



## Optimasi Parameter pada Model *Exponential Smoothing* Menggunakan Metode *Golden Section* untuk Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah

Sekar Kinasih<sup>✉</sup>, Arief Agoestanto, Sugiman

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50299

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Juni 2016

Disetujui Juli 2016

Dipublikasikan Mei 2018

*Keywords:*

*Data traveler, Exponential Smoothing, Forecasting, Golden Section.*

### Abstrak

*Exponential Smoothing* atau pemulusan eksponensial merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi data runtun waktu yang memiliki pola *trend* musiman. Dalam penelitian ini, metode pemulusan eksponensial digunakan adalah *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing-Holt* (DES) dan *Triple Exponential Smoothing Holt-Winter* (TES) Aditif dan model Multiplikatif. Data yang digunakan adalah Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah periode Januari 2011 sampai Desember 2015. Tujuan penelitian ini, melakukan optimasi parameter model pada metode SES, DES dan TES menggunakan metode *Golden Section* untuk meminimumkan nilai MAPE, mendapatkan metode terbaik guna memprediksi data jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah tahun 2011-2015, dan mendapatkan nilai prediksi menggunakan parameter yang optimal untuk tiap-tiap metode pada data jumlah Wisatawan Jawa Tengah Bulan Januari 2016. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh parameter yang optimum untuk tiap-tiap metode, SES dengan parameter alpha 0,54280 dan nilai MAPE 6,27370%, DES Holt parameter alpha 0,00004, parameter gamma 0,00590 dan nilai MAPE 11,04635%, TES Holt Winters *Additive* dengan parameter alpha 0,23607, parameter gamma 0,14590, parameter delta 0,23607 dan nilai MAPE 6,66123% serta untuk TES Holt Winters *Multiplicative* dengan parameter alpha 0,23607, parameter gamma 0,14590, parameter delta 0,23607 dan nilai MAPE 6,67563%. Berdasarkan perbandingan MAPE pada ke empat metode di atas diperoleh metode terbaik untuk data Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah yaitu metode SES karena mempunyai nilai MAPE terkecil. Dengan model peramalan yang diperoleh  $F_{t+1} = 0,54280X_t + (1 - 0,54280)F_t$ . Diperoleh peramalan untuk Bulan Januari 2016 adalah 320227 pengunjung.

### Abstract

*Exponential Smoothing is one method that can be used to predict the time series data that has a pattern of seasonal trends. In this study, the method used is the exponential smoothing Single Exponential Smoothing (SES), Double Exponential Smoothing -Holt (DES) and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter (TES) additive and multiplicative models. The data used is the number of tourists in Central Java Province from January 2011 to December 2015. The purpose of this study was to optimize the parameters of the model on SES method, DES and TES using the Golden Section to minimize the MAPE, to get the best method to predict the amount of data Travelers Central Java of the year 2011-2015, and to get the predictive value using the optimal parameters for every methods on data of Central Java Travellers January 2016. Based on the analysis obtained optimum parameters for every methods, SES with alpha parameter 0.54280 and MAPE value 6.27370%, DES Holt parameter alpha 0.00004, gamma parameters 0.00590 and the value of MAPE 11.04635 %, TES Holt Winters Additive with alpha parameter 0.23607, 0.14590 parameter gamma, delta parameter 0.23607 and 6.66123% MAPE value as well as for TES Multiplicative Holt Winters with alpha parameter 0.23607, 0.14590 parameter gamma, delta parameter 0, 23607 and MAPE value of 6.67563%. The best of method of MAPE on for all of the above for data the number of tourists in Central Java Province which is the method SES for having the smallest MAPE value. With forecasting model obtained  $F_{t+1} = 0,54280X_t + (1 - 0,54280)F_t$ . Retrieved forecasting for January 2016 was 320 227 visitors.*

### How to Cite

Kinasih S, Agoestanto A, & Sugiman. (2018). Optimasi Parameter pada Model *Exponential Smoothing* Menggunakan Metode *Golden Section* untuk Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah. *UNNES Journal of Mathematics* 7(1): 37-46.

## PENDAHULUAN

Obyek wisata di Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Tengah telah mulai dikembangkan secara luas. Obyek wisata alam di Jawa Tengah terdiri atas wisata darat dan pegunungan, wisata sejarah serta wisata laut atau bahari dengan berbagai keaneragaman hayati yang ada didalamnya. Pariwisata di Jawa Tengah telah tumbuh dan berkembang menjadi lebih pesat, hal ini tidak lepas dari peran serta masyarakat dalam pengembangan pariwisata. Penyelenggaraan pariwisata diarahkan untuk terwujudnya pemerataan pendapatan dan pemerataan kesempatan berusaha. Meningkatnya sektor pariwisata akan membuka lapangan kerja dan kesempatan usaha. Peningkatan pendapatan masyarakat dan pemerintah akan mendorong sektor yang terkait lebih berkembang. Pariwisata tidak hanya menjual pemandangan dan keindahan alam tetapi juga menjual citra. Semakin baik tingkat pelayanan yang diberikan maka semakin baik pula citra yang diberikan obyek wisata tersebut. Jumlah pengunjung di suatu obyek wisata dari waktu ke waktu tidak tetap. Berdasarkan data yang terdapat pada masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu dapat diketahui ramalan jumlah pengunjung pada tahun yang akan datang.

