

**Peramalan dengan Menggunakan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*
(Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia)**

***Forecasting using the method of Holt-Winters Exponential Smoothing
(Case Study: Number of Foreign Tourists Visiting Indonesia)***

Ayu Aryati¹, Ika Purnamasari², dan Yuki Novia Nasution³

¹Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman

²Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

³Laboratorium Matematika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

¹E-mail: ayuaryati88@gmail.com

Abstract

Forecasting is a technique for estimating a value in the future by looking at past and current data. Foreign tourists are everyone who visits a country outside their place of residence, driven by one or several needs without intending to earn income in the place visited and the duration of the visit is no more than twelve months. The method used in this study is the Holt-Winters smoothing method. In this study used data of foreign tourists visiting Indonesia in January 2014 - September 2018. The purpose of this study was to determine the pattern of data forecasting the number of foreign tourists, the value of the accuracy of forecasting, and the results of forecasting. Based on the Holt-Winters smoothing method, the data pattern for the number of foreign tourists is the multiplicative Holt-Winters data pattern. The value of the smoothing parameter combination with the smallest MAPE of 0,938% is $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; and $\gamma = 0,9$. The results of forecasting the number of foreign tourists visiting Indonesia in October 2018 and November 2018 were 1.410.157 and 1.362.473 people respectively.

Keywords: Holt-Winters Exponential Smoothing, MAPE, foreign tourists.

Pendahuluan

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini (Aswi dan Sukarna 2006).

Peramalan merupakan suatu bagian dari analisis runtun waktu. Metode runtun waktu berupaya untuk meramalkan kondisi masa yang akan datang dengan menggunakan data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Misalnya data harian jumlah barang yang terjual di suatu pasar swalayan (*supermarket*) tertentu yang dikumpulkan selama 149 hari. Manajer pemasaran dapat meramalkan banyaknya barang yang terjual di masa yang akan datang, yaitu hari ke 150 dan seterusnya, dengan menerapkan pendekatan runtun waktu. Metode yang dapat digunakan untuk peramalan antara lain metode rata-rata bergerak atau MA (*Moving Average*), metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), dan metode penghalusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) (Aswi dan Sukarna 2006).

Menurut Makridakis, dkk (1999), pada tahun 1957 C. C. Holt mengusulkan metode penghalusan eksponensial yang berlaku untuk data runtun waktu yang tidak memiliki unsur kecenderungan dan musiman. Kemudian pada tahun 1957, diusulkan suatu prosedur penghalusan eksponensial untuk data runtun waktu yang mengandung pola kecenderungan yang kemudian biasa disebut metode penghalusan eksponensial

ganda dua parameter dari Holt. Pada tahun 1965 Winters mengembangkan metode dua parameter dari Holt tersebut untuk kasus yang memiliki unsur musiman. Winters menambahkan operasi penghalusan ketiga dan parameter ketiga untuk unsur musiman. Metode penghalusan eksponensial tripel dari Winters lebih dikenal sebagai metode *Holt-Winters*. Metode Winters didasarkan atas tiga persamaan penghalusan, yaitu satu untuk unsur stasioner, satu untuk *trend*, dan satu untuk musiman.

Penerapan metode *Holt-Winters* dalam kehidupan sehari-hari salah satunya pada bidang pariwisata, yaitu dengan meramalkan jumlah wisatawan yang berkunjung ke suatu tempat. Jumlah wisatawan tersebut biasanya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dan selalu terdapat waktu-waktu tertentu dimana jumlah wisatawan mengalami peningkatan. Misalnya pada hari-hari besar seperti Idul Fitri, Natal, Tahun Baru, dan masa liburan sekolah. Pola seperti ini dinamakan pola data *trend* dan musiman.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pola data jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia dengan menggunakan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*, memperoleh nilai ketepatan peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia dengan kombinasi parameter penghalus terbaik, dan memperoleh hasil peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke

Indonesia untuk periode Oktober 2018 dan November 2018.

