

Perbandingan Metode Peramalan *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing with Damped Parameter* terhadap Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Provinsi Jawa Barat

Fikri Badru Salam^{1*}, Mujiati Dwi Kartikasari¹

¹Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5, Kabupaten Sleman, 55584 dan Indonesia

*Corresponding author: fikri.salam01@students.uii.ac.id



P-ISSN
E-ISSN

Riwayat Artikel

Dikirim

3 Januari 2023

Direvisi

8 Januari 2023

Diterima

17 Januari 2023

ABSTRAK

Berdasarkan data yang dirilis Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Jawa Barat bahwa sektor pariwisata menyumbang pendapatan asli daerah mencapai 577 miliar rupiah. Salah satu indikator yang membuat sektor pariwisata berkembang ialah pertumbuhan kunjungan wisatawan mancanegara. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran ke depan bagi pemerintah dalam perancangan berbagai aspek penunjang sektor pariwisata dengan banyaknya wisatawan mancanegara yang datang seperti pada pembangunan infrastruktur, bandara internasional, fasilitas umum, transportasi, setra fasilitas rekreasi di berbagai objek wisata. Data yang digunakan dalam penelitian ialah jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Provinsi Jawa Barat pada bulan Januari 2010 sampai dengan Februari 2022. Data tersebut dilakukan transformasi Box-Cox terlebih dahulu agar data yang digunakan memiliki variansi yang kecil. Kemudian, dilakukan analisis peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* dan *Triple Exponential Smoothing Additive dan Multiplicative with Damped parameter*. Dari ketika metode tersebut dicari nilai tingkat kesalahan atau *error* dengan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Kemudian dibandingkan dari ketiga metode dan didapatkan model terbaik adalah *Triple Exponential Smoothing Multiplicative with Damped parameter* didapatkan nilai parameter optimum *alpha* sebesar 0.794, *beta* sebesar 0.00002, dan *gamma* sebesar 0.00001, dan *phi* sebesar 0.9655 dengan nilai peramalan pada bulan Maret 2022 sebesar 149 orang. Nilai MSE sebesar 7.576946, nilai MAPE sebesar 9.376225 atau 9.38%. Nilai MAPE < 10% yang artinya peramalan tersebut dapat dikatakan baik dan dapat digunakan.

Kata Kunci: Kunjungan Wisatawan Mancanegara, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing Additive dan Multiplicative*, *Damped parameter*, Transformasi Box-Cox.

ABSTRACT

Based on data released by Department of Tourism and Culture province West Java, the tourism sector contributes 577 billion rupiah to the region's original income. One indicator that makes the tourism sector develop is the growth in foreign tourist arrivals. This study aims to provide an overview for the government in designing various supporting aspects of the tourism sector with many foreign tourists coming, such as infrastructure development, international airports, public facilities, transportation, and recreational facilities in various tourist objects. The data used in this research is the number of foreign tourist visits to West Java Province from January 2010 to February 2022. The data is transformed by Box-Cox first so that the data used has a small variance. Then, forecasting analysis

was carried out using the Double Exponential Smoothing with Damped Parameters method and the Triple Exponential Smoothing Additive and Multiplicative with Damped parameters method. From when the method is searched for the value of the error rate or error with the calculation of the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Then the three methods were compared and the best model was obtained, namely the Triple Exponential Smoothing Multiplicative with Damped parameter, which obtained the optimum parameter value alpha of 0.794, beta of 0.00002, and gamma of 0.00001, and phi of 0.9655 with a forecasting value in March 2022 of 149 people. The MSE value is 7.576946, the MAPE value is 9.376225 or 9.38%. MAPE value <10%, which means that the forecast can be said to be good and can be used.

Keywords: foreign tourist visits, Double Exponential Smoothing, Triple Exponential Smoothing Additive dan Multiplicative, Damped parameter, Box-Cox Transformation.

1. Pendahuluan

Menurut berita yang dirilis pada 04 Desember 2020 dalam www.dpr.go.id sektor ekonomi kreatif dan pariwisata ialah menjadi penyumbang devisa negara terbesar bahkan dalam masa pandemi Covid-19. Pada tahun 2020 sektor pariwisata menyumbang devisa yang mencapai 45 miliar dolar AS. Menurut data yang dirilis Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Jawa Barat bahwa sektor pariwisata menyumbang pendapatan asli daerah mencapai 577 miliar rupiah. Maka dari itu, kebudayaan dan kekayaan alam merupakan komponen yang sangat penting untuk mendorong pariwisata di Indonesia. Seperti yang diketahui Indonesia menyimpan potensi kekayaan alam dan budaya yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Hal tersebut dapat dijadikan objek wisata bagi para wisatawan domestik maupun internasional.