Dalam memperkirakan jumlah wisatawan Jawa Tengah untuk waktu yang akan datang, salah satu cara yang digunakan adalah peramalan. Peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, sebab efektivitas atau tindakan suatu keputusan umumnya tergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil, (Soejoeti, 1987: 12). Semakin baik hasil peramalan maka akan semakin baik pula perencanaan peningkatan daya tarik obyek wisata. Meramal adalah suatu kegiatan atau usaha untuk mengetahui peristiwa-peristiwa yang akan terjadi pada waktu yang akan datang mengenai objek tertentu dengan menggunakan pengalaman-pengalaman ataupun data historis (Awat, 1990: 1). Untuk memperoleh hasil proyeksi ramalan yang optimal di masa yang akan datang dilakukan perhitungan yang berulang dengan menggunakan data di masa lalu. Sehingga peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien.

*Smoothing* adalah mengambil rata-rata dari nilai pada beberapa periode untuk menaksir nilai pada suatu periode (Subagyo, 1986: 7). Metode pemulusan (*Smoothing*) eksponensial merupakan sebuah metode yang menunjukkan pembootan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan sebelumnya. Oleh karena itu metode ini disebut pemulusan eksponensial. Seperti halnya metode rata-rata bergerak, metode *Exponential*

*Smoothing* yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing Holt* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* (TES) (Makridakis et al., 1999).

Kasus yang paling sederhana dari pemulusan eksponensial adalah pemulusan eksponensial tunggal (*Single Exponential Smoothing*). Pada metode ini, pemulusan terjadi untuk nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret asli. Menurut Kalekar (2004: 4) metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* memiliki dua model yaitu model adiktif dan model multiplikatif. Menurut Hapsari (2013: 38) model adiktif digunakan untuk data dengan pola musiman, ukuran dari pola musiman yang tidak proposional untuk data dan peramalan jangka menengah, sedangkan model multiplikatif dapat digunakan untuk data dengan pola musiman, ukuran dari pola musiman proposional untuk data, peramalan jangka pendek sampai menengah, dan profil peramalan adalah garis lurus melipat gandakan pola musiman.

Dari beberapa metode tersebut, semuanya mempunyai sifat yang sama yaitu nilai pengamatan terbaru diberikan bobot relatif lebih besar dibandingkan nilai pengamatan sebelumnya. Dalam pemulusan eksponensial, terdapat satu atau lebih parameter pemulusan. Hasil dari pemilihan ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi (Makridakis et al., 1999: 103). Untuk mendapatkan parameter pembobot tersebut diperlukan sebuah metode untuk optimasi agar mendapatkan parameter terbaik. Salah satu kriteria model yang baik adalah model dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang minimum. Parameter tersebut didapat dengan melakukan *trial-error*. Pada penelitian sebelumnya, Yuwinda (2012: 20) didapat nilai optimal untuk parameter  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan menggunakan algoritma *Non Linear Programming* dan metode yang digunakan adalah metode *Golden Section*.

*Golden Section* merupakan salah satu cara atau metode optimasi numerik yang dapat diterapkan untuk fungsi yang bersifat unimodal (Dyar, 2008: 3). Pada umumnya, algoritma *Golden Section* digunakan untuk menyelesaikan NPL (*Non Linear Programming*) satu variabel yang berbentuk sebagai berikut.

Maksimasi atau minimasi :  $f(x)$

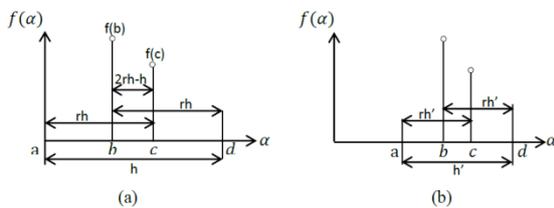
Dengan kendala :  $a \leq x \leq d$

Algoritma ini menggunakan prinsip mengurangi daerah batas  $\alpha$  yang mungkin menghasilkan harga fungsi objektif minimum.

Secara umum, pada setiap tahapan iterasi ditentukan dua buah titik di dalam interval yang ada. Akan tetapi untuk tujuan penghematan langkah perhitungan, pada setiap tahapan iterasi hanya ditentukan sebuah titik baru. Titik yang lain adalah titik yang ditentukan pada tahap sebelumnya. Misalnya, interval telah dapat dikurangi dari  $[a,d]$  menjadi  $[a,c]$ . Interval  $[a,c]$  merupakan interval yang baru sehingga dapat dituliskan menjadi  $[a_1,d_1]$ . Hanya ditentukan satu titik baru yaitu  $b_1$  karena titik  $b$  dijadikan titik  $c_1$ .

Menurut Kiusalaas (2005: 384) untuk mendapatkan nilai  $r$  (*Golden Section*) agar titik-titik menjadi simetris.

Diasumsikan bahwa  $f_1 > f_2$  maka  $a = x_1$  dan  $b = x_2$  yang mana akan membuat sebuah interval baru  $(a, b)$  dari panjang  $h' = rh$ . Untuk menuju ke tahap operasi selanjutnya dengan menghitung fungsi  $x_2 = a + rh'$  dan mengulangi operasi tersebut.



Gambar 1. Pencarian Nilai  $r$  yang Simetris

Dari Gambar 1 harga  $r$  sebesar  $\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$  atau  $\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$ . Supaya interval menjadi semakin kecil diperlukan syarat  $r < 1$ , maka harga  $r$  yang dipergunakan adalah  $\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$ .

