

IMPLEMENTASI MODEL *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA) UNTUK PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI PULAU SUMATERA

Isop Siti Nurjanah¹, Dadang Ruhiat², Dini Andiani³

^{1,2,3} Program Studi Matematika FMIPA Universitas Bale Bandung

email : isop_janah@yahoo.com

ABSTRAK

Pemodelan dan peramalan runtun waktu saat ini sering digunakan di berbagai bidang termasuk di bidang transportasi, baik transportasi darat, laut maupun transportasi udara. Akhir-akhir ini masyarakat banyak menggunakan transportasi darat dengan menggunakan jasa layanan dari PT. Kereta Api Indonesia. Terkait hal tersebut, penelitian ini membahas tentang pemodelan dan peramalan jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia secara khusus untuk wilayah operasi di Pulau Sumatera dengan menggunakan pendekatan metode Box-Jenkins, yaitu model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Pemodelan dan peramalan dalam penelitian ini menggunakan data jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera selama 11 (sebelas) tahun terakhir yaitu dari periode Januari 2006 sampai dengan Desember 2016. Model ARIMA terbaik untuk peramalan adalah model yang memenuhi syarat signifikansi parameter, *white noise* dan memiliki nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang terkecil. Hasil analisis menunjukkan model terbaik untuk peramalan jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera adalah model ARIMA (1,1,1) dengan nilai MAPE *in sample* sebesar 12.28% dan nilai MAPE *out of sample* untuk kalibrasi model sebesar 5.11%. Dengan demikian model ARIMA (1,1,1) cocok dan layak digunakan untuk peramalan jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera.

Kata kunci: Box-Jenkins, ARIMA, MAPE, Kalibrasi, Peramalan.

PENDAHULUAN

Peramalan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau perkiraan atas kejadian di waktu mendatang. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien (Makridakis, dkk., 1999: 3). Peramalan sering digunakan pada bidang ekonomi, perencanaan produksi, peramalan penjualan, dan kontrol stok. Meramal juga dapat didasarkan pada keahlian penilaian, yang ada pada gilirannya didasarkan pada data historis dan pengalaman (Makridakis, dkk., 1999: 519). Tingkat keakuratan hasil peramalan dalam pemilihan metode peramalan harus dilakukan dengan teliti agar bisa dipertanggungjawabkan. Salah satu metode peramalan yang sering digunakan adalah runtun waktu (*time series*).

Runtun waktu (*time series*) adalah analisis yang mempertimbangkan pengaruh waktu secara beruntun. Data-data yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu seperti, jam, hari, minggu, bulan, kuartal, semester, dan tahun dapat dianalisis menggunakan metode runtun waktu. Data runtun waktu dapat dijadikan dasar dalam pengambilan ketentuan untuk meramalkan kejadian yang terjadi di era yang akan datang.

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah model yang sangat populer dan sering digunakan dalam pemodelan data runtun waktu. Model ARIMA merupakan model peramalan yang menghasilkan ramalan-ramalan berdasarkan sintesis dari pola data secara historis. Dalam membuat peramalan model ARIMA tidak menggunakan variabel independen tetapi menggunakan nilai-nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Metode ARIMA sering digunakan untuk peramalan di berbagai bidang, salah satunya bidang transportasi.

Transportasi umum yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia salah satunya adalah kereta api. Masyarakat memilih kereta api karena masyarakat membutuhkan transportasi massal dengan waktu tempuh relatif lebih cepat, terhindar dari kemacetan, nyaman, harganya ekonomis, tingkat keselamatan yang cukup tinggi, dan salah satu angkutan jarak jauh yang lebih efektif. Selain itu, kereta api menjadi transportasi alternatif terutama di daerah perkotaan yang sangat padat dengan angkutan perkotaan. Dalam realitanya, tidak jarang permintaan akan angkutan penumpang kereta api jauh lebih besar dibandingkan dengan kapasitas *seat* yang disediakan, sehingga sering menimbulkan penumpukan penumpang di berbagai stasiun (Sari dkk, 2016: 131). Permasalahan tersebut sering dihadapi seluruh daerah operasi PT. Kereta Api Indonesia khususnya di pulau Sumatera. Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengatasinya dilakukan peramalan jumlah penumpang kereta api yang akan datang menggunakan model ARIMA.

