
PEMILIHAN PARAMETER OPTIMUM MENGGUNAKAN *EXPONENTIAL SMOOTHING* DENGAN METODE *GOLDEN SECTION* UNTUK PERAMALAN JUMLAH TITIK PANAS DI KALIMANTAN TIMUR

Nura Walida¹, Sri Wahyuningsih², Fidia Deny Tisna Amijaya³

¹ Laboratorium Matematika Komputasi, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

² Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

³ Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

e-mail: nurawalida@gmail.com

Abstrak

Metode *exponential smoothing* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data runtun waktu yang dengan cara pemulusan data. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *exponential smoothing* dengan satu parameter *smoothing* dari *Brown*. Data yang digunakan adalah jumlah titik panas di Kalimantan Timur periode Januari 2019 sampai September 2019. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai parameter *smoothing* β optimum pada *exponential smoothing* dari hasil proses optimasi menggunakan metode *golden section* untuk meminimumkan nilai MAPE, mendapatkan hasil peramalan untuk setiap metode di *exponential smoothing* pada jumlah titik panas di Kalimantan Timur periode Oktober sampai Desember 2019, dan mendapatkan metode *exponential smoothing* yang baik digunakan untuk meramalkan data jumlah titik panas di Kalimantan Timur. Dari analisis tersebut, peneliti memilih metode yang digunakan adalah DES dan TES. Parameter *smoothing* β optimum yang diperoleh pada DES sebesar 0,558430 dan TES sebesar 0,376352. Hasil peramalan jumlah titik panas yang didapatkan pada DES bulan Oktober sebanyak 2.142, November sebanyak 2.707, dan Desember sebanyak 3.271 dengan nilai MAPE sebesar 95%. Pada metode TES didapatkan hasil peramalan pada bulan Oktober sebanyak 2.193, November sebanyak 2.975, dan Desember sebanyak 3.852 dengan nilai MAPE sebesar 108%. Berdasarkan hasil perbandingan nilai MAPE pada kedua metode, metode DES lebih baik daripada TES untuk menghitung nilai peramalan jumlah titik panas di Kalimantan Timur walaupun kedua metode belum cocok untuk menangani kasus ini.

Kata Kunci: *Exponential smoothing, golden section, titik panas*

Abstract

The *exponential smoothing method* is one method that can be used to predict time series data by smoothing the data. In this study, the method used was *exponential smoothing* with one smoothing parameter from *Brown*. The data used is the number of hotspots in East Kalimantan from January 2019 to September 2019. The purpose of this study is to obtain the optimum smoothing parameter values β for *exponential smoothing* from the results of the optimization process using the *golden section method* to minimize the MAPE value, to obtain forecasting results for each method in *exponential smoothing* for the number of hotspots in East Kalimantan from October to December 2019, and obtain a good *exponential smoothing method* to predict data on the number of hotspots in East Kalimantan. From this analysis, the researchers chose the methods used were DES and TES. The optimum smoothing parameter β obtained at DES was 0,558430 and TES was 0,376352. The results of forecasting the number of hotspots obtained in DES in October were 2.142, November was 2.707, and December was 3.271 with a MAPE value of 95%. The TES method forecasting results were obtained in October as many as 2.193, November as much as 2.975, and December as many as 3.852 with a MAPE value of 108%. Based on the comparison of the MAPE values in the two methods, the DES method is better than the TES for calculating the predicted value of the number of hotspots in East Kalimantan,

although the two methods are not yet suitable for handling this case.

Keywords: Exponential smoothing, golden section, hotspots

1. PENDAHULUAN

Analisis runtun waktu merupakan salah satu analisis statistika yang digunakan untuk meramalkan data pada masa yang akan datang dalam membuat perencanaan dan penarikan kesimpulan. Analisis runtun waktu berkaitan dengan pengolahan data runtun waktu untuk memperoleh model pada peramalan. Peramalan merupakan suatu teknik untuk memprediksi suatu nilai tertentu pada beberapa waktu ke depan dengan memperhatikan informasi masa lalu atau saat ini.

