediksi yang baik. Selain menggunakan satu metode. Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan penelitian mengenai prediksi jumlah penumpang di Bandara SHIA dengan *Backpropagation Neural Network*. *Backpropagation Neural Network* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode statistik konvensional di antaranya tidak memerlukan asumsi awal terhadap data, sehingga untuk data dengan jumlah besar dan terus menerus diperbaharui, dapat menangkap pola non linier yang ada dalam data [6] dan merupakan bagian dari *Neural Network* yang merupakan metode yang paling banyak digunakan pada saat ini untuk menyelesaikan berbagai masalah terapan seperti prediksi runtun waktu, *pattern recognition*, *signal processing* dan proses *control* [6].

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana prediksi jumlah penumpang pesawat penerbangan domestik di Bandara Internasional Soekarno Hatta dengan Metode *Backpropagation Neural Network*?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini mengetahui prediksi jumlah penumpang pesawat penerbangan domestik di Bandara Internasional Soekarno Hatta dengan Metode *Backpropagation Neural Network*. Kemudian, batasan masalah dalam penelitian ini parameter yang digunakan diinisiasi oleh peneliti diantaranya, jumlah neuron dalam *hidden layer*, *learning rate*, target error, jumlah iterasi, dan fungsi aktivasi.

B. Metode Penelitian

Prediksi Ilmiah

Prediksi merupakan proyeksi dari satu atau lebih peristiwa di masa depan berdasarkan data masa lalu dan data saat ini. Prediksi sudah ada sejak zaman prasejarah, pada zaman tersebut prediksi didapatkan dengan mengamati pertanda dan fenomena alam dan terus berkembang dari waktu ke waktu hingga kini dengan ditemukannya teori peluang, berkembangnya statistika modern, dan pesatnya studi mengenai masa depan, manusia akhirnya menemukan cara sistematis untuk melakukan prediksi berbasis data yang lebih terstruktur dan terukur dengan banyak jenis metodologi prediksi di dalamnya.

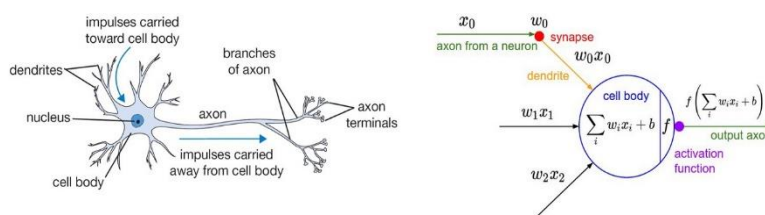
Analisis Time series

Time series atau runtun waktu adalah kumpulan pengamatan yang dilakukan secara berurutan dalam periode waktu tertentu. Analisis *time series* merupakan pendekatan sistematis yang digunakan salah satunya sebagai usaha untuk menjawab pertanyaan matematik dan statistik yang ditimbulkan oleh korelasi waktu.

Backpropagation Neural Network

Artificial Neural Network atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST) pertama kali dirancang pada tahun 1943 oleh McCulloch dan Walter Pitts dengan rancangan berupa kombinasi banyak neuron sederhana yang menjadi sebuah sistem syaraf sebagai suatu peningkatan tenaga komputasi [7]. Pemodelan ini didasari oleh kemampuan otak manusia dalam mengorganisasikan sel-sel penyusunnya yang disebut neuron, sehingga mampu melaksanakan tugas-tugas tertentu, khususnya pengenalan pola dengan efektivitas yang sangat tinggi [8]. Menurut Haykin & Simon [9] JST menyerupai otak manusia dalam dua hal, yaitu pengetahuan diperoleh jaringan melalui proses belajar dan kekuatan hubungan antar sel syaraf (neuron) yang dikenal sebagai bobot-bobot sinaptik digunakan untuk menyimpan pengetahuan, **Error! Reference source not found.** merupakan JST secara umum dan perbandingannya dengan sel syaraf manusia.

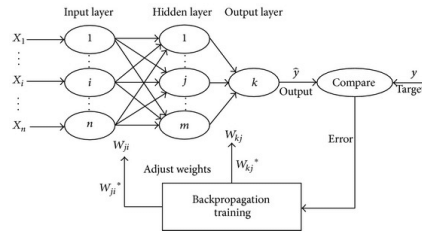
Bentuk arsitektur JST yang banyak digunakan secara umum dalam aplikasi bidang teknik atau rekayasa adalah *Multilayer Perceptron* (MLP) yang juga dikenal dengan *Feedforward Neural Network* (FFNN). Setiap layer dalam MLP masing-masing mempunyai fungsi khusus. *Input layer* berfungsi menerima sinyal/vektor masukan dari luar dan mendistribusikannya ke semua neuron dalam *hidden layer*. *Hidden layer* berfungsi untuk menerima sinyal/vektor dari *input layer* dan mengolah sinyal/vektor tersebut. *Output layer* menerima sinyal keluaran dari *hidden layer*, mengolah dan memunculkan nilai keluaran dari keseluruhan jaringan.



