



Perbandingan Metode *SES*, *Holt's Linear*, *Holt's Winter* untuk Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Penerbangan Domestik di Bandara Soekarno-Hatta

Azka Larissa¹, Farin Cyntiya Garini², Warosatul Anbiya³, Rahmalisa Aulia Fatharani⁴, Fanny Salsabila⁵, Toni Toharudin⁶.
Universitas Padjadjaran^{1,....6}
azka19007@mail.unpad.ac.id¹

Abstrak. Bandara Internasional Soekarno-Hatta merupakan salah satu bandara yang mengelola jalur penerbangan terbesar dan terluas di Indonesia dengan jumlah penumpang yang selalu mengalami fluktuasi setiap bulannya. Tingkat pelayanan di bandara dipengaruhi oleh banyaknya penumpang. Ketika jumlah penumpang melonjak, antisipasi perlu dilakukan agar pelayanan yang diberikan tetap berjalan dengan baik dan memberikan kenyamanan bagi penumpang [1]. Pada penelitian ini, data *time series* yang digunakan adalah data penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno-Hatta dari bulan Januari 2006 sampai April 2021 sehingga diperoleh jumlah data sebanyak 184. Penelitian ini membahas tentang penerapan metode peramalan dengan tujuan untuk membandingkan metode *Single Exponential Smoothing*, metode *Holt's Linear*, dan metode *Holt's Winter*. Berdasarkan analisis perbandingan ketiga metode *time series* yang dilakukan, yaitu *Single Exponential Smoothing*, *Holt's Linear*, dan *Holt's Winter (Additive & Multiplicative)*, diperoleh hasil bahwa metode *Holt's Winter Additive* merupakan metode yang lebih baik dengan nilai AIC dan MAPE yang terkecil, yaitu berturut-turut sebesar 5370,25 dan 17,465. Hasil peramalan jumlah penumpang ini diharapkan dapat dijadikan sebagai hal yang penting bagi pihak maskapai untuk mengetahui jumlah penumpang di masa yang akan datang. Dengan demikian, pihak maskapai dapat mempersiapkan fasilitas yang optimal demi kenyamanan penumpang.

Kata kunci: Penumpang Pesawat, Penerbangan Domestik, Forecasting, Exponential Smoothing

I. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan letak geografis antar pulau yang saling berjauhan dan mobilitas penduduknya tinggi. Oleh karena itu, transportasi yang efisien diperlukan untuk memudahkan mobilisasi dari satu pulau ke pulau lainnya. Transportasi udara merupakan jenis transportasi yang dapat memberikan kemudahan bagi penduduk di negara kepulauan. Selain memberikan kemudahan, transportasi udara juga dapat berperan dalam peningkatan perekonomian Indonesia. Guna meningkatkan perekonomian Indonesia, pengembangan transportasi udara perlu diupayakan, seperti pengembangan sarana transportasi dan peralatan pendukungnya, serta peningkatan pelayanan pada penumpang di bandara [2].

Tingkat pelayanan di bandara dipengaruhi oleh banyaknya penumpang. Ketika jumlah penumpang melonjak, antisipasi perlu dilakukan agar penumpang tetap merasakan kenyamanan dengan baiknya kualitas pelayanan yang diberikan [1]. Banyaknya jumlah penumpang yang meningkat pada waktu tertentu dapat diketahui dengan melakukan perhitungan potensi pertumbuhan yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak maskapai dalam pengajuan *extra flight*, sehingga pihak maskapai dapat memaksimalkan keuntungan ketika terjadi peningkatan permintaan tiket.

Salah satu bandara yang mengelola jalur penerbangan terbesar dan terluas di Indonesia adalah Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan jumlah penumpang yang selalu mengalami fluktuasi setiap bulannya. Oleh karena itu, hal penting yang dapat dilakukan oleh pihak maskapai untuk mengetahui jumlah penumpang di masa yang akan datang adalah dengan meramalkan jumlah penumpang. Dengan demikian, pihak maskapai dapat mempersiapkan fasilitas yang optimal demi kenyamanan penumpang [3].





