

Penerapan *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* untuk Meramalkan Jumlah Kelahiran di Kota Malang

Yohana Awa Bupu¹, Ahmad Rofikul Muslikh²
Sistem Informasi, Universitas Merdeka Malang, 081341657419
e-mail: oanbupu5@gmail.com¹, rofickachmad@unmer.ac.id²

ABSTRAK

Kata Kunci:

Jumlah Kelahiran
Single Exponential Smoothing
Double Exponential Smoothing
Pertumbuhan Penduduk
Peramalan

Jumlah kelahiran mempengaruhi pertumbuhan populasi negara secara signifikan. Meskipun teknologi yang mempermudah proses kelahiran telah berkembang, tanpa pengendalian yang tepat dapat menyebabkan masalah kepadatan penduduk. Tujuan penelitian ini adalah untuk memproyeksikan jumlah kelahiran di Kota Malang menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Data historis digunakan untuk melatih model peramalan guna mengidentifikasi pola yang berguna untuk memprediksi kelahiran masa depan. Analisis menunjukkan bahwa SES lebih unggul daripada DES, dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih rendah untuk semua jenis kelahiran (Bayi Lahir Hidup, Bayi Lahir Mati, dan Berat Badan Lahir Rendah). Hal ini menandakan bahwa SES memberikan estimasi yang lebih akurat terkait jumlah kelahiran di Kota Malang. Penggunaan SES dalam model peramalan ini mengindikasikan fluktuasi signifikan dalam angka kelahiran Kota Malang dalam lima tahun mendatang. Prediksi ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam merencanakan kebijakan dan program untuk mengelola pertumbuhan populasi secara berkelanjutan.

ABSTRACT

Keyword:

Number of Births
Single Exponential Smoothing
Double Exponential Smoothing
Population Growth
Forecasting

The number of births influences the country's population growth significantly. Although technology has developed to make the birth process easier, without proper control it can cause overcrowding problems. The aim of this research is to project the birth rate in Malang City using the *Single Exponential Smoothing* (SES) and *Double Exponential Smoothing* (DES) methods. Historical data is used to train forecasting models to identify patterns useful for predicting future births. The analysis showed that SES was superior to DES, with a lower *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) for all birth types (Live Birth, Stillbirth, and Low Birth Weight). This indicates that SES provides a more accurate estimate of the number of births in Malang City. The use of SES in this forecasting model indicates significant fluctuations in the birth rate of Malang City in the next five years. It is hoped that these predictions can help the government and related institutions in planning policies and programs to manage population growth in a sustainable manner.

I. PENDAHULUAN

Salah satu unsur penambahan penduduk secara alami adalah angka kelahiran. Lahir dalam bidang demografi adalah anak yang benar-benar dilahirkan hidup (Idris, 2019). Angka kelahiran bayi sebagai indikator yang penting untuk mencerminkan keadaan derajat kesehatan disuatu masyarakat. Jumlah pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat disuatu daerah membawa dampak dari sisi aspek kehidupan manusia. Jika pertumbuhan penduduk secara kuantitas tidak diimbangi secara kualitas masyarakat, dapat menimbulkan beban dan masalah bagi pembangunan (Syahra et al., 2019). Tinggi rendahnya kelahiran dalam suatu daerah erat hubungannya dan tergantung pada struktur umur penduduk, banyaknya pasangan usia subur (PUS).

Di Jawa Timur, kota Malang menempati urutan ketiga dengan jumlah penduduk terbanyak. Jumlah penduduk kota Malang meningkat 0,89 % per tahun. Persebaran penduduk secara optimal berdasarkan keseimbangan jumlah penduduk dengan daya dukung kualitas masyarakat dan kualitas lingkungan merupakan harapan pemerintah untuk setiap daerahnya. Angka kelahiran yang bertambah perlu diperhatikan khususnya dalam penanganannya. Bentuk perhatian pemerintah menanggulangi angka kelahiran yang tinggi yaitu dengan melaksanakan program Keluarga Berencana (KB) secara komprehensif. Dalam mengatasi masalah tersebut perlu adanya analisis data untuk mengetahui prediksi jumlah angka kelahiran bayi pertahunnya.

