



PREDIKSI JUMLAH PENUMPANG PESAWAT PADA MASA COVID-19 DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING

¹Darvi Mailisa Putri*, ²Fitri Rahmah Ul Hasanah, ³Lilis Harianti Hasibuan, ⁴Miftahul Jannah

^{1,3,4}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Imam Bonjol Padang

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Andalas

E-mail: ¹darvimailisa@uinib.ac.id, ²fitriarahmah26@yahoo.com, ³lilisharianti@uinib.ac.id,
⁴miftahuljannah@uinib.ac.id

Received: February 2022; Accepted: March 2022; Published: April 2022

Abstract

Forecasting is a study that is still interesting today. With the forecasting method, a person can make predictions about something based on previously available data. In this study, will be carried out on the prediction of the number of airplane passengers on domestic during the COVID-19 period. The data taken is data on domestic airplane passengers at Minangkabau International Airport Padang city. Data by month for the period 2016 to 2020. The method that will be applied to the data is the exponential smoothing type forecasting method, especially the Single Exponential Smoothing (SES) and Double Exponential Smoothing (DES) methods. The results of the study concluded that if analyzed from the MAPE value, the DES method was better with a MAPE value of 77. However, if analyzed from the MAD and MSD values, the SES method was better with a value of 32609 and 2044501652, respectively. Furthermore, analyzing the prediction results of the two methods, it was obtained that for the first four months the DES method showed better results than the SES method. But two months later the SES method was much better.

Keywords: prediction, single exponential smoothing, double exponential smoothing

Abstrak

Peramalan merupakan kajian yang masih menarik sampai saat ini. Dengan adanya metode peramalan seseorang dapat melakukan prediksi terhadap suatu hal berdasarkan data yang ada sebelumnya. Pada penelitian ini akan dilakukan kajian terhadap prediksi jumlah penumpang pesawat khususnya penumpang dalam negeri pada masa COVID-19. Data yang diambil adalah data penumpang pesawat dalam negeri di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) kota Padang. Data dikelompokkan menurut bulan dengan periode 2016 sampai dengan 2020. Metode yang akan diterapkan pada data adalah metode peramalan dengan tipe *exponential smoothing*, khususnya metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dan *Double Exponential Smoothing (DES)*. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa jika dianalisa dari nilai MAPE, metode DES lebih baik dengan nilai MAPE 77. Namun jika dianalisa dari nilai MAD dan MSD, metode SES lebih baik dengan nilai berturut-turut 32609 dan 2044501652. Selanjutnya analisa hasil prediksi kedua metode diperoleh kesimpulan bahwa untuk empat bulan pertama metode DES menunjukkan hasil yang lebih baik daripada metode SES. Namun dua bulan selanjutnya metode SES jauh lebih baik.

Kata kunci: prediksi, single exponential smoothing, double exponential smoothing

*Corresponding author.

Peer review under responsibility UIN Imam Bonjol Padang.

© 2022 UIN Imam Bonjol Padang. All rights reserved.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

PENDAHULUAN

Pada saat sekarang, dunia sedang mengalami pandemi COVID-19. Kejadian ini juga dirasakan oleh masyarakat Indonesia. Pandemi ini mengakibatkan kelemahan dalam segala bidang, termasuk bidang transportasi. Negara-negara yang terkena dampak pandemi memutuskan untuk menutup segala akses perjalanan baik dalam ataupun luar negeri. Aturan ini juga diberlakukan di Negara Indonesia. Hal ini bertujuan untuk menghambat perkembangan pandemi COVID-19 di negara tersebut.

