

**ANALISIS PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API PENATARAN
DENGAN METODE ARIMA BOX JENKINS DAN *EXPONENTIAL SMOOTHING*
(Studi Pada PT Kereta Api Indonesia Daop VIII Surabaya)**

Oleh:

Raditya Hidayat

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya

raditya.hidayat@gmail.com

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Nur Prima Waluyowati, MM.

Abstrak: Kereta Api Penataran merupakan salah satu transportasi massal berjenis kereta api lokal yang melayani rute Surabaya-Malang-Blitar maupun sebaliknya. Kereta Api Penataran memiliki tingkat okupansi penumpang tertinggi bila dibandingkan dengan kereta api lokal lain yang berada dibawah operator PT Kereta Api Indonesia Daop VIII Surabaya. Jumlah penumpang KA Penataran memiliki kecenderungan untuk meningkat setiap tahunnya. Peramalan jumlah penumpang dilakukan untuk melakukan perencanaan kegiatan operasional kereta api guna memenuhi permintaan pasar serta biaya operasional yang dikeluarkan. Metode peramalan yang dipilih adalah Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode *Exponential Smoothing* dengan uji akurasi menggunakan MAPE, MSD, dan MAD. Hasil uji pola yang didapatkan adalah pola tren naik dengan unsur musiman sehingga digunakan Metode *Exponential Smoothing-Winter* dan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$. Hasil nilai uji akurasi menunjukkan bahwa penggunaan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ lebih baik dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter* dengan nilai ramalan yang mendekati realita jumlah penumpang. Hasil penelitian ini juga memberikan gambaran bahwa kenaikan jumlah penumpang berdampak pada tarif kereta api tersebut. Semakin tinggi jumlah penumpang maka semakin rendah tarif aktual yang dibebankan kepada penumpang. Hal tersebut dapat mengurangi beban subsidi yang dikeluarkan pemerintah untuk menutupi biaya operasional yang dikeluarkan.

Kata Kunci: Peramalan, Jumlah Penumpang, ARIMA Box-Jenkins, *Exponential Smoothing*, Tarif

Abstract: *Penataran Train is a local mass transportation serving the route of Surabaya-Malang-Blitar. Its occupancy is the highest of all local trains operated by PT Kereta Api Indonesia Operating Region VIII Surabaya. Its passenger increase every year. Forecasting the number of passenger is useful to support operational planning to fulfill market's demand and to predict operational cost. This study uses Box-Jenkin's ARIMA and Exponential Smoothing Methods with MAPE, MSD, and MAD to assess the accuracy. The pattern test shows an increasing trend with seasonal component, so ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ and Exponential Smoothing-Winter methods were used. The accuracy test on the two methods indicates that the former is better than the latter by providing forecasting values approaching the actual number of passengers. The results of this study illustrate that the increase of passengers influence the train fare. The higher the number of passengers, the lower the actual fare that passengers must pay. Therefore, the subsidy that the government must pay to cover the operational cost becomes lower..*

Keywords: *Forecast, Number of Passenger, Box-Jenkins' ARIMA, Exponential Smoothing, Fare*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemerintah melalui unit Badan Usaha Milik Negara (BUMN) mengelola beberapa perusahaan di sektor transportasi, salah satunya adalah kereta api. Transportasi kereta api dikelola penuh oleh unit BUMN PT Kereta Api Indonesia (persero) yang melayani angkutan penumpang dan barang. Layanan angkutan penumpang PT KAI dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yakni kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rozi (2007), masing-masing kelas mempunyai segmentasi penumpang dan kualitas pelayanan serta waktu tempuh yang berbeda. Layanan kereta api juga dibedakan berdasarkan jarak tempuhnya, yakni Kereta Api Lokal dan Kereta Api Jarak Jauh (KAJJ). Kereta api lokal adalah layanan kereta api untuk daerah atau regional tertentu. Kereta api lokal juga dapat dikatakan sebagai kereta api yang berhenti di hampir seluruh stasiun yang dilewatinya, sehingga kereta api ini digolongkan ke dalam kereta api lambat. Kereta api jarak jauh adalah

layanan kereta api antar daerah operasi atau regional yang memiliki rute dengan jarak lebih dari 100 km.

