



# Implementasi Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average Untuk Peramalan Produksi Kernel Kelapa Sawit

Risfi Ayu Sandika\*, Siska Kurnia Gusti, Lestari Handayani, Siti Ramadhani

Fakultas Sains dan Teknologi, Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru  
Jl. HR. Soebrantas No.Km. 15, RW.15, Simpang Baru, Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>11950125205@students.uin-suska.ac.id, <sup>2</sup>siskakurniagusti@uin-suska.ac.id, <sup>3</sup>lestari.handayani@uin-suska.ac.id,  
<sup>4</sup>siti.ramadhani@uin-suska.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 11950125205@students.uin-suska.ac.id

Submitted: 10/04/2023; Accepted: 30/04/2023; Published: 30/04/2023

**Abstrak**—Produksi kernel kelapa sawit menjadi salah satu produk utama yang berperan penting dalam perusahaan. Namun produksi kernel tidaklah selalu stabil yang mengakibatkan pada kualitas kernel yang akan merugikan perusahaan. Dikarenakan kebutuhan konsumen yang berubah setiap waktunya mengakibatkan perusahaan harus mengantisipasi setiap kenaikan dan penurunan produksi kernel kelapa sawit. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peramalan masa yang akan datang dengan proses penyelesaian menggunakan data mining memanfaatkan data dimasa lampau. Pada penelitian ini digunakan metode Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average. Metode ini merupakan suatu metode yang terdapat pada data mining untuk peramalan masa yang akan datang. Tujuan penelitian ini ialah dapat meramalkan hasil produksi kernel kelapa sawit yang mendatang menggunakan metode Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average serta menentukan tingkat kesalahan peramalan menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Penelitian ini menggunakan data 10 tahun terakhir dari januari 2013 hingga desember 2022. Setelah dilakukan pengujian metode Triple Exponential Smoothing dengan parameter  $\alpha = 0,2, \beta = 0, \gamma = 0,2$  didapatkan tingkat kesalahan menggunakan MAPE menghasilkan 9,48% dan 11,2% untuk metode Double Moving Average. Pada hasil MAPE metode Triple Exponential Smoothing dapat dikategorikan sangat baik dan hasil MAPE metode Double Moving Average dikategorikan baik berdasarkan rentang nilai MAPE. Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan informasi kepada perusahaan terkait sebagai acuan pendukung dalam mengantisipasi produksi kernel kelapa sawit. Kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan metode terbaik yaitu metode Triple Exponential Smoothing dengan parameter pengujian tersebut.

**Kata Kunci:** Data Mining; Double Moving Average; Kernel Kelapa Sawit; Peramalan; Triple Exponential Smoothing

**Abstract**—The production of palm kernel is a significant product for the company and plays a crucial role. Nevertheless, the stability of kernel production is not always consistent, and the quality of the kernel can be detrimental to the company. As consumer demands change over time, companies must anticipate every fluctuation in palm kernel production. Hence it is vital to figure the long run with a settlement prepare utilizing information mining utilizing information within the past. The Triple Exponential Smoothing and Double Moving Average methods, which are data mining methods for future forecasting, were used in this study. The aim of this research is to predict the yield of future oil palm kernel production using the Triple Exponential Smoothing and Double Moving Average methods and to determine the level of forecasting errors using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method. The data for the last ten years, from January 2013 to December 2022, were used in this study. After testing the Triple Exponential Smoothing method with parameters  $\alpha=0.2, \beta=0, \gamma=0.2$ , the error rate using MAPE was 9.48%, and the Double Moving Average method had an error rate of 11.2%. The MAPE results of the Triple Exponential Smoothing method are considered very good, while the MAPE results of the Double Moving Average method are categorized as good based on the range of MAPE values. This research is expected to provide information to related companies as a supporting reference in anticipating palm oil kernel production. The conclusion of the research is that the Triple Exponential Smoothing method with the test parameters is the best method for forecasting.

**Keywords:** Data Mining; Double Moving Average; Palm Kernel; Forecasting; Triple Exponential Smoothing

## 1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit ialah suatu kekayaan hasil negara Indonesia dan mempunyai banyak manfaat seperti minyak goreng serta menjadi bahan utama diberbagai sektor industri ini [1]. Pada buah kelapa sawit dijadikan olahan minyak nabati yang terdapat pada kernel kelapa sawit [2]. Bagian pada buah kelapa sawit terdapat kernel kelapa sawit. Bagian tersebut dapat menghasilkan produksi minyak yang bersumber dari kernel kelapa sawit [3], [4]. Perusahaan selalu meningkatkan hasil produksi kelapa sawit dengan berbagai cara untuk dapat dijadikan minyak, makanan, kecantikan, bahan bakar energi dan industri lainnya [5] [6].