Salah satu indikator yang membuat sektor pariwisata berkembang ialah pertumbuhan kunjungan wisatawan mancanegara. Terjadinya pandemi Covid-19 di Indonesia menyebabkan penurunan yang signifikan jumlah wisatawan mancanegara di Indonesia. Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif menargetkan kunjungan wisatawan mancanegara (wisman) mencapai 1.8 juta sampai dengan 3.6 juta jiwa pada tahun 2022 yang mana akan memfokuskan pada konsep pariwisata yang berkualitas dan berkelanjutan di tengah pandemi Covid-19. Menurut Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Jawa Barat menargetkan pada tahun 2022, kunjungan wisatawan mancanegara mencapai 33 ribu jiwa.

Beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian pertama ialah jurnal oleh Hendrayanti, dkk [1] dari Universitas Bumigora. Dari hasil penelitian tersebut dari kedua metode hasil peramalan SARIMA lebih kecil dari SVR berdasarkan nilai MAPE sebesar 5.33%. Penelitian kedua ialah jurnal oleh Aditiya Pranata, dkk [2] dari Universitas Syiah Kuala. Dari hasil penelitian tersebut dari kedua metode hasil peramalan *Double Exponential Smoothing* lebih kecil dari *Triple Exponential Smoothing* berdasarkan nilai MAPE sebesar 5.49%. Penelitian ketiga ialah jurnal oleh Hunidiyanti Cinthia Vairra, dkk [3]. Dari hasil penelitian tersebut dari kedua metode hasil peramalan *Double Exponential Smoothing* lebih kecil dari *Double Moving Average* berdasarkan nilai MAPE sebesar 3.355%.

Pada penelitian ini dilakukan peramalan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Jawa Barat dari bulan Januari 2010 sampai Februari 2022 dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* dan *Triple Exponential*

Smoothing Additive dan Multiplicative with Damped parameter. Sebelum melakukan analisis *time series* dilakukan transformasi Box-Cox terlebih dahulu agar data yang digunakan memiliki variansi yang kecil. ketiga metode peramalan tersebut dipilih karena data cenderung memiliki pola trend dan seasonal. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh prediksi dari metode terbaik yang digunakan untuk memprediksi kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Jawa Barat. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Provinsi Jawa Barat sebagai sarana mendeteksi secara dini kunjungan wisatawan mancanegara di Provinsi Jawa Barat.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Uji Normalitas

Pengujian normalitas digunakan untuk melihat apakah sebaran data yang ada terdistribusi secara normal atau tidak. Cara untuk mendeteksi normalitas dapat dilakukan dengan analisis grafik atau uji statistik [4]. Salah satu uji normalitas ialah Kolmogorov-Smirnov. Statistik Kolmogorov-Smirnov merupakan uji normalitas yang termasuk kedalam statistik *goodness of fit*. Dimana akan dibandingkan antara populasi kumulatif dengan suatu fungsi distribusi $F(y)$ dengan fungsi distribusi kumulatif empiris $F_n(y)$. Fungsi empiris dari sampel acak pengamatan n diharapkan cukup dekat dengan fungsi distribusi yang ditentukan. Jika tidak cukup dekat, maka ini merupakan bahwa distribusi hipotesis nya bukan yang benar. Jika $F_0(y)$ adalah fungsi distribusi kumulatif populasi dan $F_n(y)$ merupakan fungsi distribusi empiris dari sampel, maka distribusi sampling dari $D = \max|F_n(y_i) - F_0(y_i)|$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dengan diketahui dan tak bergantung pada $F_0(y)$ jika $F_0(y)$ kontinu [5].