Berikut ini beberapa penelitian menggunakan metode Box-Jenkins untuk pemodelan data runtun waktu. Indayani (2009), melakukan peramalan jumlah penumpang kereta api menggunakan metode Box-Jenkins. Ruhiat dan Effendi (2018), melakukan penelitian mengenai pengaruh faktor musiman pada pemodelan deret waktu untuk peramalan debit sungai dengan metode SARIMA. Efendi (2017), dalam skripsinya melakukan analisis peramalan jumlah penumpang kereta api menggunakan metode SARIMA. Tando, Komalig dan Nainggolan (2016), melakukan prediksi jumlah penumpang kapal laut di pelabuhan laut Manado menggunakan model ARMA. Desvina dan Syahfitra (2016), melakukan prediksi pertumbuhan perdagangan luar negeri provinsi Riau menggunakan metode Box-Jenkins.

Dari paparan di atas peneliti termotivasi untuk melakukan studi literatur tentang analisis data runtun waktu menggunakan model ARIMA. Penerapannya dalam bidang transportasi, khususnya jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di pulau Sumatera. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan model ARIMA terbaik yang mampu menirukan dan meramalkan perilaku data historis, meramalkan jumlah penumpang kereta api menggunakan model ARIMA terbaik dan mengetahui tingkat kebaikan model ARIMA terbaik yang diperoleh.

METODE PENELITIAN

Pemodelan untuk peramalan jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di pulau Sumatera menggunakan pendekatan metode Box-Jenkins, yaitu model ARIMA.

Metode ARIMA dengan derajat AR (p), derajat selisih d dan derajat MA (q), maka modelnya ditulis ARIMA (p, d, q) yang mempunyai bentuk umum sebagai berikut (William W. S. Wei, 2006):

$$Y_t = \mu + (\beta_1 + 1)Y_{t-1} + (\beta_2 - \beta_1)Y_{t-2} + \dots + (\beta_p - \beta_{p-1})Y_{t-p} - \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \alpha_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \alpha_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

dengan:

Y_t	: data pada periode $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$
μ	: konstanta model
$\alpha_1, \dots, \alpha_q$: koefisien parameter <i>moving average</i>
β_1, \dots, β_p	: koefisien parameter <i>autoregressive</i>
Y_{t-p}	: data pada waktu $t - p, p = 1, 2, 3, \dots, p$
ε_t	: nilai kesalahan pada waktu ke t
ε_{t-q}	: nilai kesalahan pada saat $t - q, q = 1, 2, 3, \dots, q$

Pemodelan dan peramalan melalui metode ARIMA terdiri atas beberapa tahapan, antara lain: identifikasi model, penaksiran parameter, uji diagnostik dan uji kebaikan model.

1. Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membuat plot data untuk pengecekan pola musiman atau tidak.
- Stasioneritas data, untuk melihat data stasioner dalam variansi atau dalam *mean*. Jika tidak stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing*, sedangkan jika tidak stasioner dalam variansi maka dilakukan transformasi.
- Plot ACF dan PACF untuk melihat apakah data telah stasioner setelah dilakukan transformasi dan *differencing*, selain itu melihat plot ACF dan PACF juga dapat menduga model yang memungkinkan.

2. Penaksiran Parameter

Tahap selanjutnya yaitu mencari nilai penaksiran dari model yang memungkinkan kemudian dilanjutkan dengan uji signifikansi parameter model. Pengujian tersebut dilakukan untuk pemeriksaan bahwa model tersebut signifikan, yang berarti model layak digunakan. Proses penaksiran dan uji signifikansi parameter dapat dilakukan menggunakan *software* SPSS17.

3. Uji Diagnostik atau Tahap Verifikasi

Uji diagnostik *White noise* dan distribusi normal dilakukan melalui uji-uji berikut:

a. Autokorelasi pada Nilai Sisa

Untuk mengetahui apakah autokorelasi dari nilai sisa berbeda dengan nol atau tidak atau bersifat *White noise* dilakukan melalui uji *Ljung-Box* dengan hipotesis statistik:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0 \quad (\text{Residual bersifat } white \text{ noise})$$

$$H_1: \rho_k \neq 0, k = 1, 2, 3, \dots, m \quad (\text{Residual tidak bersifat } white \text{ noise})$$

dan persamaan statistik uji *Ljung-Box* sebagai berikut:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^i (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (2)$$