Salah satu alat transportasi yang terkena dampaknya adalah pesawat terbang. Pada era pandemi ini banyak maskapai yang kehilangan penumpangnya. Dikutip dari <https://sumbar.antaranews.com>, pada tanggal 10 Februari 2022, salah satu contoh nyata yang dialami oleh maskapai adalah banyaknya penumpang perjalanan dalam negeri yang tidak menentu per hari nya. Jumlah penumpang yang tidak menentu ini bisa menjadi suatu masalah bagi kebijakan dalam maskapai. Oleh karena itu, salah satu solusi yang bisa digunakan adalah dengan melakukan peramalan terhadap jumlah penumpang yang ada, khususnya untuk perjalanan dalam negeri. Salah satu metode yang digunakan dalam bidang statistika tentang peramalan adalah metode *time series*. *Time series* adalah suatu himpunan pengamatan yang dibangun secara berurutan dalam waktu (Halim, 2006). *Time series*

bertujuan untuk meramalkan data yang akan datang dengan menggunakan data sebelumnya. Salah satu model *time series* ini meliputi *Moving Average*, *Autoregressive Integrated Moving Average*, *Geometric Brownian Motion*, *Exponential Smoothing*, dan masih banyak yang lainnya.

Penelitian dengan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* masih banyak digunakan untuk meramalkan suatu kasus. Misalnya pada tahun 2018, Jamal Fattah dkk (Fattah, Jamal., 2018) mengkaji terkait peramalan suatu permintaan dengan judul *Forecasting of Demand Using ARIMA Model*. Selanjutnya, Darvi Mailisa Putri dan Aghsilni (Putri & Aghsilni, 2019) melakukan peramalan harga saham PT. Polychem Indonesia Tbk dengan ARIMA dan Mohamed Reda Abonazel dengan artikel *Forecasting Egyptian GDP Using ARIMA Models* pada tahun 2019 (Abonazel & Abd-Elftah, 2019). Selain kasus permintaan dan harga saham, ARIMA juga dapat diterapkan pada kasus COVID-19. Hal ini termuat dari salah satu penelitian tahun 2020 diantaranya dengan judul *Application of the ARIMA Model on the COVID-19 Epidemic Dataset oleh Domenico Benvenuto dkk dan Forecasting of COVID19 per Regions Using ARIMA Models and Polynomial Functions* oleh Andres Hernandez-Matamoros dkk (Hernandez-Matamoros et al., 2020).

Metode peramalan dengan Gerak Brown Geometrik juga menjadi salah satu

metode yang sering digunakan. Adapun penelitian yang mengkaji terkait metode ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Farida Agustini W dkk (Agustini et al., 2018), Darvi Mailisa Putri, Lilis Harianti Hasibuan (Putri & Hasibuan, 2020) dan Zawin Najah Hamdan dkk (Najah Hamdan et al., 2020). Ketiga penelitian ini mengkaji bagaimana menerapkan dan meramalkan harga saham serta harga emas dengan Gerak Brown Geometrik.

Selain kedua metode yang telah diuraikan sebelumnya, metode peramalan dengan tipe *exponential smoothing* juga menjadi metode yang kerap diaplikasikan dalam memprediksi sesuatu. Terdapat tiga jenis model pada metode peramalan dengan tipe *exponential smoothing* yaitu *Single Exponential Smoothing (SES)*, *Double Exponential smoothing (DES)* dan *Triple Exponential Smoothing (TES)*. Dari ketiga jenis tersebut, penelitian ini lebih fokus membahas tentang *Single Exponential Smoothing (SES)* dan *Double Exponential smoothing (DES)*.

Berdasarkan jurnal sebelumnya, model ini masih menjadi bagian menarik yang dibahas karena masih banyak penelitian lainnya yang membahas metode *exponential smoothing*. Salah satu jurnal pada tahun 2008, Alda Raharja (Raharja et al., 2008) membahas tentang penerapan metode *exponential smoothing* untuk peramalan penggunaan waktu telepon di PT. Telkomsel Divre3 Surabaya. Pada tahun 2017, Rudy Ariyanto (Ariyanto et al., 2017)

membahas tentang penerapan metode *double exponential smoothing* pada peramalan produksi tanaman pangan. Pada tahun 2020, Maftahatul Hakimah (Hakimah et al., 2020) juga membahas tentang pengukuran kinerja metode peramalan tipe *exponential smoothing* dalam parameter terbaiknya.