Penghalusan Eksponensial

Menurut Handoko (1984), *exponential smoothing* adalah suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak.

Penghalusan Eksponensial Tunggal

Metode penghalusan eksponensial tunggal (*single exponential smoothing*) sebenarnya merupakan perkembangan dari metode *moving average* sederhana, yang mula-mula dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n}$$

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

Dan

$$S_t = \frac{X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n}}{n}$$

$$S_t = \frac{X_{t-1}}{n} + \frac{X_{t-2}}{n} + \dots + \frac{X_{t-n}}{n} \quad (2)$$

Dengan melihat hubungan pada persamaan (1) dan (2), jika nilai S_t sudah diketahui maka nilai S_{t+1} dapat dicari berdasarkan nilai S_t tersebut.

$$S_{t+1} = \frac{X_t}{n} + S_t - \frac{X_{t-n}}{n} \quad (3)$$

Jika mengganti X_{t-n} dengan nilai peramalan pada tahun ke- t (yaitu S_t), maka persamaan (3) berubah menjadi:

$$S_{t+1} = \frac{X_t}{n} + S_t - \frac{S_t}{n} \quad (4)$$

Dapat dirubah lagi menjadi:

$$S_{t+1} = \frac{1}{n} X_t + \left(1 - \frac{1}{n}\right) S_t \quad (5)$$

Di dalam metode *exponential smoothing* nilai $\frac{1}{n}$ diganti dengan α , sehingga rumus peramalannya menjadi:

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

Dimana:

- S_{t+1} : nilai peramalan satu periode ke depan
- X_t : data aktual pada periode ke t
- S_t : nilai peramalan pada periode ke t
- α : nilai parameter

Penghalusan Eksponensial Ganda dari Brown

Penghalusan eksponensial ganda (*double exponential smoothing*) dari Brown merupakan model linier yang dikemukakan oleh Brown. Di dalam metode *double exponential smoothing* ini dilakukan proses *smoothing* dua kali. *Double exponential smoothing* dapat dihitung hanya dengan tiga nilai data dan satu nilai untuk α .

Dasar pemikiran dari *double moving average* dari Brown adalah serupa dengan *double moving average* karena kedua nilai *single smoothing* dan *double smoothing* ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*. Perbedaan antara nilai *single smoothing* dan *double smoothing* ($S'_t - S''_t$) dapat ditambahkan dengan nilai *single smoothing* (S'_t) dan disesuaikan untuk *trend* (Makridakis, dkk 1999). Di dalam metode Penghalusan eksponensial ganda dari Brown ini dilakukan proses penghalusan dua kali sebagai berikut:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (7)$$

$$S''_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (8)$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (9)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (10)$$

$$F = a_t + b_t m \quad (11)$$

Dimana:

- S'_t : nilai penghalusan eksponensial pertama
- S''_t : nilai penghalusan eksponensial kedua
- X_t : nilai aktual pada periode ke t
- α : nilai parameter
- a_t : konstanta penghalusan
- b_t : konstanta penghalusan
- m : periode ke depan yang akan diramalkan
- F : nilai peramalan

Penghalusan Eksponensial Ganda dari Holt

Metode *double exponential smoothing* dari Holt dalam prinsipnya serupa dengan Brown kecuali Holt tidak menggunakan rumus *double smoothing* secara langsung. Sebagai gantinya Holt menghaluskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret asli. Ramalan dari *double exponential smoothing* dari Holt diperoleh dengan menggunakan dua parameter penghalusan (dengan nilai antara 0 dan 1, dimana $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$) dan tiga persamaan:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (12)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (13)$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (14)$$

Dimana:

- S_t : penghalusan pada periode t

b_t : trend penghalusan pada periode t
 F_{t+m} : peramalan pada periode t

Penghalusan Eksponensial Tripel

Menurut Rosadi (2011), jika data mengandung komponen *trend* dan musiman, dapat menggunakan metode penghalusan *Holt-Winters (Holt-Winters Exponential Smoothing)*, yang memerlukan tiga parameter penghalusan, yakni α (untuk “level” dari proses), β (untuk penghalusan *trend*), dan γ (untuk komponen musiman). Menurut Makridakis, dkk (1999), nilai-nilai untuk α , β , dan γ tersebut yang akan meminimumkan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Terdapat dua metode *Holt-Winters*, yaitu metode *Holt-Winters* aditif (penjumlahan) dan metode *Holt-Winters* multiplikatif (perkalian).