Dikirim: 26 Juni 2018; Diterima: 17 September 2018; Dipublikasikan: 29 September 2018

Cara sitasi: Nurjanah, I.S., Ruhiat, D., dan Andiani, D. 2018. Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 3 No 2, Hal 145-156, September 2018.

dimana:

- Q : statistika uji *Ljung-Box*
- ρ : merupakan autokorelasi
- k : *lag* waktu
- i : menyatakan banyaknya sisaan
- n : banyaknya parameter yang diduga

Kriteria keputusan yaitu apabila $p\text{-value} > \alpha$ maka terima H_0 dan apabila $p\text{-value} < \alpha$ maka tolak H_0 .

b. Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk mengetahui residual berdistribusi normal dilakukan dengan uji normalitas residual. Uji normalitas residual dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis statistik:

H_0 : Residual berdistribusi normal.

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

dan persamaan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai } |F_T - F_S| \text{ terbesar} \quad (3)$$

dimana:

F_T : probabilitas kumulatif normal

F_S : probabilitas kumulatif empiris

Kriteria keputusan:

(a) Jika nilai $|F_T - F_S|$ terbesar $<$ nilai tabel *kolmogorov smirnov* atau $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima, H_a ditolak.

(b) Jika nilai $|F_T - F_S|$ terbesar $>$ nilai tabel *kolmogorov smirnov* atau $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak, H_a diterima.

4. Uji Keباikan Model

Penentuan model terbaik dilakukan melalui uji kebaikan model yang diperoleh dari nilai sisa. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk uji kebaikan model berdasarkan nilai sisa, salah satunya adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Untuk menghitung MAPE digunakan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE|}{n} \quad (4)$$

dengan:

PE : nilai *percentage error*

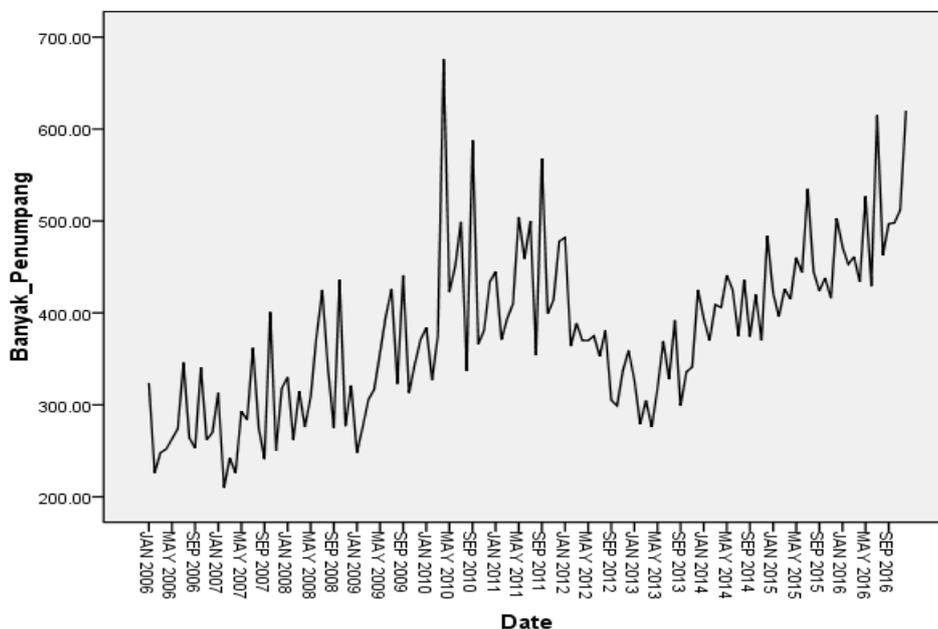
n : banyaknya pengamatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Model

a. Plot Data

Berikut ini merupakan plot data jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera.