Perusahaan harus mengoptimalkan olahan produksi khususnya kernel sawit karena untuk memenuhi kebutuhan konsumen setiap harinya, kemudian setiap naik dan turunnya produksi kernel perusahaan dapat mengantisipasinya untuk dipersiapkan sesuai dengan kebutuhan periode selanjutnya [7] [8]. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pekerja di PT.YXZ, beliau menjabarkan bahwa ditemukannya permasalahan pada hasil produksi kernel kelapa sawit yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan akibat kualitas kernel menurun, karena kernel tidak dapat di simpan terlalu lama dan menimbulkan jamur [9]. Kelebihan dari produksi kernel yaitu minyak inti sawit dihasilkan lebih jenuh dibandingkan minyak kelapa sawit, tetap stabil pada suhu memasak yang tinggi, biaya yang cenderung rendah dan penyimpanana lebih awet dibanding minyak nabati lainnya [10]. Oleh karena itu kernel sawit sangat penting dilakukan peramalan sebagai perencanaan perusahaan dimasa depan.

Beberapa perusahaan yang bergerak dibidang industri minyak khususnya kelapa sawit kebanyakan

menggunakan metode forecasting untuk peramalan produksi kernel di masa datang. Suatu teknik yang dapat meramalkan dan menduga kondisi yang akan terjadi pada masa depan berdasarkan kejadian masa lampau dan sekarang sehingga menghasilkan keputusan merupakan pengertian forecasting [11], [12]. Mengantisipasi kemungkinan keadaan yang akan terjadi selanjutnya membutuhkan rangkaian perencanaan dan akan sangat berguna diberbagai bidang kehidupan [13].

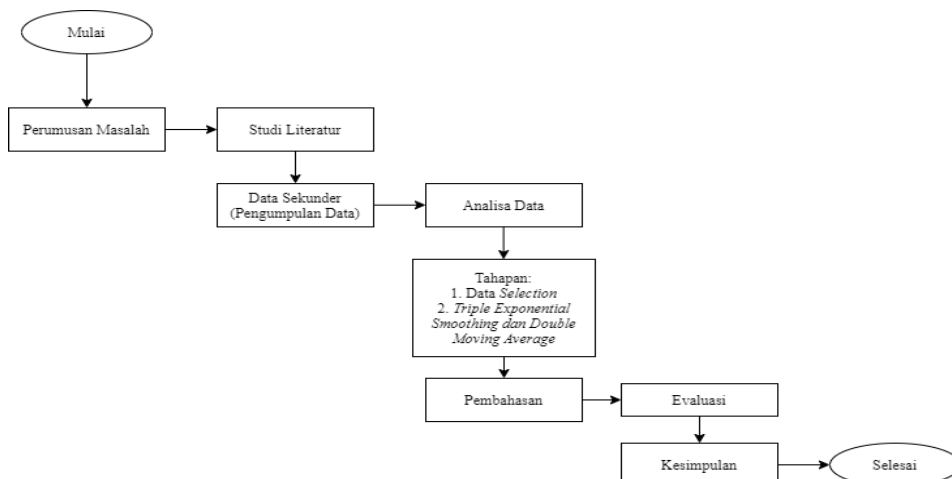
Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai perbandingan metode peramalan jumlah produksi Palm Kernel Oil (PKO) menggunakan metode Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, dan Box Jenkins. Hasil peramalan akan pada tahun 2019 mengalami peningkatan jumlah produksi terutama bulan juni dan metode terbaik yaitu metode Double Exponential Smoothing dengan nilai MSE sebesar 47031163817 [3]. Penelitian selanjutnya menggunakan metode Triple Exponential Smoothing dalam peramalan penanaman bibit kelapa sawit pada PT. Palmanco inti sawit. Hasilnya menunjukkan peramalan yang dilakukan mengenai penanaman bibit kelapa sawit sebagai proyeksi teknis potensial untuk jangka waktu tertentu [2].

Penelitian lainnya yang dilakukan yaitu “Perbandingan Metode Moving Average untuk Peramalan Hasil Produksi Kelapa Sawit” menggunakan data 5 tahun terakhir. Tujuan penelitian tersebut untuk mempelajari pola hasil panen setiap bulannya dan hasil pengamatan metode Wighted Moving Average metode yang memiliki error paling sedikit [8]. Selanjutnya penelitian peramalan produksi sabun menggunakan metode Double Moving Average [14]. Penelitian tersebut didapatkan metode Double Moving Average sudah sangat baik untuk pengujian menggunakan data produksi sabun karena metode tersebut dapat mempertimbangkan faktor tren dan musiman. Serta hasil pengujian MAPE didapatkan 2,66%.

