

IMPLEMENTASI METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA) DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DALAM PERAMALAN VOLUME PENUMPANG KERETA API

Ulfah Mediaty Arief¹, Gita Kencana Putri²

¹Teknik Elektro, Universitas
Negeri Semarang

² Teknik Elektro, Universitas
Negeri Semarang

Email:

¹ulfahmediatyrief@mail.unnes.ac.id

²sulaimangitaputri@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro

Universitas Negeri Semarang

Sekaran, Gunungpati Semarang 50229

Abstrak

Peningkatan jumlah pengguna kereta api dapat diantisipasi dengan peramalan volume penumpang kereta api sebagai pedoman dalam meningkatkan kualitas perencanaan operasi. Metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dan metode ARIMA dapat diimplementasikan dengan baik dalam peramalan. Data yang digunakan adalah data penumpang kereta api Argo Muria periode Januari 2009 sampai dengan Desember 2016.

Berdasarkan pelatihan dan pengujian data yang dilakukan, metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan arsitektur jaringan 12-8-1 menghasilkan nilai MSE dan MAPE lebih kecil yaitu 0,000581 dan 22 % dibandingkan dengan metode ARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ yang memiliki nilai MSE dan MAPE berturut-turut sebesar 0,5634 dan 28%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam peramalan volume penumpang kereta api menghasilkan nilai peramalan dengan tingkat akurasi paling baik.

Kata kunci: ARIMA, Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*, Penumpang Kereta Api, Peramalan

1 PENDAHULUAN

Kereta api menjadi salah satu moda transportasi andalan bagi masyarakat. Tercatat pada tahun 2014 PT. KAI telah mengangkut sebanyak 272,6 juta penumpang pengguna kereta api di Pulau Jawa dan Sumatera meliputi kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif. Jumlah tersebut mengalami kenaikan sebanyak 14% pada tahun 2015 dan mengalami kenaikan lagi pada tahun 2016 sebesar 7,3% (PT. Kereta Api).

Peningkatan volume penumpang kereta api tidak sebanding dengan kapasitas jumlah penumpang yang disediakan. Pengelolaan sistem transportasi yang efisien

sangat diperlukan. Pengelolaan sistem transportasi yang efisien menjadi persyaratan penting dalam mengelola sistem transportasi di suatu wilayah (Saeedeh Anvari et al, 2016:25). Peramalan volume penumpang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam sistem manajemen pengelolaan transportasi meliputi penambahan beberapa armada transportasi dan peningkatan regulasi ketika terjadi peningkatan volume penumpang (Yu Wei dan Mu Chen Chen, 2012:148).

Peramalan adalah gambaran kejadian yang telah terjadi pada masa lampau yang dapat digunakan dalam penentuan masa yang akan datang (Albert Battersby, 1976:72). Salah satu teknik dalam proses peramalan adalah penggunaan data–data runtut waktu (Makridakis et al, 2000). Peramalan data runtut waktu menggunakan pendugaan atau prediksi masa depan didasarkan dengan penggunaan nilai masa lalu dari suatu variabel. Langkah utama yang harus dilakukan sebelum memilih suatu metode runtut waktu yang tepat adalah dengan mempertimbangkan beberapa pola yang mungkin terdapat pada data tersebut (Makridakis et al, 1999).

Metode ARIMA menggunakan pendekatan iteratif pada proses identifikasi suatu model yang paling sesuai dengan data dibandingkan model yang lainnya. Model sementara yang telah dipilih akan diuji dengan data runtut waktu. Model dikatakan sudah memadai jika residual (selisih hasil ramal dengan data aktual) terdistribusi normal dan independen satu sama lain. Artinya tidak ada korelasi antar data (Aris Gunaryati dan Adang Suhendra, 2015). Metode ARIMA meramalkan suatu variabel hanya dengan melihat pola data runtut waktu terdahulu yang digunakan (Dilay Celebi et al, 2009). Data yang digunakan dalam metode ARIMA harus stasioner. Stasioneritas data runtut waktu merupakan keadaan dimana titik-titik data berada pada nilai tengah dan juga nilai ragam yang konstan (Ali Machmudin dan Brodjol S. S. Ulama, 2012:119).