Oleh karena itu, berdasarkan jurnal sebelumnya dan kondisi COVID-19 yang menyebabkan pergerakan data menjadi tidak menentu. Sehingga, penelitian ini akan membahas peramalan jumlah penumpang perjalanan dalam negeri dengan menggunakan metode peramalan tipe *exponential smoothing*.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan antarvariabel, menguji teori, dan melakukan generalisasi atas objek penelitian. Pada penelitian ini akan dijelaskan bagaimana hubungan antara data penumpang pesawat di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) dengan metode *single exponential smoothing* dan *double exponential smoothing*. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan hasil dari dua metode ini dengan tujuan untuk mengetahui metode mana yang lebih baik digunakan.

Kajian teori atau literatur dari penelitian ini bersumber dari buku teks, artikel ilmiah

terkait dan beberapa bersumber dari internet. Sedangkan data dalam penelitian ini diperoleh dari website <https://sumbar.bps.go.id> dengan mengambil data daftar penumpang pesawat dalam perjalanan dalam negeri di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) yang mencakup dari tahun 2016 sampai 2020.

Metode Single Exponential Smoothing (SES)

Salah satu metode *exponential smoothing* yang paling sederhana adalah *single exponential smoothing* atau SES. Data yang dibahas dengan metode SES adalah data yang tidak mengandung unsur tren dan musiman. Apabila pada suatu data terdapat t pengamatan, nilai ramalan untuk $t + 1$ dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$S_{t+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t X_i \dots \dots (1)$$

$$S_{t+2} = X_{t+1} + \frac{1}{t}(X_{t+1} - X_t) \dots \dots (2)$$

Berdasarkan persamaan (2), perhitungan untuk N pengamatan dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$S_{t+1} = S_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right) \dots \dots (3)$$

Apabila nilai $t - N$ mendekati t , nilai peramalan untuk periode X_{t-N} dapat diubah menjadi S_t , maka diperoleh:

$$S_{t+1} = S_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{S_t}{N} \right)$$

Atau

$$S_{t+1} = \frac{1}{N} X_t + \left(1 - \frac{1}{N} \right) S_t \dots \dots (4)$$

Nilai N merupakan bilangan positif yang menyebabkan nilai $\frac{1}{N}$ berada dalam interval 0 sampai 1. Misalkan $\frac{1}{N} = \alpha$, persamaan 4 menjadi:

$$S_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_t \dots \dots (5)$$

dimana:

- S_{t+1} : nilai peramalan pada waktu $t + 1$
- α : parameter dengan interval 0 sampai 1
- X_t : data aktual pada waktu t
- S_t : nilai peramalan pada waktu t

Metode Double Exponential Smoothing (DES)

Metode ini dikembangkan oleh Holt, dengan mengembangkan metode SES dengan mengelompokkan data tren yang ada. Sehingga, pemulusan peramalan dalam metode ini dibagi menjadi dua, yaitu pemulusan peramalan tren dan pemulusan peramalan data. Adapun persamaan untuk peramalan tren dan data adalah sebagai berikut:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} - T_{t-1}) \dots \dots (6)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots \dots (7)$$

$$F_{t+m} = S_t + T_t m \dots \dots (8)$$

dimana

- S_t : nilai peramalan *single* pada waktu t
- α, β : parameter dengan interval 0 sampai 1
- X_t : data aktual pada waktu t
- T_t : nilai peramalan tren pada waktu t
- T_{t-1} : nilai peramalan tren pada waktu $t - 1$

Evaluasi Hasil Peramalan

Adapun tujuan dari dilakukan evaluasi hasil peramalan adalah untuk mengetahui keakuratan hasil peramalan yang telah dilakukan dengan data sebenarnya. Hal yang dikaji dalam evaluasi hasil peramalan dalam

penelitian ini, meliputi *Meant Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Meant Absolute Deviation (MAD)*. MAPE dan MAD dirumuskan dalam persamaan berikut ini:

a. MAPE

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{y_t} \times 100$$

Dengan e_t adalah selisih antara nilai nyata dengan nilai peramalan pada waktu t .