Kereta Api Penataran merupakan salah satu jenis kereta lokal yang dioperasikan oleh PT Kereta Api Indonesia Daerah Operasi VIII Surabaya. Kereta api yang memiliki rute Surabaya-Malang-Blitar ini memiliki jadwal keberangkatan sebanyak 8 kali per hari dengan masing-masing perjalanan terdiri atas 5 gerbong kereta. Setiap rangkaian memiliki kapasitas sebesar 750 penumpang dengan rincian 530 penumpang mendapat tempat duduk, dan 220 penumpang tanpa tempat duduk. Penumpang tanpa tempat duduk adalah penumpang yang memiliki tiket resmi, namun tidak mendapat nomor tempat duduk yang tetap. Kebijakan kapasitas maksimum penumpang sebesar 150 persen merupakan kebijakan perusahaan terhadap seluruh jenis kereta api lokal. Kereta Api Penataran memiliki skema tarif berdasarkan jarak tempuh dengan batas bawah sebesar Rp 10.000,- dan batas atas sebesar Rp 15.000,-.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Putra (2013) mengemukakan bahwasanya faktor muat penumpang (*passenger load factor*) Kereta Api Penataran dapat mencapai 169 persen berdasarkan jumlah tempat duduk sebelum adanya keputusan perusahaan terkait pembatasan kapasitas kereta api lokal menjadi 150 persen. Penentuan faktor muat di dalam Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. SK 687/AJ/DRDJ/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur, merupakan perbandingan antara kapasitas tersedia dengan kapasitas yang terjual untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persentase.

Kenaikan jumlah penumpang Kereta Api Penataran yang tinggi setiap tahunnya tidak sesuai dengan Biaya Operasional Kereta Api (BOKA) yang dikeluarkan. Biaya operasional yang dibutuhkan oleh Kereta Api Penataran relasi Surabaya-Blitar maupun sebaliknya sebesar Rp 57.677.504.400,- per tahun dan tidak sebanding dengan pendapatan

maksimum yang didapatkan Kereta Api Penataran (Kereta Api Indonesia, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Hertasantoso dan Wahyuningaji (2015) mengemukakan bahwa tarif aktual Kereta Api Penataran pada tahun 2015 sebesar Rp 43.918,- per penumpang dengan menggunakan analisis BOKA. Nilai tersebut jauh lebih besar dari tarif yang berlaku saat ini yakni sebesar Rp 15.000,- untuk jarak tempuh maksimum. Hal tersebut memiliki arti bahwa untuk melakukan penurunan besaran tarif dari perhitungan analisis BOKA menjadi tarif yang berlaku saat ini sudah dialokasikan subsidi sebesar Rp 28.918,- per penumpang.

Peramalan jumlah penumpang dilakukan untuk melakukan perencanaan kegiatan operasional kereta api guna memenuhi permintaan pasar serta biaya operasional yang dikeluarkan. Metode peramalan yang dipilih adalah Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode *Exponential Smoothing* dengan uji akurasi menggunakan MAPE, MSD, dan MAD.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode Exponential Smoothing dalam meramalkan jumlah penumpang Kereta Api Penataran, menentukan hasil perbandingan penggunaan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode Exponential Smoothing dalam meramalkan jumlah penumpang Kereta Api Penataran, serta menentukan hasil kajian tarif aktual Kereta Api Penataran berdasarkan jumlah penumpang pada tahun 2018 dan hasil peramalan pada tahun 2019.

KAJIAN TEORI

Peramalan

Peramalan merupakan alat bantu yang sangat penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Setiap perusahaan yang sedang melakukan kegiatan usaha harus memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Suatu peramalan dianggap baik apabila mendekati kebenaran. Pengertian peramalan menurut Heizer dan Render (2015) adalah suatu seni dan

ilmu pengetahuan memprediksi peristiwa pada masa yang akan datang. Peramalan akan melibatkan mengambil data historis dan memproyeksikan data tersebut ke masa yang akan datang dengan menggunakan model matematika. Sofyan (2015) berpendapat bahwa peramalan merupakan suatu perkiraan, akan tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi apa yang akan terjadi berdasarkan sekelompok asumsi dan situasi tertentu. Perencanaan melibatkan penggunaan ramalan-ramalan untuk membantu menghasilkan keputusan yang baik tentang alternatif dan secara umum peramalan adalah masukan untuk proses perencanaan (Makridakis & Wheelwright, 1994).

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (Arima) Box-Jenkins

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) telah dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada tahun 1976. Dasar teoritis yang

digambarkan pada Box-Jenkins merupakan perluasan dari model ARMA untuk mencakup deret berkala musiman (*seasonal time-series*) dan pengembangan sederhana yang mencakup proses-proses non-stasioner. Model ARIMA (p,d,q) ditulis dalam persamaan berikut.

$$\phi(B)(1 - B)^2 Z_t = \theta(B)e_t$$

Metode *Exponential Smoothing-Winter*

Exponential Smoothing merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan memberikan pembobotan. Metode ini menggunakan pencatatan data masa lalu yang sangat sedikit. Pemulusan Eksponensial Aditif Tiga Parameter (*Winter*) digunakan apabila pola data bersifat musiman sehingga hal tersebut didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu satu untuk unsur stasioner, satu untuk trend dan satu untuk mengatasi musiman (Makridakis, 1999).

Pengukuran Tingkat Kesalahan Peramalan

Keakuratan dan pengendalian peramalan adalah aspek penting dari peramalan, sehingga peramal ingin

memperkecil kesalahan peramalan. Pengendalian peramalan digunakan untuk mengukur keakuratan peramalan sehingga diperlukan indikasi sejauh mana ramalan dapat menyimpang dari nilai variabel yang benar-benar terjadi sehingga hal ini akan memberikan perspektif yang lebih baik bagi penggunaannya. Stevenson dan Chuong berpendapat bahwa terdapat tiga ukuran kesalahan yang digunakan untuk merangkum kesalahan historis (dalam Angelica, 2014). Ketiga ukuran tersebut adalah *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE).