2.2 Transformasi Box-Cox

Transformasi Box-Cox adalah transformasi pangkat pada respons. Box-Cox akan mempertimbangkan kelas transformasi yang berparameter tunggal. Tujuannya ialah untuk menormalkan data dengan mempertimbangkan kelas transformasi berparameter tunggal yang dilambangkan dengan λ . λ dipangkatkan pada variabel respons Y^λ dengan λ merupakan suatu parameter yang harus diduga. Menurut Drapers dan Smith (1992) transformasi Box-Cox didefinisikan [6]:

2.3 Double Exponential Smoothing with Damped Parameter

Gardner dan McKenzie (1985) mengusulkan modifikasi pada metode *Holt's* dengan menambahkan parameter *damped* pada *trend*. Parameter ini berguna untuk meredam *trend* dari kecenderungan naik secara eksponensial. Formula yang digunakan dalam metode *Holt* dengan parameter *damped* adalah sebagai berikut.

$$\text{Pemulusan level} \quad : L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + \phi b_{t-1}) \quad (1)$$

$$\text{Pemulusan trend} \quad : b_t = \beta(L_t - L_{t-1})(1 - \beta)\phi b_{t-1} \quad (2)$$

Nilai prediksi untuk m periode mendatang adalah

$$F_{t+m} = L_t + (\phi + \phi^2 + \dots + \phi^m)b_t \quad (3)$$

dimana L_t : estimasi level dari rangkaian data periode ke- t ; α : konstanta pemulusan untuk data; y_t : data/observasi pada periode ke- t ; β : estimasi konstanta pemulusan untuk *trend*; b_t : estimasi kemiringan pada periode ke- t ; m : banyaknya periode ke depan yang ingin diramalkan; dan ϕ : konstanta nilai parameter *damped*.

Apabila digunakan untuk meramalkan satu periode ke depan, maka persamaan peramalan akan menjadi $F_{t+m} = L_t + \phi b_t$. Nilai parameter *damped* ditambahkan pada

setiap pemulusan *trend*. Apabila $\phi = 1$, maka metode tersebut akan sama dengan metode *Holt's*. untuk $0 < \phi < 1$, ketika $m \rightarrow \infty$ maka nilai peramalan akan mencapai asimtot $L_t + \frac{\phi b_t}{(1-\phi)}$. Pembatasan $\phi > 0$ untuk menghindari koefisien negative diaplikasikan pada b_{t-1} dalam persamaan sebelumnya dan $\phi \leq 1$ untuk menghindari meningkat secara eksponensial [7].

2.4 Triple Exponential Smoothing with Damped Parameter

Metode *Triple Exponential Smoothing* memuat *trend* dan *seasonal*. Metode ini dikenal nama *Holt-Winter's* yang memerlukan tiga parameter pemulusan, yaitu α (untuk pemulusan *level*), β (untuk pemulusan *trend*), dan γ (untuk pemulusan *seasona*). Terdapat dua metode *Holt-Winter's* yaitu *additive* dan *multiplicative*. Penentuan metode tersebut didasarkan pada *plot* data yang ingin diramalkan. Pada metode *additive* terjadi peningkatan komponen musiman yang konstan. Sementara pada metode *multiplicative* terjadi peningkatan komponen musiman secara berlipat/berganda. Penambahan *damped parameter Holt-Winter's additive* dan *multiplicative* adalah mengikuti parameter *trend*. Pada *Holt-Winter's* yang dikembangkan dalam klasifikasi Hyndman, terdapat pembagian jenis *trend* yaitu *additive* dan *multiplicative*. Dengan demikian juga dalam jenis musiman terbagi dalam *additive* dan *multiplicative*. Berikut formula pada *Holt-Winter's additive* dengan *trend additive damped* (M_d, A):

$$\text{Pemulusan level} \quad :L_t = \alpha(y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)L_{t-1}b_{t-1}^\phi \quad (4)$$

$$\text{Pemulusan trend} \quad :b_t = \beta(L_t/L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}^\phi \quad (5)$$

$$\text{Pemulusan trend} \quad :S_t = \gamma(y_t - L_t b_{t-1}^\phi) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (6)$$

Nilai prediksi untuk m periode mendatang adalah

$$F_{t+m} = L_t b_{t-1}^{\phi_m} + S_{t-s-m_s^+} \quad (7)$$

Dengan $\phi_m = \phi + \phi^2 + \dots + \phi^m$ dan $m_s^+ = ((m - 1) \text{mod } m) + 1$

Sementara formula pada *Holt-Winter's multiplicative* dengan *trend multiplicative damped* (M_d, M) sebagai berikut.

$$\text{Pemulusan level} \quad :L_t = \alpha(y_t/S_{t-s}) + (1 - \alpha)L_{t-1}b_{t-1}^\phi \quad (8)$$

$$\text{Pemulusan trend} \quad :b_t = \beta(L_t/L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}^\phi \quad (9)$$

$$\text{Pemulusan trend} \quad :S_t = \gamma(y_t/L_t b_{t-1}^\phi) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (10)$$