Penjabaran berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa peramalan hasil produksi kernel kelapa sawit merupakan teknik pengambilan keputusan dimasa yang akan datang dengan membandingkan Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average sangat efektif dalam memprediksi hasil produksi [15]. Penggunaan metode tersebut dilihat berdasarkan penelitian terkait yang menggunakan metode tersebut untuk peramalan. Tujuan penelitian ini adalah dapat meramalkan dan membandingkan metode yang tepat dan mengukur pengujian penggunaan metode tersebut [16]. Menerapkan metode ini dapat mengatasi permasalahan yang sedang dialami oleh perusahaan [17]. Metode Triple Exponential Smoothing memiliki tingkat kesalahan yang paling minim karena dilakukan sebanyak 3 kali perhitungan dan dapat mempertimbangkan faktor trend dan musiman [17] [18]. Kesederhanaan powerful dan kemudahan dalam prosedur peramalan yang otomatis membuat metode ini menggunakan time series untuk analisis peramalan [19]. Metode Triple Exponential Smoothing memiliki tiga kategori, yakni tunggal (single) bertujuan untuk peramalan jangka pendek, ganda (double) meramalkan dengan dua komponen, serta tiga (triple) digunakan peramalan menggunakan tiga variabel [20]. Data yang digunakan adalah data hasil produksi kernel kelapa sawit dimasa lampau dan 2 parameter di awal proses peramalan yang sangat mempengaruhi hasil [18]. Menentukan tingkat error peramalan diperoleh dengan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dengan peramalan jumlah hasil produksi kernel sawit yang akan terjadi selanjutnya dengan data sebelumnya [21], [22]. Sedangkan untuk metode Double Moving Average adalah suatu teknik untuk menghitung suatu trend [23]. Double Moving Average merupakan suatu metode untuk memprediksi dengan deret waktu yang menggunakan nilai rata-rata dari lebih satu nilai deret waktu secara berurutan [24]. Metode ini diperoleh setelah melakukan perhitungan yang pertama dan dilakukan perhitungan kembali dengan memberikan nilai konstanta dan slope b. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk meramalkan hasil produksi kernel kelapa sawit dimasa yang akan datang.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada gambar 1 dibawah ini merupakan suatu tahapan dari penelitian ini.



**Gambar 1.** Langkah Tahapan Penelitian



### 2.1 Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahapan menentukan masalah yang akan dihadapi dan diberikan solusi. Pada tahap ini permasalahan yang teridentifikasi yaitu perusahaan mengalami penurunan kualitas yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Perumusan ini dengan mempertanyakan fenomena terkait dan rumusan masalah yang jelas.

### 2.2 Studi Literatur

Penelitian ini melakukan studi literatur untuk memperoleh penelitian terkait yang saling berhubungan untuk menunjang arah dan topik penelitian. Setelah perumusan masalah selanjutnya dilakukan studi literatur untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dengan melakukan penelusuran sumber-sumber terkait.

### 2.3 Data Sekunder

Pengumpulan data yang disediakan oleh perusahaan XYZ atau pihak ketiga ialah pengertian dari data sekunder. Data tersebut dijadikan sumber informasi yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data ini akan diolah lebih lanjut dan dijadikan informasi untuk pihak selanjutnya.

### 2.4 Analisa Data

Data yang telah ada kemudian akan dilakukan analisa data untuk menentukan informasi yang terdapat pada data tersebut. Pengolahan data akan menjadi informasi dan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Kemudian data tersebut dirancang sesuai dengan keperluan penelitian.

### 2.5 Tahapan

#### 2.5.1 Data Selection

Tahapan data selection pertama kali yang dilakukan sebagai penggalian informasi. Data akan dilakukan pemilihan atau seleksi dari beberapa kumpulan data yang sudah ada. Hasil data yang telah dilakukan seleksi akan digunakan pada proses selanjutnya. Data sebelumnya mengandung data produksi CPO, kernel, PKO, PKE dan tankos. Pada penelitian ini data produksi kernel akan dipilih berdasarkan kategori produksi dan jadwal. Data seleksi produksi kernel yang akan digunakan yaitu 10 tahun terakhir dari bulan januari 2013 sampai dengan desember 2022.

Tabel 1. Rekapitulasi jumlah produksi kernel tahun 2013

Nomor	Bulan/Tahun	Produksi Kernel (Kg)
1	Januari/2013	1.454.016
2	Februari/2013	1.510.873
3	Maret/2013	1.672.810
4	Apr-13	1.404.400
5	Mei/2013	1.493.210
6	Juni/2013	1.436.230
7	Juli/2013	1.594.170
8	Agustus/2013	1.591.430
9	Sep-13	1.603.060
10	Oktober/2013	1.612.770
11	Nov-13	1.551.876
12	Desember/2013	1.505.660

Tabel 1 diatas menunjukkan rekapitulasi jumlah produksi kernel pada tahun 2013 setelah dilakukannya data selection.