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilanjutkan dengan membuat sebuah *Graphical User Interface* (GUI) pada Matlab untuk mendapatkan optimasi parameter yang dapat meminimumkan fungsi MAPE pada metode SES, DES, TES *Addictive*, dan TES *Multiplicative*. Pemilihan parameter yang optimal pada metode *Exponential Smoothing* tersebut akan digunakan untuk memprediksi jumlah wisatawan Jawa Tengah dengan data periode Bulan Januari 2011 hingga Desember 2015. Kemudian untuk memudahkan aplikasi sistem, akan disusun sistem aplikasi prediksi dengan metode *Exponential Smoothing* dengan menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB 7.8.0 (R2009a).

Permasalahan dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana menentukan parameter optimal pada metode SES, DES dan TES yang optimal menggunakan metode *Golden Section*? (2) Apakah metode terbaik untuk meramalkan data jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah tahun 2011-2015?. (3) Bagaimana hasil prediksi jumlah

Wisatawan Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan parameter optimal untuk periode Bulan Januari 2016?. Dari permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi untuk parameter model *Exponential Smoothing* menggunakan metode *Golden Section* dengan tujuan meminimumkan nilai MAPE dan menunjukkan hasil prediksi Jumlah Wisatawan di Jawa Tengah untuk periode Bulan Januari 2016 dengan menggunakan model terbaik.

## METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah Wisatawan di Provinsi Jawa Tengah periode Bulan Januari 2011 sampai Desember 2015. Diperoleh dari Dinas Pariwisata Jawa Tengah diunduh secara online melalui situs <http://www.tourism-mpu.com/central-java/id/datawisatawanjateng>. Jenis data datanya yaitu data bulanan. Pengolahan data dilakukan menggunakan untuk mendapatkan parameter yang optimal guna meramalkan data tersebut menggunakan metode *Exponential Smoothing* untuk data jumlah Wisatawan di Provinsi Jawa Tengah periode Bulan Januari 2011 sampai Bulan Desember 2015. Kemudian untuk memudahkan aplikasi sistem, akan disusun sistem aplikasi prediksi dengan metode *Exponential Smoothing* dengan menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB 7.8.0 (R2009a).

Langkah-langkah untuk memodelkan intervensi fungsi *Golden Section* dilakukan secara bertahap sebagai berikut.

1. Optimasi Parameter pada Model *Single Exponential Smoothing* (SES)
  - a) Menentukan batas bawah (a), batas atas (b) dan nilai toleransi berhentinya iterasi (eps). Untuk metode *Exponential Smoothing* batas bawah bernilai 0 dan batas atas bernilai 1.
  - b) Menghitung nilai *Golden Ratio* (R).
  - c) Menentukan harga awal untuk parameter,  $\alpha_1 = r * a + (1 - r) * d$ ;  $\alpha_2 = a + d - b$ .
  - d) Mencari  $f(x)$  maksimum diantara kombinasi  $x_i = \alpha_1, \alpha_2$ .
  - e) Mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *Golden Section*.
  - f) Mengulangi langkah e) hingga  $|\alpha_2 - \alpha_1| \leq \text{eps}$ .
  - g) Mencari  $f(x)$  minimum diantara kombinasi  $x = a, b, \alpha_1$  dan  $\alpha_2$ .
  - h) Menentukan  $x_{min} = x \text{ dan } f(x_{min}) = f(x)$ .

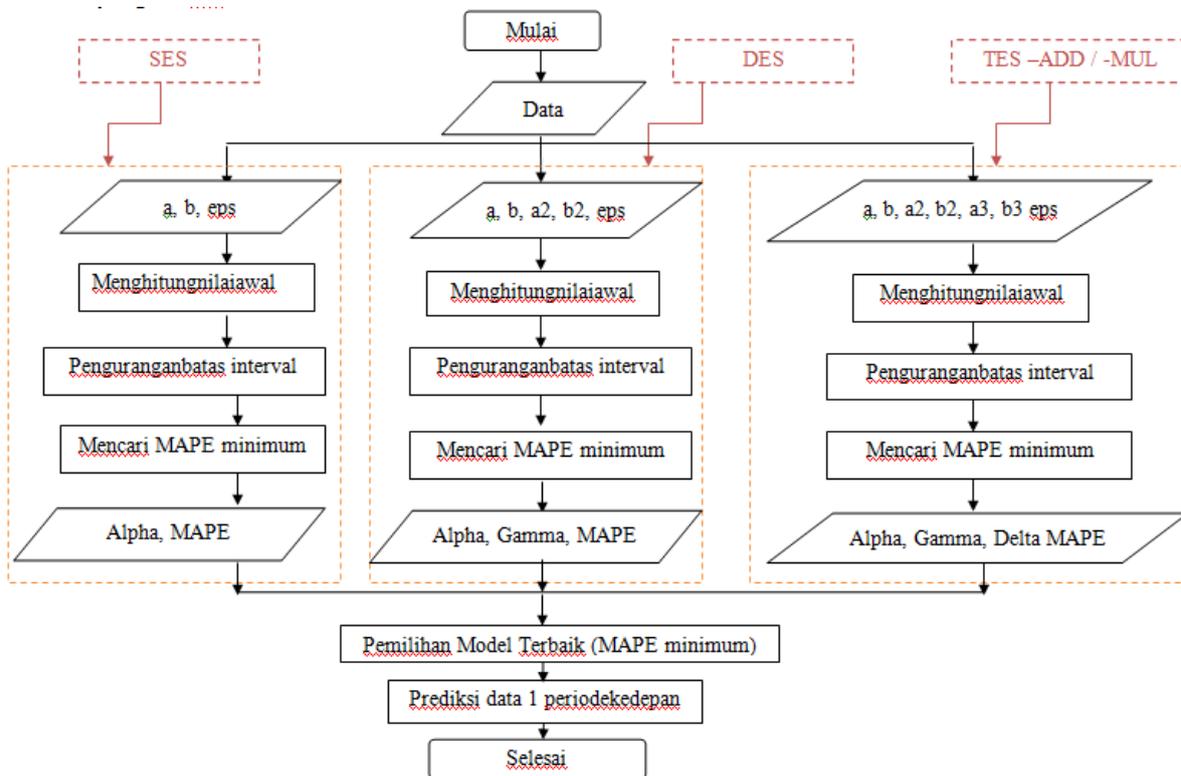
2. Optimasi Parameter pada Model *Double Exponential Smoothing* (DES)