Passenger Load Factor

Faktor muat (*load factor*) merupakan pembagian antara permintaan yang ada dengan penawaran yang tersedia. Penentuan faktor muat di dalam Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No. SK 687/AJ/DRDJ/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur, merupakan perbandingan antara kapasitas

tersedia dengan kapasitas yang terjual untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persentase. Nilai *load factor* angkutan umum di setiap rutenya berkisar antara 30 persen hingga 100 persen. Nilai *load factor* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L_f = \frac{\text{Jumlah Penumpang}}{\text{Kapasitas Kendaraan}} \times 100\%$$

Biaya Operasional Kereta Api

Biaya Operasional Kereta Api merupakan biaya yang dikeluarkan oleh kereta api dalam pelaksanaan kegiatan operasionalnya. Rumus perhitungan komponen Biaya Operasi Kereta Api (BOKA) menurut Ketetapan Menteri Nomor 38 Tahun 2010 adalah:

$$BOKA = BOL + BOTL$$

BOL adalah biaya operasional langsung yang terdiri dari biaya langsung tetap dan biaya langsung tidak tetap, sedangkan BOTL adalah biaya operasional tidak langsung yang terdiri dari biaya tidak langsung tetap dan biaya tidak langsung tidak tetap. Penentuan tarif Biaya Operasi Kendaraan (BOK) dapat

menggunakan persamaan sebagai berikut (Tamin, 1990):

$$\text{Tarif} = \frac{BOK}{C \times LF}$$

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini berdasarkan tujuannya merupakan jenis penelitian terapan (*applied research*) dengan perbandingan (*comparative research*). Penelitian terapan (*applied research*) adalah penelitian dimana fakta dikumpulkan dan diuraikan secara menyeluruh dan diteliti sesuai dengan teori untuk pemecahan suatu masalah (Sukardi, 2003). Penelitian ini menerapkan teori peramalan untuk menunjukkan bahwa jumlah penumpang Kereta Api Penataran bisa diperkirakan untuk mengantisipasi adanya lonjakan jumlah penumpang di masa yang akan datang. Penelitian komparatif dimaksudkan mencari persamaan atau perbedaan berdasarkan data-data yang dianalisis (Usman dan Purnomo, 2008), dalam penelitian ini metode yang digunakan dibandingkan keefektifan dalam penggunaannya. Pemilihan penelitian komparatif pada

penelitian ini dilakukan untuk membandingkan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode *Exponential Smoothing* dan menunjukkan metode yang sesuai dalam memperkirakan permintaan penumpang KA Penataran di masa mendatang.

Lokasi dan Periode Penelitian

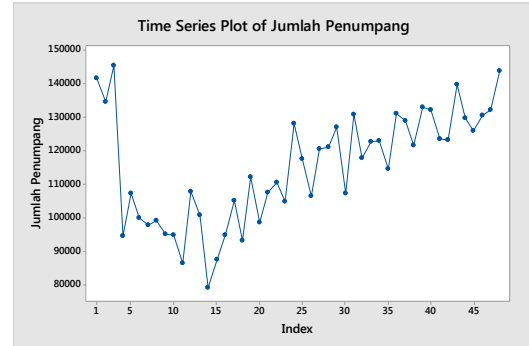
Pelaksanaan penelitian kali ini bertempat di Kantor PT Kereta Api Indonesia Daerah Operasi VIII Surabaya dan Stasiun Surabaya Gubeng yang beralamatkan di Jalan Gubeng Masjid, Kota Surabaya, Jawa Timur. Waktu penelitian dilakukan selama dua bulan, dimulai dari bulan Maret 2019 hingga bulan Mei 2019.

Metode Analisis Data

1. Uji Pola Data
2. Uji Peramalan
3. Uji Akurasi Peramalan
4. Kajian Tarif dengan Metode BOKA

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

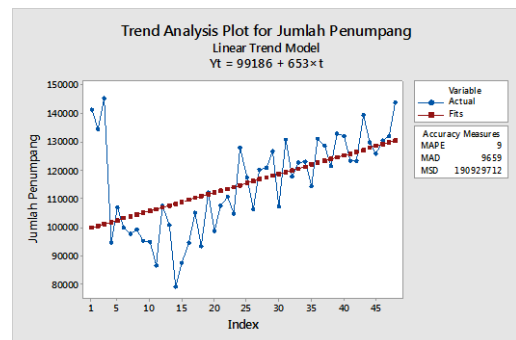
Analisis Plot Data



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.4, Plot Data Jumlah Penumpang Berdasarkan hasil plot pada Gambar 4.4 terlihat bahwa dari jumlah penumpang Kereta Api Penataran memiliki unsur pola tren kenaikan, karena dari pola menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Pola teridentifikasi musiman karena penurunan dan kenaikan terjadi membentuk pola tertentu.