#### 2.5.2 Triple Exponential Smoothing dan Double Moving Average

Triple exponential smoothing secara teori harus memiliki time series yang terdapat stasioner, trend, hingga musiman dan menggunakan parameter alpha, beta, gamma bernilai rentang 0 hingga 1. Setelah dilakukan seleksi data selanjutnya data produksi kernel akan diprediksi menggunakan algoritma triple exponential smoothing dengan menggunakan beberapa rumus tertentu:

a. Pemulusan untuk musiman:

$$SN_t = \gamma \left( \frac{x_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)SN_{t-L} \tag{1}$$

b. Pemulusan untuk data:

$$S_t = \alpha \left( \frac{x_t}{SN_{t-1}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{2}$$

c. Pemulusan untuk trend:

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \tag{3}$$

d. Peramalan dengan rumus:

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m)SN_{t-L+m} \tag{4}$$

$$F_{t+m} = \alpha \left( \frac{X_t}{SN_{t-1}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) + \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}m \gamma \left( \frac{X_t}{S_t} \right) \tag{5}$$

$$F_{t+m} = +(1 - \gamma)SN_{t-1} \tag{6}$$

Penjelasan:

$X_t$  = nilai observasi pada waktu data ke- t

$S_t$  = nilai pada data untuk pemulusan

$S_{t-1}$  = nilai untuk pemulusan data pada data sebelumnya

$T_t$  = trend pemulusan

$T_{t-1}$  = trend pemulusan periode sebelumnya

$SN_t$  = musiman pemulusan

$\alpha$  = parameter pemulusan dengan rentang nilai 0-1

$\beta$  = parameter pemulusan dengan rentang nilai 0-1

$\gamma$  = parameter pemulusan dengan rentang nilai 0-1

$F_{t+m}$  = nilai ramalan

$m$  = periode kedepan peramalan

$L$  = panjangnya musim

Double Moving Average merupakan teknik untuk menghitung nilai rata-rata bergerak sebanyak dua kali dan digunakan pada data yang memiliki trend. Rata-rata bergerak ganda (Double Moving Average) akan menghitung rata-rata bergerak yang telah dilakukan pada Single Moving Average. Metode ini memiliki perumusan sebagai berikut.

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \tag{7}$$

$$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-n+1}}{n} \tag{8}$$

$$a_t = 2M'_t - M''_t \tag{9}$$

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M'_t - M''_t) \tag{10}$$

$$F_{m+t} = a_t + b_t m \tag{11}$$

Penjelasan:

$S'_t$  = nilai moving average periode t

$S''_t$  = nilai double moving average

$F_{m+t}$  = nilai peramalan periode t

$X_t$  = nilai rill periode ke t

$a$  = nilai akurasi

$a_t$  = nilai konstanta

$b_t$  = nilai slope

$n$  = jumlah batasan dalam moving average

$m$  = jumlah periode yang diramalkan

$t$  = waktu sekarang

## 2.6 Pembahasan

Selanjutnya penelitian ini akan melakukan pembahasan dari data yang sudah diolah menggunakan metode triple exponential smoothing dan double moving average dengan memanfaatkan tools RStudio.

## 2.7 Evaluasi

Evaluasi ketepatan hasil peramalan data berdasarkan metode triple exponential smoothing dilakukan dengan mengukur metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE merupakan salah satu teknik perhitungan error untuk melihat tingkat persentase pada peramalan dengan rumus sebagai berikut:

$$APE = \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \tag{12}$$

$$MAPE = \frac{|\sum APE|}{n} \tag{13}$$

Penjelasan:

$A_t$  = nilai aktual per periode

$F_t$  = nilai peramalan per periode

$n$  = banyaknya data

$| |$  = absolute

Hasil pengujian metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) memiliki rentang nilai bertujuan melihat kemampuan dan bahan pengukuran metode tersebut lihat tabel 2.

**Tabel 2.** Rentang nilai MAPE

No	Nilai	Hasil
1	< 10%	Sangat Baik
2	10 – 20%	Baik
3	20 – 50%	Layak
4	> 50%	Buruk

Pada tabel 2 menunjukkan rentang nilai pada hasil MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

### 2.8 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini pada penggunaan metode triple exponential smoothing dan double moving average akan menghasilkan nilai peramalan, grafik, dan hasil pengujian metode.