Metode Holt-Winters Multiplikatif

Metode penghalusan eksponensial *Holt-Winters* multiplikatif digunakan jika plot data asli menunjukkan fluktuasi data musiman yang bervariasi. Model *Holt-Winters* multiplikatif didasarkan tiga persamaan penghalusan yaitu untuk unsur level dari data, untuk unsur *trend* dan untuk unsur musiman. Persamaan penghalusan dengan metode ini untuk model perkalian diberikan oleh persamaan sebagai berikut

Penghalusan level

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \tag{23}$$

Penghalusan *trend*

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \tag{24}$$

Penghalusan musiman

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} \tag{25}$$

Nilai S_0 adalah nilai S_{t-1} untuk $t = 1$ didefinisikan oleh $S_0 = S_L$ sedangkan nilai b_0 adalah nilai b_{t-1} untuk $t = 1$ didefinisikan oleh $b_0 = b_L$. Rumus S_L dan b_L untuk model *Holt-Winters* aditif dan multiplikatif adalah sama yaitu dengan menggunakan persamaan (18) dan (19). Nilai penghalusan musiman model multiplikatif untuk $t = 1, 2, \dots, t-L$ dapat dihitung menggunakan persamaan (24) sebagai berikut

$$I_{t-L} = \frac{X_t}{S_L} \tag{26}$$

Dimana

- X_t : data ke- t
- S_t : penghalusan eksponensial ke- t
- S_{t-1} : penghalusan eksponensial ke- $(t-1)$
- S_L : penghalusan level awal

- b_t : penghalusan *trend* periode ke- t
- b_{t-1} : penghalusan *trend* periode ke- $(t-1)$
- b_L : penghalusan *trend* awal
- α : parameter eksponensial ($0 < \alpha < 1$)
- β : parameter unsur *trend* ($0 < \beta < 1$)
- γ : parameter musiman ($0 < \gamma < 1$)
- I_t : penghalusan musiman
- I_{t-L} : penghalusan musiman $t = 1, 2, \dots, t-L$
- L : panjang musiman ($L = 3, 4, 6$ atau 12).

Menurut Rosadi (2012), nilai peramalan pada waktu ke- t untuk model multiplikatif diberikan oleh persamaan

$$F_t = (S_t + b_t)I_{t-L} \tag{27}$$

Sedangkan nilai peramalan m periode ke depan dengan nilai awal pada waktu ke- t untuk model multiplikatif diberikan persamaan

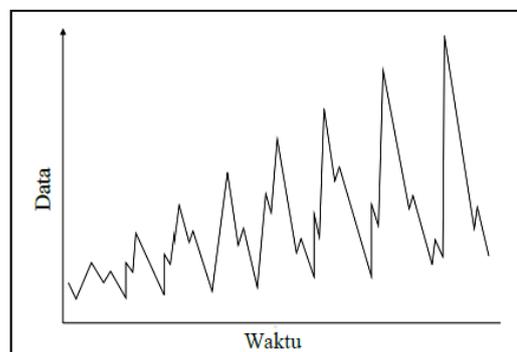
$$F_{t+m} = (S_t + b_{t+m})I_{t-L+m} \tag{28}$$