Sumber: Hasil Analisis Data

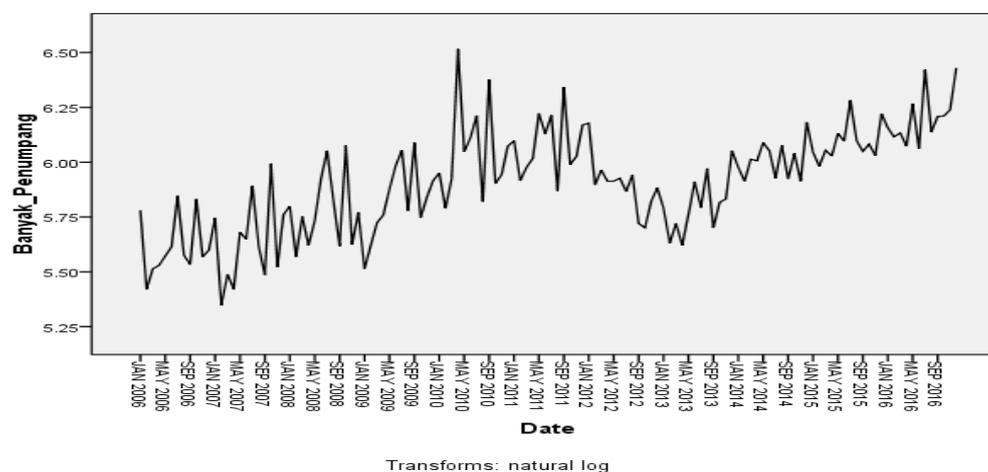
Gambar 1. Plot Data Runtun Waktu

Plot data Gambar 1 memperlihatkan bahwa data belum stasioner terhadap variansi dan *mean*, karena seiring perjalanan waktunya data menunjukkan adanya *trend*, maka harus di stasionerkan.

b. Stasioneritas Data

1) Transformasi

Plot data runtun waktu setelah distasionerkan melalui transformasi *natural log* disajikan pada Gambar 2.



Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 2. Plot Data Hasil Transformasi

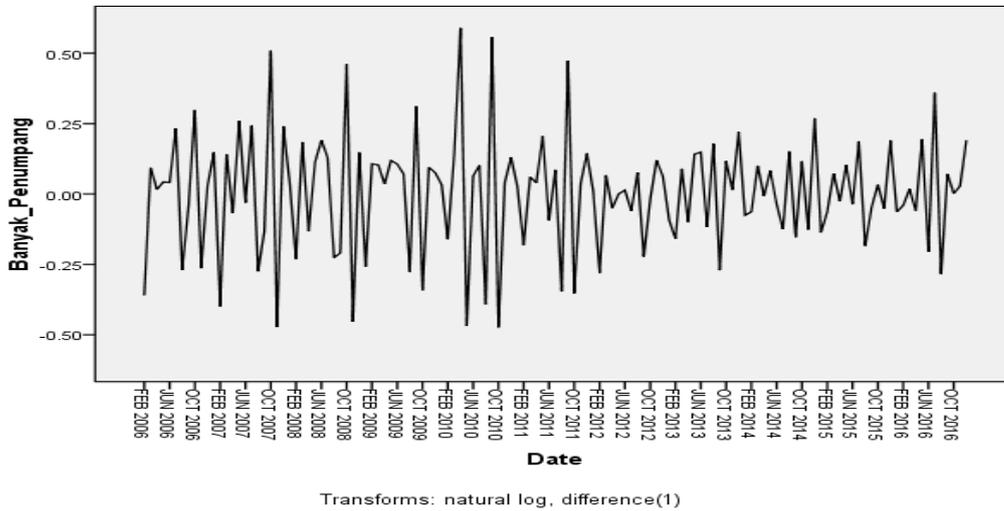
Dikirim: 26 Juni 2018; Diterima: 17 September 2018; Dipublikasikan: 29 September 2018

Cara sitasi: Nurjanah, I.S., Ruhiat, D., dan Andiani, D. 2018. Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 3 No 2, Hal 145-156, September 2018.

Dari plot Gambar 2 terlihat bahwa data masih belum stasioner dalam variansi maupun *mean*. Hal ini bisa dilihat masih ada unsur *trend* dalam data sehingga perlu dilakukan transformasi lanjutan melalui *differencing*.

2) Differencing

Berikut merupakan plot data runtun waktu penumpang kereta api yang sudah ditransformasi dan *differencing*.