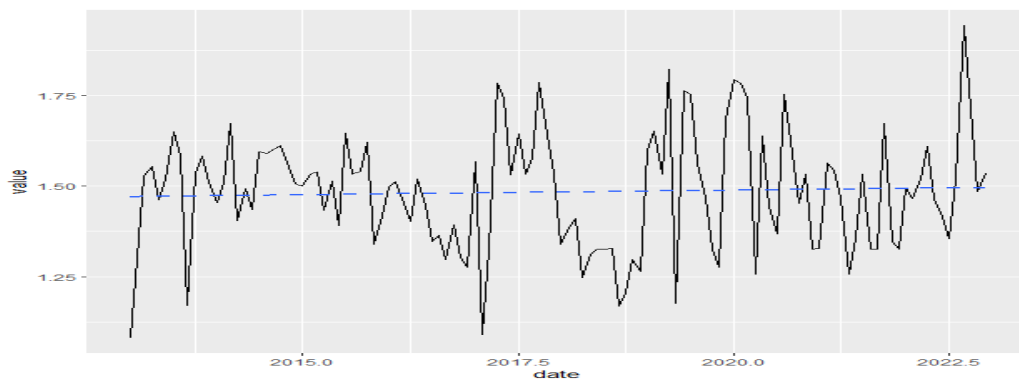
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan oleh pihak ketiga yaitu salah satu perusahaan kelapa sawit di Riau. Data yang digunakan merupakan data hasil produksi kernel kelapa sawit dari bulan januari 2013 hingga desember 2022, sehingga data 10 tahun terakhir produksi kernel dapat membantu proses penelitian ini. Berikut merupakan data pada tahun januari 2013 hingga desember 2022.

**Tabel 3.** Data produksi kernel tahun 2013-2022

Nomor	Bulan/Tahun	Produksi Kernel (Kg)
1	Januari/2013	1.454.016
2	Februari/2013	1.510.873
3	Maret/2013	1.672.810
4	Apr-13	1.404.400
5	Mei/2013	1.493.210
6	Juni/2013	1.436.230
7	Juli/2013	1.594.170
8	Agustus/2013	1.591.430
9	Sep-13	1.603.060
10	Oktober/2013	1.612.770
11	Nov-13	1.551.876
12	Desember/2013	1.505.660
--	--	--
--	--	--
120	Desember/2022	1.535.480

Tabel 3 diatas merupakan sampel data produksi kernel pada 10 tahun terakhir yaitu januari 2013 hingga desember 2022. Data yang telah didapatkan akan menjadi data training yang akan digunakan pada metode triple exponential smoothing dan double moving average pada tools RStudio. Data tersebut akan diolah pada tools RStudio untuk mendapatkan grafik data aktual.



**Gambar 2.** Plot Data Produksi Kernel Kelapa Sawit

Pada gambar 2 data tersebut sebelumnya sudah dilakukan penyeleksian data yang dipilih berdasarkan kategori produksi dan jadwal. Kemudian data tersebut akan diolah menggunakan metode triple exponential smoothing dan double moving average serta pengujian penggunaan metode. Pada gambar diatas sumbu horizontal (mendatar) ditunjukkan untuk periode sedangkan sumbu vertikal untuk hasil produksi kernel kelapa sawit. Terdapat trend yang cenderung naik dan musiman pada waktu-waktu tertentu. Data aktual akan menghasilkan hasil peramalan menggunakan metode yang digunakan dan dilakukan analisa pengujian menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Pada gambar diatas menunjukkan adanya trend pada data produksi kernel kelapa sawit. Dimana data yang digunakan merupakan data 10 tahun dari januari 2013 hingga desember 2022. Trend pada data aktual menunjukan uprend atau kenaikan.

### 3.1 Hasil Penelitian

#### 3.1.1 Triple Exponential Smoothing

Metode ini memiliki ketepatan bahwa adanya parameter yaitu  $\alpha, \beta, \gamma$  yang memiliki rentang nilai 0-1. Rentang nilai tersebut dapat digunakan sesuai dengan ketetapan peneliti, secara teori rentang nilai tersebut semuanya terbaik. Triple exponential smoothing sangat bersifat sederhana dan sangat berguna untuk meramalkan dalam jangka pendek sebagai antisipasi. Metode ini menggunakan parameter  $\alpha, \beta, \gamma$  yang dioptimalkan. Mencari nilai parameter alpha, betta, gamma yang optimal dengan cara trial dengan rentang nilai 0-1 hingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Persamaan pada (1), (2), (3), (4), (5), dan (6) dengan parameter  $\alpha, \beta, \gamma$  sebagai berikut:

a. Pada nilai  $\alpha = 0, \beta = 0, \gamma = 0$ , diperoleh:

$$S_t = 0 \left( \frac{X_t}{SN_{t-1}} \right) + (1 - 0)(S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{14}$$