- a) Menentukan batas bawah yaitu (a) dan (a2), batas atas (b) dan (b2) serta nilai toleransi berhentinya iterasi (eps). Untuk metode *Exponential Smoothing* batas bawah bernilai 0 dan batas atas bernilai 1.
- b) Menghitung nilai *Golden Ratio* (R)
- c) Menentukan harga awal untuk parameter,  $\alpha_1 = r * a + (1 - r) * b$ ;  $\gamma_1 = r * a_2 + (1 - r) * b_2$ ;  $\alpha_2 = a + d - \alpha_1$ ;  $\gamma_2 = a_2 + d_2 - \gamma_1$ .
- d) Mencari  $f(x)$  maksimum diantara kombinasi  $x_i = \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$
- e) Mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *Golden Section*.
- f) Mengulangi langkah e) hingga  $|\alpha_2 - \alpha_1| \leq \text{eps}$  dan  $|\gamma_2 - \gamma_1| \leq \text{eps}$ .
- g) Mencari  $f(x)$  minimum diantara kombinasi  $x = a, b, a_2, b_2, \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ .
- h) Menentukan  $x_{\min} = x$  dan  $f(x_{\min}) = f(x)$ .

- a) Menentukan harga awal untuk parameter,  $\alpha_1 = r * a + (1 - r) * b$ ;  $\gamma_1 = r * a_2 + (1 - r) * b_2$ ;  $\alpha_2 = a + d - \alpha_1$ ;  $\gamma_2 = a_2 + d_2 - \gamma_1$ .
- b) Mencari  $f(x)$  maksimum diantara kombinasi  $x_i = \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$
- c) Mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *Golden Section*.
- d) Mengulangi langkah c) hingga  $|\alpha_2 - \alpha_1| \leq \text{eps}$  dan  $|\gamma_2 - \gamma_1| \leq \text{eps}$ .
- e) Mencari  $f(x)$  minimum diantara kombinasi  $x = a, b, a_2, b_2, \alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$ .
- f) Menentukan hasil  $x_{\min} = x$  dan  $f(x_{\min}) = f(x)$ .

3. Optimasi Parameter pada Model *Triple Exponential Smoothing* (TES)

- a) Menentukan batas bawah (a), (a2) dan (a3), batas atas (b), (b2) dan (b3) serta nilai



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data Jumlah Wisatawan di Jawa Tengah periode Januari 2011 sampai Desember 2015 dinyatakan dalam Tabel 1. Data diperoleh dari

Dinas Pariwisata Provinsi Jawa Tengah. Data Jumlah Wisatawan dinyatakan dengan satuan pengunjung.

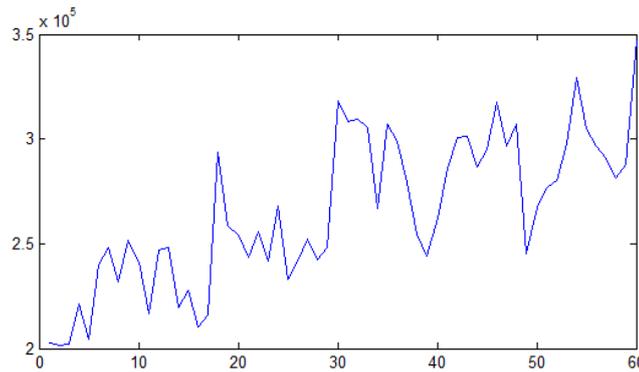
**Tabel 1.** Jumlah Wisatawan Jawa Tengah Periode Januari 2011 –Desember 2011

| Bulan     | Jumlah Wisatawan Jawa Tengah (Pengunjung) |        |        |        |        |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|
|           | 2011                                      | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   |
| Januari   | 202660                                    | 248289 | 232935 | 279257 | 245399 |
| Februari  | 201320                                    | 219475 | 241868 | 254795 | 267700 |
| Maret     | 201833                                    | 227846 | 252210 | 243873 | 276573 |
| April     | 221014                                    | 209984 | 242369 | 262096 | 280096 |
| Mei       | 204489                                    | 215868 | 247972 | 286033 | 297670 |
| Juni      | 240154                                    | 293829 | 318293 | 300396 | 328993 |
| Juli      | 248041                                    | 258781 | 308294 | 301065 | 304840 |
| Agustus   | 231835                                    | 254020 | 309219 | 286763 | 296763 |
| September | 251737                                    | 243722 | 305629 | 294762 | 290489 |
| Oktober   | 241232                                    | 255709 | 266562 | 317829 | 281651 |
| November  | 216384                                    | 241985 | 307276 | 296876 | 267991 |
| Desember  | 246880                                    | 268044 | 299013 | 307370 | 347370 |