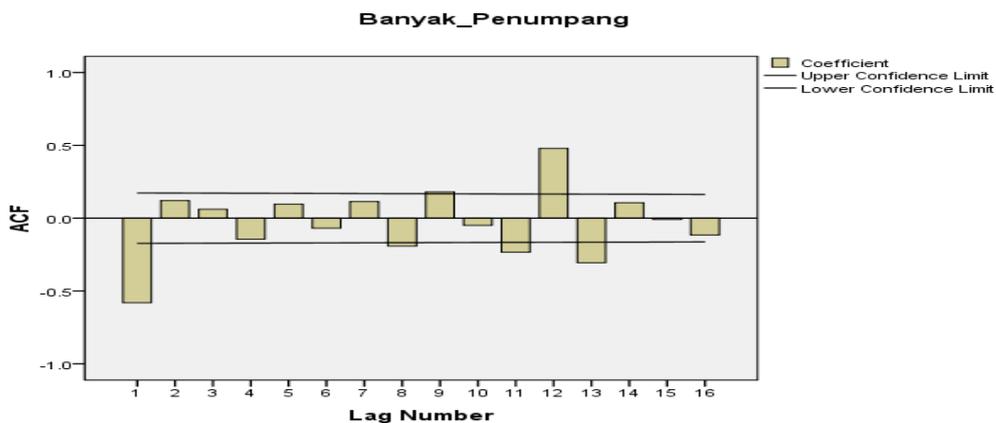
Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 3. Plot Data Hasil Transformasi dan Differencing

Pada plot data hasil transformasi dan *differencing*, diperoleh bahwa data sudah stasioner dan sudah tidak ada unsur *trend*. Untuk lebih memastikan apakah data sudah stasioner dalam variansi dan *mean* yaitu dengan melihat plot ACF dan PACF.

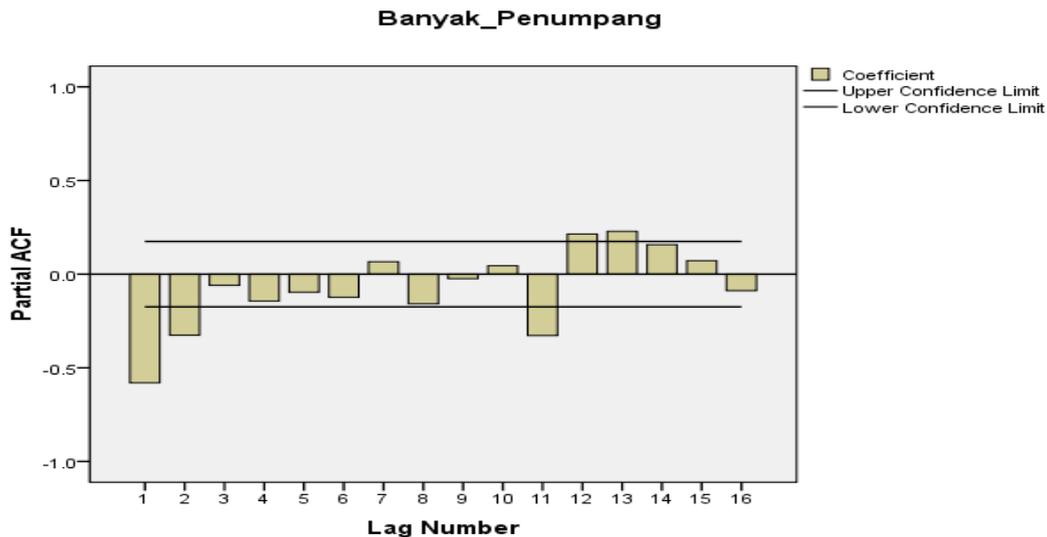
c. Plot ACF dan PACF

Plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) akan disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 4. Plot ACF Hasil Transformasi dan Differencing



Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 5. Plot PACF Hasil Transformasi dan Differencing

Dari plot ACF dan PACF hasil seluruh data ditransformasi dan differencing terlihat bahwa data sudah stasioner dalam variansi dan dalam mean, karena pada lag-lag awal telah cut off. Setelah diperoleh data stasioner dalam variansi dan mean langkah selanjutnya yaitu menduga model yang cocok untuk digunakan. Dari analisa data di atas model ARIMA yang akan digunakan yaitu model ARIMA (2,1,1). Walaupun tidak menutup kemungkinan terdapat model ARIMA lain yang terbentuk. Model-model ARIMA yang diduga cocok untuk data runtun waktu dari jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera adalah sebagai berikut:

- a. ARIMA (2,1,1)
- b. ARIMA (2,1,0)
- c. ARIMA (1,1,1)
- d. ARIMA (1,1,0)
- e. ARIMA (0,1,1)

Setelah diperoleh model-model ARIMA yang mungkin, langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameternya.