Nilai prediksi untuk m periode mendatang adalah

$$F_{t+m} = L_t b_{t-1}^{\phi_m} S_{t-s-m_s^+} \quad (11)$$

dengan $\phi_m = \phi + \phi^2 + \dots + \phi^m$ dan $m_s^+ = ((m - 1) \text{mod } m) + 1$

dengan L_t : Estimasi level dari rangkaian data periode ke-t; α : konstanta pemulusan untuk data; y_t : data/observasi pada periode ke-t; β : estimasi konstanta pemulusan untuk *trend*; b_t : estimasi kemiringan pada periode ke-t; S_t : estimasi musiman pada periode ke-t;

γ : konstanta pemuluan untuk data *seasonal*; m : banyaknya periode ke depan yang ingin diramalkan; dan ϕ : konstanta nilai parameter *damped*.

2.5 Ukuran Kesalahan

1. Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \quad (12)$$

2. Root Mean Square Error (RMSE)

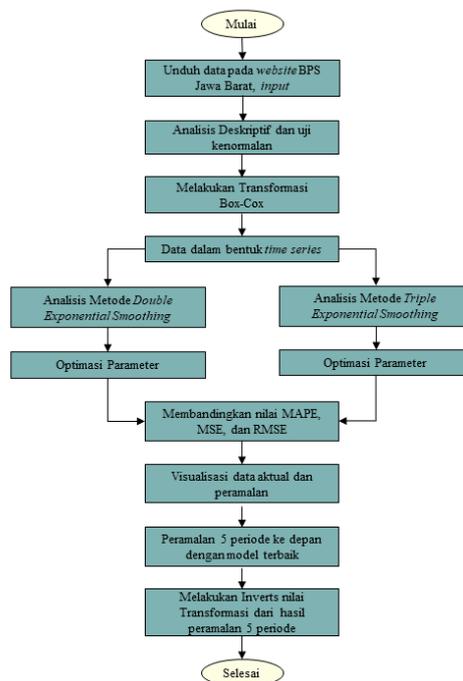
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2} \quad (13)$$

3. Mean Absolute Error (MAPE)

Mean Absolut Percentage Error (MAPE) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi hasil peramalan dengan cara menghitung kesalahan *absolute* pada setiap periode kemudian membaginya dengan nilai data aktual untuk periode tersebut lalu merata-ratakan kesalahan persentase *absolute* tersebut. [8].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} \quad (14)$$

dengan Y_t : nilai data aktual pada periode ke- t ; F_t : nilai peramalan pada periode ke- t ; n : banyaknya data aktual. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data sekunder yang diambil dari hasil *download* melalui *website* <https://jabar.bps.go.id/> yaitu data Jumlah Wisatawan Mancanegara yang berkunjung ke Provinsi Jawa Barat pada bulan Januari 2010 sampai Februari 2022.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini seperti pada **Gambar 1.** sebagai berikut:

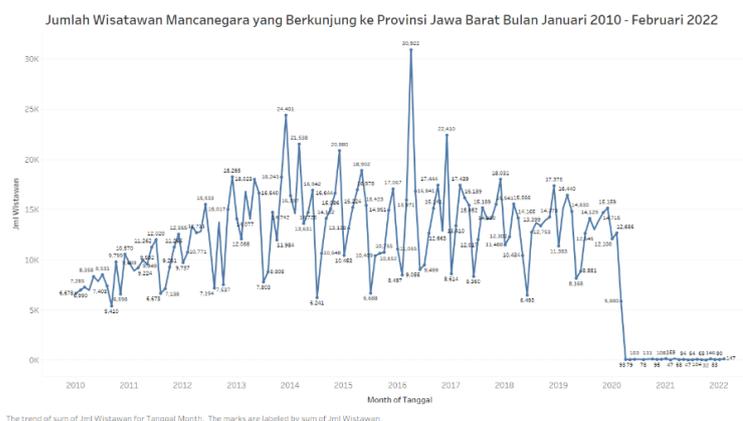
1. unduh data pada *website* BPS Jawa Barat dan *input* ke dalam RStudio,
2. analisis Deskriptif dan Uji Kenormalan,

3. melakukan Transformasi Box-Cox, menjadikan data *Time Series*,
4. melakukan Analisis *Time Series*, membandingkan hasil analisis setiap metode,
5. visualisasi Data Aktual dan Peramalan,
6. meramalkan 5 periode
7. melakukan Inverts nilai Transformasi Hasil Peramalan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Deskriptif

Dalam melakukan analisis pada data yang akan digunakan, peneliti melakukan statistik deskriptif. Analisis deskriptif mampu menggambarkan bagaimana kondisi kunjungan wisatawan mancanegara yang datang ke Provinsi Jawa Barat dari bulan Januari 2010 sampai Februari 2022. Berikut merupakan hasil analisis deskriptif yang didapatkan.