Beberapa penelitian yang terkait Peramalan adalah sebagai berikut. Dari penelitian sebelumnya diantaranya dengan judul “Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017”, hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah Metode DES lebih tepat dibandingkan dengan metode SES karena pada hasil peramalan menghasilkan data yang cenderung tidak mengalami penurunan atau peningkatan atau tidak ada tren. Selain itu MAPE yang didapatkan dari Metode Double Exponential Smoothing Lebih kecil sebesar 389,20 dibandingkan dengan Single Exponential Smoothing sebesar 419,360 (Novi Kristiani & Mohamad Yamin Darsyah, 2018).

Penelitian Selanjutnya “Metode Single Exponential Smoothing dalam peramalan Jumlah Pembuat E-KTP (Studi Kasus: Kecamatan Marypoyan Damai), hasil penelitian menggunakan alpha 0.1, 0.2, dan 0.9 diperoleh nilai peramalan jumlah pembuatan E-KTP tahun 2020 dengan menggunakan metode Single Exponential Smoothing dengan alpha 0.1 sebesar 9550 yang membuat E-KTP sehingga pada tahun 2020 jumlah E-KTP menurun dari tahun sebelumnya (Rahmadeni & Nurul Mufalhalivah, 2021).

Berdasarkan uraian yang sudah dilakukan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model peramalan yang paling baik untuk meramalkan angka kelahiran di Kota Malang dan mengetahui penggunaan metode dalam meramalkan 5 tahun kedepan. Perhitungan peramalan dilakukan secara manual menggunakan microsoft Excel.

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam perhitungan ini adalah kuantitatif, karena melibatkan perhitungan dalam proses peramalan, di mana data diolah melalui metode perhitungan. (1) Penelitian ini menerapkan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* untuk meramalkan kejadian di masa depan berdasarkan pola data yang ada. (2) Data yang digunakan adalah angka kelahiran di Kota Malang dari tahun 2013 hingga 2019, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Malang. (3) Pengumpulan data dilakukan melalui metode pengumpulan data sekunder, yaitu dengan menggunakan dokumen. (4) Teknik analisis data meliputi input data jumlah kelahiran, perhitungan peramalan menggunakan metode yang telah disebutkan, dan pencarian nilai parameter yang tidak memiliki rumus khusus yang pasti. Pengukuran kesalahan dilakukan dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk menghitung persentase selisih absolut antara hasil aktual dan hasil peramalan. Setelah perhitungan peramalan, dilakukan analisis terhadap pertumbuhan kelahiran, dan hasilnya berupa data peramalan jumlah angka kelahiran untuk tahun-tahun berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode SES dan DES. Data jumlah angka kelahiran yang telah diambil oleh penulis adalah data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang. Pada penelitian ini data yang akan dianalisis adalah data jumlah angka bayi lahir hidup, bayi lahir mati dan berat badan lahir rendah pada periode waktu tahun.

Tabel 1. Angka Kelahiran di Kota Malang dari Tahun 2013-2019

Tahun	BLH	BLM	BBLR
2013	13353	65	512
2014	13269	77	428
2015	11723	67	444
2016	11954	87	537
2017	12098	76	564
2018	11921	80	541
2019	11981	72	495

1. Perhitungan SES

Sebelum melakukan peramalan jumlah angka kelahiran bayi dengan menggunakan SES pencarian nilai parameter terlebih dilakukan dalam metode ini menggunakan parameter α (Alpha), dalam penentuan nilai parameter ini tidak ada cara atau rumus yang pasti dalam melakukannya. Dalam perhitungan *Smoothing* (pemulusan) yaitu melakukan perhitungan pemulusan pertama atau yang sering disebut Pemulusan Exponential Tunggal (SES).