2. Estimasi Parameter Model dan Uji Signifikan

Setelah memperoleh model sementara, langkah selanjutnya adalah estimasi parameter model sementara dengan bantuan software SPSS 17. Berikut merupakan output estimasi parameter dari software SPSS 17:

Tabel 1. Perbandingan ARIMA Nilai Berdasarkan Model

	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)
c	0.005	0.006	0.005	0.005	0.05
Sig.	(0.134)	(0.390)	(0.149)	(0.555)	(0.102)
AR (1)	- 0.173	- 0.804	- 0.222	- 0.594	-
Sig.	(0.257)	(0.000)	(0.050)	(0.000)	-
AR (2)	0.055	- 0.352	-	-	-
Sig.	(0.675)	(0.000)	-	-	-
MA (1)	0.714	-	0.670	-	0.773
Sig.	(0.000)	-	(0.000)	-	(0.000)

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dikirim: 26 Juni 2018; Diterima: 17 September 2018; Dipublikasikan: 29 September 2018

Cara sitasi: Nurjanah, I.S., Ruhiat, D., dan Andiani, D. 2018. Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 3 No 2, Hal 145-156, September 2018.

3. Tahap Verifikasi

Langkah selanjutnya akan dilakukan tahap verifikasi dengan grafik ACF residual dan PACF residual dan uji kenormalan residual. Resume hasil pengujian disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Perbandingan Model Berdasarkan Asumsi

	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)
White Noise	Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi	Tidak terpenuhi	Terpenuhi
Normalitas	Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi	Terpenuhi

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4. Uji Kebaikan Model

Pengujian kebaikan model dilakukan terhadap semua kemungkinan model yang ada. Resume nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk beberapa model disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Nilai MAPE

	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)
MAPE	12.283	12.657	12.277	13.583	12.343

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Tabel 3 terlihat bahwa nilai MAPE dari semua model yaitu antara 10% sampai 20% yang berarti semua model cukup bagus.

5. Pemilihan Model Terbaik

Langkah selanjutnya melakukan pemilihan model terbaik dari semua kemungkinan model dengan cara melihat ukuran-ukuran standar ketepatan peramalan.

Berdasarkan dari semua tabel di atas, model yang terpilih adalah model ARIMA (1,1,1) karena signifikansi pada koefisien AR (1) dan MA (1) tanpa melihat koefisien konstan, terpenuhi dari semua asumsi dan mempunyai nilai MAPE *in sample* yang paling kecil yaitu sebesar 12.277 atau 12.28%. Dengan demikian terlihat bahwa model ARIMA (1,1,1) merupakan model terbaik untuk data jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera.

6. Peramalan

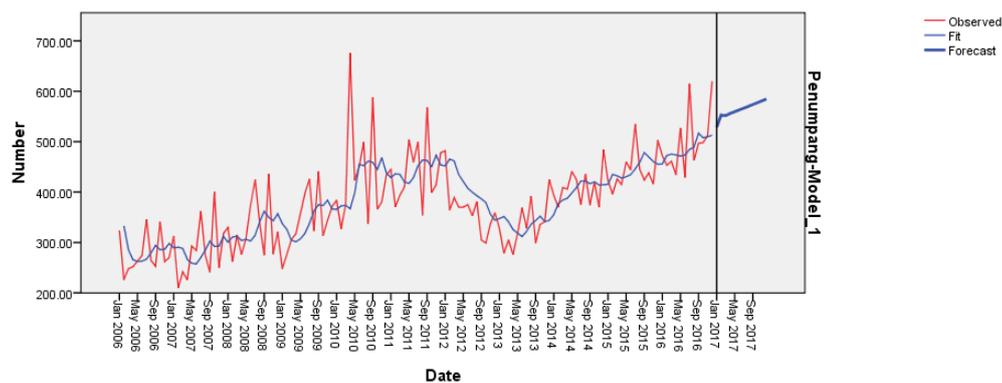
Setelah memperoleh model terbaik langkah selanjutnya adalah menentukan peramalan untuk periode ke depan. Dalam pembahasan ini akan diramalkan jumlah penumpang untuk 12 periode ke depan. Hasil peramalannya disajikan pada Tabel 4 yaitu:

Tabel 4. Hasil Peramalan

Bulan	Hasil Peramalan
Jan-2017	529
Feb-2017	553
Mar-2017	552
Apr-2017	556
Mai-2017	559
Jun-2017	563
Jul-2017	567
Aug-2017	570
Sep-2017	574
Okt-2017	577
Nov-2017	581
Des-2017	585

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis menggunakan model ARIMA (1,1,1) mengalami kenaikan setiap bulannya kecuali bulan Maret. Berikut ini plot data setelah dilakukan peramalan 12 periode kedepan.



Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 6. Plot Hasil Peramalan

Perhitungan peramalan jumlah penumpang kereta api untuk periode selanjutnya dengan menggunakan model ARIMA (1,1,1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_t = 0.005 + 0.778Y_{t-1} + 0.222Y_{t-2} + \varepsilon_t - 0.670\varepsilon_{t-1}$$

7. Kalibrasi Model

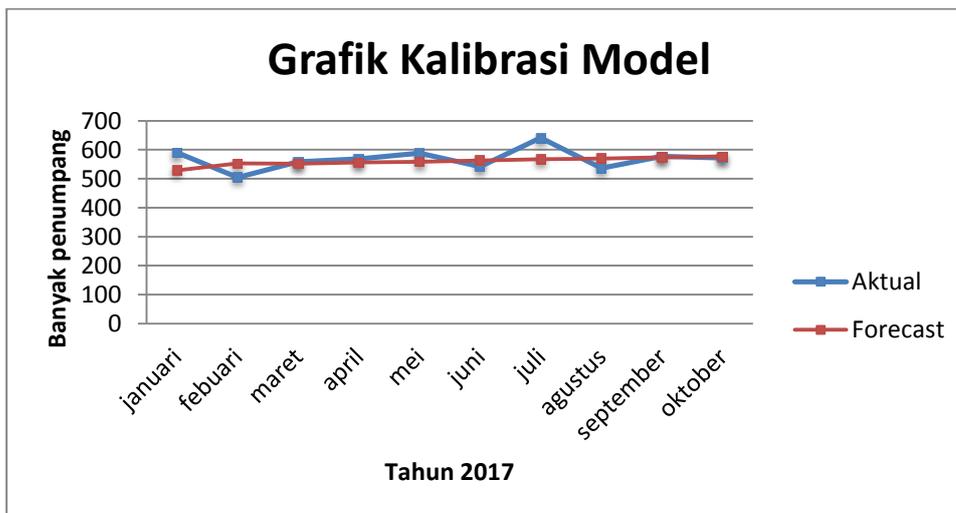
Langkah terakhir dalam analisis runtun waktu adalah melakukan kalibrasi. Kalibrasi pada penelitian ini akan menggunakan data perbandingan hasil peramalan dan data aktual selama 10 bulan. Data perbandingan hasil ramalan dan data asli untuk periode kedepan dapat disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Ramalan dan Data Asli untuk 8 Periode Kedepan

Bulan	Periode n	Aktual 2017 X_t	Forecast 2017 F_t	$\left \frac{X_t - F_t}{X_t} \right $
Januari	133	590	529	0.103
Febuari	134	505	553	0.095
Maret	135	558	552	0.011
April	136	568	556	0.021
Mei	137	588	559	0.049
Juni	138	542	563	0.039
Juli	139	641	567	0.115
Agustus	140	536	570	0.063
September	141	577	574	0.005
Oktober	142	572	577	0.009
Jumlah				0.511
MAPE				5.112

Sumber: Hasil Perhitungan Data

Dari Tabel 5 diperoleh nilai MAPE *out of sample* 5.11% itu artinya tingkat keakuratan model sebesar 94.89%, maka dapat dikatakan peramalan dengan model ARIMA (1,1,1) cukup baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Hasil Analisis Data

Gambar 7. Plot Hasil Peramalan dan Data Aktual untuk Jumlah Penumpang Kereta Api Tahun 2017