**Deskripsi Data**

Dari data Tabel 1, data Wisatawan Provinsi Jawa Tengah periode Bulan Januari 2011 sampai Desember 2015 mempunyai nilai rata-rata 269353 pengunjung, mempunyai nilai tertinggi pada Bulan Desember 2015 sebesar 347370

pengunjung dan nilai terendah pada Bulan Februari 2011 sebesar 201320 pengunjung. Setelah dibentuk plot *time series* membentuk pola *trend* naik dan juga beberapa titik musiman. Hal ini seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pola data jumlah Wisatawan di Provinsi Jawa Tengah 2011-2015

Pada dasarnya algoritma *Golden Section* merupakan teknik untuk menyelesaikan sebuah persamaan *non-linear*. Pada kasus ini persamaan yang akan diselesaikan adalah persamaan *non-linear* MAPE dengan persamaan sebagai berikut.

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_i|}{n}$$

Dengan nilai *PE* sebagai berikut.

$$PE = \left( \frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times (100\%)$$

Nilai  $F_t$  adalah nilai fit dari masing-masing metode pada pemulusan eksponensial. Berikut penjelasan masing-masing metode.

- a. *Single Exponential Smoothing* (SES)  
 $F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$
- b. *Double Exponential Smoothing* (DES)  
 $S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$   
 $b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$   
 $F_t = S_{t-1} + b_t$   
 $F_{t+m} = S_t + b_t m$
- c. *Triple Exponential Smoothing* (TES) *Holt-Winters Addictive*  
 $L_t = \alpha(y_t - \bar{S}_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$   
 $b_t = \beta[L_t - L_{t-1}] + (1 - \beta)b_{t-1}$   
 $S_t = \gamma(y_t - L_t) + (1 - \gamma)(S_{t-l})$   
 $F_t = L_{t-1} + b_{t-1} + S_{t-s}$   
 $F_{t+m} = L_t + b_t + S_{t-s+m}$
- d. *Triple Exponential Smoothing* (TES) *Holt-Winters Multiplicative*  
 $L_t = \alpha\left(\frac{y_t}{\bar{S}_{t-s}}\right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$   
 $b_t = \beta[L_t - L_{t-1}] + (1 - \beta)b_{t-1}$   
 $S_t = \gamma\left(\frac{y_t}{L_t}\right) + (1 - \gamma)(S_{t-l})$   
 $F_t = (L_{t-1} + b_{t-1})S_{t-s}$   
 $F_{t+m} = (L_t + b_t)S_{t-s+m}$

**Hasil Optimasi Parameter pada Metode SES**

Optimasi parameter pada metode SES diperoleh pada iterasi ke 20 nilai  $\alpha_2 - \alpha_1 = 0.000 \leq \epsilon$  artinya iterasi berhenti. Selanjutnya, diperoleh nilai  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$  telah konvergen sebesar 0,5428 dan nilai  $f(\alpha_1)$  dan  $f(\alpha_2)$  konvergen maka diperoleh nilai MAPE sebesar 6,2737%. Selanjutnya dapat dilihat nilai MAPE pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai MAPE untuk Alpha Optimum

| Alpha  | MAPE     |
|--------|----------|
| 0,5428 | 6,2737%. |

**Hasil Optimasi Parameter pada Metode DES**

Optimasi parameter pada metode DES diperoleh pada iterasi ke 47 nilai  $\alpha_2 - \alpha_1 = \gamma_2 - \gamma_1 = 0.000 \leq \epsilon$ . artinya iterasi berhenti. Pada Selanjutnya dari hasil perhitungan DES diperoleh nilai  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\gamma_1$ , dan  $\gamma_2$  telah konvergen yang artinya bahwa nilai alpha dan gamma masing-masing sebesar 0,00004 dan 0,00590, juga diperoleh nilai MAPE sebesar 11,04635%. Selanjutnya dapat dilihat nilai MAPE pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai MAPE untuk Alpha dan Gamma Optimum DES

| Alpha   | Gamma   | MAPE      |
|---------|---------|-----------|
| 0,00004 | 0,00590 | 11,04635% |

**Hasil Optimasi Parameter pada Metode TES Addictive**

Optimasi parameter pada metode TES *Addictive*, pada iterasi ke 60, nilai  $\alpha_2 - \alpha_1 = \gamma_2 - \gamma_1 = \delta_2 - \delta_1 = b_3 - a_3 = 0.000 \leq \epsilon$  artinya iterasi berhenti. Selanjutnya, dari hasil perhitungan TES *Addictive* diperoleh nilai  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\delta_1$ , dan  $\delta_2$  telah konvergen yang artinya bahwa nilai alpha, gamma, dan delta masing-masing sebesar 0,23607; 0,14590; dan 0,23607. Kemudian diperoleh nilai MAPE sebesar 6,66123%. Selanjutnya dapat dilihat nilai MAPE pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai MAPE untuk Alpha, Gamma dan Delta Optimum TES *Addictive*

| Alpha   | Gamma   | Delta   | MAPE     |
|---------|---------|---------|----------|
| 0,23607 | 0,14590 | 0,23607 | 6,66123% |