▪ Bayi Lahir Hidup

Perhitungan peramalan menggunakan Alpha (α) 0,8

$$F1 = Yt + (1-t) \quad (1)$$

$$F1 = 0,8 \times 13353 + (1-0,8) \times 13353$$

$$= 13353,0$$

$$F2 = 0,8 \times 13269 + (1-0,8) \times 13353,0$$

$$= 13285,8$$

Seterusnya sampai perhitungan F6 dengan menggunakan perhitungan yang sama.

Tabel 2. Peramalan data Bayi lahir hidup di Kota Malang Menggunakan SES

Tahun	Data Lahir Hidup (Yt)	Forecast
2013	13353	
2014	13269	13353,0
2015	11723	13285,8
2016	11953	12035,6
2017	12098	11969,5
2018	11921	12072,3
2019	11981	11951,3

Perhitungan 5 Tahun kedepan

$$F_{2020} = 0,8 * 11981 + (1-0,8) * 11951,3$$

$$= 11975,1 \gg 11975$$

$$F_{2021} = 0,8 * 11951,3 + (1-0,8) * 11975,1$$

$$= 11956,0 \gg 11956$$

$$F_{2022} = 0,8 * 11975,1 + (1-0,8) * 11956,0$$

$$= 11971,2 \gg 11971$$

$$F_{2023} = 0,8 * 11956,0 + (1-0,8) * 11971,2$$

$$= 11959,1 \gg 11959$$

$$F_{2024} = 0,8 * 11971,2 + (1-0,8) * 11959,1$$

$$= 11968,8 \gg 11969$$

- Bayi lahir Mati

Perhitungan peramalan menggunakan Alpha (α) 0,4

$F1 = Yt + (1-\alpha)t$	(2)
-------------------------	-----

$$F1 = 0,4 \times 65 + (1-0,4) \times 65$$

$$= 65,0$$

$$F2 = 0,4 \times 77 + (1-0,4) \times 65,0$$

$$= 69,8$$

Seterusnya sampai perhitungan F6 dengan menggunakan perhitungan yang sama.

Tabel 3 Peramalan Data Bayi Lahir Menggunakan SES

Tahun	Data Lahir Mati (Yt)	Forecast
2013	65	
2014	77	65,0
2015	67	69,8
2016	87	68,7
2017	76	76,0
2018	80	76,0
2019	73	77,6

Perhitungan 5 Tahun kedepan

$$\begin{aligned}
 F_{2020} &= 0,4 * 73 + (1-0,4) * 77,6 \\
 &= 75,8 >> 76 \\
 F_{2021} &= 0,4 * 77,6 + (1-0,4) * 75,8 \\
 &= 76,5 >> 77 \\
 F_{2022} &= 0,4 * 75,8 + (1-0,4) * 76,5 \\
 &= 76,2 >> 76 \\
 F_{2023} &= 0,4 * 76,5 + (1-0,4) * 76,2 \\
 &= 76,3 >> 76 \\
 F_{2024} &= 0,4 * 76,2 + (1-0,4) * 76,3 \\
 &= 76,3
 \end{aligned}$$

- Berat Badan lahir rendah

Perhitungan peramalan menggunakan Alpha (α) 0,8

$$F1 = Yt + (1-\alpha)t \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 F1 &= 0,8 * 512 + (1-0,8) * 512 \\
 &= 512,0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F2 &= 0,8 * 428 + (1-0,8) * 512,0 \\
 &= 444,8
 \end{aligned}$$

Seterusnya sampai perhitungan F6 dengan menggunakan perhitungan yang sama.

