

**Optimasi Parameter Pemulusan Pada Metode Peramalan
Double Exponential Smoothing Holt Menggunakan Golden Section
(Studi Kasus : NTPT Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2014-2019)**

*Optimization of Smoothing Parameters in
the Double Exponential Smoothing Holt Forecasting Method Using the Golden Section
(Case Study of ERFSL East Kalimantan Province 2014-2019)*

Tika Anggre Ria Yani¹, Sri Wahyuningsih², dan Meiliyani Siringoringo²

¹Laboratorium Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

²Laboratorium Statistika Terapan, FMIPA Universitas Mulawarman

E-mail: tikaanggre@gmail.com

ABSTRACT

Double Exponential Smoothing Holt (DES Holt) is a method that can be used when the data pattern shows a trend pattern. Determination of smoothing parameters usually uses trial and error, but this method still has inefficient results to get the best accuracy. One method that can be used to determine the smoothing parameters value is the golden section method. The application of the DES Holt and golden section methods will be carried out to predict the Exchange Rate of Farmers Subsector Livestock (ERFSL) of East Kalimantan Province. The purpose of this study was to obtain forecasting results and the level of accuracy of the ERFSL of East Kalimantan Province for the period January, February, and March 2020 using the DES Holt methods with the golden section smoothing parameter optimization method. The Forecasting results of DES Holt method have increased in the next three periods with an accuracy rate of 0.8856663%. The level of accuracy of forecasting results using the DES Holt methods has a MAPE value of less than 10%, which means the methods very good for predicting the ERFSL of East Kalimantan Province.

Keywords : *DES Holt, golden section, ERFSL, forecasting.*

Pendahuluan

Data runtun waktu adalah serangkaian data berupa nilai pengamatan yang diukur selama kurun waktu tertentu berdasarkan interval waktu tetap. Analisis runtun waktu adalah teknik peramalan yang menggunakan data runtun dari masa lalu untuk membuat suatu peramalan (Heizer & Render, 2015). Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data yang telah terjadi di masa lalu atau di saat ini.

Metode peramalan dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu kualitatif dan kuantitatif. Menurut Makridakis, dkk. (2019), Peramalan kualitatif adalah peramalan yang menggunakan pendapat para ahli, sedangkan peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang berkaitan dengan perhitungan matematis atau berdasarkan data yang telah ada. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan pada peramalan kuantitatif adalah metode *exponential smoothing*.

Metode *exponential smoothing* merupakan pengembangan dari metode *moving average*. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru (Kurniagara, 2017). Dalam *exponential smoothing* terdapat metode *Double Exponential Smoothing* (DES). DES merupakan metode yang digunakan ketika data menunjukkan adanya pola tren. DES terbagi

menjadi dua yaitu DES satu parameter dari Brown, dan DES dua parameter dari Holt.

Penelitian yang dilakukan oleh Bidang, dkk. (2016) tentang perbandingan peramalan metode DES satu parameter dari Brown, dan DES dua parameter dari Holt untuk peramalan jumlah produksi air bersih Kota Samarinda menunjukkan hasil MAPE metode DES dari Holt lebih baik dibandingkan DES dari Brown. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Muchayan (2019) pada peramalan pergerakan harga reksa dana dan diperoleh hasil bahwa metode DES dari Holt memiliki tingkat kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan metode DES dari Brown.

Metode DES Holt belum memberikan cara untuk memilih atau menentukan nilai optimal untuk parameter pemulusan. Penentuan parameter pada metode DES Holt biasanya menggunakan *trial* dan *error*. Meski sudah digunakan secara luas dalam bidang apapun, namun metode *trial* dan *error* masih memiliki hasil yang belum efisien untuk mendapatkan akurasi terbaik (Tresnani, dkk., 2018). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memilih dan menentukan nilai optimal untuk parameter pemulusan adalah dengan menggunakan metode numerik.

Salah satu metode numerik yang dapat digunakan adalah metode optimasi parameter *golden section*. Metode *golden section* merupakan metode optimasi yang bersifat sederhana karena menggunakan prinsip mengurangi daerah batas

yang mungkin menghasilkan suatu fungsi objektif optimum secara berulang (Mahkya, dkk., 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil peramalan dan tingkat akurasi NTPT Provinsi Kalimantan Timur periode Januari, Februari, dan Maret 2020 menggunakan metode DES Holt dengan metode optimasi parameter pemulusan *golden section*.