b. MAD

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$$

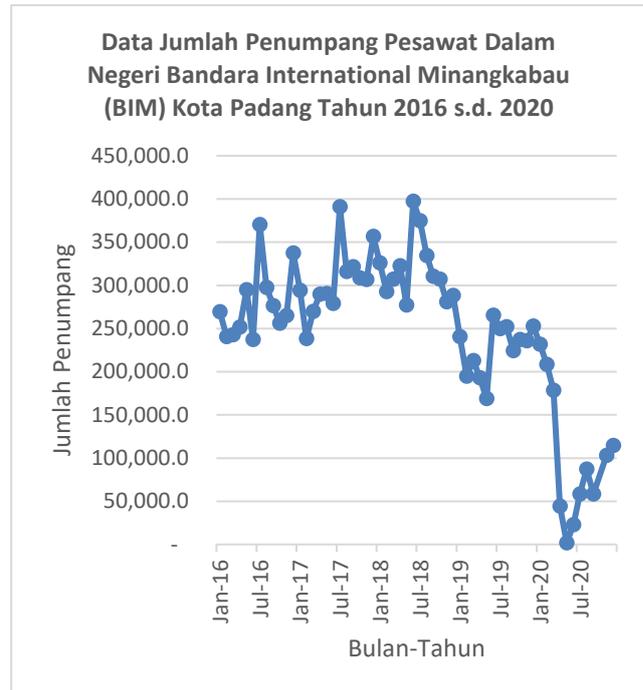
Dengan e_t adalah selisih antara nilai nyata dengan nilai peramalan pada waktu t dan n adalah jumlah periode peramalan yang terlibat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Penelitian ini akan mengkaji prediksi jumlah penumpang pesawat pada masa COVID-19 di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) kota Padang. Data yang digunakan adalah data penumpang dalam negeri saja menurut bulan dengan periode waktu dimulai dari Januari 2016 sampai dengan Desember 2020. Rentangan periode ini terdapat didalamnya masa dimulainya wabah COVID-19. Metode peramalan yang dipilih pada penelitian ini adalah metode peramalan tipe *exponential smoothing*, khususnya metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dan *Double*

Exponential Smoothing (DES). Pada bagian awal akan dilakukan plot data terlebih dahulu.



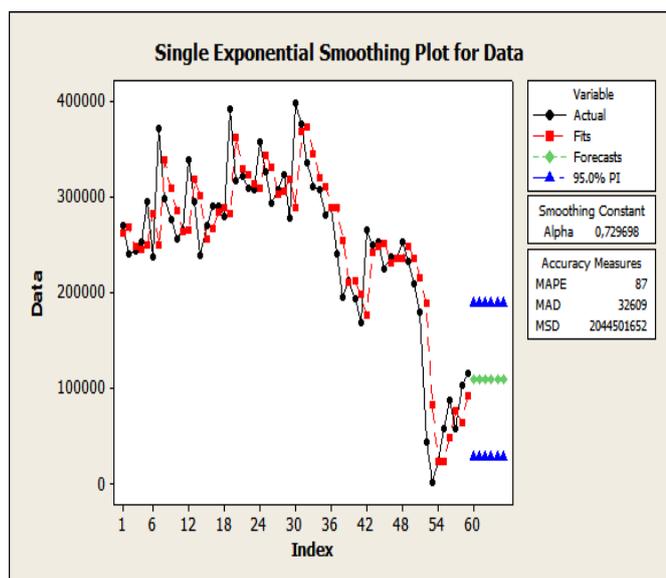
Gambar 1. Plot Data Awal Jumlah Penumpang Pesawat Dalam Negeri Bandara Internasional Minangkabau (BIM) Kota Padang