Trend Analysis

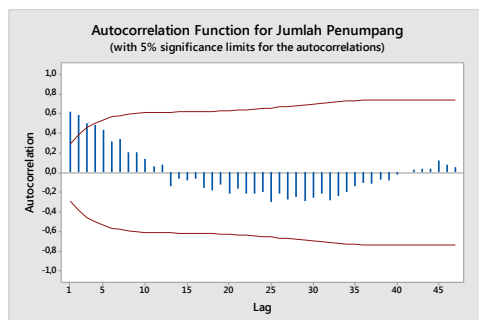


Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.5, Diagram *Trend Analysis* Jumlah Penumpang

Pengujian *time series-trend analysis* pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa adanya tren naik pada pola data. Persamaan regresi pada diagram *trend analysis* yakni $Y_t = 99186 + 653t$ menunjukkan bahwa tingkat jumlah penumpang (sumbu Y) mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan waktu. Data jumlah penumpang tersebut memiliki pola tren kenaikan positif.

Grafik Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

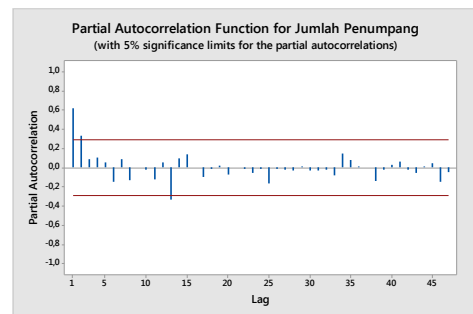


Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.6, Grafik Autokorelasi Jumlah Penumpang

Pengujian fungsi autokorelasi pada Gambar 4.6 memperlihatkan nilai autokorelasinya turun dengan lambat (berkurang secara perlahan) sehingga data tersebut dapat dikatakan non-stasioner. Suatu deret pengamatan

dikatakan non-stasioner apabila rata-rata deret pengamatan di sepanjang waktu dapat berubah-ubah sehingga diperlukan adanya teknik diferensiasi sebelum melakukan peramalan dengan Metode ARIMA Box-Jenkins.



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.7, Grafik Autokorelasi Parsial Jumlah Penumpang

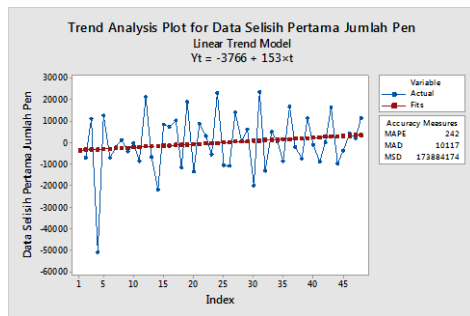
Pengujian fungsi autokorelasi parsial pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa data jumlah penumpang tersebut non-stasioner dikarenakan nilai fungsi autokorelasinya turun secara lambat (*dying down*).

Peramalan Jumlah Penumpang dengan Metode ARIMA Box-Jenkins

Pengujian dengan menggunakan Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial menunjukkan adanya asumsi non-stasioner pada data jumlah penumpang Kereta Api

Penataran. Hal tersebut menunjukkan bahwa diperlukan penghitungan data selisih pertama dan kedua untuk menentukan kestasioneran data *time series* jika data asli bersifat non-stasioner.

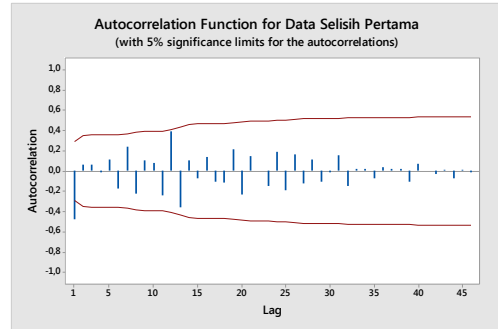
Penghitungan Data Selisih Pertama



Sumber: Data diolah, 2019

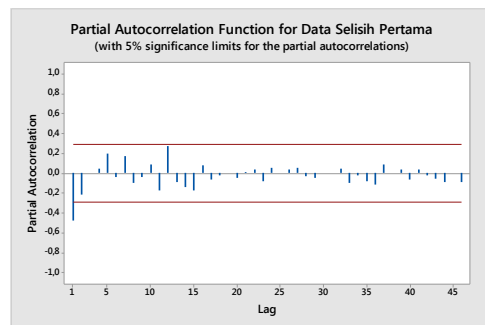
Gambar 4.8, Grafik *Trend Analysis* Data Selisih Pertama Jumlah Penumpang

Pengujian Data Selisih Pertama yang tertera pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa data tersebut telah stasioner. Hal tersebut terjadi karena rata-rata jumlah penumpang tidak bergerak bebas dalam suatu waktu tertentu dan memiliki variansi cukup kecil serta nilai aktualnya telah mendekati garis linear.