Gambar 2. Grafik Bulanan Jumlah Wisatawan Mancanegara

Dari plot **Gambar 2.** dapat diketahui jumlah kunjungan wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Provinsi Jawa Barat dari awal tahun 2010 sampai Februari 2022. Data tersebut memiliki pola musiman serta *trend* dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2022. Namun, terdapat penurunan yang signifikan mulai dari awal tahun Februari 2020 yang awalnya sebesar 12.686 orang, turun sebesar 53.65% menjadi 5.880 orang pada bulan Maret 2020 dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Kemudian, mengalami penurunan kembali sebesar 98.42% menjadi 93 orang pada bulan April 2020 dibandingkan dengan bulan sebelumnya. Maka dari itu data peneliti mempunyai pola *level*, *trend*, dan *seasonal*.

Tabel 1 Statistik Deskriptif

Data	Mean	Min	Q1	Median	Q3	Max
Jumlah Wisatawan Mancanegara	10798	32	7440	12000	14921	30922

Berdasarkan **Tabel 1.** menunjukan statistik deskriptif dari jumlah wisatawan mancanegara di Provinsi Jawa Barat pada bulan Januari 2010 hingga Februari 2022. Diperoleh rata-rata wisatawan mancanegara sebesar 10798 orang, dengan wisatawan mancanegara terbanyak pada bulan April 2016 sebesar 30922 orang, dan wisatawan mancanegara paling sedikit pada bulan Oktober 2021 sebanyak 32 orang. Didapatkan pula nilai kuartil 1, median dan kuartil 3 wisatawan mancanegara sebesar 7440, 12000, 14921 orang.

3.2. Uji Normalitas

Dalam analisis data *time series*, penulis melakukan uji asumsi normalitas dan stationarities data terlebih dahulu agar data tersebut bisa dilakukan analisis *time series*. Data yang digunakan penulis lebih dari 30 data, yang mana pengujian asumsi normalitas

yang lebih tepat menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Maka dari hasil uji asumsi normalitas sebagai berikut: H_0 : Data Berdistribusi Normal; H_1 : Data Tidak Berdistribusi Normal. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 0.05$. dimana daerah kritis ditolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{(table(n,\alpha))}$ atau $p - value < \alpha$. sedangkan gagal tolak H_0 jika $D_{hitung} < D_{(table(n,\alpha))}$ atau $p - value > \alpha$. Maka dari itu didapatkan hasil $p - value = 0.00003112$ dengan arti H_0 tolak, maka data yang ada tidak berdistribusi normal. Pada uji normalitas ternyata tidak dipenuhi. Dilakukan transformasi Box Cox.

3.3. Transformasi Box-Cox

Tujuan dari transformasi box-cox adalah menormalkan data dengan mempertimbangkan kelas transformasi berparameter tunggal yaitu parameter λ yang dipangkatkan pada variabel respons Y^λ . Didapatkan nilai λ sebesar 0.2225604. Dari nilai tersebut didapatkan hasil transformasi sebagai berikut.

3.4. Metode Exponential Smoothing

3.4.1. DES with Damped Parameter

Data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dianalisis dengan menggunakan metode DES atau sering disebut juga *Holt with Damped Parameter* dengan α , β , dan ϕ optimum. Dari hasil analisis yang telah digunakan diperoleh nilai α , β , dan ϕ optimum.

Tabel 2 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Smoothing Parameters	Nilai
1	α (Alpha)	0.7812
2	β (Beta)	0.00001
3	ϕ (Phi)	0.9493

Selanjutnya didapatkan juga nilai *Initial States* dari peramalan

Tabel 3 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Initial States	Nilai
1	ℓ (level factor)	27.198
2	b (growth factor)	0.249

Pada **Tabel 2.** diperoleh α optimum sebesar 0.78120 menghasilkan kesalahan terkecil dibandingkan nilai α lainnya Nilai $0 < \alpha < 1$ dikatakan model memiliki faktor bobot penghalusan untuk *level*. Pada nilai β optimum sebesar 0.00001, nilai $0 < \beta < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *trend*. Sedangkan nilai ϕ (Phi) optimum yang diperoleh sebesar 0.9493 dimana nilai $0 < \phi < 1$ yang artinya trend terendam dan nilai peramalan akan mendekati nilai asimtot $L_t + \frac{\phi}{1-\phi} T_t$. Pada **Tabel 3.** nilai *level factor* (ℓ) sebesar 27.198, nilai *growth factor* (b) sebesar 0.24.