Menurut (Makridakis et al. 1999), salah satu metode peramalan yakni berdasarkan metode *exponential smoothing*. Metode ini merupakan sekelompok metode yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial atau berubah perlahan dari waktu ke waktu terhadap nilai observasi yang lebih tua. Metode *exponential smoothing* terdiri dari tiga macam yakni *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES). Kasus yang paling sederhana dari metode *exponential smoothing* adalah SES yang baik digunakan pada data yang berpola stasioner atau himpunan pengamatan yang berurut dalam waktu. DES digunakan pada data yang mengalami *trend* peningkatan atau penurunan dalam waktu tertentu, sedangkan TES dapat digunakan pada data yang berpola *trend* dan cocok dipakai untuk membuat peramalan data yang mengalami fluktuasi atau mengalami gelombang pasang surut.

Menurut (Makridakis et al. 1999), semua metode pada *exponential smoothing* mempunyai sifat yang sama yakni nilai pengamatan yang baru diberikan bobot yang lebih besar dibandingkan nilai pengamatan sebelumnya. *Exponential smoothing* memiliki satu parameter *smoothing* dari Brown atau lebih dari satu parameter *smoothing*. Parameter merupakan nilai tertentu, tetapi tidak pasti pada suatu fungsi koordinat di antara 0 sampai 1. Parameter *smoothing* terbaik adalah nilai yang menghasilkan peramalan mendekati data sebenarnya, didapatkan dengan cara metode optimasi *trial and error*. Adapun cara lain untuk menentukan nilai parameter *smoothing* pada *exponential smoothing* adalah penerapan dari metode *golden section*. Menurut (Griffiths and Smith 2006), *golden section* merupakan metode optimasi yang menggunakan prinsip mengurangi daerah batas x yang mungkin menghasilkan harga fungsi objektif optimum (maksimal atau minimal) secara iteratif (berulang). Menurut (Widitriani et al. 2020), keistimewaan *golden section* adalah dapat diketahui banyak iterasi yang akan dilakukan bila diketahui nilai ε yang diketahui. Selain itu metode ini dianggap lebih efisien dan sederhana dalam pengerjaannya.

Salah satu kriteria ketepatan dalam melakukan peramalan adalah nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) minimum. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Mahkya et al. 2014) tentang aplikasi metode *golden section* dalam *exponential smoothing*, didapatkan nilai parameter *smoothing* optimal dari TES Holt Winters aditif yakni β sebesar 0,3820, γ sebesar 0,0252, dan δ sebesar 0,0092 dengan nilai MAPE sebesar 11,5997% untuk meramalkan data ekspor Jawa Tengah. Penelitian selanjutnya oleh Kinasih (Kinasih et al. 2018) tentang optimasi parameter pada *exponential smoothing* menggunakan *golden section* didapatkan parameter *smoothing* optimal dari SES dengan nilai β sebesar 0,5428 dan nilai MAPE sebesar 6,2737% untuk meramalkan jumlah wisatawan Jawa Tengah. Diperoleh hasil peramalan wisatawan untuk bulan Januari 2016 adalah 320.227 jiwa.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Endrawati 2016) melaporkan titik panas mengakibatkan peristiwa kebakaran hutan dan lahan di Indonesia dalam skala besar

terjadi di tahun 1982 – 1983, 1991, 1994, 1997 – 1998, 2006, dan 2015 khususnya di Sumatera, Kalimantan, dan Papua yang 80% wilayahnya tertutup asap pekat. Dampak kebakaran hutan dan lahan tidak hanya berpengaruh terhadap kesehatan, ekonomi dan sosial masyarakat secara nasional namun juga telah mempengaruhi negara tetangga. Kerusakan yang diakibatkan oleh bencana kebakaran hutan dan lahan tahun 2015 lalu seluas 2,61 juta hektar hutan dan lahan terbakar dengan kerugian ekonomi mencapai Rp 221 triliun. Pada tahun 2019, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam (Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan 2020) melaporkan kebakaran besar hutan dan lahan kembali terjadi seluas 1,65 juta hektar. Khususnya di Provinsi Kalimantan Timur, jumlah titik panas terpantau meningkat drastis mengakibatkan luas kebakaran hutan dan lahan sebesar 68.524 Ha mendekati luas kebakaran pada tahun 2015 sebesar 69.352,96 Ha. Sebagian besar adalah panas kebakaran lahan yang terekam satelit Landsat 8.

Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN 2016), titik panas merupakan titik sebagian daerah yang memiliki suhu permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan daerah di sekitarnya berdasarkan suhu tertentu yang terpantau satelit penginderaan jauh. Titik panas direkomendasikan menjadi indikator untuk mendeteksi dini kebakaran lahan dan hutan di suatu wilayah. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang pernah menganalisis jumlah titik panas. Yuriantari (Yuriantari et al. 2017) tentang autokorelasi spasial titik panas di Kalimantan Timur menggunakan indeks *Moran* dan *Local Indicator Of Spatial Autocorrelation* (LISA) yang menunjukkan bahwa jumlah titik panas antar kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Timur memiliki autokorelasi spasial terutama daerah-daerah yang berdekatan atau berbatasan langsung. Penelitian selanjutnya oleh Pambudi (Pambudi et al. 2018) tentang implementasi *fuzzy time series* untuk memprediksi jumlah kemunculan titik panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi titik panas bulanan di pulau Jawa paling akurat menghasilkan MAPE sebesar 37,128% dengan persentase data latih sebesar 80% dan banyak pembagian interval sebesar 22. Prediksi titik panas periode 10 hari paling akurat menghasilkan MAPE sebesar 64,4429% dengan persentase data latih sebesar 80% dan banyak pembagian interval sebesar 6.

Mengingat pentingnya mengetahui jumlah titik panas pada masa yang akan datang sebagai bentuk acuan dalam mengantisipasi adanya kebakaran hutan/lahan demi menjaga keberadaan ekosistem di Kalimantan Timur, peramalan mampu memberikan informasi strategis dalam proses pengambilan keputusan untuk pencegahan dan penanggulangan terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian berjudul “Pemilihan Parameter Optimum Menggunakan *Exponential Smoothing* Dengan Metode *Golden Section* untuk Peramalan Jumlah Titik Panas di Kalimantan Timur”.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data jumlah titik panas di Kalimantan Timur sebanyak 9 data dari periode bulan Januari 2019 – September 2019 yang diperoleh melalui *website* resmi LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Metode yang digunakan adalah studi literature dengan menelusuri buku, jurnal, atau sumber lainnya mengenai peramalan menggunakan *exponential smoothing* dengan metode *golden section* dalam pemilihan parameter *smoothing* β optimum dan data jumlah titik panas di Kalimantan Timur. Metode *exponential smoothing* terdiri dari SES (*single exponential smoothing*), DES (*double exponential smoothing*), TES (*triple exponential smoothing*) satu parameter dari *Brown*. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Mendeskripsikan data jumlah titik panas Kalimantan Timur dari Januari 2019 sampai September 2019.
- 2) Membuat grafik runtun waktu, digunakan untuk melihat apakah data pada sampel yang akan diteliti memiliki pola-pola tertentu seperti bersifat stasioner, *trend* naik atau turun, ataupun fluktuatif.
- 3) Melakukan identifikasi stasioneritas data untuk mengetahui apakah pola data berada pada kesetimbangan di sekitar rata-rata dan varians yang memiliki nilai konstan selama waktu tertentu atau tidak memiliki unsur *trend* dan fluktuatif ekstrim (Wei 2005). Kestasioneran data dapat diketahui menggunakan pengujian ADF pada persamaan berikut:

$$\Delta Z_t = \mu Z_{t-1} + \sum_{i=2}^k \sigma_i \Delta Z_{t-1} + e_t ,$$

- 4) Mencari parameter *smoothing* β optimum pada *exponential smoothing* satu parameter *smoothing* dari *Brown* menggunakan metode *golden section*. Menurut (Widitriani et al. 2020), *golden section* merupakan metode optimasi yang menggunakan prinsip mengurangi daerah batas x yang mungkin menghasilkan harga fungsi objektif optimum (maksimal atau minimal) secara iteratif (berulang). Adapun langkah-langkah metode *golden section* adalah sebagai berikut :
 - a. Menentukan batas bawah (a), batas atas (b), dan nilai toleransi berhentinya iterasi (ε) . Pada metode *exponential smoothing*, batas bawah bernilai 0 dan batas atas bernilai 1 mengikuti nilai parameter *smoothing* β yang berkisar di antara 0 sampai 1, karena berlaku $0 < \beta < 1$. Batas toleransi berhentinya iterasi (ε) = 0,00001. Nilai ε bergantung pada ketelitian yang diinginkan, artinya peneliti bebas menentukan seberapa besar batas toleransi berhentinya iterasi yang bernilai positif atau berlaku $\varepsilon > 0$. Semakin nilai ε kecil, maka semakin teliti taksiran yang akan diperoleh dan semakin besar jumlah iterasi yang dibutuhkan.
 - b. Pada metode *exponential smoothing* nilai *golden ratio* (r) bernilai 0,618. Agar interval menjadi semakin kecil, diperlukan syarat $0 < r < 1$ dan bernilai positif.
 - c. Menentukan nilai tebakan awal atau batas interval untuk parameter *smoothing* β

$$x_1 = (r)(a) + (1-r)b ,$$

$$x_2 = a + b - x_1 ,$$

di mana :

x_1 = nilai batas bawah dari parameter *smoothing* β

x_2 = nilai batas atas dari parameter *smoothing* β

r = *golden ratio*

a = batas bawah dalam interval

b = batas atas dalam interval

- d. Mencari fungsi objektif $f(x)$ di antara dua titik tersebut (x_1 dan x_2).
- e. Mengurangi batas interval berdasarkan kriteria *golden section*, yaitu: jika $f(x_1) > f(x_2)$, maka $a = x_1$ baru ditentukan. Jika $f(x_1) < f(x_2)$, maka $b = x_2$ baru ditentukan. Diharapkan ada sebagian interval yang dapat dieliminasi, sehingga salah satu titik lama bisa dipakai lagi pada langkah berikutnya. Jadi hanya diperlukan satu titik baru.
- f. Mengulangi langkah e dan f sampai $|b - a| < \varepsilon$.

g. Mencari $f(x)$ minimum di antara dua titik tersebut (x_1 dan x_2). Menentukan hasil $x_{\min} =$ nilai β optimal dan $f(x_{\min}) =$ nilai MAPE terkecil (Novalia et al. 2018).

5) Memilih parameter *smoothing* β optimum.

Setelah mendapatkan titik nilai yang dijadikan parameter *smoothing* β optimum dari batas interval x pada metode *golden section*, dilakukan analisis peramalan *exponential smoothing*. Menurut (Makridakis et al. 1999), *exponential smoothing* adalah sekelompok metode yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua. Metode *exponential smoothing* terbagi menjadi 3 macam yakni *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES).

6) Melakukan analisis peramalan *exponential smoothing* pada data yang digunakan.

Nilai F_t adalah nilai peramalan dari masing-masing metode pada *exponential smoothing*. Berikut persamaan yang digunakan dalam metode SES, DES, dan TES satu parameter dari Brown:

a. *Single Exponential Smoothing*

$$F_{t+1} = \beta Z_t + (1 - \beta) F_t,$$

b. *Double Exponential Smoothing*

$$\begin{aligned} S'_t &= \beta Z_t + (1 - \beta) S'_{t-1}, \\ S''_t &= \beta S'_t + (1 - \beta) S''_{t-1}, \\ a_t &= S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t, \\ b_t &= \frac{\beta}{1 - \beta} (S'_t - S''_t), \\ F_{t+m} &= a_t + b_t m \end{aligned}$$

c. *Triple Exponential Smoothing*

$$\begin{aligned} S'_t &= \beta Z_t + (1 - \beta) S'_{t-1}, \\ S''_t &= \beta S'_t + (1 - \beta) S''_{t-1}, \\ S'''_t &= \beta S''_t + (1 - \beta) S'''_{t-1}, \\ a_t &= 3S'_t - 3S''_t + S'''_t, \\ b_t &= \frac{\beta}{2(1 - \beta)^2} [(6 - 5\beta) S'_t - (10 - 8\beta) S''_t + (4 - 3\beta) S'''_t], \\ c_t &= \frac{\beta^2}{(1 - \beta)^2} [S'_t - 2S''_t + S'''_t], \\ F_{t+m} &= a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2 \end{aligned}$$