$$S_t = (S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{15}$$

$$T_t = 0(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0)T_{t-1} \tag{16}$$

$$T_t = T_{t-1} \tag{17}$$

$$SN_t = 0 \left( \frac{X_t}{S_t} \right) + (1 - 0)SN_{t-L} \tag{18}$$

$$SN_t = SN_{t-L} \tag{19}$$

Sehingga untuk peramalan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m)SN_{t-L+m} \tag{20}$$

$$F_{t+m} = (S_{t-1} + T_{t-1} + T_{t-1} m)SN_{t-L+m} \tag{21}$$

b. Pada nilai  $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1$ , diperoleh:

$$S_t = 1 \left( \frac{X_t}{SN_{t-1}} \right) + (1 - 1)(S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{22}$$

$$S_t = \frac{X_t}{SN_{t-1}} \tag{23}$$

$$T_t = 1(S_t - S_{t-1}) + (1 - 1)T_{t-1} \tag{24}$$

$$T_t = (S_t - S_{t-1}) \tag{25}$$

$$SN_t = 1 \left( \frac{X_t}{S_t} \right) + (1 - 1)SN_{t-L} \tag{26}$$

$$SN_t = \frac{X_t}{S_t} \tag{27}$$

Berdasarkan hasil percobaan untuk nilai parameter alpha, betta, dan gamma dengan rentang 0-1, parameter tersebut sangat mempengaruhi hasil peramalan yang didapatkan tidak sama dengan metode yang lainnya karena mengandung trend dan musiman.

#### 3.1.2 Penentuan Untuk Nilai Awal

Metode triple exponential smoothing perlunya menentukan nilai awalan dengan nilai pada penghalusan data, trend, dan musiman dimana L sebagai panjang musiman sehingga  $L = 12$ , karena musiman pada data ini sesuai dengan jumlah tahunan pada bulan yang ada. Berikut menunjukkan penentuan nilai awalan untuk penghalusan pada data, trend, dan musiman:

a. Nilai awalan untuk pemulusan data periode ke-12 dengan notasi  $S_{12}$ :

$$S_{12} = \frac{1}{12}(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_t) \tag{28}$$

$$S_{12} = \frac{1}{L} \sum_{t=1}^{12} X_t \tag{29}$$

Dimana nilai  $X_t$  data produksi kernel kelapa sawit periode ke  $t$  dan  $t = 1, 2, 3, 4, \dots, 12$

$$S_{12} = \frac{1}{12} (1.494.080 + 1.465.300 + 1.525.300 + \dots + 1.535.480 = 1,54403$$

Penjelasan:

$S_{12}$  = nilai awalan

$X$  = data ke- $t$

$L$  = Panjang musiman

- b. Nilai awalan untuk penghalusan nilai trend periode ke-12 dengan  $b_{12}$ :

$$T_{12} = \frac{1}{12} \left( \frac{X_{12+1}-X_1}{12} + \frac{X_{12+2}-X_2}{12} + \dots + \frac{X_{12+12}-X_{12}}{12} \right) \tag{30}$$

$$T_{12} = \frac{1}{12} \left( \frac{X_{13}-X_1}{12} + \frac{X_{14}-X_2}{12} + \dots + \frac{X_{24}-X_{12}}{12} \right)$$

$$T_{12} = 1326,15$$

Penjelasan:

$T_{12}$  = nilai awalan untuk trend

$X$  = data ke- $t$

$L$  = Panjang musiman

- c. Nilai awal musiman:

$$SN_1 = \frac{X_1}{Ls} \tag{31}$$

$$SN_2 = \frac{X_2}{Ls} \tag{32}$$

$$SN_3 = \frac{X_3}{Ls} \tag{33}$$

$$\cdot SN_t = \frac{XN_t}{Ls} \tag{34}$$

Untuk mendapatkan persamaan nilai awal musiman didapatkan  $S_{12} = 1,54403$  sebagai berikut:

$$SN_1 = \frac{1.494.080}{1.54403} \tag{35}$$

$$SN_1 = 0,967649$$

Lanjutkan dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai  $SN_2 \dots$  dan seterusnya.