Peramalan

Peramalan adalah suatu metode untuk memperkirakan sesuatu pada waktu-waktu yang akan datang berdasarkan data relevan yang telah atau pernah terjadi dimasa lampau dan dengan data tersebut dilakukan analisis secara ilmiah menggunakan metode statistika. (Supranto, 1984).

Menurut Heizer dan Render (2015), peramalan diklasifikasikan dengan jangka waktu pada masa mendatang yang melingkupinya. Jangka waktu dibagi menjadi 3 kategori yaitu :

1. Peramalan jangka pendek
2. Peramalan jangka menengah
3. Peramalan jangka panjang

Jenis-Jenis Pola Data Peramalan

Menurut Makridakis, dkk. (1999), langkah penting dalam memilih suatu model deret waktu adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji. Jenis pola data tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pola Horizontal

Pada Pola Horizontal, data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan (deret seperti dikatakan stasioner dalam nilai rata-rata).

2. Pola Tren

Pola Tren dapat terjadi apabila pada data terjadi kenaikan atau penurunan *sekuler* jangka panjang.

3. Pola Musiman

Pola musiman terjadi apabila suatu daerah pada grafik pola data dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal pada tahun tertentu, bulanan, mingguan atau hari-hari pada minggu tertentu).

4. Pola Siklis

Pola Siklis merupakan suatu pola di mana data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis.

Ukuran Akurasi Peramalan

Menurut Sarwo dan Hermawan (2016), hal yang paling penting dalam menentukan suatu model peramalan adalah ketepatan atau akurasi dari model peramalan tersebut.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan salah satu ukuran akurasi peramalan yang digunakan untuk menghitung ukuran

persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

dengan :

X_t : Data runtun waktu pada periode t

F_t : Peramalan pada periode t

t : Indeks waktu, $t=1,2,\dots,n$

n : Banyaknya data

(Sarwo & Hermawan, 2016).

Double Exponential Smoothing Holt

Double Exponential Smoothing Holt (DES Holt) digunakan ketika data menunjukkan adanya suatu pola tren. Ramalan menggunakan DES Holt diperoleh dengan menggunakan dua parameter pemulusan, $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$, dan dengan persamaan untuk mencari parameter α (Level) adalah sebagai berikut :

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (2)$$

sedangkan untuk parameter β (Tren) adalah sebagai berikut :

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1} \quad (3)$$

untuk melakukan peramalan sebanyak m :

$$F_{t+m} = S_t + B_t(m) \quad (4)$$

Terdapat banyak cara untuk menginisialisasi metode Holt, salah satunya adalah dengan menetapkan nilai

$$S_1 = X_1 \quad (5)$$

dan

$$B_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2)}{2} \quad (6)$$

dengan :

α : Konstanta pemulusan tren, $0 \leq \alpha \leq 1$

β : Konstanta pemulusan tren, $0 \leq \beta \leq 1$

S_t : Pemulusan level pada periode t

X_t : Data runtun waktu pada periode t

B_t : Pemulusan tren pada periode t

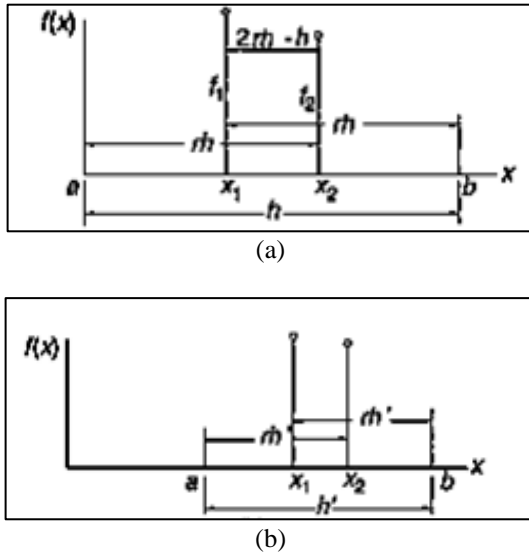
F_{t+m} : Peramalan pada periode $t+m$

m : Banyak periode ke depan yang diramalkan (Makridakis, dkk., 1999).