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.9, Grafik Fungsi Autokorelasi pada Data Selisih Pertama Jumlah Penumpang



Sumber: Data diolah, 2019

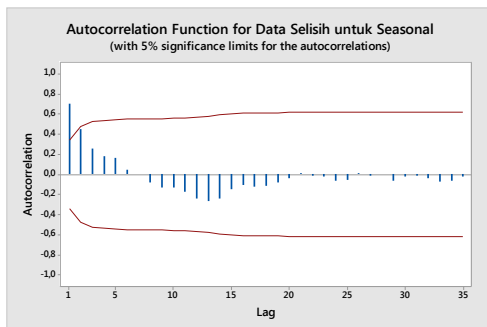
Gambar 4.10, Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial pada Data Selisih Pertama Jumlah Penumpang

Grafik FAK pada Gambar 4.9 terlihat data telah bersifat stasioner karena pola grafik tidak menurun secara lambat. Grafik FAKP pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa pola data tersebut mengikuti grafik sinus. Model ARIMA (0,1,0) diketahui karena grafik FAK menunjukkan data yang mendekati nilai 0 pada lag-lag awal atau terlihat gambar yang langsung menurun drastis (*cut-off*), *integrated-1* karena data yang

digunakan adalah data selisih pertama, dan MA (1) karena grafik FAKP juga menunjukkan sifat *cut-off*.

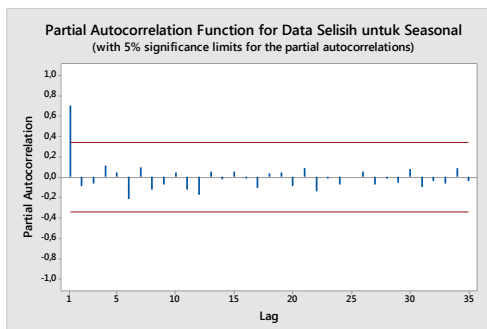
Penghitungan Data Selisih untuk Data Seasonal

Penghitungan data selisih untuk data *seasonal* digunakan untuk menentukan model ARIMA yang sesuai dengan data dengan pola musiman.



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.11, Grafik Fungsi Autokorelasi Data Selisih untuk Data *Seasonal*



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.12, Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Data Selisih untuk Data *Seasonal*

Gambar 4.11 dan 4.12 menunjukkan bahwa grafik FAK dan FAKP

memiliki nilai yang turun secara lambat (*dying down*) sehingga model ARIMA yang cocok adalah ARIMA $\{(p,d,q)(1,1,1)^{12}\}$ di mana angka 12 menunjukkan musiman terjadi berulang pada setiap 12 bulan. Pengujian data selisih pertama dan data selisih untuk *seasonal* menunjukkan model ARIMA yang cocok adalah model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$.

Peramalan dengan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$

Peramalan dengan bantuan Minitab dapat dilakukan berdasarkan model *time series* yang telah diperoleh yakni model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$, sehingga disajikan dalam tabel seperti berikut:

Tabel 4.5

Hasil Peramalan Jumlah Penumpang dengan Model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$

Periode	Hasil Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Januari 2019	135404	120.777	150.032
Februari 2019	123551	102.865	144.238
Maret 2019	138357	113.022	163.693
April 2019	133976	104.721	163.231
Mei 2019	148573	115.865	181.281
Juni 2019	132527	96.697	168.357
Juli 2019	153850	115.149	192.551
Agustus 2019	145503	104.130	186.876
September 2019	154537	110.654	198.420
Oktober 2018	157531	111.275	203.787
November 2019	150471	101.957	198.895
Desember 2019	174020	123.349	224.691
Jumlah	1.748.300	1.320.461	2.176.052

Sumber: Data diolah, 2019

Hasil peramalan periode Januari 2019 hingga Desember 2019 menunjukkan adanya kenaikan jumlah penumpang KA Penataran. Jumlah penumpang tertinggi terjadi pada Bulan Desember 2019 sebesar 174.020 orang sedangkan jumlah penumpang terendah terjadi pada Bulan Februari 2019 sebesar 123.551 orang. Jumlah penumpang KA Penataran pada tahun 2019 diperkirakan sebesar 1.748.300 orang.