(Makridakis et al. 1999)

7) Memilih metode peramalan *exponential smoothing* yang terbaik dan mendapatkan hasil ramalan dengan nilai MAPE minimum. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah rata-rata persentase kesalahan absolut yang dihitung dengan mencari nilai absolut galat di setiap periode, kemudian membaginya dengan nilai pengamatan aktual dan

kemudian absolut galat persentase. Rata-rata persentase kesalahan absolut dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

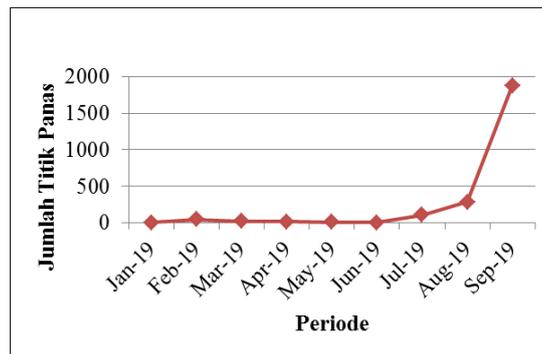
$$MAPE = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - F_t|}{Z_t} \right) \times 100\% , \quad (1)$$

Nilai MAPE digunakan untuk menghitung akurasi peramalan. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin baik hasil peramalan (Makridakis, dkk., 1999).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah titik panas Provinsi Kalimantan Timur. Langkah awal yang dilakukan sebelum menghitung nilai peramalan *exponential smoothing* satu parameter dari *Brown* adalah pembentukan grafik runtun waktu. Grafik runtun waktu diperlukan untuk mempertimbangkan jenis pola dan memeriksa kondisi kestasioneran data, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar penentuan dalam pemilihan teknik peramalan yang baik dan sesuai. Grafik runtun waktu data jumlah titik panas Kalimantan Timur pada Januari – September tahun 2019 yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Jumlah titik panas Kalimantan Timur Januari – September tahun 2019

Berdasarkan Gambar 1, memperlihatkan bahwa hasil pendeteksian titik panas oleh badan LAPAN untuk wilayah Provinsi Kalimantan Timur pada seluruh satelit penginderaan jauh yang digunakan memberikan gambaran titik wilayah berpotensi mengalami kebakaran hutan dan lahan. Satelit ini mendeteksi perbedaan suhu panas di setiap wilayah dan tercatat dari Januari sampai September 2019 terdapat 2.355 titik panas . Jumlah titik panas tertinggi terjadi pada September 2019 sebesar 1.880 titik, di mana pada periode tersebut terjadi kenaikan jumlah titik panas yang cukup ekstrem dibandingkan periode lainnya, sedangkan jumlah titik panas terendah terjadi pada Januari dan Juni 2019, masing-masing sebesar 3 titik. Grafik runtun waktu jumlah titik panas Kalimantan Timur dari waktu ke waktu cenderung terlihat tidak stasioner.

3.2 Identifikasi Stasioneritas pada Data Titik Panas

Identifikasi stasioneritas pada data dilakukan dengan pengujian *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Berikut hasil pengujian ADF pada data jumlah titik panas di Kalimantan Timur.

Hipotesis

$H_0 : \mu = 0$ (Data titik panas Provinsi Kalimantan Timur tidak stasioner)

$H_1 : \mu \neq 0$ (Data titik panas Provinsi Kalimantan Timur stasioner)

Statistik Uji

$$|\tau| = \frac{\hat{\mu}}{SE(\hat{\mu})} \quad (18)$$

Keputusan

Karena $|\tau| > |\tau_{0,05;16}|$, $|-2,1804| < |5,18|$, maka diputuskan H_0 gagal ditolak

Kesimpulan

Data titik panas Provinsi Kalimantan Timur tidak stasioner

Berdasarkan pengujian ADF yang telah dilakukan, diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang artinya data titik panas Provinsi Kalimantan Timur tidak stasioner. Oleh sebab itu, dipilih beberapa metode *exponential smoothing* yang akan digunakan yaitu, *Double Exponential Smoothing* (DES) dan *Triple Exponential Smoothing* (TES) satu parameter dari *Brown*.