Pada penelitian ini, data runtun waktu yang digunakan adalah data penumpang pesawat di Bandara Soekarno-Hatta yang berangkat pada penerbangan domestik dari bulan Januari 2006 sampai April 2021. Maka dari itu, diperoleh jumlah data penelitian sebanyak 184. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengkajian terhadap metode peramalan untuk melakukan perbandingan antara metode *Single Exponential Smoothing*, metode *Holt's Linear*, dan metode *Holt's Winter*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan metode terbaik untuk peramalan jumlah penumpang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan melihat nilai kesalahan (*error*), dalam hal ini nilai MAPE dan AIC yang terkecil.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data jumlah penumpang keberangkatan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data ini berupa data bulanan dari bulan Januari 2006 sampai dengan April 2021 pada penerbangan domestik yang diamati di Bandara Soekarno-Hatta. Jumlah data yang diperoleh sebanyak 184.

2.2 Variabel Penelitian

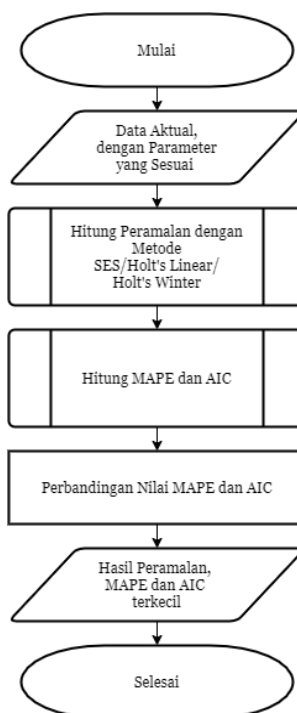
Variabel yang diamati pada data “Jumlah Penumpang Keberangkatan Penerbangan Domestik” adalah variabel jumlah penumpang pada penerbangan domestik di Bandara Soekarno-Hatta. Data Penumpang pada Keberangkatan Pesawat Domestik Bandara Soekarno-Hatta Indonesia (PT (Persero) Angkasa Pura I and II, 2021) merupakan data runtun waktu dengan periode bulanan.

2.3 Teknis Analisis Data

Pada penelitian ini, akan ditentukan solusi dari kasus yang dianalisis, yaitu mengetahui metode terbaik yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan jumlah penumpang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Metode yang akan dibandingkan dalam meramalkan jumlah penumpang adalah metode *Single Exponential Smoothing*, metode *Holt's Linear*, serta metode *Holt's Winter Additive* dan *Multiplicative*.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan model terbaik digambarkan pada diagram alir atau *flowchart* berikut ini.

Gambar 1. *Flowchart Perbandingan Metode Time Series*





III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Awal Data

Hasil analisis dari penelitian diperoleh melalui pengolahan data dengan menggunakan *software* R 4.0.3.

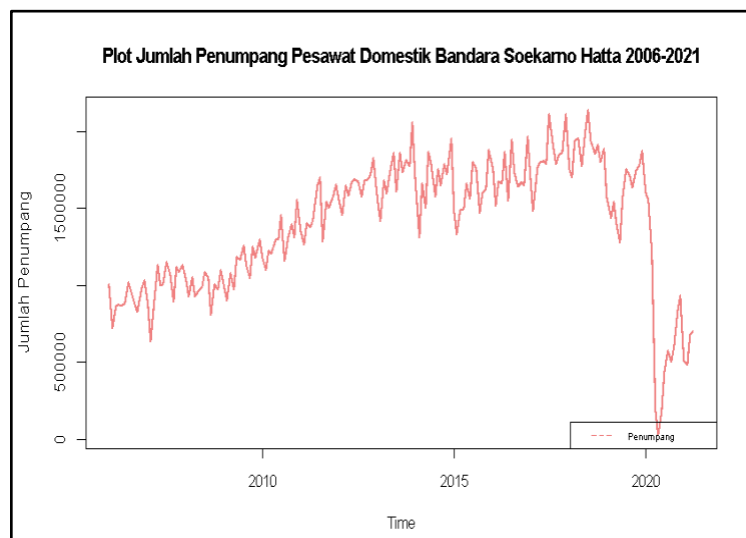
Tabel 1. Statistika Deskriptif Data Penumpang pada Keberangkatan Pesawat Domestik Bandara Soekarno-Hatta Bulanan Indonesia