Optimasi Parameter Golden Section

Optimasi adalah istilah yang sering digunakan untuk meminimalkan atau memaksimalkan suatu fungsi $f(x)$ yang disebut dengan fungsi objektif. Metode *golden section* merupakan salah satu cara atau metode optimasi numerik yang dapat diterapkan untuk fungsi yang bersifat unimodal. Kedua tipe optimasi, yaitu maksimum dan minimum dapat diselesaikan dengan cara ini. Metode ini menggunakan prinsip mengurangi

daerah batas x yang mungkin menghasilkan suatu fungsi objektif optimum (maksimum atau minimum) secara iteratif (berulang). Untuk mendapatkan sebuah titik baru (x_1 dan x_2) yang simetri, dibutuhkan nilai r (*golden ratio*). Untuk mendapatkan nilai r maka diperoleh rumus yang diilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi pencarian nilai r simetris

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai fungsi dari x_2 adalah nilai fungsi paling minimum dibandingkan dengan nilai fungsi dari x_1 ($f(x_2) < f(x_1)$) maka interval $[a = x_1; b = b]$ pada Gambar 5(a) dihilangkan karena nilai minimum tidak berada pada interval tersebut. $[a = x_1; b = b]$ akan membuat sebuah interval baru dari panjang $h' = h - rh; x_1 = x_2$; dan $x_2 = a + rh'$ dapat dilihat pada Gambar 5(b). Proses tersebut diulangi sampai $|x_2 - x_1| \leq \varepsilon$ Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa $x_2 - x_1 = 2rh - h$ 5(a) dan jarak yang sama dari rumus tersebut setelah dilakukan penentuan titik pertama adalah $x_1 - a = h' - rh'$ 5(b) dan dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$2rh - h = h' - rh' \tag{7}$$

substitusikan $h' = rh$, dan diperoleh Persamaan (8) dan (9)

$$2r - 1 = r(1 - r) \tag{8}$$

$$r^2 + r - 1 = 0 \tag{9}$$

dengan menggunakan rumus abc, maka diperoleh nilai r dari persamaan (9):

$$r_1 = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} = 0,618 \tag{10}$$

dan

$$r_2 = \frac{-1 - \sqrt{5}}{2} = -1,618 \tag{11}$$

Agar interval menjadi semakin kecil, maka digunakan syarat $0 < r < 1$, sehingga nilai yang

digunakan adalah $r_1 = 0,618$. Nilai x_1 dan x_2 dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (12) dan (13)

$$x_1 = (a)(r) + (1 - r)b \tag{12}$$

$$x_2 = a + b - x_1 \tag{13}$$

dengan :

a : Batas bawah interval pada *golden section*

b : Batas atas interval pada *golden section*

r : *Golden ratio*

h : Panjang interval awal *golden section*

h' : Panjang interval baru *golden section*

x_1 : Titik ke-1 pada interval *golden section*

x_2 : Titik ke-2 pada interval *golden section*

$f(x_1)$: Fungsi dari x_1

$f(x_2)$: Fungsi dari x_2

ε : Batas toleransi

metode *golden section* menggunakan rasio 0,618 untuk menemukan suatu percobaan yang optimal (Kiusalaas, 2005).

Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan

Nilai tukar petani subsektor peternakan (NTPT) merupakan salah satu alat ukur atau indikator yang digunakan untuk menilai tingkat kesejahteraan petani subsektor peternakan (Pradana, dkk., 2020).

NTPT merupakan perbandingan antara Indeks harga yang diterima petani (It) dengan indeks harga yang dibayar oleh petani (Ib) dalam presentase. Pengukuran NTPT dinyatakan dalam bentuk indeks dan diperoleh melalui rumus sebagai berikut :

$$NTPT = \frac{It}{Ib} \times 100 \tag{14}$$

dengan :

NTPT : Nilai tukar petani subsektor peternakan

It : Indeks harga yang diterima petani subsektor peternakan

Ib : Indeks harga yang dibayar petani subsektor peternakan

Menurut BPS (2019), NTPT memiliki tiga macam pengertian angka yaitu sebagai berikut :