3.3 Pencarian Parameter β Optimum pada *Exponential Smoothing*

Pencarian parameter β optimum pada *exponential smoothing* satu parameter dari *Brown* dilakukan dengan menghitung hasil metode *golden section* yang didasarkan atas nilai dari batas bawah interval (a) = 0, nilai dari batas atas interval (b) = 1, batas toleransi berhentinya iterasi (ε) = 0,00001, dan nilai *golden ratio* (r) = 0,618034. Ukuran akurasi yang digunakan adalah nilai MAPE yang ditunjukkan pada Persamaan (17) dengan F_t adalah nilai peramalan dari masing-masing metode DES dan TES satu parameter dari *Brown*.

1) Hasil Optimasi Parameter pada DES

Optimasi parameter *smoothing* β pada DES berhenti pada iterasi ke-26 dengan nilai $|b - a|$ sebesar 0,000006 kurang dari 0,00001. Nilai $f(x)$ minimum terletak pada titik x_2 yakni, $f(x_1) = 94,829430$ atau sama dengan 94%, sehingga dari nilai tersebut diperoleh nilai parameter β optimum sebesar 0,558429 yang akan digunakan pada peramalan DES satu parameter dari *Brown*. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode *Golden Section* pada *Double Exponential Smoothing*

No	a	x_1	x_2	b	$f(x_1)$	$f(x_2)$	$ b - a $
1	0	0,381966	0,618034	1	129,732307	98,955188	1
2	0,381966	0,618034	0,763932	1	98,955188	100,152969	0,618034
3	0,381966	0,527864	0,618034	0,763932	101,583768	98,955188	0,381966
::	::	::	::	::	::	::	::
::	::	::	::	::	::	::	::
24	0,558426	0,558432	0,558436	0,558442	94,829568	94,829899	0,000016
25	0,558426	0,558430	0,558432	0,558436	94,829364	94,829568	0,000010
26	0,558426	0,558429	0,558430	0,558432	94,829430	94,829364	0,000006

2) Hasil Optimasi Parameter pada TES

Optimasi parameter *smoothing* β pada TES berhenti pada iterasi ke-26 ke-26 dengan nilai ε sebesar 0,000006 kurang dari 0,00001. Nilai $f(x)$ minimum terletak pada titik x_2 yakni, $f(x_2) = 107,941975$ atau sama dengan 108%, sehingga dari nilai tersebut diperoleh nilai parameter β optimum sebesar 0,376352 yang akan digunakan pada peramalan TES satu parameter dari *Brown*. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Metode *Golden Section* pada *Triple Exponential Smoothing*

No	a	x_1	x_2	b	$f(x_1)$	$f(x_2)$	$ b - a $
1	0	0,381966	0,618034	1	109,189091	130,351881	1
2	0	0,236068	0,3819660	0,618034	150,218496	109,189091	0,618034
3	0,236068	0,381966	0,4721360	0,618034	109,189091	122,472431	0,381966
::	::	::	::	::	::	::	::
::	::	::	::	::	::	::	::
24	0,376340	0,376346	0,376350	0,376356	107,943517	107,942005	0,000016
25	0,376346	0,376350	0,376352	0,376356	107,942005	107,941975	0,000010
26	0,376350	0,376352	0,3763534	0,376356	107,941975	107,942294	0,000006