**Hasil Optimasi Parameter pada Metode TES Multiplicative**

Optimasi parameter pada metode TES *Multiplicative*, pada iterasi ke 61, nilai  $\alpha_2 - \alpha_1 = \gamma_2 - \gamma_1 = \delta_2 - \delta_1 = 0.000 \leq \epsilon$  artinya iterasi berhenti. Selanjutnya, dari hasil perhitungan TES *Multiplicative* diperoleh nilai  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\delta_1$ , dan  $\delta_2$  telah konvergen yang artinya bahwa nilai alpha, gamma dan delta masing-masing sebesar 0,23607; 0,14590; dan 0,23607. Kemudian diperoleh nilai MAPE sebesar 6,67563%. Selanjutnya dapat dilihat nilai MAPE pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai MAPE untuk Alpha, Gamma dan Delta Optimum TES *Multiplicative*

| Alpha   | Gamma   | Delta   | MAPE     |
|---------|---------|---------|----------|
| 0,23607 | 0,14590 | 0,23607 | 6,67563% |

**Pemilihan Model Terbaik**

Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MAPE terkecil saat mencari nilai alpha, gamma dan delta optimum. Dari proses *Golden Section*

diperoleh nilai MAPE pada Tabel 6 sebagai berikut.

**Tabel 6.** Hasil Penentuan Model Terbaik menggunakan *Golden Section*

|         | Alpha   | Gamma   | Delta   | MAPE     |
|---------|---------|---------|---------|----------|
| SES     | 0,54280 | -       | -       | 627370%  |
| DES     | 0,00004 | 0,00590 | -       | 1104635% |
| TES-ADD | 0,23607 | 0,14590 | 0,23607 | 666123%  |
| TES-MUL | 0,23607 | 0,14590 | 0,23607 | 667563%  |

Dari Tabel 6 diperoleh bahwa nilai MAPE terkecil pada metode *Single Exponential Smoothing Multicative* dengan nilai MAPE sebesar 6,27370% artinya tingkat kesalahan pada metode tersebut sebesar 6,27370%.

**Peramalan Menggunakan Model Terbaik**

Selanjutnya setelah diperoleh parameter optimum, maka akan dilakukan peramalan data

untuk Bulan Januari 2016. Pada bagian hasil dan pembahasan, didapatkan model terbaik dengan nilai MAPE minimum yaitu metode *Single Exponential Smoothing*.

Dengan membandingkan nilai-nilai parameter pemulusan diperoleh nilai MAPE dari metode *Single Exponential Smoothing* dengan Model Perkalian Musiman, untuk nilai awal dari,

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

Untuk  $t = 1$  diperoleh,

$$F_2 = 0,54280 * 202660 + (1 - 0,54280) * 202660$$

$$F_2 = 202660$$

Selanjutnya menggunakan persamaan  $F_{t+1}$ , dengan nilai alpha 0,54279 diperoleh hasil peramalan sebagai berikut.

$$F_{60+1} = 0,54280X_{60} + (1 - 0,54280)F_{60}$$

$$F_{61} = 0,54280 * 347370 + (1 - 0,54280) * 288003$$

$$F_{61} = 320227$$

Selanjutnya menggunakan nilai alpha 0,54279 diperoleh hasil peramalan yang dapat dilihat pada tabel 7.

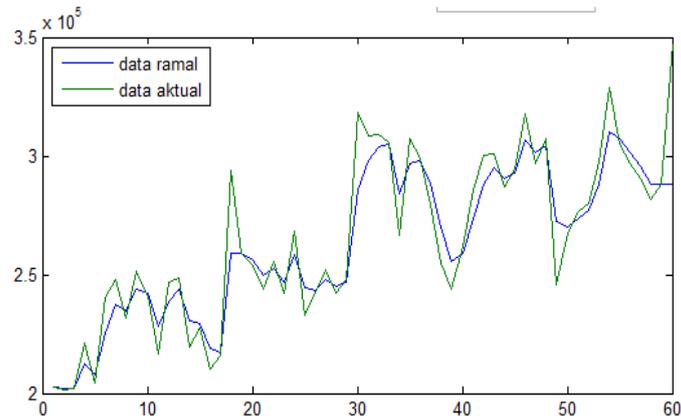
**Tabel 7.** Ramalan SES Model

| t  | Xt     | Ft     | Error   | Abs. Error | Percent Error |
|----|--------|--------|---------|------------|---------------|
| 1  | 202660 | N/A    |         |            |               |
| 2  | 201320 | 202660 | -1340   | 1340       | 0.67%         |
| 3  | 201833 | 201933 | -99.7   | 99.7       | 0.05%         |
| 4  | 221014 | 201879 | 19135.4 | 19135.4    | 8.66%         |
| 5  | 204489 | 212265 | -7776.1 | 7776.1     | 3.80%         |
| 6  | 240154 | 208044 | 32109.7 | 32109.7    | 13.37%        |
| 7  | 248041 | 225473 | 22567.9 | 22567.9    | 9.10%         |
| 8  | 231835 | 237723 | -5887.7 | 5887.7     | 2.54%         |
| 9  | 251737 | 234527 | 17210.1 | 17210.1    | 6.84%         |
| 10 | 241232 | 243868 | -2636.4 | 2636.4     | 1.09%         |
| 11 | 216384 | 242437 | -26053  | 26053.4    | 12.04%        |
| 12 | 246880 | 228296 | 18584.1 | 18584.1    | 7.53%         |
| 13 | 248289 | 238383 | 9905.9  | 9905.9     | 3.99%         |
| 14 | 219475 | 243760 | -24285  | 24284.9    | 11.07%        |
| 15 | 227846 | 230578 | -2732.3 | 2732.3     | 1.20%         |
| 16 | 209984 | 229095 | -19111  | 19111.2    | 9.10%         |
| 17 | 215868 | 218722 | -2853.9 | 2853.9     | 1.32%         |
| 18 | 293829 | 217173 | 76656.2 | 76656.2    | 26.09%        |
| 19 | 258781 | 258781 | 0       | 0          | 0.00%         |
| 20 | 254020 | 258781 | -4761   | 4761       | 1.87%         |