Tabel 4. Peramalan Data Berat Badan lahir rendah menggunakan SES

Tahun	Data BB Rendah (Yt)	Forecast
2013	512	
2014	428	512,0
2015	444	444,8
2016	537	444,2
2017	564	518,4
2018	541	554,9
2019	495	543,8

Hasil perhitungan 5 tahun kedepan

$$\begin{aligned}
 F_{2020} &= 0,8 * 495 + (1-0,8) * 543,8 \\
 &= 504,8 >> 505 \\
 F_{2021} &= 0,8 * 543,8 + (1-0,8) * 504,8 \\
 &= 536,0 >> 536 \\
 F_{2022} &= 0,8 * 504,8 + (1-0,8) * 536,0 \\
 &= 511,0 >> 511 \\
 F_{2023} &= 0,8 * 536,0 + (1-0,8) * 511,0 \\
 &= 531,0 >> 531 \\
 F_{2024} &= 0,8 * 511,0 + (1-0,8) * 531,0 \\
 &= 515,0 >> 515
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan DES

Pada penentuan nilai parameter DES akan mencari nilai Konstanta pemulusan atau parameter α (Alpha) dan γ (Gamma). Dua parameter tersebut akan membantu dalam menghitung nilai peramalan DES. Dalam menentukan awal dua parameter α dan γ dilakukan secara acak (trial and error) dengan nilai yang dipilih harus berada pada interval (0,1). Nilai konstanta pemulusan ini menentukan perbedaan antara nilai peramalan dan data aktual. Nilai konstanta pemulusan α mendekati 1 artinya bobot yang diberikan pada data baru lebih besar maka efek pemulusannya kecil. Sebaliknya jika nilai konstanta pemulusan alpha mendekati 0 artinya bobot yang diberikan pada data baru lebih kecil sehingga efek pemulusannya besar (Aminudin, 2019). Parameter γ (Gamma) untuk menghilangkan sedikit kerandoman hasil data saat peramalan.

- Lahir Hidup dengan menggunakan $\alpha = 0,7$ dan $\gamma = 0,1$

Perhitungan Smoothing of Data (S_t)

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_t - 1 + T_t - 1) \quad (4)$$

$$S_1 = 0,7 \times 13269 + (1-0,7) * (13353,00 + -84,00) \\ = 13269,00$$

Perhitungan Smoothing of Data (T_t)

$$T_t = X_2 - X_1 \quad (5)$$

$$T_1 = 13269 - 13353 \\ = -84,00$$

$$T_t = \gamma(S_t - S_t) + (1 - \gamma)T_t - 1 \quad (6)$$

$$T_1 = 0,1 * (13269,00 - 13353,00) + (1-0,1) * -84,00 \\ = -84,00$$

Perhitungan Forecast

$$F_{t+m} = S_t + T_t \cdot m \quad (7)$$

$$= 13353,00 + -84,00 \\ = 13269,00 >> 13.269$$

Berikut adalah hasil perhitungan yang lengkap dalam peramalan jumlah data bayi lahir hidup dengan DES dengan parameter $\alpha = 0,7$ dan $\gamma = 0,1$

Tabel 5. Peramalan data Bayi Lahir Hidup menggunakan DES

Data	Smoothing of Data (S_t)	Smoothing of Trend (T_t)	Forecast when $m=1$
13353	13353.00	-84.00	
13269	13269.00	-84.00	13269.00
11723	12161.60	-186.34	13185.00
11953	11959.68	-187.90	11975.26
12098	12000.13	-165.06	11771.78
11921	11895.22	-159.05	11835.07
11981	11907.55	-141.91	11736,17

Hasil perhitungan dari tabel 5 maka dapat dilakukan hasil perhitungan 5 tahun kedepan, karena yang akan di ramalkan adalah tahun 2020 sampai 2024.

$$\begin{aligned} F_{2020} &= 11907,55 + -141,91*1 \\ &= 11765,64 \gg 11766 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2021} &= 11907,55 + -141,91*2 \\ &= 11623,73 \gg 11624 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2022} &= 11907,55 + -141,91*3 \\ &= 11481,82 \gg 11482 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2023} &= 11907,55 + -141,91*4 \\ &= 11339,91 \gg 11340 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2024} &= 11907,55 + -141,91*5 \\ &= 11198,00 \gg 11198 \end{aligned}$$

✓ Lahir Mati menggunakan $\alpha = 0,4$ dan $\gamma = 0,9$

Perhitungan Smoothing of Data (St)

$$St = \alpha Xt + (1-\alpha)(St - 1 + Tt - 1) \quad (8)$$

$$\begin{aligned} S1 &= 0,4 \times 77 + (1-0,4) * (65,00+12,00) \\ &= 77,00 \end{aligned}$$