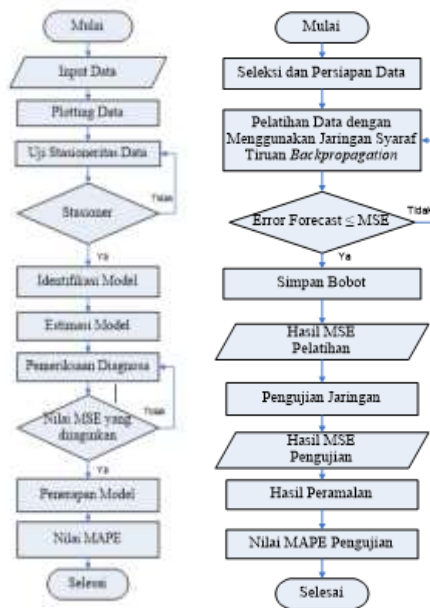
Jaringan syaraf tiruan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan masalah dengan cara melakukan proses belajar melalui perubahan bobot pada sinapsisnya (Arief Hermawan, 2006:2). Jaringan syaraf tiruan terdiri dari 3 *layer* yaitu *layer* input, *hidden layer*, dan *layer* output (Angela P Ansoj, 1996:422). Jaringan syaraf tiruan dapat mempelajari pola pada data termasuk pola musiman tanpa menghilangkan data yang bersifat musiman (C. Hamzacebi, 2008:4551).

Pengaplikasian metode ARIMA dan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dapat menjadi alternatif solusi dalam menghasilkan peramalan volume penumpang kereta api. Untuk mengetahui metode dengan tingkat akurasi yang paling baik, digunakan *mean absolute percentage error* (MAPE) sebagai persamaan dalam perhitungan kesalahan peramalan yang dihasilkan.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data volume penumpang kereta api Argo Muria pada Januari 2009 sampai dengan Desember 2016. Total ada 96 data. Data tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu data latih. Pada peramalan dengan menggunakan metode peramalan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* data target yang digunakan adalah data bulan tahun berikutnya dari data input yang digunakan.

Tujuan utama penggunaan data runtut waktu dalam peramalan adalah untuk mengembangkan model matematis yang dapat memperkirakan pengamatan untuk masa yang akan datang dengan menggunakan data yang tersedia (Ina Khandelwal et al, 2015). Gambar 2 menunjukkan proses peramalan menggunakan metode ARIMA dan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.

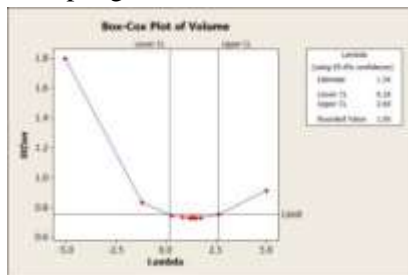


Gambar 1 Proses Peramalan Menggunakan Metode ARIMA dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

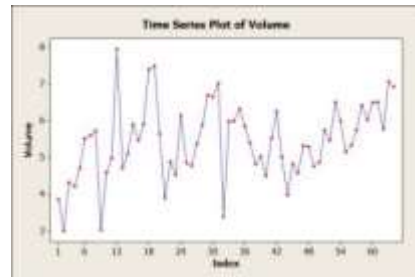
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Stasioneritas pada data sangat diperlukan guna identifikasi model pada metode ARIMA dan sangat bermanfaat bagi proses peramalan (G. Peter Zhang, 2003). Kestasioneran data dapat diketahui dengan melihat *time series plot*. *Time series plot* yang dihasilkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.