Deskripsi grafik yang dihasilkan pada Gambar 1 terlihat bahwa jumlah penumpang pesawat dari awal tahun 2016 sampai dengan pertengahan tahun 2018 berfluktuasi. Dimana pada masa idul fitri dan liburan akhir tahun, jumlah penumpang lebih banyak dibandingkan pada bulan-bulan biasa. Selanjutnya, pada akhir tahun 2018 angka penumpang mulai mengalami penurunan hingga bulai Mei 2019. Penurunan drastis terjadi pada April 2020 lalu disambut Mei 2020. Penurunan ini terjadi karena adanya pembatasan jumlah penumpang pada saat kondisi wabah COVID-19 terjadi. Namun, pada bulan Juni 2020 sampai akhir tahun 2020, perlahan-lahan jumlah penumpang

sudah mengalami peningkatan karena kondisi yang sudah mulai kondusif. Untuk itu, peneliti tertarik melakukan prediksi terkait berapa jumlah penumpang pada periode selanjutnya, yang mana pada kasus ini akan diprediksi enam bulan kedepan.

Single Exponential Smoothing (SES)

Metode peramalan tipe *exponential smoothing* pertama yang akan diterapkan pada data jumlah penumpang pesawat adalah *Single Exponential Smoothing* (SES). Dengan menggunakan *software* MINITAB diperoleh hasil plot data, baik itu data aktual maupun data forecast yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Data dengan Metode Single Exponential Smoothing

Plot data dengan metode SES menghasikan nilai *alpha* sebesar 0,729698, dan nilai MAPE 87, MAD 32609, MSD 2044501652. Nilai *alpha* yang telah diperoleh disubstitusikan pada model SES pada persamaan (5), sehingga diperoleh model sebagai berikut:

$$S_{t+1} = 0,729698X_t + 0,270302S_t$$

dimana,

S_{t+1} : nilai peramalan pada waktu $t+1$

X_t : data actual pada waktu t

S_t : nilai peramalan pada waktu t

Setelah diperolehnya model dari metode *single exponential smoothing*, langkah selanjutnya dilakukan prediksi atau memperkiraan jumlah penumpang pesawat dalam negeri di BIM kota Padang untuk enam bulan berikutnya. Pada Tabel 1 ditampilkan hasil prediksi dari metode SES dengan data aktual yang ada.

Tabel 1. Perbandingan Data Aktual dengan Forecast Metode SES

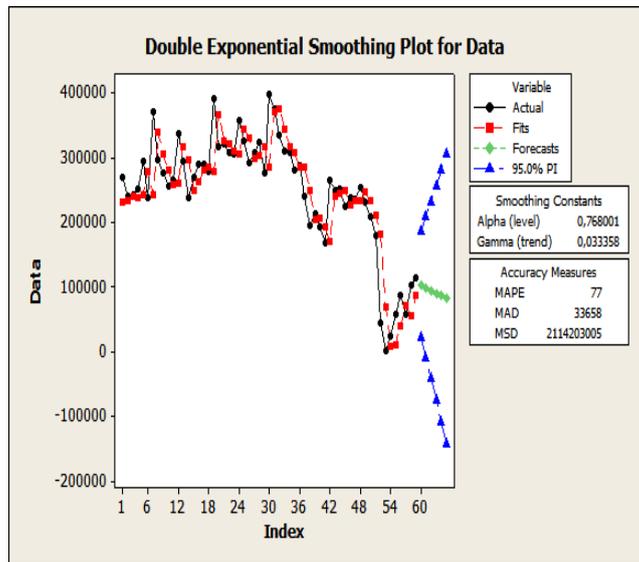
No.	Date	Data Aktual	Forecast SES
1	Jan-2021	89.190	108.678
2	Feb-2021	76.110	108.678
3	Mar-2021	95.330	108.678
4	Apr-2021	97.060	108.678
5	Mei-2021	110.780	108.678
6	Jun-2021	143.430	108.678

Hasil yang diberikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa antara data aktual dan data hasil prediksi dengan metode SES belum begitu mendekati. Hal ini juga terlihat dari nilai MAPE yang dihasilkan masih terbilang besar.

Double Exponential Smoothing (DES)

Metode peramalan tipe *exponential smoothing* selanjutnya yang akan diterapkan pada data jumlah data penumpang pesawat adalah *Double Exponential Smoothing* (DES).