Perhitungan Smoothing of Data (Tt)

$$Tt = X2 - X1 \quad (9)$$

$$\begin{aligned} T1 &= 77-65 \\ &= 12,00 \end{aligned}$$

$$Tt = \gamma(St - St) + (1 - \gamma)Tt - 1 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} T1 &= 0,9 * (77,00-65,00) + (1-0,9) * 12,00 \\ &= 12,00 \end{aligned}$$

Perhitungan Forecast

$$Ft + m = St + Tt.m \quad (11)$$

$$\begin{aligned} &= 65,00 + 12.00 \\ &= 77,00 \gg 77 \end{aligned}$$

Tabel 6. Data Peramalan Bayi Lahir Mati Menggunakan DES

Data	Smoothing of Data(st)	Smoothing of trend(Tt)	Forecast when m = 1
65	65.00	12.00	
77	77.00	12.00	77.00
67	80.20	4.08	89.00
87	85.37	5.06	84.28
76	84.66	-0.13	90.43
80	82.71	-1.76	84.52
73	77.77	-4.62	80.95

Hasil perhitungan dari tabel 6 maka dapat dilakukan hasil perhitungan 5 tahun kedepan, karena yang akan di ramalkan adalah tahun 2020 sampai 2024.

$$\begin{aligned} F_{2020} &= 77,77 + -4,52 * 1 \\ &= 73,15 >> 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2021} &= 77,77 + -4,52 * 2 \\ &= 68,52 >> 69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2022} &= 77,77 + -4,52 * 3 \\ &= 63,90 >> 64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2023} &= 77,77 + -4,52 * 4 \\ &= 59,27 >> 59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2024} &= 77,77 + -4,52 * 5 \\ &= 54,65 >> 55 \end{aligned}$$

✓ BB Lahir Rendah dengan $\alpha = 0,9$ dan $\gamma = 0,9$

Perhitungan Smoothing of Data (S_t)

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_t - 1 + T_t - 1) \quad (12)$$

$$= 0,9 \times 428 + (1-0,9) * (512,00 + -84,00)$$

$$= 428,00$$

Perhitungan Smoothing of Data (T_t)

$$T_t = X_2 - X_1 \quad (13)$$

$$T_1 = 428 - 512$$

$$= -84,00$$

$$T_t = \gamma(S_t - S_t) + (1 - \gamma)T_t - 1 \quad (14)$$

$$T_2 = 0,9 * (428,00 - 512,00) + (1-0,9) * -84,00$$

$$= -84,00$$

Perhitungan Forecast

$$F_t + m = S_t + T_t.m \quad (15)$$

$$= 512,00 + -84,00$$

$$= 428,00 >> 428$$

Tabel 7. Data Peramalan Berat Badan Lahir Rendah menggunakan DES

Data	Smoothing of Data(st)	Smoothing of Trend(Tt)	Forecast when m = 1
512	512.00	-84.00	
428	428.00	-84.00	428.00
444	434.00	-3.00	344.00
537	526.40	82.86	431.00
564	568.53	46.20	609.26
541	548.37	-13.52	614.73
495	498.99	-45.80	534.85

$$\begin{aligned}
F_{2020} &= 498,99 + -45,80 * 1 \\
&= 453,19 >> 453 \\
F_{2021} &= 498,99 + -45,80 * 2 \\
&= 407,39 >> 407 \\
F_{2022} &= 498,99 + -45,80 * 3 \\
&= 361,58 >> 362 \\
F_{2023} &= 498,99 + -45,80 * 4 \\
&= 315,78 >> 316 \\
F_{2024} &= 498,99 + -45,80 * 5 \\
&= 269,98 >> 270
\end{aligned}$$

3. Perhitungan Error (MAPE)

Adapun *error forecasting* dari jumlah kelahiran menggunakan rumus dibawah:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \times 100\% \quad (16)$$