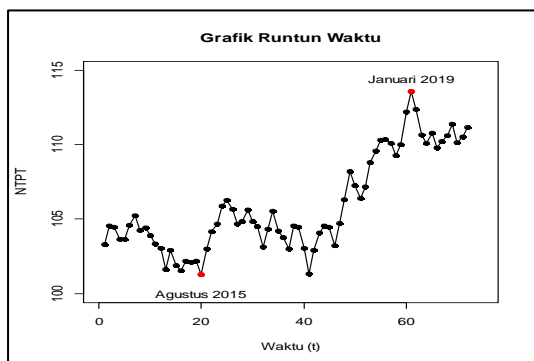
1. Apabila $NTPT > 100$ maka petani mengalami peningkatan dalam hal perdagangan. Hal ini mengartikan bahwa pendapatan petani naik lebih besar dari pengeluarannya.
2. Apabila $NTPT = 100$ maka petani tidak mengalami perubahan dalam hal perdagangan, karena perubahan harga yang diterima petani subsektor peternakan sama dengan perubahan harga yang dibayar petani subsektor peternakan terhadap tahun dasar.
3. Apabila $NTPT < 100$ maka petani mengalami penurunan dalam hal perdagangan. Hal ini mengartikan bahwa pendapatan petani turun atau lebih kecil dari pengeluarannya.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data bulanan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan (NTPT) Provinsi Kalimantan Timur pada bulan Januari 2014 hingga bulan Desember 2019 sebanyak 72 data.

Grafik Runtun Waktu

Grafik runtun waktu untuk data NTPT Provinsi Kalimantan Timur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik runtun waktu NTPT Provinsi Kalimantan Timur

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa NTPT tertinggi di Provinsi Kalimantan Timur terjadi pada bulan Januari 2019 sebesar 113,59. NTPT terendah terjadi di Provinsi Kalimantan Timur pada bulan Agustus 2015 sebesar 101,27. Peramalan menggunakan metode DES Holt dan diperlukan data yang membentuk pola tren. Gambar 6 secara umum menunjukkan adanya pola tren naik dan tidak terdapat musiman, sehingga dapat dilakukan analisis menggunakan metode DES Holt pada data NTPT Provinsi Kalimantan Timur.

Pencarian Parameter Optimum

Peramalan menggunakan metode DES Holt dengan optimasi parameter pemulusan *golden section* dilakukan dengan bantuan *software R* yang diawali dengan menentukan interval awal parameter yaitu [0,1] dan batas toleransi berhentinya iterasi (ϵ) sebesar 0,0001. Menentukan dua titik simetri pada masing-masing interval parameter, lalu menghitung nilai MAPE sampai diperoleh MAPE minimum diantara kombinasi titik simetri dan mengurangi interval parameter sampai diperoleh interval yang $|\text{selisih titik simetri}| \leq \epsilon$.

Interval yang diinginkan telah diperoleh dan menghasilkan 4 titik pada masing-masing interval. Titik-titik interval tiap parameter ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik-Titik Interval α dan β pada Metode DES Holt

Titik Simetri Ke-1	Titik Simetri Ke-2	a	b	Selisih Titik Simetri
0,9998271	0,9998931	0,9997202	1,0000000	0,000066
0,1801396	0,1802056	0,1800327	0,1803125	0,000066

Setelah memperoleh 4 titik pada masing-masing interval parameter, penentuan parameter optimal dilakukan berdasarkan nilai MAPE minimum dari kombinasi semua titik dan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan DES Holt Menggunakan *Golden Section*

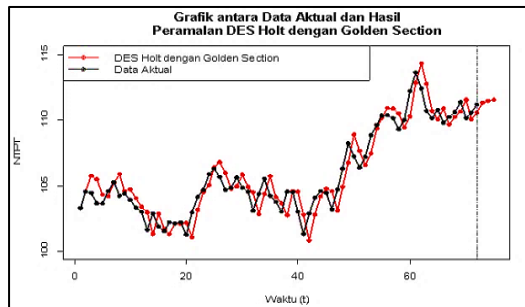
k	α	β	MAPE (%)
1	0,9998271	0,1801396	0,8857033
2	0,9998271	0,1802056	0,8857030
3	0,9998271	0,1800327	0,8857037
4	0,9998271	0,1803125	0,8857026
5	0,9998931	0,1801396	0,8856894
6	0,9998931	0,1802056	0,8856892
7	0,9998931	0,1800327	0,8856898
8	0,9998931	0,1803125	0,8856887
9	0,9997202	0,1801396	0,8857257
10	0,9997202	0,1802056	0,8857254
11	0,9997202	0,1800327	0,8857261
12	0,9997202	0,1803125	0,8857250
13	1,0000000	0,1801396	0,8856670
14	1,0000000	0,1802056	0,8856667
15	1,0000000	0,1800327	0,8856674
16	1,0000000	0,1803125	0,8856663