| <b>t</b> | <b>Xt</b> | <b>Ft</b> | <b>Error</b> | <b>Abs. Error</b> | <b>Percent Error</b> |
|----------|-----------|-----------|--------------|-------------------|----------------------|
| 21       | 243722    | 256197    | -12475       | 12474.8           | 5.12%                |
| 22       | 255709    | 249426    | 6283.4       | 6283.4            | 2.46%                |
| 23       | 241985    | 252836    | -10851       | 10851.2           | 4.48%                |
| 24       | 268044    | 246946    | 21097.7      | 21097.7           | 7.87%                |
| 25       | 232935    | 258398    | -25463       | 25462.9           | 10.93%               |
| 26       | 241868    | 244577    | -2708.9      | 2708.9            | 1.12%                |
| 27       | 252210    | 243107    | 9103.5       | 9103.5            | 3.61%                |
| 28       | 242369    | 248048    | -5678.8      | 5678.8            | 2.34%                |
| 29       | 247972    | 244965    | 3006.6       | 3006.6            | 1.21%                |
| 30       | 318293    | 246597    | 71695.6      | 71695.6           | 22.53%               |
| 31       | 308294    | 285513    | 22781        | 22781             | 7.39%                |
| 32       | 309219    | 297878    | 11340.7      | 11340.7           | 3.67%                |
| 33       | 305629    | 304034    | 1595.1       | 1595.1            | 0.52%                |
| 34       | 266562    | 304900    | -38338       | 38337.7           | 14.38%               |
| 35       | 307276    | 284090    | 23185.6      | 23185.6           | 7.55%                |
| 36       | 299013    | 296675    | 2337.7       | 2337.7            | 0.78%                |
| 37       | 279257    | 297944    | -18687       | 18687.2           | 6.69%                |
| 38       | 254795    | 287801    | -33006       | 33006             | 12.95%               |
| 39       | 243873    | 269886    | -26013       | 26012.7           | 10.67%               |
| 40       | 262096    | 255766    | 6329.8       | 6329.8            | 2.42%                |
| 41       | 286033    | 259202    | 26831        | 26831             | 9.38%                |
| 42       | 300396    | 273766    | 26630.4      | 26630.4           | 8.87%                |
| 43       | 301065    | 288220    | 12844.7      | 12844.7           | 4.27%                |
| 44       | 286763    | 295192    | -8429.3      | 8429.3            | 2.94%                |
| 45       | 294762    | 290617    | 4145         | 4145              | 1.41%                |
| 46       | 317829    | 292867    | 24962.2      | 24962.2           | 7.85%                |
| 47       | 296876    | 306416    | -9540.1      | 9540.1            | 3.21%                |
| 48       | 307370    | 301238    | 6132.2       | 6132.2            | 2.00%                |
| 49       | 245399    | 304566    | -59167       | 59167.3           | 24.11%               |
| 50       | 267700    | 272451    | -4750.9      | 4750.9            | 1.77%                |
| 51       | 276573    | 269872    | 6700.8       | 6700.8            | 2.42%                |
| 52       | 280096    | 273509    | 6586.7       | 6586.7            | 2.35%                |
| 53       | 297670    | 277085    | 20585.5      | 20585.5           | 6.92%                |
| 54       | 328993    | 288258    | 40734.9      | 40734.9           | 12.38%               |
| 55       | 304840    | 310369    | -5528.6      | 5528.6            | 1.81%                |
| 56       | 296763    | 307368    | -10605       | 10604.7           | 3.57%                |
| 57       | 290489    | 301612    | -11123       | 11122.6           | 3.83%                |
| 58       | 281651    | 295574    | -13923       | 13923.4           | 4.94%                |
| 59       | 287991    | 288017    | -25.9        | 25.9              | 0.01%                |

| t  | Xt     | Ft     | Error   | Abs. Error | Percent Error |
|----|--------|--------|---------|------------|---------------|
| 60 | 347370 | 288003 | 59367.2 | 59367.2    | 17.09%        |
| 61 |        | 320227 |         |            | 6.27%         |

diperoleh nilai prediksi prediksi pada t=61 pengunjung. Selanjutnya disajikan pula plot data untuk Bulan Januari 2016 adalah 302267 ramalan menggunakan model SES pada gambar 4.