Kestasioneran data dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi *Box Cox Transformation*. Gambar 3 merupakan *Box Cox Plot Transformation* data volume penumpang

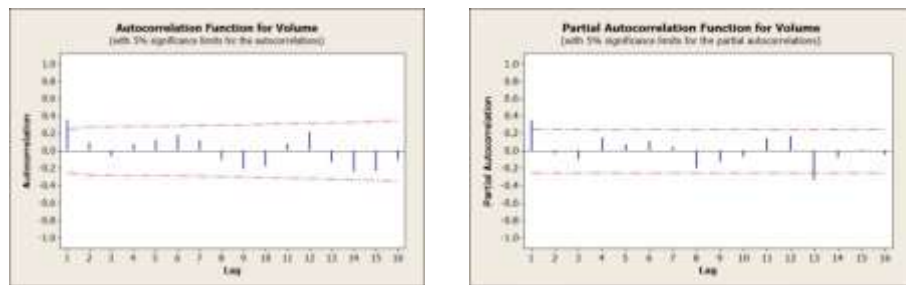


Gambar 3. *Box Cox Plot Transformation* Volume Penumpang Kereta Api



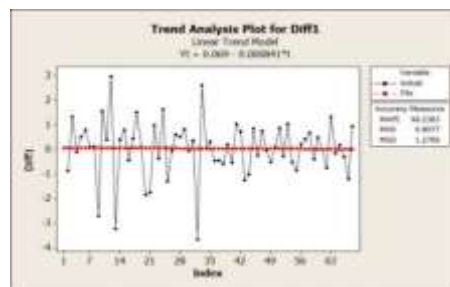
Gambar 2. *Time Series Plot* Volume Penumpang Kereta Api

Pada *Box Cox Plot Transformation* dapat terlihat bahwa data yang digunakan dalam penelitian sudah stasioner terhadap ragam. Digunakan fungsi ACF dan PACF pada Identifikasi model metode ARIMA (A. Aslanargun et al, 2007). Gambar 4 menunjukkan korelogram ACF dan PACF volume penumpang kereta api.



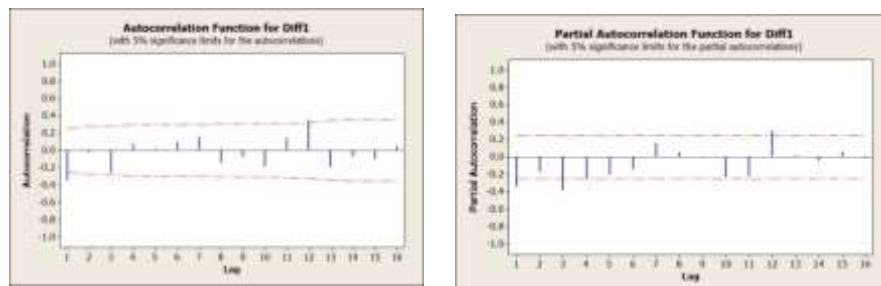
Gambar 4. Korelogram ACF dan PACF Volume Penumpang Kereta Api

Perlu dilakukan *differencing* atau pembedaan pertama pada data. Setelah dilakukan *differencing* pertama pada data. Gambar 5 menunjukkan *trend analysis plot* hasil *differencing* pertama volume penumpang kereta api.



Gambar 5. *Trend Analysis Plot Differencing* Pertama Volume Penumpang Kereta Api

Pada *trend analysis plot* hasil *differencing* pertama garis *trend* titik-titik data menghasilkan pola garis horizontal. Penentuan nilai AR, MA, ARMA, dan ARIMA dilakukan dengan melihat *lag* pada grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Gambar 6 menunjukkan korelogram ACF dan PACF hasil *differencing* pertama volume penumpang kereta api.



Gambar 6. Korelogram ACF dan PACF *Differencing* Pertama

Volume Penumpang Kereta Api

Korelogram ACF dan PACF hasil *differencing* pertama menghasilkan estimasi model untuk volume penumpang kereta api Argo Muria yaitu AR:1,2,3 dan MA:1,2. Model dapat dikatakan lolos uji signifikansi parameter jika nilai *p-value* yang dihasilkan $< \alpha$ ($\alpha = 5\%$). Pemeriksaan diagnosa terdiri dari uji independensi residual dan uji normalitas residual. Pengujian residual pada model ARIMA dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dihasilkan layak digunakan dalam peramalan (Ali Machmudin dan S. S. Ulama, 2012). Untuk menentukan model ARIMA yang paling baik digunakan dalam peramalan volume penumpang kereta api, dapat dilakukan perbandingan nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan setiap model. Tabel 1 menunjukkan nilai MSE model terpilih.