Gambar 1. Perbandingan Sel Syaraf Manusia dan JST

Salah satu algoritma pelatihan yang populer untuk melatih MLP adalah algoritma *Backpropagation Neural Network* atau propagasi balik. Algoritma ini melakukan dua tahap perhitungan, yaitu: perhitungan maju untuk menghitung galat antara target *output* dengan *output* yang dihasilkan *output layer* dan perhitungan mundur yang mempropagasikan balik galat tersebut untuk memperbaiki bobot-bobot sinaptik pada semua neuron yang ada. Desain *Backpropagation Neural Network* terdapat pada

Gambar 1.



Gambar 1 Desain *Backpropagation Neural Network*

Berikut adalah persamaan untuk perhitungan maju :

$$v_j = \sum_{i=1}^n x_i w_{ji} + b_j \tag{1}$$

$$\hat{y}_j = \sigma(v_j) \tag{2}$$

$$v_k = \sum_{j=1}^m \hat{y}_j w_{kj} + b_k \tag{3}$$

$$\hat{y}_k = \sigma(v_k) \tag{4}$$

$$e_k = y - \hat{y}_k \tag{5}$$

Selanjutnya perhitungan mundur, dihitung berdasarkan persamaan berikut: (contoh fungsi aktivasi yang digunakan: Sigmoid biner)

$$\delta_k = y_k [1 - y_k] e_k \tag{6}$$

$$\Delta w_{kj} = \eta \hat{y}_j \delta_k \tag{7}$$

$$w_{kj}^* = w_{kj} + \Delta w_{kj} \tag{8}$$

$$b_k^* = b_k + \eta \sum_{j=1}^m \delta_{kj} \tag{9}$$

$$\delta_j = \hat{y}_j [1 - \hat{y}_j] + \sum_{k=1}^m \delta_{kj} w_{kj} \tag{10}$$

$$\Delta w_{ji} = \eta x_i \delta_j \tag{11}$$

$$w_{ji}^* = w_{ji} + \Delta w_{ji} \tag{12}$$

$$b_j^* = b_j + \eta \sum_{i=1}^n \delta_{ji} \tag{13}$$

Langkah-langkah tersebut untuk 1 kali siklus pelatihan (satu *epoch*), biasanya perlu beberapa kali pengulangan hingga jumlah siklus berhenti atau telah tercapai galat atau eror yang diharapkan.

Akurasi dengan MAPE

Ukurasi akurasi hasil prediksi merupakan ukuran kesalahan yang memperlihatkan tingkat perbedaan antara hasil prediksi dengan keadaan aktual yang sebenarnya terjadi [10]. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan membagi persentase dari rata-rata harga mutlak residu pada tiap periode dengan nilai aktual. Berikut adalah persamaan nilai MAPE [11]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| * 100\% \tag{14}$$

Prediksi yang baik memiliki nilai MAPE sesuai kriteria pada tabel berikut[12]:

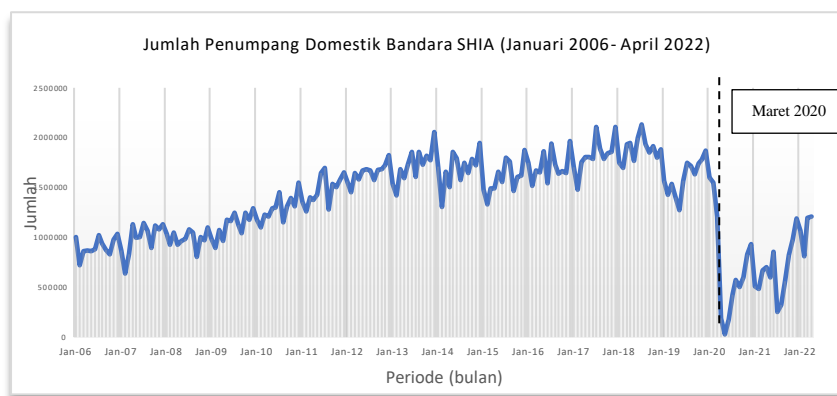
Tabel 1. Kriteria MAPE

MAPE (%)	Tingkat Akurasi
$0 \leq MAPE < 10$	Sangat akurat
$10 \leq MAPE < 20$	Akurat
$20 \leq MAPE < 50$	Kurang akurat
$MAPE \geq 50$	Tidak akurat

C. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Pusat yang bersumber dari PT Angkasa Pura I dan PT Angkasa Pura II yaitu data bulanan jumlah penumpang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta (SHIA) untuk tujuan penerbangan domestik dari rentang Januari 2006 sampai April 2022.