3.4.2. TES Additive with Damped Parameter

Data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dianalisis dengan menggunakan metode TES dengan α , β , γ dan ϕ optimum. Dari hasil analisis yang telah digunakan diperoleh nilai α , β , γ , dan ϕ optimum.

Tabel 4 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Smoothing Parameters	Nilai
1	α (Alpha)	0.79
2	β (Beta)	0.00001
3	γ (Gamma)	0.00001
4	ϕ (Phi)	0.9334

Tabel 5 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Initial States	Nilai
1	ℓ (level factor)	2.2153
2	b (growth factor)	0.249 2.6617 0.8797 -0.2316 -0.4174 -1.5333 -2.0362
3	s (seasonal factor)	-1.3802 -0.5068 0.2413 1.9326 0.374 0.0162

Pada **Tabel 4.** diperoleh bahwa α optimum sebesar 0.79 yang artinya nilai $0 < \alpha < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *level*. Pada nilai β optimum sebesar 0.00001 yang artinya nilai $0 < \beta < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *trend*. Pada nilai γ optimum sebesar 0.00001 yang artinya nilai $0 < \gamma < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *seasonal*. Sedangkan nilai ϕ (Phi) optimum yang diperoleh sebesar 0.9334 dimana nilai $0 < \phi < 1$ yang artinya trend terendam dan nilai peramalan akan mendekati nilai asimtot $L_t + \frac{\phi}{1-\phi} T_t$. Pada **Tabel 5.** nilai *level factor* (ℓ) sebesar 27.2153, nilai *growth factor* (b) sebesar 0.249, (s) *seasonal factor* untuk setiap bulan berturut-turut selama 12 bulan sebesar 2.6617, 0.8797, -0.2316, -0.4174, -1.5333, -2.0362, -1.3802, -0.5068, 0.2413, 1.9326, 0.374, 0.0162.

3.4.3. TES Multiplicative with Damped Parameter

Data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara dianalisis dengan menggunakan metode TES *with Damped Parameter* atau sering disebut juga *Holt-Winter's Multiplicative with Damped Parameter* dengan α , β , γ dan ϕ optimum. Dari hasil analisis yang telah digunakan diperoleh nilai α , β , γ , dan ϕ optimum dari peramalan *Holt-Winter's Multiplicative with Damped Parameter*.

Tabel 6 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Smoothing Parameters	Nilai
1	α (Alpha)	0.794
2	β (Beta)	0.00002
3	γ (Gamma)	0.00001
4	ϕ (Phi)	0.9655

Tabel 7 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Initial States	Nilai
1	ℓ (level factor)	27,7829
2	b (growth factor)	0,1437 1.0944 1.0304 0.9969 0.9853 0.9544 0.9305
3	s (seasonal factor)	0.9634 1.0054 1.0532 1.0062 0.9878

Pada **Tabel 6.** diperoleh bahwa α optimum untuk peramalan kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Jawa Barat sebesar 0.794 yang artinya nilai $0 < \alpha < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *level*. Pada nilai β optimum sebesar 0.00002 yang artinya nilai $0 < \beta < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *trend*. Pada nilai γ optimum sebesar 0.00001 yang artinya nilai peramalan $0 < \gamma < 1$ dikatakan model yang didapat memiliki faktor bobot penghalusan untuk *seasonal*. Sedangkan nilai ϕ (Phi) optimum yang diperoleh sebesar 0.9655 dimana nilai $0 < \phi < 1$ yang artinya trend terendam dan nilai peramalan akan mendekati nilai asimtot $L_t + \frac{\phi}{1-\phi} T_t$. Pada **Tabel 7.** nilai *level factor* (ℓ) sebesar 27.7829, nilai *growth factor* (b) sebesar 0.1437, (s) *seasonal factor* untuk setiap bulan berturut-turut selama 12 bulan sebesar 1.0994, 1.0304, 0.9969, 0.9853, 0.9544, 0.9305, 0.9634, 0.992, 1.0054 1,0532, 1.0062, 0.98780.