3.4 Analisis Peramalan *Exponential Smoothing* dengan Parameter β Optimum

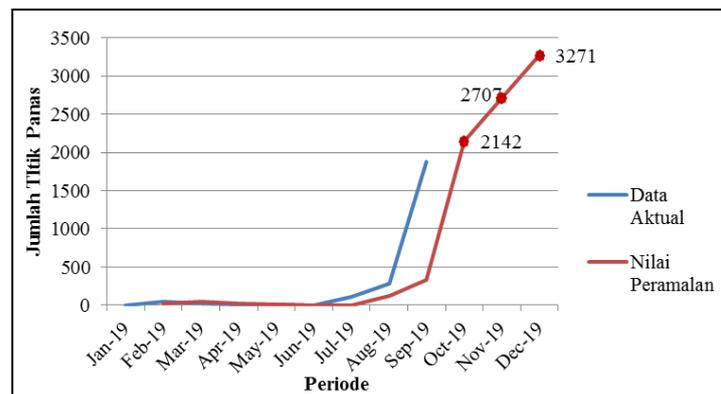
1) Peramalan DES dengan Parameter β Optimum

Hasil perhitungan peramalan tiga periode ke depan menggunakan DES satu parameter dari *Brown* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Peramalan Menggunakan DES dengan Parameter *Smoothing* β Optimum

Periode	Jumlah Titik Panas
Oktober 2019	2.142
November 2019	2.707
Desember 2019	3.271

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa mulai bulan Oktober - Desember 2019 diramalkan akan terjadi kenaikan jumlah titik panas. Hasil peramalan jumlah titik panas yang akan terjadi pada bulan Oktober sebanyak 2.142 titik panas, bulan November menjadi 2.707 titik panas, dan bulan Desember sebanyak 3.271 titik panas. Hasil peramalan menggunakan menggunakan DES dengan parameter *smoothing* β optimum secara visual tunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peramalan data titik panas Kalimantan Timur menggunakan *Double Exponential Smoothing*

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa hasil peramalan mengikuti pola data aktual, tetapi tidak sama pada hasil pemulusannya. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 95% artinya tingkat penyimpangan hasil peramalan terhadap data aktual adalah besar.

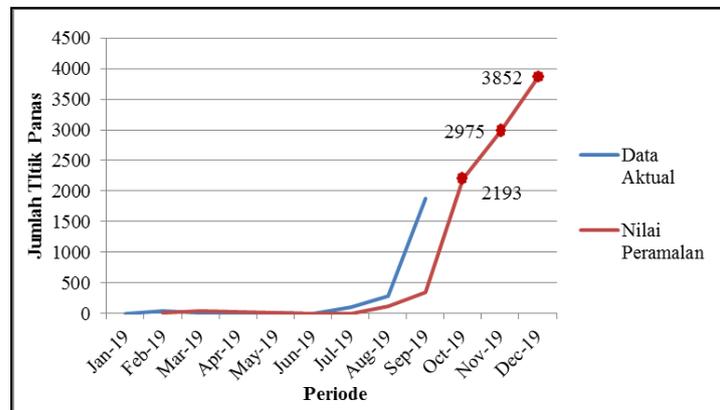
1) Peramalan TES dengan Parameter β Optimum

Hasil perhitungan peramalan tiga periode ke depan menggunakan DES satu parameter dari *Brown* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Peramalan Menggunakan TES dengan Parameter β Optimum

Periode	Jumlah Titik Panas
Oktober 2019	2.193
November 2019	2.975
Desember 2019	3.852

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 4, dapat diketahui bahwa mulai bulan Oktober-Desember 2019 diramalkan akan terjadi kenaikan jumlah titik panas. Hasil peramalan jumlah titik panas yang akan terjadi pada bulan Oktober 2019 sebanyak 2.193 titik panas, bulan November 2019 menjadi 2.975 titik panas, dan bulan Desember 2019 sebanyak 3.852 titik panas. Hasil peramalan menggunakan menggunakan TES dengan parameter *smoothing* β optimum secara visual tunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peramalan data titik panas Kalimantan Timur menggunakan *Triple Exponential Smoothing*

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat hasil peramalan mengikuti pola data aktual, tetapi tidak sama pada hasil pemulusannya. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 108% artinya tingkat penyimpangan hasil peramalan terhadap data aktual adalah besar.