Gambar 2. Grafik Jumlah Penumpang Bandara SHIA

Jumlah penumpang penerbangan domestik di Bandara SHIA cenderung bergerak fluktuatif secara musiman dengan jumlah yang cenderung meningkat dari 2009 hingga 2018. Pergerakan musiman cukup jelas terlihat setiap musim libur khususnya pada periode Juni dan Juli serta Desember dan Januari yang terdapat momen libur Natal dan tahun baru sehingga grafik pada periode-periode tersebut cenderung naik pada setiap tahunnya. terlihat bahwa pada tahun 2020 tepatnya periode Maret menuju April grafik jumlah penumpang menurun tajam. Hal tersebut disebabkan oleh teridentifikasinya kasus Covid-19 pertama di Indonesia pada Maret 2020 yang kemudian menyebar dengan cepat sehingga pemerintah mengeluarkan berbagai kebijakan pembatasan wilayah untuk mengurangi laju penyebaran virus Covid-19. Akan tetapi, grafik terlihat kembali menaik pada periode Januari tahun 2022. Hal tersebut dipicu oleh semakin baiknya penanganan Covid-19 dan

tingginya angka vaksinasi masyarakat yang mendorong dikeluarkannya pelanggaran kebijakan pembatasan wilayah di Indonesia.

Pembagian Data

Data dibagi menjadi menjadi dua, yaitu data pelatihan (*data training*) dan data pengujian (*data testing*). Data pelatihan digunakan untuk membuat model prediksi, sementara data pengujian digunakan untuk menguji model prediksi yang telah didapatkan. Pembagian data pelatihan dan pengujian dilakukan dengan 5 skenario komposisi pembagian data, kemudian akan dicari komposisi pembagian data terbaik yang menghasilkan MAPE terendah. Skenario pembagian data dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Skenario Pembagian Data

Perbandingan Pembagian data (%)	Jenis Data	Jumlah	Periode
60:40	Pelatihan	118	Januari 2006-Oktober 2015
	Pengujian	78	November 2015-April 2022
70:30	Pelatihan	137	Januari 2006-Mei 2017
	Pengujian	59	Juni 2017-April 2022
80:20	Pelatihan	157	Januari 2006-Januari 2019
	Pengujian	39	Februari 2019-April 2022
90:10	Pelatihan	176	Januari 2006-Agustus 2020
	Pengujian	20	September 2020-April 2022
95:5	Pelatihan	186	Januari 2006-Juni 2021
	Pengujian	10	Juli 2021-April 2022

Inisialisasi Parameter

Prediksi *Backpropagation Neural Network* dengan penentuan parameter seperti jumlah neuron dalam *hidden layer* diinisialisasi sebanyak 150; iterasi sebanyak 8000; *learning rate* (laju pembelajaran) sebesar 0,001, target error sebesar 0, dan fungsi aktivasi pada *hidden layer* yaitu *Tansig* dan fungsi aktivasi pada *output layer* yaitu *Purelin*.

Hasil Prediksi

Tabel 3. MAPE Pengujian

	Pengujian <i>Backpropagation Neural Network</i>				
	60:40	70:30	80:20	90:10	95:5
MAPE	39.44%	23.77%	54.96%	49.28%	19.77%

Hasil akurasi pengujian yang dihasilkan metode *Backpropagation Neural Network* menghasilkan nilai akurasi yang beragam. Terlihat pula bahwa dengan bertambahnya data pelatihan dan berkurangnya data pengujian tidak selalu menghasilkan akurasi pengujian yang semakin kecil seperti akurasi yang dihasilkan komposisi 80:20 yang menghasilkan akurasi pengujian lebih besar dari akurasi pengujian komposisi 70:30 dan komposisi 60:40. Berdasarkan **Tabel 1**, komposisi data 60:40, 70:30 dan 90:10 menghasilkan akurasi pengujian yang kurang akurat, komposisi 80:20 menghasilkan akurasi pengujian yang tidak akurat. Sedangkan komposisi 95:5 menghasilkan akurasi pengujian yang akurat. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan parameter yang sama pada setiap skenario komposisi pembagian data pelatihan dan pengujian akan

mempengaruhi akurasi yang dihasilkan. Sehingga dipilih komposisi 95:5 yang menghasilkan model terbaik karena menghasilkan MAPE terendah.