Tabel 8. Perbandingan Hasil Mape

Angka Kelahiran	Single Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing
Lahir Hidup	2,87%	3,02%
Lahir Mati	8,69%	11,91%
BB Lahir Rendah	9,60%	11,99%

IV. SIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan metode SES dan DES terhadap data angka kelahiran di Kota Malang dari tahun 2013 hingga 2019, dapat disimpulkan bahwa SES lebih unggul dibandingkan DES dalam hal akurasi peramalan. SES menunjukkan hasil yang lebih baik dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang lebih rendah untuk semua kategori kelahiran, termasuk bayi lahir hidup, bayi lahir mati, dan berat badan lahir rendah. Dengan penerapan SES, diprediksi bahwa angka kelahiran di Kota Malang akan mengalami fluktuasi signifikan dalam lima tahun ke depan. Prediksi ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam merencanakan kebijakan serta program yang efektif untuk mengelola pertumbuhan populasi secara berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Jayanti, K. D., Wijaya, E. W., Bisono, E. F., Nurkhalim, R. F., Susilowati, I., Setyawan, I., & Putra, B. R. (2020). Proyeksi Angka Kematian Bayi di Rumah Sakit X Kabupaten Kediri Dengan Single Exponential Smoothing. *Jurnal Berkala Kesehatan*, 6(2), 50.
- [2] Yuliani, E. (2021). Penerapan Exponential Smoothing Method dalam Jumlah Angka Perceraian di Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara).

- [3] Rahmadeni, R. Peramalan Jumlah Pembuatan E-KTP Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing (Studi kasus: jumlah pembuatan e-KTP di Kecamatan Marpoyan Damai). In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri* (pp. 352-358).
- [4] Kristanti, N., & Darsyah, M. Y. (2018, November). Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus* (Vol. 1).
- [5] Pratiwi, W. A., & Marizal, M. (2022). Penerapan Metode Eksponential Smoothing Dalam Memprediksi Hasil Pencapaian Kinerja Pelayanan Perangkat Daerah Dinas Pendidikan Provinsi Riau. *Indonesian Council of Premier Statistical Science*, 1(1), 4-14.
- [6] Sulantari, Balqis. A. I, Fitriyatul (2023). Peramalan Angka Kelahiran Total di Indonesia dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Journal Of Applied Statitics Mathematich, And Data Science* (1).
- [7] Syahra, Y., Santoso, I., & Kustini, R. (2019, August). Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Angka Kelahiran Bayi Pada Desa Sibolangit Menggunakan Multi Regresi. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)* (Vol. 2, No. 1).
- [8] Wardah, S., & Iskandar, I. (2017). Analisis peramalan penjualan produk keripik pisang kemasan bungkus (Studi kasus: Home Industry Arwana Food Tembilahan). *J@ ti undip: jurnal teknik industri*, 11(3), 135-142.
- [9] Handoko, Y. (2018). *Peramalan Hasil Produksi Minyak Kelapa Sawit dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Linier Satu Parameter dari Brown (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara III Sumatera Utara)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- [10] Badan Pusat Statistik, (2019), Satatistik Indonesia, Malang.
- [11] Kristanti, N., & Darsyah, M. Y. (2018, November). Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus* (Vol. 1).
- [12] Nabilah, G. B., Nasution, Y. N., & Purnamasari, I. (2022, May). Peramalan Indeks Harga Konsumen Provinsi Kalimantan Timur Dengan Metode Grey Double Exponential Smoothing Holt. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika* (Vol. 2).
- [13] Idris, M. (2019). Implementasi Data Mining Dengan Algoritma Naïve Bayes Untuk Memprediksi Angka Kelahiran. *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 7(3), 421-428.
- [14] Farida, Y., Sulistiani, D. A., & Ulinnuha, N. (2021). Peramalan indeks pembangunan manusia (ipm) kabupaten bojonegoro menggunakan metode double exponential smoothing brown. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 6(2).
- [15] Sofyan, D. K. (2013). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.