Minimum	27.500
Kuartil Bawah (Q1)	1.072.155
Median	1.503.884
Mean	1.393.540
Kuartil Atas (Q3)	1.724.758
Maksimum	2.132.360

Tabel 1. merupakan hasil *output* perhitungan statistika deskriptif dari data penumpang pada keberangkatan pesawat domestik di Bandara Soekarno-Hatta dengan nilai rata-ratanya sebesar 1.393.540, nilai data terkecil (minimum) sebesar 27.500, nilai data terbesar (maksimum) sebesar 2.132.360, nilai median atau kuartil tengah sebesar 1.503.884, nilai kuartil bawah sebesar 1.072.155, dan nilai kuartil atas sebesar 1.724.758.

Sebelum analisis dilakukan lebih lanjut, tahap pertama yang dilakukan adalah pemeriksaan atau identifikasi awal yang dilihat melalui plot *time series* data perubahan jumlah penumpang dalam periode penelitian seperti pada Gambar 2.

Gambar 2. Grafik Plot Time Series Penumpang pada Keberangkatan Pesawat Domestik Bandara Soekarno-Hatta Bulanan Indonesia



Identifikasi awal melalui penggambaran plot *time series* dilakukan dengan tujuan untuk melakukan evaluasi dari keragaman data. Berdasarkan hasil *output* plot yang diperoleh, tampak bahwa data memiliki pola yang cenderung selalu mengalami kenaikan dan penurunan secara konstan dan berkala. Akan tetapi, keragaman atau simpangan data terlihat tidak konstan karena adanya nilai data yang cenderung sangat rendah, yaitu pada periode tahun 2020.

3.2 Hasil Metode *Single Exponential Smoothing*

Dalam peramalan jangka pendek, misalnya untuk satu bulan ke depan, metode yang biasa digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing*. Data dengan tidak ada *trend* atau pola musiman yang jelas cocok digunakan dengan menggunakan metode ini.





Asumsi yang digunakan dalam *Single Exponential Smoothing* adalah model data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata tanpa adanya unsur *trend*. Persamaan untuk *Single Exponential Smoothing* ini dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$$

Keterangan:

F_t : peramalan untuk periode ke-t
 α : konstanta rata-rata antara 0 dan 1
 X_t : permintaan untuk periode ke-t
 F_{t+1} : peramalan pada waktu ke t+1

Pengujian dan analisis metode *Single Exponential Smoothing* dengan menggunakan *software R* memperoleh hasil *forecasts* atau peramalan sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Metode *Single Exponential Smoothing*

<i>Smoothing Parameters</i>	
α	0,7221
<i>Error Measures</i>	
AIC	5428,407
MAPE	22,82201

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, untuk metode *Single Exponential Smoothing* diperoleh nilai *smoothing parameter* untuk α sebesar 0,7221. Kemudian, diperoleh nilai AIC sebesar 5.428,407 dan nilai MAPE sebesar 22,82201. Akan tetapi, dari kedua nilai kriteria ini, tidak dapat langsung diambil keputusan apakah metode *Single Exponential Smoothing* ini sudah sesuai dalam melakukan peramalan jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode selanjutnya untuk dilakukan perbandingan nilai AIC dan MAPE pada setiap metodenya.

Selanjutnya, data dengan metode *Single Exponential Smoothing* digunakan untuk melakukan *forecast* jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021) seperti pada Tabel 3. berikut.

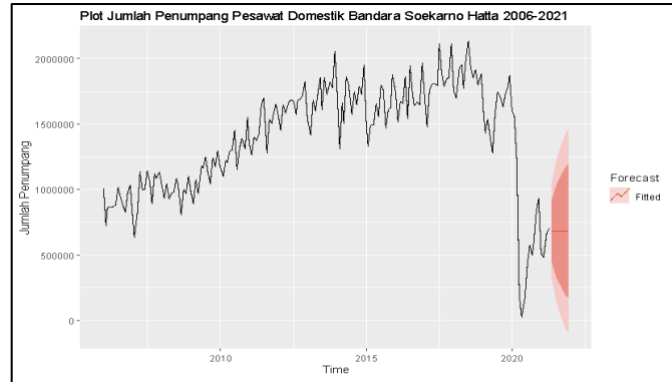
Tabel 3. Hasil *Forecast* dengan Metode *Single Exponential Smoothing*