### 3.1.3 Perhitungan Nilai Pemulusan

Pada tahap ini setelah didapatkan nilai awal akan dilakukan perhitungan nilai pemulusan untuk periode selanjutnya yaitu periode ke-13. Tahap ini menggunakan  $\alpha = 0,2, \beta = 0, \gamma = 0,2$  untuk periode selanjutnya. Nilai tersebut didapatkan dengan cara trial and error. Berdasarkan persamaan maka sebagai berikut:

$$S_{13} = 0,1 \left( \frac{X_t}{SN_{-1t}} \right) + (1 - 0,1)(S_{t-1} + T_{t-1}) \tag{36}$$

$$S_{13} = 0,1 \left( \frac{1.494.080}{0,967649} \right) + (1 - 0,1)(1.54403 + 1326,15)$$

$$S_{13} = 1195,079$$

Dilanjutkan dengan pencarian pemulusan trend sebagai berikut:

$$T_{13} = 0,3(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,3)T_{t-1} \tag{37}$$

$$T_{13} = 0,3(1503,730 - 1.54403) + (1 - 0,3)$$

$$T_{13} = 4,511192$$

Dilanjutkan dengan pencarian pemulusan musiman sebagai berikut:

$$SN_{13} = 0,5 \left( \frac{X_{13}}{S_{13}} \right) + (1 - 0,5)SN_{13-12} \tag{38}$$

$$SN_{13} = 0,5 \left( \frac{1.395.272}{1503,730} \right) + (1 - 0,5)0,967649$$

$$SN_{13} = 0.947762$$

Lakukan dengan cara yang sama hingga periode ke-120.

**3.1.4 Perhitungan Peramalan**

Tahapan terakhir yang dilakukan pada metode ini adalah perhitungan peramalan yang dilakukan dengan memanfaatkan tools RStudio. Adapun hasil untuk peramalan pada periode ke-25 sebagai berikut:

$$F_{24+1} = (S_{24} + T_{24}m)SN_{24-12+1} \tag{39}$$

$$F_{24+1} = (1.455.062 + 1326,15)1,11922$$

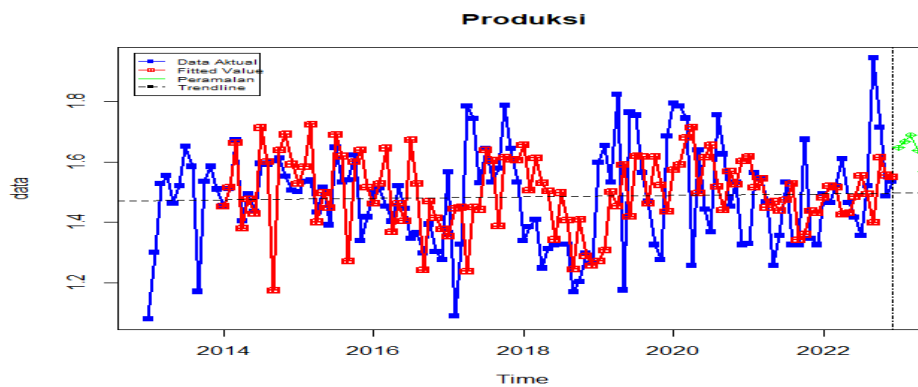
$$F_{24+1} = 1630014$$

Lakukan cara diatas hingga periode ke-120 dengan parameter  $\alpha = 0,2, \beta = 0, \gamma = 0,2$ , adapun hasil peramalan dengan memanfaatkan tools RStudio dilihat dibawah ini pada data tabel 4 dan gambar 3.

**Tabel 4.** Hasil peramalan triple exponential smoothing produksi kernel

Bulan/Tahun	Produksi Kernel (Kg)	Peramalan Kernel (Kg)
Januari/2014	1.454.016	1.451.769
Februari/2014	1.510.873	1.515.433
Maret/2014	1.672.810	1.662.324
Apr-14	1.404.400	1.379.284
Mei/2014	1.493.210	1.476.064
Juni/2014	1.436.230	1.428.671
Juli/2014	1.594.170	1.712.539
Agustus/2014	1.591.430	1.600.073
Sep-14	1.603.060	1.174.398
Oktober/2014	1.612.770	1.638.355
Nov-14	1.551.876	1.690.764
Desember/2014	1.505.660	1.591.744
--	--	--
Januari/2023	--	1.646.635
Februari/2023	--	1.667.537
Maret/2023	--	1.688.171
Apr-23	--	1.636.954
Mei/2023	--	1.568.191
Juni/2023	--	1.591.999

Tabel 4 tersebut didapatkan setelah dilakukannya peramalan dengan memanfaatkan tools RStudio. Hasil peramalan produksi kernel kelapa sawit dapat dilihat pada tabel tersebut untuk periode 6 bulan kedepan.



**Gambar 3.** Grafik hasil peramalan triple exponential smoothing

Grafik gambar 3 diatas menunjukkan hasil peramalan yang telah dilakukan, keterangan berdasarkan grafik diatas yaitu grafik warna biru ialah data aktual atau data produksi kernel kelapa sawit, grafik warna merah ialah fitted value yang didapatkan, grafik berwarna hijau menunjukkan hasil peramalan 12 bulan dan grafik dan grafik berwarna hitam menunjukkan trendline.