Tabel 1: Nilai MSE Model ARIMA

Model ARIMA	Nilai MSE
$(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	0,5634
$(1,1,2)(0,1,1)^{12}$	0,9221
$(3,1,0)(0,1,1)^{12}$	0,6193
$(3,1,0)(1,1,0)^{12}$	0,9523

Model ARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ memiliki nilai MSE paling kecil yaitu 0,5634. Maka model $(0,1,1)(0,1,1)^{12}$ adalah model yang dipilih dan digunakan dalam peramalan volume penumpang kereta api Argo Muria Pada peramalan menggunakan metode ARIMA dihasilkan nilai kesalahan peramalan MAPE sebesar 27% dan berarti tingkat akurasi yang dihasilkan sebesar 73%.

Penggunaan 12 neuron input, 1 lapisan *hidden layer* dengan 8 neuron, 1 neuron output, algoritma pelatihan *Lavenberg Marquadt*, *goal performance* 0,001, *epoch* 1000, momentum 0,95, fungsi aktivasi *logsig* dan *purelin* menghasilkan tingkat akurasi paling baik yaitu dengan nilai MSE sebesar 0,000581. Penggunaan bobot dan bias pada proses pengujian menghasilkan nilai MSE sebesar 0,022. Hasil tersebut sangat berbeda dengan nilai MSE pada proses pelatihan yang hanya sebesar 0,000581.

Penggunaan bobot dan bias yang sama pada proses pelatihan dan pengujian tidak menjamin bahwa nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan akan sama. Hal ini dikarenakan jumlah penggunaan data dan pola data pada data latih berbeda dengan data uji. Hal ini mempengaruhi nilai MSE yang dihasilkan pada proses pengujian data (Zaiyong Tang et al, 1991).

Nilai kesalahan peramalan MAPE yang didapatkan pada hasil peramalan menggunakan jaringan syaraf tiruan pada hasil pengujian sebesar 22%. Hasil ini sangat berbeda dengan nilai MAPE yang dihasilkan pada pelatihan data yaitu sebesar 7%. Hal ini terjadi karena perbedaan pola data pada data latih dan data uji. Terdapat banyak variasi *trend* pada data latih dibandingkan dengan data uji. Tabel 2 menunjukkan perbandingan nilai MSE pada pelatihan data.

Tabel 2: Nilai MSE Hasil Pelatihan Data

Model Peramalan	Nilai MSE
Metode ARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{12}$	0,5634
Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> 12-8-1	0,000581

Tabel 3: Nilai MAPE Hasil Pengujian Data

Model Peramalan	Nilai MAPE
Metode ARIMA (0,1,1)(0,1,1) ¹²	27%
Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> 12-8-1	22%

4 KESIMPULAN

Pada pelatihan data, metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* menghasilkan nilai MSE paling kecil dibandingkan dengan metode ARIMA yaitu sebesar 0,000581. Pada pengujian data, metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* juga menghasilkan nilai MAPE paling kecil dibandingkan dengan metode ARIMA pada pengujian data yaitu sebesar 22%.

Metode yang menghasilkan model terbaik dalam peramalan volume penumpang kereta api Argo Muria adalah metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan tingkat akurasi peramalan sebesar 78%.

Beberapa saran bagi penelitian serupa ke depan diantaranya:

- Penggunaan data dengan jumlah yang lebih banyak. Jumlah data berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan.
- Penggunaan aplikasi pengolah angka lain dalam perhitungan peramalan menggunakan metode ARIMA dan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*
- Penggunaan nilai kesalahan peramalan lain dalam menentukan tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan

Referensi

- Ansuj, P. Angela, M. E. Camargo, R. Radharamanan, dan D.G Petry. 1996. Sales Forecasting Using Time Series and Neural Network. *19th International Conference on Computers and Industrial Engineering* Vol. 31, No. 1, Hal. 421-424.
- Anvari, Saeedeh, Selcuk Tuna, Meti Canci, dan Metin Turkey. 2016. Automated Box-Jenkins Forecasting Tool with an Application for Passenger Demand in Urban Rail System. *Journal of Advanced Transportation* No. 50, Hal. 25-49.
- Aslanargun, Atilla, Mammadagha Mammadov, Berna Yazici, dan Senay Yolacan. Comparison of ARIMA, Neural Networks and Hybrid Models in Time Series : Tourist Arrival Forecasting. *Journal of Statistical Computation and Simulation*. 77 (2007): 29-53. Diakses 10 November 2017. doi:10.1080/10629360600564874.
- Battersby, Albert. 1976. *Pengendalian Pengendalian Sediaan*. Terjemahan Magdalena Adiwardana Yani. Jakarta : Erlangga.
- Celebi, Dilay, Bersam Bolat, dan Demet Bayraktar. 2009. Light Rail Passenger Demand Forecasting by Artificial Neural Networks. *Journal of IEEE* 9: 239-243. Diakses 20 November 2017. doi :978-1-4244-4136-5.

- Claveria, Oscar dan Salvador Torra. Forecasting Tourism Demand to Catalonia: Neural Network vs. Time Series Models. *Journal of Economic Modelling* 36 (2014): 220-228. Diakses 13 Oktober 2017. doi :10.1016.
- Gunaryati, Aris dan Arrahmah Aprilia. 2015. Pemodelan Forecasting Container Throughput dengan Metode ARIMA- BOX JENKINS, Jaringan Syaraf Tiruan dan Hybrida ARIMA-BOX JENKINS-Jaringan Syaraf Tiruan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia STMIK AMIKOM Yogyakarta*. 6-8 Februari: 43-48. Diakses 3 September 2017.
- Hamzacebi, Coskun. 2008. Improving Artificial Neural Networks Performance in Seasonal Time Series Forecasting. *Journal of Information Science* No, 178, Hal, 4550-4559.
- Hermawan, Arief. *Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. 2006. Yogyakarta : ANDI.
- http://kip.kereta-api.co.id/permohonan_data.html (10 April 2017).
- Khandelwal, Ina, Ratnadip Adhikari, dan Ghansyam Verma. 2015. Time Series Forecasting using Hybrid ARIMA and ANN Models based on DWT Decomposition. *Prosiding International Conference on Intelligent Computing, Communication dan Convergence India. Institute of Management and Technology*: 173-179. Diakses 15 Desember 2017. doi :10.1016.04.167
- Kuncoro, Mudrajad. 2007. *Metode Kuantitatif Teori dan Aplikasi untuk Bisnis dan Ekonomi*. Yogyakarta : UPPSTIM YKPN.
- Machmudin, Ali dan Brodjol S. S. Ulama. 2012 . Peramalan Temperatur Udara di Kota Surabaya dengan Menggunakan ARIMA dan *Artificial Neural Network*. *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 1: 118-123. Diakses 23 Agustus 2017.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C. & McGee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua Jilid Satu, Alih Bahasa Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara,
-
- 2010.*Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua Jilid Dua, Alih Bahasa Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara,
- Rahmadiani, Ani dan Wiwik Anggraeni. 2012. Implementasi Fuzzy Neural Network untuk Memperkirakan Jumlah Kumjungan Pasien Poli Bedah di Rumah Sakit Onkologi Surabaya. *Jurnal Teknik ITS* 1: 403-407. Diakses 12 Agustus 2017.
- Sartono. Models for Train Passenger Forecasting of Java and Sumatra. 2017. *Journal of Physics: Conf. Series The 3rd International Conference on Mathematics, Science and Education 2016* 824: 1-7. Diakses 16 September 2017. doi : 10.1088/1742-6596/824/1/012032.
- Tang, Zaiyong, Chrys de Almeida, dan Paul A.Fishwick. Time Series Forecasting using Neural Network Vs. Box-Jenkins Methodology. *Journal of Society for Modeling and Simulation International of Moscow State University* 57 (1991): 303-310. Diakses 4 Agustus 2017. doi :10.1177/003754979105700508.
- Wei, Yu dan Mu Chen Chen. Forecasting the Short-Term Metro Passenger Flow with Empirical Mode Decomposition and Neural Networks. *Transportation Research Journal* 21 (2012): 148-162. Diakses 18 September 2017. doi : 10.1016/2011.06.009.