<i>Point</i>	<i>Forecast</i>	<i>Low 95</i>	<i>High 95</i>
May 2021	682625	318328.167	1046922
Jun 2021	682625	233274.580	1131975
Jul 2021	682625	161933.712	1203316
Aug 2021	682625	99252.876	1265997
Sep 2021	682625	42682.305	1322568
Oct 2021	682625	-9278.369	1374528
Nov 2021	682625	-57600.567	1422851
Dec 2021	682625	-102956.0	1468206

Berikut ini merupakan *plot forecast* dengan Metode *Single Exponential Smoothing* dari data jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021).

Gambar 3. Grafik *Plot Forecast* dengan Metode *Single Exponential Smoothing*





3.3 Hasil Metode *Holt's Linear*

Dalam peramalan jangka pendek, misalnya untuk satu bulan ke depan, Holt (1957) memperluas pemulusan eksponensial sederhana untuk memungkinkan peramalan data dengan *trend*. Model peramalan dengan sifat data yang memiliki trend aditif dan tidak memiliki pola musiman disebut juga dengan model *Holt's Linear*.

Metode *Holt's Linear* menampilkan perkiraan *trend* yang konstan tanpa batas ke masa yang akan datang. Metode ini cenderung melebihi perkiraan, khususnya untuk waktu yang lebih lama.

Persamaan untuk metode *Holt's Linear* ini dituliskan sebagai berikut.

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

Untuk peramalan pada periode ke- m di masa depan dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Keterangan:

- S_t : nilai *exponential smoothing*
- α : konstanta *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)
- γ : konstanta *smoothing* untuk estimasi trend ($0 < \gamma < 1$)
- b_t : estimasi trend
- Y_t : data aktual pada periode t
- m : jumlah periode ke depan yang diramalkan

Pengujian dan analisis metode *Holt's Linear* dengan menggunakan *software* R memperoleh hasil *forecasts* atau peramalan sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan Metode *Holt's Linear*

<i>Smoothing Parameters</i>	
α	0,7265
β	1×10^{-4}
<i>Error Measures</i>	
AIC	5432,946
MAPE	22,8495

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, untuk metode *Holt's Linear* diperoleh nilai *smoothing parameter* untuk α sebesar 0,7265 dan β sebesar 1×10^{-4} . Kemudian, diperoleh nilai AIC sebesar 5.432,946 dan nilai MAPE sebesar 22,8495. Akan tetapi, dari kedua nilai kriteria ini, tidak dapat langsung diambil keputusan apakah metode *Holt's Linear* ini sudah sesuai dalam melakukan peramalan jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode selanjutnya untuk dilakukan perbandingan nilai AIC dan MAPE pada setiap metodenya.

Selanjutnya, data dengan metode *Holt's Linear* digunakan untuk melakukan *forecast* jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021) seperti pada Tabel 5. berikut.



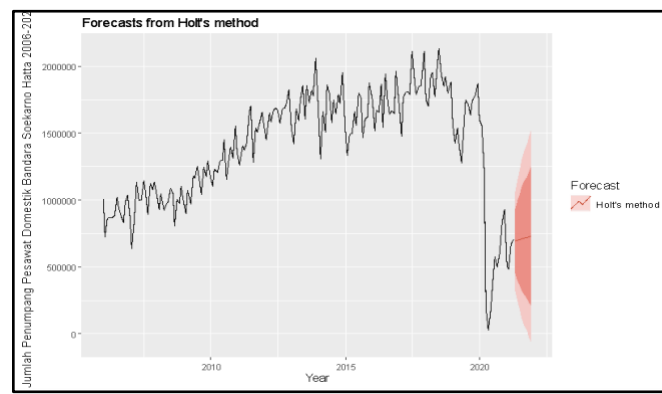


Tabel 5. Hasil *Forecast* dengan Metode *Holt's Linear*

<i>Point</i>	<i>Forecast</i>	<i>Low 95</i>	<i>High 95</i>
May 2021	690760.3	323908.21	1057612
Jun 2021	696357.0	242897.51	1149817
Jul 2021	701953.8	175940.29	1227967
Aug 2021	707550.5	117826.52	1297275
Sep 2021	713147.3	65939.30	1360355
Oct 2021	718744.0	18742.95	1418745
Nov 2021	724340.8	-24754.95	1473437
Dec 2021	729937.6	-65239.74	1525115

Berikut ini merupakan *plot forecast* dengan Metode *Holt's Linear* dari data jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021).