Dimana

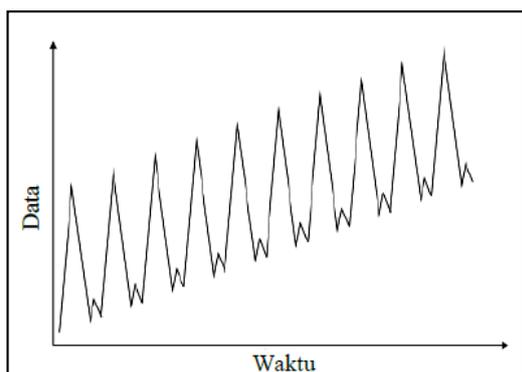
- F_t : nilai peramalan pada periode ke- t
- F_{t+m} : nilai peramalan m periode ke depan
- m : peramalan m periode ke depan

Metode peramalan dengan penghalusan eksponensial winters multiplikatif digunakan jika plot data asli menunjukkan fluktuasi data musiman yang bervariasi, sedangkan metode peramalan dengan penghalusan eksponensial winters aditif digunakan jika plot data asli menunjukkan fluktuasi data musiman yang relatif stabil (Makridakis, dkk 1999).

Menurut Hanke dan Wichern (2005), pola data dalam metode penghalusan eksponensial *Holt-Winters* dibagi menjadi dua yaitu:



Gambar 1. Pola multiplikatif



Gambar 2. Pola aditif

Pengukuran Ketepatan Peramalan

Ketepatan model peramalan dapat dihitung dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Persentase galat rata-rata mutlak (MAPE) memberikan petunjuk seberapa besar galat peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Suatu model data akan memiliki kinerja yang sangat baik apabila MAPE di bawah 10%.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% \quad (29)$$

Wisatawan Mancanegara

Menurut Badan Pusat Statistik (2015), definisi wisatawan mancanegara sesuai dengan rekomendasi *United Nation World Tourism Organization* (UNWTO) adalah setiap orang yang mengunjungi suatu negara di luar tempat tinggalnya, didorong oleh satu atau beberapa keperluan tanpa bermaksud memperoleh penghasilan di tempat yang dikunjungi dan lamanya kunjungan tersebut tidak lebih dari dua belas bulan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Statistika Deskriptif

Data penelitian dapat dinyatakan dalam statistika deskriptif yang terdiri dari rata-rata, simpangan baku, nilai minimum dan nilai maksimum. Statistik deskriptif disajikan pada Tabel 1.

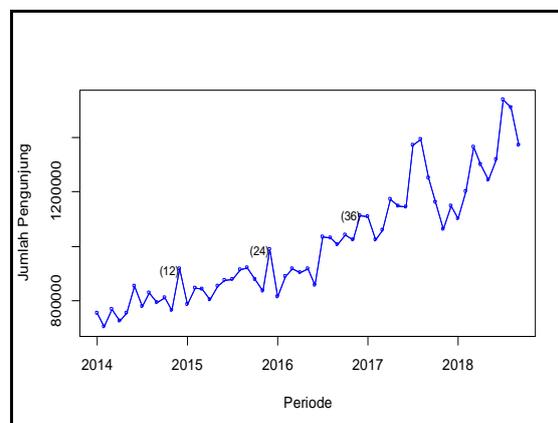
Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa data jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia pada periode Januari 2014 hingga September 2018 terdiri dari 57 data. Rata-rata jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia adalah sebesar 1.006.490 Jiwa dengan standar deviasi sebesar 213.530 Jiwa. Jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia paling sedikit sebesar 702.666 Jiwa

pada bulan Februari 2014 dan paling banyak sebesar 1.540.549 Jiwa pada bulan Juli 2018.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Jumlah Wisatawan Mancanegara Periode Januari 2014 - September 2018

Statistik Deskriptif	Nilai
Jumlah Data	57
Rata-rata	1.006.490
Standar Deviasi	213.530
Minimum	702.666
Maksimum	1.540.549

Data jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia merupakan data runtun waktu, sehingga dapat dibuat *time series plot*. Berdasarkan *time series plot* pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa pada periode 2 (Februari 2014) adalah titik terendah dari jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia. Pada periode ke-12, periode ke-24 dan periode ke-36 (Desember 2014, dan Desember 2015, dan Desember 2017) jumlah wisatawan mengalami kenaikan yang tinggi, yang menunjukkan variasi musiman pada data jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia.