Dari grafik Gambar 7 terlihat saling berpotongan di beberapa titik dengan selisih yang tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa dari hasil peramalan menggunakan model ARIMA (1,1,1) dapat melakukan peramalan dengan hasil yang memuaskan.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model ARIMA terbaik yang mampu menirukan dan meramalkan perilaku data historis berdasarkan uji signifikansi tanpa melihat koefisien konstan, tahap verifikasi dan uji kebaikan model yang telah terpenuhi adalah model ARIMA (1,1,1). Dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 17 diperoleh hasil analisis nilai parameter sebagai berikut:

$$\mu = 0.005; \beta_1 = -0.222; \alpha_1 = 0.670$$

maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Y_t = 0.005 + 0.778Y_{t-1} + 0.222Y_{t-2} + \varepsilon_t - 0.670\varepsilon_{t-1}$$

2. Model ARIMA (1,1,1) memiliki nilai MAPE *in sample* 12.28% dan nilai MAPE *out of sample* (kalibrasi) 5.11%. Dengan demikian nilai MAPE *out of sample* lebih kecil dari MAPE *in sample*. Hal ini menunjukkan bahwa metode ARIMA (1,1,1) layak digunakan untuk prediksi data runtun waktu dari jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera.
3. Hasil peramalan jumlah penumpang PT. Kereta Api Indonesia di Pulau Sumatera untuk 12 periode ke depan menggunakan metode ARIMA (1,1,1) yaitu bulan Januari 2017 sebanyak 529 penumpang, bulan Februari 2017 mengalami kenaikan sehingga banyaknya penumpang adalah 553, bulan Maret 2017 mengalami penurunan sehingga banyaknya penumpang menjadi 552, bulan April 2017 sampai dengan bulan Desember 2017 diprediksi jumlah penumpang akan naik terus hingga mencapai 585 penumpang.

REKOMENDASI

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam studi literatur tentang data runtun waktu menggunakan metode ARIMA, penulis dapat memberikan beberapa saran yang sekiranya layak untuk disampaikan dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pemodelan data runtun waktu terhadap data yang sama, yaitu data jumlah penumpang PT KAI di Pulau Sumatera, dapat dicoba dengan menggunakan beberapa model lainnya antara lain SARIMA, ARIMAX, ESTAR, ARCH, GARCH dan SSA.
2. Proses pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini selain dapat digunakan bantuan *software* SPSS 17, juga dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan beberapa *software* lainnya, yaitu Minitab, Eviews, SAS dan R.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dadang Ruhiat, S.Si, MPSDA, M.Stat dan Dini Andiani, S.Si, M.Pd yang telah mendukung dan membimbing dalam penyelesaian penelitian ini hingga bisa tersusun dalam paper untuk dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Desvina, A.P. dan Syahfitra, M. 2016. Aplikasi Metode Box-Jenkins dalam Memprediksi Pertumbuhan Perdagangan Luar Negeri Provinsi Riau. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*. Vol 2 No 2, Hal 12-20, Juli 2016.
- Efendi, S.R. 2017. *Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api dengan Metode SARIMA*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Dikirim: 26 Juni 2018; Diterima: 17 September 2018; Dipublikasikan: 29 September 2018

Cara sitasi: Nurjanah, I.S., Ruhiat, D., dan Andiani, D. 2018. Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 3 No 2, Hal 145-156, September 2018.

- Indayani, E.F. 2009. *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api dengan Menggunakan Metode Box-Jenkins (Studi Kasus di PT. Kereta Api (persero) DAOP VI Yogyakarta)*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. dan McGee, V.E. 1983. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1. Terjemahan oleh Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith 1999*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Ruhat, D. dan Effendi, A. 2018. Pengaruh Faktor Musiman pada Pemodelan Deret Waktu untuk Peramalan Debit Sungai dengan Metode SARIMA. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*. Vol 2 No 2, Hal 117-128, Maret 2018.
- Sari, D.P., Darmawan, G. dan Soemartini. 2016. Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Lodaya Jurusan Bandung-Solo Menggunakan Model Reg-ARIMA dengan Variasi Kalender (Studi Kasus: PT. kereta api Indonesia). *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016. Peran Penelitian Ilmu Dasar dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan*: 131-135. Jatinangor, 27-28 Oktober 2016: Departemen Statistika, FMIPA Universitas Padjajaran.
- Tando, J., Komalig, H., dan Nainggolan, N. 2016. Prediksi Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Laut Manado Menggunakan Model Arma. *Jurnal de Cartesian*. Vol 5 No 2, Hal 95-99, September 2016.
- Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods, Second Edition*. New York: Pearson Education. <https://www.bps.go.id/LinkTableDinamis/view/id/815>. Diakses Tanggal 30 Desember 2017.