Gambar 4. Grafik *Plot Forecast* dengan Metode *Holt's Linear*



3.4 Hasil Metode *Holt's Winter*

Metode *Holt's Winter* terbagi menjadi dua jenis peramalan, yaitu metode *Holt's Winter Additive* dan metode *Holt's Winter Multiplicative*. Pada peramalan dengan sifat data yang memiliki *trend* aditif dan memiliki pola musiman aditif, cocok menggunakan model *Holt's Winter Additive*. Nilai peramalan akan ditentukan oleh komponen (I_t), (b_t), dan (s_t) yang dibentuk secara aditif.

Data dengan *trend* aditif dan memiliki pola musiman multiplikatif akan diramal dengan menggunakan model *Holt's Winter Multiplicative*. Nilai peramalan pada model ini ditentukan oleh komponen (I_t), (b_t), dan (S_t) yang dibentuk secara multiplikatif. Persamaan untuk model *Holt's Winter Multiplicative* adalah sebagai berikut.

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) ; b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-1}$$

Untuk peramalan pada periode ke- m di masa depan dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$F_{t+m} = (S_t + mb_t) I_{t-L+m}$$

Keterangan:

- S_t : nilai *exponential smoothing*
- α : konstanta *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)
- γ : konstanta *smoothing* untuk estimasi *trend* ($0 < \gamma < 1$)
- β : konstanta *smoothing* untuk estimasi *seasonal* ($0 < \beta < 1$)
- b_t : estimasi *trend*
- L : nilai pemulusan keseluruhan
- X_t : data *actual* pada periode t
- m : jumlah periode ke depan yang diramalkan

Pengujian dan analisis metode *Holt's Winter Additive* dengan menggunakan *software R* memperoleh hasil *forecasts* atau peramalan sebagai berikut.





Tabel 6. Hasil Pengujian dengan Metode *Holt's Winter Additive*

<i>Smoothing Parameters</i>	
α	0,8623
β	1×10^{-4}
γ	1×10^{-4}
<i>Error Measures</i>	
AIC	5370,252
MAPE	17,46464

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, untuk metode *Holt's Winter Additive* diperoleh nilai *smoothing parameter* untuk α sebesar 0,8623, β sebesar 1×10^{-4} dan γ sebesar 1×10^{-4} . Kemudian, diperoleh nilai AIC sebesar 5370,252 dan nilai MAPE sebesar 17,46464. Akan tetapi, dari kedua nilai kriteria ini, tidak dapat langsung diambil keputusan apakah metode *Holt's Winter Additive* ini sudah sesuai dalam melakukan peramalan jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode selanjutnya untuk dilakukan perbandingan nilai AIC dan MAPE pada setiap metodenya.

Selanjutnya, data dengan metode *Holt's Winter Additive* digunakan untuk melakukan *forecast* jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021) seperti pada Tabel 7. berikut.

Tabel 7. Hasil *Forecast* dengan Metode *Holt's Winter Additive*

<i>Point</i>	<i>Forecast</i>	<i>Low 95</i>	<i>High 95</i>
May 2021	757848.9	457821.447	1057876
Jun 2021	795854.4	399675.532	1192033
Jul 2021	916361.6	443165.618	1389558
Aug 2021	841429.0	302089.903	1380768
Sep 2021	783227.1	185000.991	1381453
Oct 2021	882008.9	230182.354	1533835
Nov 2021	880840.8	179487.337	1582194
Dec 2021	1055870.0	308253.078	1803487

Pengujian dan analisis metode *Holt's Winter Multiplicative* dengan menggunakan *software R* memperoleh hasil *forecasts* atau peramalan sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Pengujian dengan Metode *Holt's Winter Multiplicative*

<i>Smoothing Parameters</i>	
α	0,7319
β	1×10^{-4}
γ	0,2681
<i>Error Measures</i>	
AIC	5531,757
MAPE	20,27683