Gambar 3. *Time series plot* jumlah wisatawan mancanegara periode Januari 2014 - September 2018

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa data dipengaruhi pola data *trend* sekaligus pola musiman karena plot *time series* menunjukkan variasi yang cenderung meningkat. Gambar 3. juga dapat dilihat bahwa pola jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia memiliki fluktuasi musiman yang bervariasi, maka pola yang tepat adalah pola multiplikatif. Sehingga untuk peramalan dapat menggunakan metode *Holt-Winters* multiplikatif.

2. Penentuan Nilai Awal

Penentuan nilai awal dilakukan untuk mencari nilai awal dari S_0 , b_0 , dan I_0 sebagai berikut:

- a. Perhitungan Nilai Awal Penghalusan Level
 Nilai awal penghalusan level dihitung dengan menggunakan persamaan (18) dan hasilnya adalah

$$S_0 = S_L = \left(\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{12}}{12} \right) \\ = \left(\frac{753.079 + 702.666 + \dots + 915.334}{12} \right) \\ = \left(\frac{9.435.411}{12} \right) \\ = 786.284,250$$

- b. Perhitungan Nilai Awal Penghalusan Trend
 Nilai awal penghalusan trend dihitung dengan menggunakan persamaan (19) dan hasilnya adalah

$$b_0 = b_L = \frac{1}{12} \left(\frac{X_{12+1} - X_1}{12} + \frac{X_{12+2} - X_2}{12} + \dots + \frac{X_{12+12} - X_{12}}{12} \right) \\ = \frac{1}{12} \left(\frac{X_{13} - X_1}{12} + \frac{X_{14} - X_2}{12} + \dots + \frac{X_{24} - X_{12}}{12} \right) \\ = \frac{1}{12} \left(\frac{785.973 - 753.079}{12} + \frac{843.928 - 702.666}{12} + \dots + \frac{986.519 - 915.334}{12} \right) \\ = \frac{1}{12} (80.946) \\ = 6.745,472$$

- c. Perhitungan Nilai Awal Penghalusan Musiman

Nilai awal penghalusan musiman multiplikatif dihitung dengan menggunakan persamaan (20) dan hasilnya adalah sebagai berikut:

$$I_{t-L} = \frac{X_t}{S_L}, \text{ dimana } S_0 = S_L \\ I_{1-12} = I_{-11} = \frac{X_1}{S_L} = \frac{753.079}{786.284,2} = 0,958 \\ I_{2-12} = I_{-10} = \frac{X_2}{S_L} = \frac{702.666}{786.284,2} = 0,894 \\ I_{3-12} = I_{-9} = \frac{X_3}{S_L} = \frac{765.607}{786.284,2} = 0,974 \\ I_{4-12} = I_{-8} = \frac{X_4}{S_L} = \frac{726.332}{786.284,2} = 0,924 \\ I_{5-12} = I_{-7} = \frac{X_5}{S_L} = \frac{752.363}{786.284,2} = 0,957 \\ I_{6-12} = I_{-6} = \frac{X_6}{S_L} = \frac{851.475}{786.284,2} = 1,083 \\ I_{7-12} = I_{-5} = \frac{X_7}{S_L} = \frac{777.210}{786.284,2} = 0,989 \\ I_{8-12} = I_{-4} = \frac{X_8}{S_L} = \frac{826.821}{786.284,2} = 1,052$$

$$I_{9-12} = I_{-3} = \frac{X_9}{S_L} = \frac{791.296}{786.284,2} = 1,006 \\ I_{10-12} = I_{-2} = \frac{X_{10}}{S_L} = \frac{808.767}{786.284,2} = 1,029 \\ I_{11-12} = I_{-1} = \frac{X_{11}}{S_L} = \frac{764.461}{786.284,2} = 0,972 \\ I_{12-12} = I_{-0} = \frac{X_{12}}{S_L} = \frac{915.334}{786.284,2} = 1,164$$