Hasil plot yang diperoleh menggunakan software MINITAB ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Data dengan Metode Double Exponential Smoothing

Pada Gambar 3 dengan metode DES menghasilkan nilai α 0,768001, β 0,033358, dan MAPE 77, MAD 33658, MSD 2114203005. Berdasarkan nilai α dan β yang ada maka diperoleh model sebagai berikut:

Pemulusan data:

$$S_t = 0,768001X_t + 0,231999(S_{t-1} - T_{t-1})$$

Pemulusan tren:

$$T_t = 0,033358(S_t - S_{t-1}) + 0,966642T_{t-1}$$

dimana,

- S_t : nilai peramalan single pada waktu t
- S_{t-1} : nilai peramalan single pada waktu t-1
- X_t : data aktual pada waktu t
- T_t : nilai peramalan tren pada waktu t
- T_{t-1} : nilai peramalan tren pada waktu t-1

Model yang diperoleh dengan metode double exponential smoothing diterapkan pada data jumlah penumpang pesawat dalam negeri

di BIM kota Padang. Dengan begitu dihasilkan prediksi jumlah penumpang pesawat untuk enam bulan berikutnya yang diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Data Actual dengan Forecast Metode DES

No.	Date	Data Actual	Forecast DES
1	Jan-2021	89.190	103.731
2	Feb-2021	76.110	99.249
3	Mar-2021	95.330	94.768
4	Apr-2021	97.060	90.286
5	Mei-2021	110.780	85.804
6	Jun-2021	143.430	81.322

Hasil data prediksi dengan metode DES dan data aktual yang diberikan pada Tabel 2 sudah mulai mendekati. Hal ini jika kita lihat juga dari nilai MAPE yang dihasilkan metode DES. Dimana nilainya lebih kecil dibandingkan nilai MAPE pada metode SES.

Pemilihan Metode Terbaik

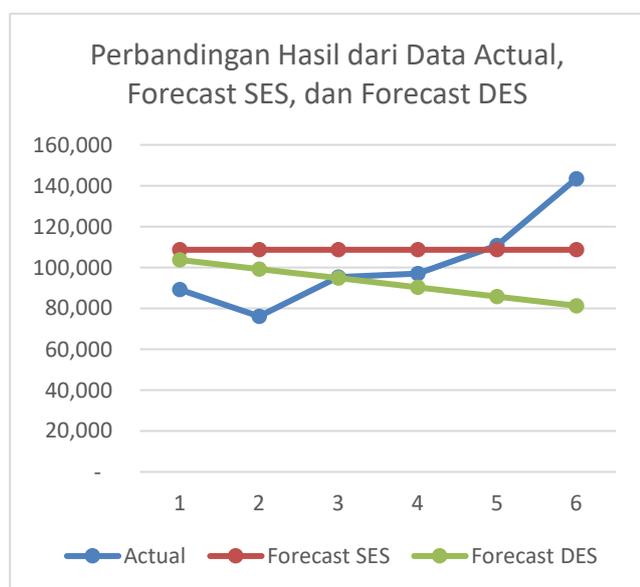
Pemilihan metode terbaik akan dianalisa berdasarkan nilai MAP, MAD dan MSD yang diperoleh dari masing-masing metode. Selain dari ketiga nilai tersebut, juga dilihat dari data prediksi yang didapatkan. Perbandingan nilai MAP, MAD dan MSD dapat terlihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengukuran Kesalahan Peramalan

Pengukuran	SES	DES
MAPE	87	77
MAD	32609	33658
MSD	2044501652	2114203005

Nilai pengukuran kesalahan peramalan pada kedua metode dapat dikatakan hampir saling mendekati. Jika ditinjau dari nilai MAPE, metode *DES* lebih baik dibandingkan metode *SES*. Namun, jika ditinjau dari nilai MAD dan MSD, metode *DES* tidak lebih baik dibandingkan metode *SES*.