Prediksi Periode Selanjutnya

Setelah didapatkan skenario pembagian data terbaik, selanjutnya dapat dihitung prediksi untuk jumlah penumpang pesawat penerbangan domestik di Bandara SHIA untuk satu periode selanjutnya, yaitu Mei 2022. Dengan metode *Backpropagation Neural Network* dengan komposisi pembagian data sebesar 95:5 diperoleh prediksi untuk Mei 2022 adalah sebesar 1.060.500 penumpang.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut: Skenario pembagian data yang menghasilkan MAPE pengujian terendah dihasilkan oleh komposisi data 95%:5% dengan akurasi MAPE sebesar 19,77% dengan kriteria akurat yang menunjukkan metode *Backpropagation Neural Network* dapat digunakan untuk prediksi jumlah penumpang pesawat penerbangan domestik di Bandara SHIA.

Inisialisasi nilai-nilai parameter dan skenario pembagian data yang digunakan pada prediksi juga memengaruhi akurasi prediksi yang dihasilkan setiap skenario pembagian data. Prediksi jumlah penumpang pesawat Bandara SHIA penerbangan domestik untuk periode selanjutnya yaitu Mei 2022 dengan metode *Backpropagation Neural Network* dan komposisi pembagian data 95%:5% adalah sebesar 1.060.500 penumpang.

Daftar Pustaka

- [1] D. Rahmawati, Y. Permanasari, and D. Suhaedi, "Pemodelan Box-Jenkins dan Exponential Smoothing untuk Prediksi Pengunjung Daerah Wisata Sayang Ka'ak Ciamis," *J. Ris. Mat.*, vol. 1, no. 2, pp. 109–118, 2021, doi: 10.29313/jrm.v1i2.375.
- [2] F. Rianda, "Pemodelan Intervensi Untuk Menganalisis dan Meramalkan Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Soekarno-Hatta Akibat Pandemi Covid-19," *Semin. Nas. Off. Stat.*, vol. 2021, no. 1, pp. 283–292, 2021, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2021i1.857.
- [3] D. S. Fahik and M. T. Jatipaningrum, "Peramalan Jumlah Penumpang Penerbangan Internasional Di Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta Dengan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Dan Seasonal Arima," *Stat. Ind. dan Komputasi*, vol. 6, no. 1, pp. 77–87, 2021.
- [4] V. W. Soemarwi and N. Triagustin, "Pelaksanaan Penerapan Rapid Test Dan PCR Dalam Penerbangan : Berdasarkan Surat Edaran Gugus Tugas Percepatan Penanganan Covid-19 Nomor 9 Tahun 2020," pp. 56–77, 2020.
- [5] Y. P. Handayani, "Prediksi Produksi Energi Listrik PLTA Ir . H . Djuanda Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan dengan Pendekatan Backpropagation," *Pros. Mat.*, vol. I, pp. 20–26, 2018.
- [6] M. N. Mara, N. Satyahadewi, and Yundari, "Kajian Teoritis Hybridizing Exponential Smoothing Dan Neural Network Untuk Peramalan Data Runtun Waktu," *Bimaster Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 02, no. 3, pp. 205–210, 2013.
- [7] I. Suryani, S. Tinggi, M. Informatika, D. Komputer, N. Mandiri, and R. S. Wahono, "Penerapan Exponential Smoothing untuk Transformasi Data dalam Meningkatkan Akurasi Neural Network pada Prediksi Harga Emas," *J. Intell. Syst.*, vol. 1, no. 2, 2015, [Online]. Available: <http://journal.ilmukomputer.org>
- [8] Suyanto, *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning and Learning*. Bandung: Informatika, 2014.

- [9] C. Simon Haykin (McMaster University, Hamilton, Ontario, “Neural Networks - A Comprehensive Foundation.” p. 823, 2005.
- [10] J. G. Garini, “Perbandingan Metode Holt-Winter, Grey Holt-Winter, dan Hybrid Holt-Winter Artificial Neural Network Pada Peramalan Data Intermiten,” 2018, [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/49481/>
- [11] S. Makridakis, S. Wheelwright, and V. Mcgee, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*, 2nd ed. Jakarta: Bina Aksara, 1999.
- [12] L. Latipah, S. Wahyuningsih, and S. Syaripuddin, “Peramalan Pendapatan Asli Daerah Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Model Grey-Markov (1,1),” *Jambura J. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 89–103, 2019, doi: 10.34312/jjom.v1i2.2347.