Uji Forecast Error

Semakin kecil nilai *forecast error* maka berarti semakin kecil tingkat kesalahan peramalannya. Uji *forecast error* pada Model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6

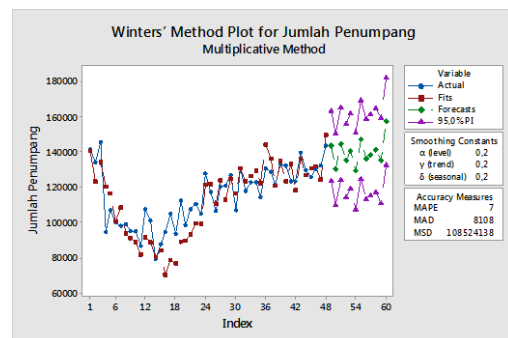
Hasil *Forecast Error* pada Model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$

Jenis Forecast Error	Nilai
MAPE	4
MAD	6023
MSD/MSE	50750273

Sumber: Data diolah, 2019

Peramalan Jumlah Penumpang dengan Metode *Exponential Smoothing*

Analisis pola data yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa data jumlah penumpang mengalami kecenderungan tren naik dengan adanya pola musiman. Makridakis dan Wheelright (1994) mengemukakan bahwa dengan adanya pola data tren dan musiman maka digunakan Metode *Exponential Smoothing Winter*. Perhitungan dilakukan dengan bantuan aplikasi Minitab dengan penentuan konstanta *alpha* (tingkatan), *gamma* (tren), dan *delta* (musiman) dari optimum ARIMA yang telah tersedia dalam aplikasi. Nilai *alpha*, *gamma*, dan *delta* berdasarkan nilai optimum ARIMA adalah 0,2, maka hasil peramalannya adalah sebagai berikut:



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.13, Plot Hasil Peramalan Jumlah Penumpang dengan Metode *Exponential Smoothing Winter*

Garis biru pada Gambar 4.11 menunjukkan data aktual, garis warna merah menunjukkan hasil pemulusan sesuai dengan model, garis warna hijau adalah hasil peramalan, dan garis warna ungu merupakan batas atas dan batas bawah peramalan. Nilai ramalan jumlah penumpang periode Januari 2019 hingga Desember 2019 ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.7

Hasil Peramalan Jumlah Penumpang dengan Metode *Exponential Smoothing Winter*

Periode	Hasil Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Januari 2019	143650	123787	163513
Februari 2019	130284	110109	150458
Maret 2019	144891	124370	165413
April 2019	135099	114197	156002
Mei 2019	140635	119320	161951
Juni 2019	129192	107433	150951
Juli 2019	147191	124960	169422
Agustus 2019	136255	113525	158985
September 2019	138419	115165	161673
Oktober 2018	141141	117340	164942
November 2019	135183	110813	159553
Desember 2019	157691	132731	182650
Jumlah	1.679.631	1.413.750	1.945.513

Sumber: Data diolah, 2019

Hasil peramalan dengan Metode *Exponential Smoothing Winter*

menunjukkan adanya kenaikan jumlah penumpang disertai dengan adanya pola musiman. Jumlah penumpang tertinggi terjadi pada Bulan Desember 2019 sebesar 157.691 orang sedangkan jumlah penumpang terendah terjadi pada Bulan Juni 2019 sebesar 129.192 orang. Jumlah penumpang KA Penataran pada tahun 2019 diperkirakan sebesar 1.679.631 orang.

Berdasarkan teori sebelumnya, semakin kecil nilai *forecast error* maka semakin kecil tingkat kesalahan peramalan dan cenderung lebih baik. Uji *forecast error* pada Metode *Exponential Smoothing Winter* diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.8

Uji *Forecast Error* pada Metode *Exponential Smoothing Winter*

Jenis Forecast Error	Nilai
MAPE	7
MAD	8108
MSD/MSE	108524138

Sumber: Data diolah, 2019

Analisa Hasil Peramalan

Pengolahan data jumlah penumpang Kereta Api Penataran dengan program aplikasi Minitab 17.0 menghasilkan peramalan sebagai berikut:

Tabel 4.9
Perbandingan Hasil Peramalan
Jumlah Penumpang

Periode	Peramalan Permintaan (Orang)	
	<i>Exponential Smoothing</i>	ARIMA {(0,1,0)(1,1,1) ¹² }
Januari 2019	143.650	135.404
Februari 2019	130.284	123.551
Maret 2019	144.891	138.357
April 2019	135.099	133.976
Mei 2019	140.635	148.573
Juni 2019	129.192	132.527
Juli 2019	147.191	153.850
Agustus 2019	136.255	145.503
September 2019	138.419	154.537
Oktober 2018	141.141	157.531
November 2019	135.183	150.471
Desember 2019	157.691	174.020
Jumlah	1.679.631	1.748.300

Sumber: Data diolah, 2019

Tabel 4.10
Perbandingan *Forecast Error*
Peramalan Jumlah Penumpang

Jenis Forecast Error	Nilai	
	<i>Exponential Smoothing</i>	ARIMA {(0,1,0)(1,1,1) ¹² }
MAPE	7	4
MAD	8108	6023
MSD/MSE	108524138	50750273

Sumber: Data diolah, 2019

Metode peramalan terbaik dalam penelitian ini adalah menggunakan Metode ARIMA {(0,1,0)(1,1,1)¹²} dengan nilai MAPE, MAD, dan MSD yang berturut-turut sebesar 4; 6023; dan 50750273 lebih kecil bila dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter*. Pergerakan data yang terlihat pada grafik ARIMA {(0,1,0)(1,1,1)¹²} juga lebih mengikuti pergerakan pola tren dan musiman.