3.5. Penentuan Metode Terbaik dan Melakukan *Forecasting*

Dari beberapa metode yang telah dilakukan oleh peneliti, diantaranya *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* (DES), *Triple Exponential Smoothing Additive with Damped Parameter* (TES Additive), dan *Triple Exponential Smoothing Multiplicative with Damped Parameter* (TES Multiplicative). Peneliti membandingkan beberapa metode untuk menentukan model peramalan yang terbaik. Dari hasil model peramalan terbaik yang didapatkan dilakukan *forecasting* sebanyak 5 periode. Maka dari itu, dibandingkan nilai-nilai MSE, RMSE, dan nilai MAPE pada setiap metode sebagai berikut.

Tabel 8 Nilai setiap Parameter *Holt with Damped Parameter*

No	Metode	MSE	RMSE	MAPE
1	DES with damped parameter	9.305984	3.050571	10.01778
2	TES Additive with damped parameter	7.720412	2.778563	9.918565
3	TES Multiplicative with damped parameter	7.576946	2.752625	9.376225

Pada **Tabel 8.** terlihat bahwa hasil perbandingan tingkat kesalahan antar metode DES with Damped Parameter, TES Additive with Damped Parameter, dan TES Multiplicative with Damped Parameter didapatkan bahwa tingkat kesalahan terkecil sebesar 9.38% yaitu dengan metode TES Multiplicative with Damped Parameter atau sering disebut *Holt-Winter Multiplicative with Damped parameter*. Nilai konstanta pemulusan *level* $\alpha = 0.794$, konstanta pemulusan *trend* $\beta = 0.00002$, konstanta pemulusan pola *seasonal* $\gamma = 0.00001$, dan konstanta peredam *trend* $\phi = 0.9655$. Dengan model *Holt-Winter's Multiplicative with Damped Parameter*.

Pemulusan *level*:

$$L_t = 0.749 \left(\frac{y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - 0.749)L_t b_{t-1}^{0.9655} \quad (15)$$

Pemulusan *trend*:

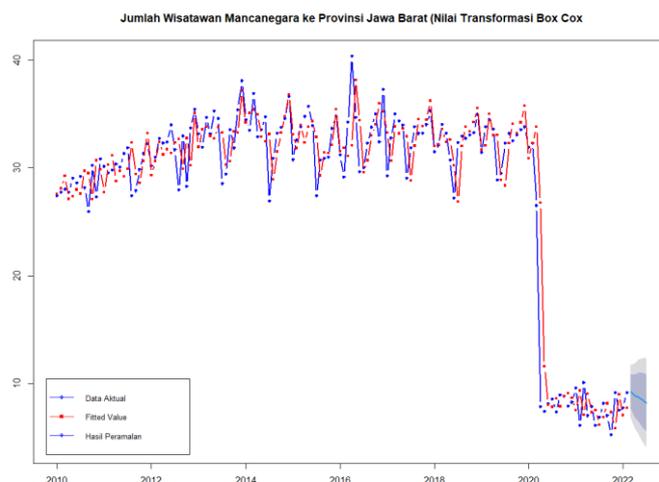
$$b_t = 0.00002 \left(\frac{L_t}{L_{t-1}} \right) + (1 - 0.00002)b_{t-1}^{0.9655} \quad (16)$$

Pemulusan *seasonal*:

$$S_t = 0.00001 \left(\frac{L_t}{L_t b_{t-1}^{0.9665}} \right) + (1 - 0.00001)S_{t-s} \quad (17)$$

Rumus Peramalan:

$$F_{t+m} = L_t b_t^{0.9665} S_{t-m_s}^+ \quad (18)$$



Gambar 3. Plot Peramalan Metode TES Multiplicative with Damped Parameter

Berdasarkan *plot Gambar 3.* menggambarkan data aktual, *fitted value*, dan peramalan kunjungan wisatawan mancanegara. Pada sumbu X *plot* tersebut menunjukkan *time* tahunan. Sedangkan pada sumbu Y menunjukkan jumlah wisatawan mancanegara. Dalam *plot* data aktual dilambangkan dengan warna biru, data *fitted value* dilambangkan dengan warna merah, dan hasil prediksi jumlah wisatawan dilambangkan dengan warna biru. Dari hasil metode terbaik, didapatkan hasil peramalan selama 5 periode sebagai berikut.