Berikutnya akan ditinjau dari hasil prediksi yang telah didapat dari masing-masing metode. Berdasarkan data forecast pada Tabel 1 dan Tabel 2, maka diperoleh grafik pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Data Aktual, Forecast SES dan Forecast DES

Analisa yang dapat dilakukan dari hasil plot perbandingan ketiga data adalah hasil prediksi dua metode tidak terlalu mendekati dari nilai aktual. Metode *DES* memiliki nilai prediksi untuk empat bulan pertama lebih baik dibandingkan metode *SES*. Namun hasil prediksi untuk dua bulan selanjutnya metode *SES* jauh lebih baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Salah satu metode peramalan yang digunakan untuk memprediksi suatu data *time series* adalah metode tipe *exponential smoothing*. Dimana pada penelitian ini dikaji dua metode yaitu metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dan *Double Exponential Smoothing (DES)*. Kedua metode ini diterapkan pada data jumlah penumpang pesawat dalam negeri di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) kota Padang periode 2016 s.d. 2020. Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode *DES* menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode *SES* jika dilihat dari nilai MAPE.
2. Metode *SES* menunjukkan kinerja yang tidak kalah lebih baik dibandingkan metode *DES* jika dilihat dari nilai MAD dan MSD.
3. Hasil prediksi untuk empat bulan pertama metode *DES* lebih baik daripada metode *SES*, namun untuk dua bulan selanjutnya metode *SES* menghasilkan prediksi yang jauh lebih baik.

Saran

Setelah melakukan penelitian terkait data jumlah penumpang, khususnya penumpang pesawat. Saran yang dapat diberikan untuk peneliti berikutnya adalah peneliti dapat menggunakan metode

peramalan yang berkaitan dengan adanya trend. Misalnya metode *double exponential smoothing* dengan *damped trend* atau metode *seasonal autoregressive integrated moving average*.

REFERENSI

- Abonazel, M. R., & Abd-Elftah, A. I. (2019). Forecasting egyptian GDP using ARIMA models. *Reports on Economics and Finance*, 5(1), 35–47. <https://doi.org/10.12988/ref.2019.81023>
- Agustini, F., Affianti, I. R., & Putri, R. M. (2018). Stock price prediction using geometric Brownian motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 974(1), 012047. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/974/1/012047>
- Ariyanto, R. (Rudy), Puspitasari, D. (Dwi), & Ericawati, F. (Fifi). (2017). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan. *Jurnal Informatika Polinema*, 4(1), 266791. <https://doi.org/10.33795/JIP.V4I1.145>
- Fattah, Jamal., D. (2018). Forecasting of demand using ARIMA model. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1847979018808673>
- Hakimah, M., Mistarika Rahmawati, W., Yuldian Afandi, A., Teknik Informatika, J., Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, F., & Teknologi Adhi Tama Surabaya Jl Arief Rachman Hakim, I. (2020). Pengukuran kinerja metode peramalan tipe eksponential smoothing dalam parameter terbaiknya. *Network Engineering Research Operation*, 5(1), 44–50. <https://doi.org/10.21107/NERO.V5I1.150>
- Halim, S. (2006). *Diklat time series analysis*.
- Hernandez-Matamoros, A., Fujita, H., Hayashi, T., & Perez-Meana, H. (2020). Forecasting of COVID19 per regions using ARIMA models and polynomial functions. *Applied Soft Computing*, 96, 106610. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2020.106610>
- Najah Hamdan, Z., Nur, S., Ibrahim, I., & Mustafa, M. S. (2020). Modelling Malaysian gold prices using geometric brownian motion model. *JOURNAL Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9(9), 1857–8438. <https://doi.org/10.37418/amsj.9.9.92>
- Putri, D. M., & Aghsilni, A. (2019). Estimasi model terbaik untuk peramalan harga saham PT. Polychem Indonesia Tbk. dengan ARIMA. *MAP (Mathematics and Applications) Journal*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.15548/MAP.V1I2.1176>
- Putri, D. M., & Hasibuan, L. H. (2020). Penerapan gerak brown geometrik pada data saham PT. ANTM.
- Raharja, A., Angraeni, W., Si, S., Kom, M., Vinarti, R. A., & Kom, S. (2008). Penerapan metode exponential smoothing untuk peramalan penggunaan waktu telponi PT. Telkomsel Divre3 Surabaya.