Penghitungan *Passenger Load Factor*

Penghitungan *Passenger Load Factor* Kereta Api Penataran pada tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$L_f = \frac{\text{Jumlah Penumpang}}{\text{Kapasitas Kendaraan}} \times 100\%$$

$$L_f = \frac{1.564.048}{1.547.600} \times 100\%$$

$$L_f = 101\%$$

Hasil dari perhitungan tersebut diartikan bahwa jumlah penumpang Kereta Api Penataran pada tahun 2018 lebih besar dibandingkan dengan kapasitas yang disediakan yakni sebesar 101 persen. Faktor

muat penumpang tersebut masih berada di bawah putusan perusahaan di mana kereta api jenis lokal memiliki faktor muat penumpang maksimal 150 persen pada setiap keberangkatannya dengan rincian 100 persen penumpang mendapat tempat duduk, sedangkan 50 persen penumpang tanpa tempat duduk.

Penghitungan *passenger load factor* pada tahun 2019 dengan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ adalah sebagai berikut:

$$L_f = \frac{\text{Jumlah Penumpang berdasarkan Metode ARIMA } \{(0,1,0)(1,1,1)\}}{\text{Kapasitas Kendaraan}} \times 100\%$$

$$L_f = \frac{1.748.300}{1.547.600} \times 100\%$$

$$L_f = 113\%$$

Hasil dari penghitungan *Passenger Load Factor* berdasarkan hasil ramalan dengan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ yakni sebesar 113 persen atau mengalami kenaikan sebesar 12 persen bila dibandingkan jumlah penumpang aktual pada tahun 2018. Faktor muat penumpang tersebut masih berada di bawah putusan perusahaan di mana kereta api jenis lokal memiliki faktor

muat penumpang maksimal 150 persen pada setiap keberangkatannya.

Kajian Tarif dengan Metode BOKA

Biaya Operasional Kereta Api (BOKA) merupakan biaya yang dikeluarkan oleh kereta api dalam pelaksanaan kegiatan operasionalnya. Penghitungan tarif tiket KA Penataran pada tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$\text{Tarif} = \frac{BOKA}{C \times LF}$$

$$\text{Tarif} = \frac{Rp\ 57.677.504.400,-}{1.547.600 \times 101\%}$$

$$\text{Tarif} = Rp\ 36.900,-$$

Tarif aktual Kereta Api Penataran pada tahun 2018 adalah sebesar Rp 36.900,- per penumpang. Nilai tersebut jauh lebih besar dari tarif yang berlaku saat ini yakni sebesar Rp 15.000,- untuk jarak tempuh maksimum. Hal tersebut memiliki arti bahwa untuk menurunkan besaran tarif dari perhitungan analisis BOKA menjadi tarif yang berlaku saat ini sudah dialokasikan subsidi yang dikenal sebagai *Public Service Obligation* (PSO).

Penghitungan tarif aktual KA Penataran pada tahun 2019 dengan

Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ adalah sebagai berikut:

$$Tarif = \frac{BOKA}{C \times LF}$$

$$Tarif = \frac{Rp\ 57.677.504.400,-}{1.547.600 \times 113\%}$$

$$Tarif = Rp\ 32.981,-$$

Tarif aktual Kereta Api Penataran berdasarkan hasil peramalan jumlah penumpang pada tahun 2019 dengan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ adalah sebesar Rp 32.981,- per penumpang

Pembahasan Hasil Penelitian

Jumlah penumpang KA Penataran, dengan menggunakan Metode Peramalan model ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ diperkirakan akan mengalami peningkatan di tahun 2019 menjadi 1.748.300 orang. Hasil peramalan

dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter* menunjukkan bahwa jumlah penumpang KA Penataran akan mengalami peningkatan menjadi 1.679.631 orang. Peramalan dengan Metode ARIMA model $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ menghasilkan jumlah penumpang

tertinggi bila dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter* maupun pada tahun-tahun sebelumnya. Hasil peramalan jumlah penumpang Kereta Api Penataran dalam penelitian ini tidak dibedakan menurut jarak tempuh, metode pembelian tiket, dan stasiun mana yang menjadi tempat naik/turunnya penumpang tersebut.

Berdasarkan hasil peramalan dapat diketahui nilai *Passenger Load Factor* sebagai *input* dalam melakukan penghitungan tarif aktual. Hasil perhitungan *Passenger Load Factor* pada tahun 2018 dan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ tertera pada tabel berikut:

Tabel 4.12

Penghitungan *Passenger Load Factor* Tahun 2018 dan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$

Tahun 2018	Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$
101%	113%

Sumber: Data diolah, 2019

Hasil perhitungan *Passenger Load Factor* pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada tahun 2019 jumlah penumpang Kereta Api