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, untuk metode *Holt's Winter Multiplicative* diperoleh nilai *smoothing parameter* untuk α sebesar 0,7319, β sebesar 1×10^{-4} dan γ sebesar 0,2681. Kemudian, diperoleh nilai AIC sebesar 5531,757 dan nilai MAPE sebesar 20,27683. Akan tetapi, dari kedua nilai kriteria ini, tidak dapat langsung diambil keputusan apakah metode *Holt's Winter Multiplicative* ini sudah sesuai dalam melakukan peramalan jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta. Oleh karena itu, akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode selanjutnya untuk dilakukan perbandingan nilai AIC dan MAPE pada setiap metodenya.

Selanjutnya, data dengan metode *Holt's Winter Multiplicative* digunakan untuk melakukan *forecast* jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021) seperti pada Tabel 9. berikut.

Tabel 9. Hasil *Forecast* dengan Metode *Holt's Winter Additive*

<i>Point</i>	<i>Forecast</i>	<i>Low 95</i>	<i>High 95</i>
--------------	-----------------	---------------	----------------

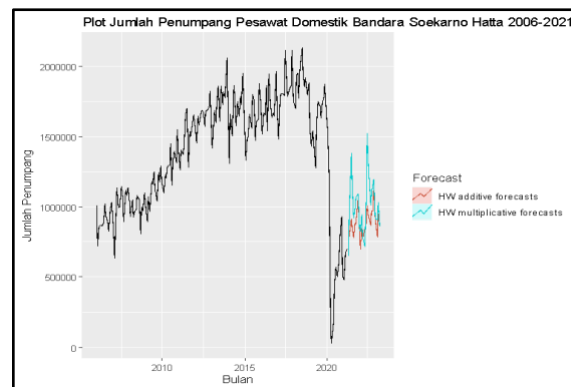




May 2021	647748.4	419409.618	876087.3
Jun 2021	965310.6	542437.220	1388184
Jul 2021	1380715.7	677150.073	2084281.3
Aug 2021	1146688.3	490427.489	1802949.2
Sep 2021	919815.3	341307.166	1498323.5
Oct 2021	996461.6	317876.856	1675046.3
Nov 2021	1066198.6	288443.457	1843953.7
Dec 2021	1087690.6	244691.265	1930689.9

Berikut ini merupakan *plot forecast* dengan Metode *Holt's Winter Additive* dan *Holt's Winter Multiplicative* dari data jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta dalam delapan bulan ke depan (Mei – Desember 2021).

Gambar 5. Grafik Plot Forecast dengan Metode Holt's Winter Additive dan Multiplicative



3.5 Hasil Perbandingan Metode

Dalam melakukan analisis data *time series*, model terbaik yang dapat merepresentasikan data diperoleh dengan melihat kriteria tertentu. Kriteria yang digunakan dalam menentukan model terbaik pada penelitian ini adalah MAPE dan AIC.

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan ukuran ketetapan relatif berupa persentase penyimpangan hasil peramalan. Semakin kecil nilai MAPE, maka model peramalan yang digunakan akan semakin baik. Ukuran yang digunakan untuk menghitung kesalahan dalam peramalan adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \times 100$$

Keterangan:

e_i = kesalahan (*error*)

n = banyaknya data hasil *forecasting*

Perhitungan model residual berdasarkan forecast error atau kesalahan peramalan menggunakan MAPE dapat digunakan untuk mengetahui model yang paling tepat atau terbaik. Selain MAPE, untuk menentukan model yang lebih baik atau paling optimum, dapat dengan melihat nilai AIC setiap model. Model yang terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil.. Rumusan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$AIC = n \ln \left(\frac{RSS}{n} \right) + 2k$$

dengan:

$$RSS \text{ (Residual Sum of Square)} = \sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2$$

Penentuan metode terbaik dalam melakukan peramalan terhadap data jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta selama 184 bulan, yaitu dari bulan Januari tahun 2006 sampai dengan bulan April tahun 2021, dilakukan dengan membandingkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan AIC (*Akaike's Information Criterion*) dari metode-metode





peramalan yang telah dilakukan. Hasil perbandingan nilai MAPE dan AIC untuk ketiga metode disajikan pada Tabel 11.