3. Peramalan Holt-Winters Multiplikatif

Melakukan perhitungan nilai S_t , b_t , dan I_t pada model Holt-Winters multiplikatif dengan kombinasi parameter penghalus melalui trial and error yakni α (level), β (trend), dan γ (musiman) dengan nilai antara 0 dan 1, dimana $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, dan $0 < \gamma < 1$ dengan selisih sebesar 0,1. Setelah dilakukan trial and error didapat kombinasi parameter penghalus terbaik dengan nilai MAPE terbaik yakni $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$, dan $\gamma = 0,9$.

Melakukan perhitungan nilai S_t dengan menggunakan persamaan (23), untuk $t = 1$ maka nilai X_t sebagai data pengamatan pertama adalah 753.079. Komponen nilai I_{t-L} merupakan penghalusan musiman pada saat $t = 1$ yang dikurangkan dengan panjang musiman $L = 12$ (data wisatawan mancanegara merupakan periode bulanan), sehingga $I_{t-L} = I_{1-12} = I_{-11}$. Komponen nilai I_{-11} awal penghalusan musiman yang bernilai 0,958. Nilai S_{t-1} dan b_{t-1} masing-masing merupakan komponen penghalusan level dan trend pada saat $t = 1$, nilai yang digunakan dalam perhitungannya adalah nilai awal komponen penghalusan level (S_0) dan penghalusan trend (b_0). Berdasarkan persamaan (23), dengan $\alpha = 0,9$ perhitungan nilai penghalusan level pada saat $t = 1$ adalah

$$S_1 = (0,9) \frac{X_1}{I_{1-12}} + (1 - 0,9)(S_{1-1} + b_{1-1}) \\ S_1 = (0,9) \frac{X_1}{I_{1-11}} + (0,1)(S_0 + b_0) \\ S_1 = (0,9) \frac{753.079}{0,958} + (0,1)(786.284,250 + 6.745,472) \\ S_1 = (0,9)(786.094,990) + (0,1)(793.029,722) \\ S_1 = 786.958,763$$

Setelah melakukan perhitungan nilai penghalusan level pada saat $t = 1$, selanjutnya melakukan perhitungan nilai penghalusan trend pada saat $t = 1$. Perhitungan penghalusan trend pada saat t menggunakan komponen penghalusan level pada saat t pula. Saat $t = 1$, b_t memerlukan S_t dengan nilai 786.958,763. Selanjutnya adalah S_{t-1} yang dalam $t = 1$, $S_{t-1} = S_0$ yang merupakan

nilai awal penghalusan level yang bernilai 786.284,250, b_{t-1} juga memerlukan komponen nilai awal untuk penghalusan *trend* dengan nilai 6.745,472. Berdasarkan persamaan (24), dengan $\beta = 0,1$ perhitungan nilai penghalusan *trend* pada saat $t = 1$ adalah

$$b_1 = (0,1)(S_1 - S_{1-1}) + (1 - 0,1)b_{1-1}$$

$$b_1 = (0,1)(S_1 - S_0) + (1 - 0,1)b_0$$

$$b_1 = (0,1)(786.958,763 - 786.284,250) + (1 - 0,1)(6.745,472)$$

$$b_1 = (0,1)(674,513) + (0,9)(6.745,472)$$

$$b_1 = 6.138,380$$

Setelah menghitung nilai penghalusan *trend* pada saat $t = 1$, selanjutnya menghitung nilai penghalusan musiman pada saat $t = 1$ yang membutuhkan nilai awal I_{11} yang bernilai 0,958. Komponen-komponen lainnya adalah X_t dan S_t yang masing-masing bernilai 753.079 dan 786.958,763. Berdasarkan persamaan (25), dengan $\gamma = 0,9$ perhitungan nilai penghalusan musiman multiplikatif pada saat $t = 1$ adalah