3.5 Pemilihan Metode *Exponential Smoothing*

Pemilihan metode *exponential smoothing* satu parameter dari *Brown* yang dianggap baik untuk dilakukan adalah dengan berdasarkan nilai MAPE terkecil saat mencari nilai parameter β *smoothing* optimum. Dari proses *golden section*, diperoleh hasil perbandingan yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perbandingan *Golden Section* pada *Exponential Smoothing*

Metode	Parameter β Optimum	MAPE (%)
DES	0,558430	95
TES	0,376352	108

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa pada metode DES diperoleh nilai MAPE sebesar 95% dan nilai MAPE pada metode TES sebesar 108%. Dari hasil tersebut, metode DES lebih baik daripada TES untuk menghitung nilai peramalan jumlah titik panas di Kalimantan Timur, walaupun kedua metode belum cocok untuk menangani kasus ini. Parameter *smoothing* β optimum yang didapatkan adalah 0,558430.

4. KESIMPULAN

Parameter *smoothing* β optimum yang diperoleh dari perhitungan *golden section* pada metode DES sebesar 0,558430 dan TES sebesar 0,376352. Hasil peramalan jumlah titik panas metode DES pada bulan Oktober sebanyak 2.142, November sebanyak 2.707, dan Desember sebanyak 3.271 dengan nilai MAPE sebesar 95%. Pada metode TES didapatkan hasil peramalan pada bulan Oktober sebanyak 2.193, November sebanyak 2.975, dan Desember sebanyak 3.852 dengan nilai MAPE sebesar 108%. Berdasarkan hasil perbandingan nilai MAPE pada kedua metode, metode DES lebih baik daripada TES untuk menghitung nilai peramalan jumlah titik panas di Kalimantan Timur walaupun kedua metode belum cocok untuk menangani kasus ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan (2020), "SiPongi - Karhutla Monitoring Sistem," Available at http://sipongi.menlhk.go.id/hotspot/luas_kebakaran.
- Endrawati (2016), *Analisis Data Titik Panas (Hotspot) dan Areal Kebakaran Hutan dan Lahan tahun 2016*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Griffiths, D. V., and Smith, I. M. (2006), *Numerical Methods for Engineers*, New York: Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420010244>.
- Kinasih, S., Agoestanto, A., and Sugiman, S. (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, 38–46. <https://doi.org/10.15294/ujm.v7i1.27384>.
- LAPAN (2016), *Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan*, Deputi Bidang Penginderaan Jauh.
- Mahkya, D. al, Yasin, H., and Mukid, M. A. (2014), "APLIKASI METODE GOLDEN SECTION UNTUK OPTIMASI PARAMETER PADA METODE EXPONENTIAL SMOOTHING," *JURNAL GAUSSIAN*, 3, 605–614.
- Makridakis, S., Wheelwright C, S., and McGee, V. E. (1999), *Metode dan Aplikasi Peramalan, Binarupa Aksara*.
- Novalia, D., Sugiman, S., and Sunarmi, S. (2018), "Perbandingan Hasil Optimasi Pada Metode Brown'S One-Parameter Double Exponential Smoothing Menggunakan Algoritma Non-Linear Programming Berbantuan Matlab," *Unnes Journal of Mathematics*, 7, 18–27. <https://doi.org/10.15294/ujm.v7i1.20381>.

- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., and Wijoyo, S. H. (2018), "Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2, 4767–4776.
- Wei, W. W. S. (2005), "Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods (2nd Edition)-Addison Wesley (2005).pdf," New York: Addison Wesley.
- Widitriani, N. P. S., Parwita, W. G. S., and Meinarni, N. P. S. (2020), "Forecasting system using single exponential smoothing with golden section optimization," in *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1516/1/012008>.
- Yuriantari, N. P., Hayati, M. N., and Wahyuningsih, S. (2017), "Analisis Autokorelasi Spasialtitik Panas Di Kalimantan Timur Menggunakan Indeks Moran dan Local Indicator Of Spatial Autocorrelation (LISA) Analysis Spatial Autocorrelation Hotspot in East Kalimantan Using Index Moran and Local Indicator of Spatial Autoco," *Eksponensial*, 8, 63–70.