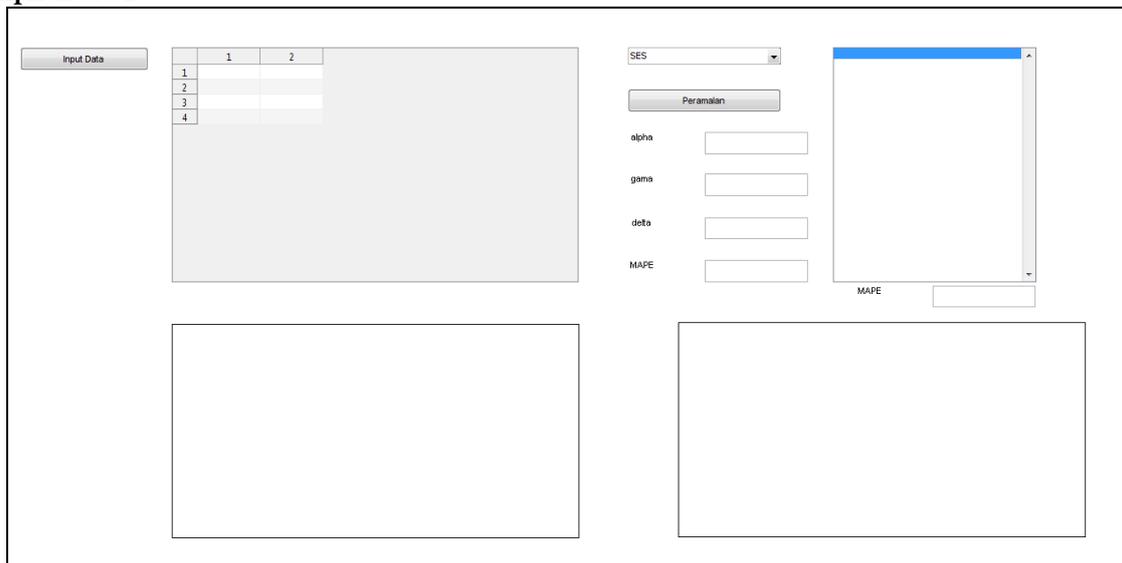


Gambar 4. Pola data Aktual dan data *Forecast* menggunakan model SES

Dari gambar 4 terlihat bahwa data ramalan cenderung mendekati data aktual. Dapat disimpulkan bahwa model ramalan tersebut cocok dijadikan sebagai metode untuk meramal data

Jumlah Wisatawan Jawa Tengah periode Januari 2011 hingga Desember 2015.

**Tampilan GUI**



Gambar 5. Tampilan GUI Aplikasi Komputasi

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut. Setelah dilakukan

perhitungan *Golden Section* maka diperoleh parameter yang optimum untuk tiap-tiap metode, (a) SES dengan parameter alpha sebesar 0,54280 dan nilai MAPE sebesar 6,27370%, (b) DES Holt dengan parameter alpha sebesar 0,00004,

parameter gamma sebesar 0,00590, dan nilai MAPE sebesar 11,04635%, (c) TES Holt Winters *Additive* dengan parameter alpha sebesar 0,23607, parameter gamma sebesar 0,14590, parameter delta sebesar 0,23607, dan nilai MAPE sebesar 6,66123% serta untuk (d) TES Holt-Winters *Multiplicative* dengan parameter alpha sebesar 0,23607, parameter gamma sebesar 0,14590, parameter delta sebesar 0,23607, dan nilai MAPE sebesar 6,67563%. Berdasarkan perbandingan MAPE pada ke empat metode di atas diperoleh Metode terbaik untuk data Jumlah Wisatawan Provinsi Jawa Tengah adalah metode *Single Exponential Smoothing* karena mempunyai nilai MAPE terkecil. Dengan model peramalan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,54280X_t + (1 - 0,54280)F_t$$

Diperoleh peramalan untuk bulan Januari 2016 adalah 320227.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan maka saran yang disampaikan adalah sebagai berikut. Diketahui bahwa Metode *Golden Section* dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan *non linier* dengan persamaan MAPE. Dalam kasus ini, metode yang terbaik untuk data tersebut adalah metode *Single Exponential Smoothing*. Model tersebut sangatlah sederhana. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa mengembangkan ketiga metode yang lain, seperti *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing Addictive*, dan *Triple Exponential Smoothing Multiplicative*.

#### Daftar Pustaka

- Awat, J. Napa. 1990. *Metode Peramalan Kuantitatif*. Yogyakarta: Liberty.
- Handoko, T. Hani 1984. *Dasar –Dasar Management Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Hapsari, V. 2013. Perbandingan Metode Dekomposisi Klasik dengan Metode Pemulusan Eksponensial Holt – Winter dalam Meramalkan Tingkat Pencemaran Udara di Kota Bandung Periode 2003-22012. *Skripsi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Tersedia: [http://repository.upi.edu/2869/4/S\\_MTK\\_0905655\\_Chapter1.pdf](http://repository.upi.edu/2869/4/S_MTK_0905655_Chapter1.pdf)
- Kholisoh, Dyar. 2008. *Optimasi Numerik dan Analisis Numerik*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. Tersedia: <https://diyarkholisoh.files.wordpress.com/2008/12/81463826/Analisis-Numerik-dyar>

Kiusalaas, J. 2005. *Numerical Methods in Engineering with MATLAB*. United State of America: Cambridge University.

Kalekar, P. S. 2004. Time Series Forecasting using Holt–Winters Exponential Smoothing. *Proceeding IT694 Seminar*. Kanwal Rekhi School of Information Technology, pp 1-13. Tersedia: <http://labs.omniti.com/people/jesus/papers/holtwinters.pdf>

Markidakis, W. & McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.

Soejoeti, Zanzawi. 1987. *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunia Universitas Terbuka.

Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.

Yuwida, N., Hanafi, L. & Wahyuningsih, N. 2012. “Estimasi Parameter Alpha dan Gamma dalam Pemulusan Eksponensial Ganda Dua Parameter”. *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 1*, No. 1, pp 19-25. Tersedia: [http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/1003](http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/1003)