Tabel 9 Peramalan 5 Periode Menggunakan Metode TES Multiplicative

Tahun	Bulan	Hasil Peramalan (Nilai Transformasi)
2022	Maret	9.272477
2022	April	8.849639
2022	Mei	8.730880
2022	Juni	8.477708
20224	Juli	8.187821

Data hasil peramalan **Tabel 9.** Masih dalam bentuk transformasi. Maka dari itu data peramalan tersebut dilakukan *inverts* agar menjadi data real. Berikut ini merupakan hasil dari *inverts* nilai transformasi data peramalan.

Tabel 10 Pengembalian Nilai Transformasi dengan cara *Inverts*

Tahun	Bulan	Hasil Peramalan (Nilai Transformasi) $T(X_t)$	Hasil Peramalan (Jumlah wisatawan) $y_t = \sqrt[\lambda]{T(X_t)\lambda + 1}$, $\lambda = 0.22256040$
2022	Maret	9.272477	148,9195
2022	April	8.849639	129.6055
2022	Mei	8.730880	124.5472
2022	Juni	8.477708	114.2745
2022	Juli	8.187821	103.3313

Berdasarkan **Tabel 10.** diperoleh bahwa pada bulan Maret 2022 kunjungan wisatawan mancanegara ke Provinsi Jawa Barat diprediksi sebanyak 149 orang. Pada bulan April 2022 diprediksi sebanyak 130 orang. Pada bulan Mei 2022 diprediksi sebanyak 125 orang. Pada bulan Juni 2022 sebanyak 115 orang. Pada bulan Juli 2022 diprediksi sebanyak 103 orang.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dari hasil perbandingan peramalan dapat disimpulkan antara lain:

1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Double Exponential Smoothing with Damped Parameter* (DES) diperoleh nilai parameter α , sebesar 0.78120, β sebesar 0.00001, ϕ (Phi) sebesar 0.9493. Tingkat kesalahan peramalan diperoleh MAPE sebesar 10.01778.
2. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing Additive* dan *Multiplicative with Damped Parameter* diperoleh nilai parameter optimum *Additive* yaitu α sebesar 0.79, β sebesar 0.00001, γ sebesar 0.00001, ϕ (Phi) sebesar 0.9493. Tingkat kesalahan dari metode TES *Additive* sebesar 9.918565. Sementara dengan metode TES *Multiplicative* diperoleh nilai parameter optimum yaitu α sebesar 0.794, β sebesar 0.00002, γ optimum sebesar 0.00001, ϕ (Phi) sebesar 0.9493. Tingkat kesalahan dari metode TES *Multiplicative* sebesar 9.376225. Hal tersebut mengidentifikasi bahwa peramalan kunjungan wisatawan mancanegara ke provinsi Jawa Barat mempunyai pola *level*, *trend*, dan *seasonal* dimana data hasil peramalan tidak akan mengikuti pola distribusi eksponensial.
3. Didapatkan bahwa metode terbaik ialah metode *Triple Exponential Smoothing Multiplicative with Damped Parameter* (TES *Multiplicative*) karena memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan metode lainnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. P. N. Hendayanti and M. Nurhidayati, "Perbandingan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan Support Vector Regression (SVR) dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Bali," *Jurnal Varian*, pp. Vol.3, No.2, Hal.149-162, 2020.
- [2] A. Pranata, M. A. Hsb, T. Akhdansyah and S. Anwar, "Penerapan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda dan Triple Untuk Meramalkan Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia," *Jurnal of Data Analysis*, pp. Vol.1, No.1, Hal: 32-41, 2018.
- [3] C. V. hudiyanti, F. A. Bachtiar and B. D. Setiawan, "Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. Vol. 3, No. 3, hal: 2667-2672, 2019.
- [4] I. Ghozali, *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS (Edisi Ke 4)*, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2007.
- [5] J. Frank J. Massey, *The Kolmogorov-Smirnov Test For Goodness of Fit*, Eugene: Taylor & Francis, Ltd. on behalf of the American Statistical Association, 1951.
- [6] E. Yati, D. Devianto and Y. Asdi, "Transformasi Box Cox Pada Analisis Regresi Linier Sederhana," *Jurnal Matematika UNAND*, pp. Vol. 2 No 2 Hal 115-122, 2013.
- [7] A. H. Primandari and M. D. Kartikasari, *Analisis Runtun Waktu dengan R*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [8] A. Saputro and B. Purwanggono, "Peramalan Perencanaan Produksi Semen dengan Metode Exponential Smoothing pada PT. Semen Indonesia," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 5, no. 4, p. 3, 2016.