$$I_1 = (0,9) \frac{X_1}{S_1} + (1 - 0,9)I_{1-12}$$

$$I_1 = (0,9) \frac{X_1}{S_1} + (0,1)I_{1-12}$$

$$I_1 = (0,9) \frac{753.079}{786.958,763} + (0,9)(0,958)$$

$$I_1 = 0,957$$

Perhitungan nilai penghalusan level (S_t) dan *trend* (b_t), dan musiman (I_t) dilakukan sampai dengan $t = 57$. Selanjutnya adalah peramalan pada periode ke- t (F_t). Berdasarkan persamaan (27) perhitungan nilai peramalan model *Holt-Winters* Multiplikatif pada saat $t = 1$ adalah

$$F_1 = (S_1 + b_1)I_{1-12}$$

$$F_1 = (S_1 + b_1)I_{-11}$$

$$F_1 = (786.958,763 + 6.138,380)(0,958)$$

$$F_1 = 759.604,236$$

4. Pengukuran Ketepatan Peramalan

Suatu model data akan memiliki kinerja yang sangat baik apabila MAPE di bawah 10%.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% = 0,938\%$$

Berdasarkan nilai MAPE sebesar 0,938%, menunjukkan bahwa model *Holt-Winters* multiplikatif, dengan nilai parameter penghalus terbaik adalah $\alpha=0,9$; $\beta = 0,1$, dan $\gamma = 0,9$. Hasil kombinasi parameter penghalus terbaik dan memiliki nilai MAPE terbaik dapat digunakan untuk melakukan peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia pada periode Oktober 2018 dan November 2018.

5. Peramalan Data

Nilai parameter penghalusan terbaik yang telah didapatkan yaitu adalah $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; dan $\gamma = 0,9$ untuk metode *Holt-Winters* multiplikatif dan digunakan untuk peramalan. Peramalan jumlah wisatawan mancanegara untuk 2 periode ke depan (periode 58 dan 59) menggunakan persamaan (28), maka persamaan untuk peramalan data pada periode ke-58 dan 59 adalah

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

$$F_{57+m} = (S_{57} + b_{57+m})I_{57-12+m}$$

$$F_{57+m} = (S_{57} + b_{57+m})I_{45+m}$$

Peramalan jumlah wisatawan mancanegara untuk $m = 1$ (periode 58) dan $m = 2$ (periode 59), dimana m adalah nilai peramalan untuk satu periode ke depan. Nilai m membutuhkan nilai penghalus level dan *trend* periode ke $t = 57$ (S_{57} dan b_{57}) serta nilai penghalusan musiman multiplikatif periode ke $t = 46$ (I_{46}). Berdasarkan Tabel 4.2, diketahui nilai S_{57} , b_{57} , dan I_{46} masing-masing adalah 1.380.388,8; 13.113,024; dan 1,012.

Berdasarkan persamaan (28), hasil peramalan untuk dua periode dari $t = 57$ dimana data ke-57 adalah data jumlah wisatawan mancanegara periode September 2018 yaitu untuk $m = 1$ (periode 58)

$$F_{57+1} = (1.380.388,8 + 13.113,024(1))I_{45+1}$$

$$F_{58} = (1.380.388,8 + 13.113,024(1))I_{46}$$

$$F_{58} = (1.380.388,8 + 13.113,024(1))(1,012)$$

$$F_{58} = 1.410.157$$

Dilakukan cara yang sama untuk memperoleh nilai $m = 2$ (periode 59)