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai MAPE dari 16 kombinasi yang mempunyai nilai kurang dari 10%. Hal ini mengartikan bahwa seluruh nilai MAPE dari 16 kombinasi adalah sangat baik digunakan untuk peramalan. Parameter optimum yang digunakan adalah parameter yang mempunyai nilai MAPE paling kecil diantara nilai MAPE lainnya yaitu sebesar 0,8856663% dengan parameter optimum $\alpha = 1,0000000$ dan $\beta = 0,1803125$.

Peramalan Double Exponential Smoothing Holt

Parameter yang digunakan untuk peramalan NTPT Provinsi Kalimantan Timur adalah parameter optimum yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Periode yang akan diramalkan adalah periode ke-73, 74, dan 75 disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 7. Gambar 7 merupakan

grafik runtun waktu dari hasil peramalan data bulanan NTPT Provinsi Kalimantan Timur periode Januari 2014 sampai dengan Desember 2019 menggunakan metode DES Holt dengan *golden section*. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pola grafik hasil peramalan NTPT Provinsi Kalimantan Timur hampir mengikuti pola pada data aktualnya dan terjadi peningkatan pada hasil peramalan periode Januari, Februari, dan Maret 2020.



Gambar 7. Grafik runtun waktu data aktual dan hasil peramalan DES Holt menggunakan *golden section*

Kesimpulan

1. Hasil Peramalan NTPT Provinsi Kalimantan Timur menggunakan metode DES Holt dengan *golden section* untuk periode Januari, Februari dan Maret 2020 mengalami kenaikan secara berturut-turut sebesar 111,2987, 111,4173, dan 111,5360.
2. Tingkat akurasi dari hasil peramalan menggunakan metode DES Holt dengan *golden section* memiliki MAPE sebesar 0,8856663% dengan parameter optimal $\alpha = 1,0000000$ dan $\beta = 0,1803125$. Hasil MAPE dari DES Holt memiliki nilai kurang dari 10% yang mengartikan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang sangat baik untuk meramalkan NTPT Provinsi Kalimantan Timur.

Daftar Pustaka

- Bidangan, J., Purnamasari, I., & Hayati, M.N. (2016). Perbandingan Peramalan Metode Double Exponential Smoothing Dua Parameter Holt. *Jurnal Statistika*, 4(1), 14-19
- BPS.(2019). *Statistik Nilai Tukar Petani Provinsi Kalimantan Timur*. Samarinda : Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kiusalaas, J. (2005). *Numerical Methods in Engineering With Matlab*. New York: United States of America by Cambridge University Press.
- Kurniagara. (2017). Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Memprediksi

Jumlah Siswa Baru. *Jurnal Pelita Informatika*, 6(1), 19-25.

- Mahkya, D. A., Yasin, H., & Mukid, M. A. (2014). Aplikasi Metode Golden Section Untuk Optimasi Parameter Pada Metode Exponential Smoothing. *Jurnal Gaussian*, 3(4), 605-614.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan. Edisi 2*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Muchayan, A. (2019). Comparison of Holt and Brown's Double Exponential Smoothing Methods in The Forecast of Moving Price for Mutual Funds. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 1(2), 183-192.
- Pradana, M. S., Rahmalia, D., & Prahastini, E. D. A. (2020). Peramalan Nilai Tukar Petani Kabupaten Lamongan Dengan Arima. *Jurnal Matematika*, 10(2), 91-104.
- Sarwo, & Hermawan. (2016). Prediksi Penerimaan Siswa Baru Pada Madrasah Aliyah As-Syafi'iyah 02 Menggunakan Metode Time Series. *Jurnal Petir*, 9(2), 151-164.
- Supranto, J. (1984). *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Edisi Kedua*. Jakarta: Salemba Empat.
- Tresnani, H. W., Agus, S., & Khabib, M. (2018). Optimasi Parameter Pada Metode Peramalan Grey Holt-Winter Exponential Smoothing Dengan Golden Section. *Jurnal Berkala MIPA*, 25(3), 312-325.