Penataran mengalami kenaikan tingkat muat penumpang menjadi 113 persen dengan menggunakan hasil peramalan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ (Tabel 4.12). Hasil penghitungan tersebut mengalami peningkatan dari tahun 2018 namun masih berada di bawah kebijakan perusahaan yang menetapkan bahwa faktor muat penumpang maksimal untuk kereta api jenis lokal sebesar 150% pada setiap keberangkatannya. Hasil penghitungan *Passenger Load Factor* digunakan sebagai *input* dalam menentukan tarif aktual. Besaran tarif aktual dan subsidi yang dibutuhkan tertera pada tabel berikut:

Tabel 4.13

Penghitungan Besaran Tarif pada Tahun 2018 dan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$

Keterangan	Tahun 2018	Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$
Besaran Tarif Aktual	Rp 36.900,-	Rp 32.981,-
Tarif yang dibebankan kepada penumpang	Rp 15.000,-	Rp 15.000,-
Subsidi yang dibutuhkan	Rp 21.900,-	Rp 17.981,-

Sumber: Data diolah, 2019

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa tarif aktual pada

tahun 2018 adalah sebesar Rp 36.900,- sehingga dibutuhkan subsidi sebesar Rp 21.900,- untuk menutupi besaran tarif tersebut. Tarif aktual berdasarkan hasil peramalan Metode ARIMA $\{(0,1,0)(1,1,1)^{12}\}$ adalah sebesar Rp 32.981,-, mengalami penurunan sebesar Rp 3.919,- per penumpang, sehingga subsidi yang dikeluarkan untuk menutupi tarif aktual pun ikut berkurang menjadi Rp 17.981,- per penumpang. Faktor-faktor yang memicu kenaikan atau penurunan biaya operasional kereta api seperti harga Bahan Bakar Minyak (BBM), kenaikan/penurunan gaji pegawai, kenaikan/penurunan biaya sarana, serta ketersediaan sarana gerbong angkutan tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait peramalan jumlah penumpang Kereta Api Penataran dengan menggunakan peramalan Metode ARIMA Box-Jenkins dan Metode *Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut:

1. Hasil peramalan jumlah penumpang KA Penataran berdasarkan data historis 4 tahun sebelumnya digunakan untuk membantu memperkirakan perencanaan operasional pada tahun 2019.
2. Peramalan dengan Metode ARIMA Box-Jenkins dapat menghasilkan peramalan jumlah penumpang tertinggi bila dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter* maupun jumlah penumpang pada tahun-tahun sebelumnya.
3. Metode ARIMA Box-Jenkins lebih sesuai untuk menentukan jumlah penumpang di masa mendatang dikarenakan nilai uji akurasi yang lebih kecil bila dibandingkan dengan Metode *Exponential Smoothing-Winter*.
4. Kenaikan jumlah penumpang berdampak pada tarif aktual kereta api tersebut. Semakin tinggi jumlah penumpang maka semakin rendah tarif aktual yang dibebankan kepada penumpang. Hal tersebut dapat mengurangi beban subsidi yang dikeluarkan

pemerintah untuk menutupi biaya operasional yang dikeluarkan.

Saran

Beberapa saran yang diberikan dari penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan atau acuan dalam memperkirakan jumlah penumpang KA Penataran adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan jumlah penumpang KA Penataran setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan, hendaknya diperlukan antisipasi lonjakan penumpang dengan penambahan jumlah gerbong (kereta) atau penambahan frekuensi perjalanan.
2. Penambahan jumlah gerbong (kereta) atau frekuensi perjalanan akan meningkatkan kenyamanan serta keamanan sehingga mengurangi jumlah penumpang yang berdiri di dalam kabin maupun di bordes kereta.
3. Penelitian peramalan permintaan perlu mempertimbangkan untuk melakukan analisis penggunaan metode kualitatif berupa *judgement*, serta opini dari para ahli maupun penumpang sebagai tambahan masukan bagi peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Abu & Narbuko Cholid. 2013. *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Agung, Anak, Putu Agung. 2012. *Metodologi Penelitian Bisnis*. Malang: Universitas Brawijaya Press
- Ariani, D. Wahyu. 2009. *Manajemen Operasi Jasa*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Aritonang, R. Lerbin. 2002. *Peramalan Bisnis*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri Vol. 9 hal. 186-193.
- Azwar, Saifuddin. 2013. *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Jumlah Penumpang Kereta Api, Pesawat Udara, dan Kapal Laut. BPS. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2018. *Kota Malang dalam Angka 2018*. BPS. Malang
- Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Cetakan Pertama*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Cahyani, Renanda Dwi. 2018. Peramalan Permintaan Golongan Darah A, B, O, dan AB dengan Metode *Exponential Smoothing* dan Metode Dekomposisi di UTD PMI Kota Malang. Skripsi Dipublikasikan. Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Brawijaya. Malang.
- Wardhani, Parwita Setya. 2015. *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan dengan Metode EOQ*. Media Mahardhika. Vol. 13 No. 3 Hal. 310-328.
- Wright, J. Nevan, & Peter Race. 2004. *The Management of Service Operations*. Cengage Learning Business Press. New York