$$F_{57+2} = (1.380.388,8 + 13.113,024(2))I_{45+2}$$

$$F_{59} = (1.380.388,8 + 13.113,024(2))I_{47}$$

$$F_{59} = (1.380.388,8 + 13.113,024(2))(0,969)$$

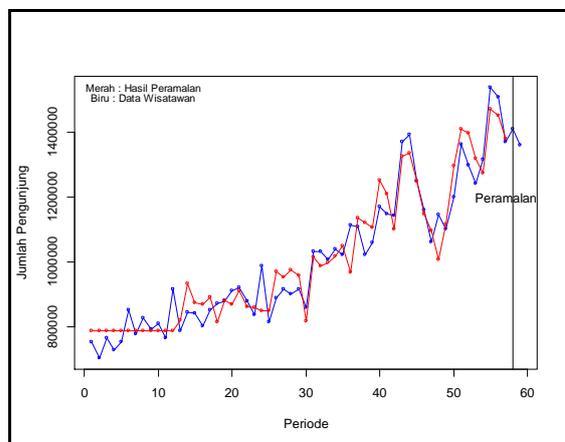
$$F_{59} = 1.362.473$$

Berdasarkan nilai F_{58} dan F_{59} bahwa jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia untuk dua periode ke depan dari $t = 57$ sebesar 1.410.157 dan 1.362.473 Jiwa. Nilai F_{58} dan F_{59} adalah nilai peramalan jumlah wisatawan mancanegara untuk periode Oktober 2018 dan November 2018, dapat dilihat dalam Tabel 2.

Time series plot hasil peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia dengan metode penghalusan eksponensial *Holt-Winters* multiplikatif dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. Hasil Peramalan Metode *Holt-Winters* Multiplikatif

Periode	Hasil Peramalan
Oktober 2018	1.410.157
November 2018	1.362.473



Gambar 4. *Time series plot* peramalan jumlah wisatawan mancanegara periode Oktober 2018 dan November 2018

Berdasarkan Gambar 4. dapat terlihat bahwa karakteristik plot jumlah wisatawan mancanegara (X_t) terhadap nilai peramalan (F_t) untuk parameter penghalus terbaik $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; dan $\gamma = 0,9$ tidak jauh berbeda dengan plot data asli. Hal ini menandakan kombinasi parameter penghalus terbaik adalah $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; dan $\gamma = 0,9$. Berdasarkan uraian tersebut diputuskan bahwa model *Holt-Winters* multiplikatif dengan nilai parameter penghalus terbaik adalah $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; dan $\gamma = 0,9$ digunakan untuk melakukan peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia untuk periode Oktober 2018 dan November 2018.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan teori yang penulis dapatkan, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan metode *Holt-Winters exponential smoothing*, pola data jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia adalah pola data *Holt-Winters* multiplikatif.
2. Nilai ketepatan peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia dengan nilai MAPE terkecil sebesar 0,938% adalah $\alpha = 0,9$; $\beta = 0,1$; dan $\gamma = 0,9$.
3. Hasil peramalan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Indonesia untuk periode Oktober 2018

dan November 2018 berturut-turut sebesar 1.410.157 dan 1.362.473 jiwa.

Daftar Pustaka

Aswi dan Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. Makasar: Andara Publisher.

Badan Pusat Statistik. (2015). <http://www.bps.go.id>. Waktu Akses Tanggal 8 September 2018.

Gurianto, R. N, Ika, P dan Desi Y. (2016). Peramalan Jumlah Penduduk Kota Samarinda dengan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda dan Tripel Dari Brown. *Jurnal Ekspensial*. 7. 23-32. Diakses dari <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/>.

Handoko, T. H. (1984). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE UGM Yogyakarta.

Hanke, J.E., Wichern, D.W. (2005). *Business Forecasting Eight Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Kementrian Pariwisata. (2018). *Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Indonesia*. Diakses pada 9 Juli 2018 dari <http://www.kemenpar.go.id>.

Makridakis, S., Wheelwright S.C., dan McGee V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1 Edisi Revisi* (terj.), Alih Bahasa: Hari Suminto. Jakarta: Binapura Aksara.

Rosadi, D. (2011a). *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan R*. Yogyakarta: ANDI.

Rosadi, D. (2012b). *Analisis Ekonometrika & Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: ANDI.