Tabel 10. Hasil Perbandingan Nilai AIC dan MAPE untuk Setiap Metode

	AIC	MAPE
Single Exponential Smoothing	5428,41	22,822
Holt's Linear	5432,95	22,85
Holt's Winter Additive	5370,25	17,465
Holt's Winter Multiplicative	5531,76	20,277

Pada Tabel 11. menunjukkan perbandingan hasil nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk *forecast* dalam delapan bulan ke depan, yaitu bulan Mei 2021 sampai dengan Desember 2021. Metode *Holt's Winter Additive* memiliki nilai AIC dan MAPE terkecil, yaitu berturut-turut sebesar 5370,25 dan 17,465. Maka, metode *Holt's Winter Additive* menunjukkan hasil peramalan (*forecast*) yang relatif lebih baik daripada metode lainnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perbandingan ketiga metode *time series* yang dilakukan, yaitu *Single Exponential Smoothing*, *Holt's Linear*, dan *Holt's Winter (Additive & Multiplicative)*, diperoleh hasil bahwa metode *Holt's Winter Additive* merupakan metode yang lebih baik dengan nilai AIC dan MAPE yang terkecil. Hal ini karena metode *Holt's Winter Additive* mampu membaca pola *trend* pada data jumlah penumpang pada keberangkatan pesawat domestik Bandara Soekarno-Hatta. Hasil peramalan jumlah penumpang ini diharapkan dapat menjadi hal yang dapat diperhatikan oleh pihak maskapai untuk mengetahui jumlah penumpang di masa yang akan datang. Dengan demikian, pihak maskapai dapat mempersiapkan fasilitas yang optimal demi kenyamanan penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dheviani, S., Wardono, W., & Hedikawati, P. Peramalan Banyaknya Penumpang Di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang Dengan Mempertimbangkan Special Event. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 434-444, 2018.
- [2] Zulaichah. Evaluasi Usulan Pembangunan Terminal Baru Bandar Udara H.A.S Hanandjoeddin Tanjung Pandan. Jurnal Perhubungan Udara, 201-218, 2015.
- [3] Hayoto, S., Lesnussa, Y. A., Patty, H. W., & Djami, R. Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Pattimura Ambon dengan Menggunakan ARIMA Box-Jenkins. Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan, XIII(3), 135-144, 2019.
- [4] Djumaty, B. L., Tanaamah, A. R., & Wowor, A. D. Analisis Perbandingan Metode Holt-Winters, Single Exponential Smoothing dan Polinomial Newton dalam Meramalkan Data Produksi Ubi Kayu (Studi Kasus: Produksi Ubi Kayu Provinsi Jawa Tengah). Prosiding Seminar Matematika, Sains dan TI, FMIPA UNSTRAT, 27-31, Juni 2013.
- [5] Hartono, A., Dwijana, D., & Handiwidjojo, W. Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Metode Exponential Smoothing Adjusted for Trend (Holt's Method) untuk Meramalkan Penjualan. Studi Kasus: Toko Onderdil Mobil "Prodi, Purwodadi". Jurnal EKSIS, V(1), 8-18, Mei 2012.
- [6] Krisma, A., Azhari, M., & Widagdo, P. P. Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD). Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, IV(2), 81-87. September 2019.
- [7] Maulana, F. N. Analisa Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing dan Holt-Winter Exponential Smoothing (Studi Kasus: UD. Sumber Alam Stone). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2019.
- [8] PT (Persero) Angkasa Pura I and II. Jumlah Penumpang Pesawat di Bandara Utama (Orang), 2021. Retrieved from Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/indicator/17/66/1/jumlah-penumpang-pesawat-di-bandara-utama.html>
- [9] Romaita, D., Bachtar, F. A., & Furqon, M. T. (2019, November). Perbandingan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Produk Olahan Daging Ayam Kampung (Studi Kasus : Ayam Goreng Mama Arka). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, III(11), 10384-10392, 2021.
- [10] Sudjana. Metode Statistika. Bandung: Tarsito, 1986.
- [11] Utami, R., & Atmojo, S. Perbandingan Metode Holt Eksponential Smoothing dan Winter Eksponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Souvenir. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, XI(2), 123-130. doi:10.32815/jitika.v11i2.191, 2017.