**3.1.5 Double Moving Average**

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menghitung moving average menggunakan 3 data yang akan ditambahkan kemudian dibagi dengan nilai N dan pada metode ini menggunakan ordo 3x3.

- a. Mencari nilai Single Moving Average

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \tag{40}$$

$$S'_t = \frac{1.454.016 + 1.510.873 + 1.672.810}{3} = \frac{4.673.699}{3} = 1.545.899$$

$$S'_t = \frac{1.510.873 + 1.672.810 + 1.404.400}{3} = \frac{4.588.083}{3} = 1.529.361$$

$$S'_t = \frac{1.672.810 + 1.404.400 + 1.493.210}{3} = \frac{4.570.42}{3} = 1.523.473$$

$$S'_t = \frac{1.612.770 + 1.551.876 + 1.505.660}{3} = \frac{4.670.306}{3} = 1.556.768$$

b. Mencari nilai Double Moving Average

$$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-n+1}}{n} \tag{41}$$

$$S''_t = \frac{1.545.899 + 1.529.361 + 1.523.473}{3} = \frac{4.598.733}{3} = 1.532.911$$

c. Mencari nilai konstanta

$$a_t = 2M'_t - M''_t \tag{42}$$

$$a_t = 2 \times 1.523.473 - 1.532.911 = 1.514.035$$

d. Mencari nilai slope

Perhitungan slope akan dibagi  $n - 1$  dimana nilai  $n$  yang dipakai adalah 3.

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M'_t - M''_t) \tag{43}$$

$$b_t = \frac{2}{3-1} (1.523.473 - 1.532.911) = \frac{2}{2} (1.523.473 - 1.532.911) = -0.009$$

e. Mencari peramalan

$$F_{m+t} = a_t + b_t m \tag{44}$$

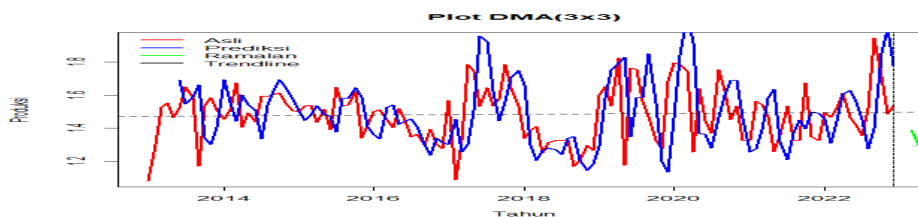
$$F_{m+t} = 1.514.035 + -0.009 = 1.505.035$$

Pada peramalan tools RStudio perhitungan memerlukan data 3 bulan untuk mencari single moving average dan 6 bulan untuk double moving average. Hasil peramalan double moving average dengan memanfaatkan tools RStudio pada data tabel 5 dan gambar 5.

**Tabel 5.** Hasil peramalan double moving average produksi kernel

Bulan/Tahun	Produksi Kernel (Kg)	DMA Peramalan Kernel (Kg)
Januari/2014	1.454.016	--
Februari/2014	1.510.873	--
Maret/2014	1.672.810	--
Apr-14	1.404.400	--
Mei/2014	1.493.210	1.425.839
Juni/2014	1.436.230	1.495.706
Juli/2014	1.594.170	1.523.731
Agustus/2014	1.591.430	1.547.278
Sep-14	1.603.060	1.532.676
--	--	--
Maret/2023	--	1.388.919
Apr-23	--	1.294.350
Mei/2023	--	1.199.781

Tabel 5 tersebut merupakan hasil dari peramalan menggunakan metode double moving average dengan memanfaatkan tools RStudio.



**Gambar 4.** Grafik hasil peramalan double moving average

Berdasarkan grafik gambar 4 menunjukkan untuk grafik berwarna merah menunjukkan nilai asli atau data aktual, grafik berwarna biru menunjukkan hasil peramalan berdasarkan data aktual atau fitted value, grafik berwarna hijau menunjukkan hasil nilai peramalan 3 periode kedepan dan grafik berwarna hitam menunjukkan trendline.

### 3.2 Evaluasi

Setelah dilakukannya pengolahan data menggunakan tools RStudio, maka selanjutnya dilakukan pengujian mencari nilai perhitungan MAPE untuk ketepatan peramalan sebagai berikut:

$$APE = \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (45)$$

$$MAPE = \frac{|\sum APE|}{n} \quad (46)$$

Berdasarkan rumus diatas dapat dijabarkan bahwa pengurangan dari hasil antara nilai data aktual dengan nilai data peramalan yang telah didapatkan kemudian dilakukan absolute dan dibagi berdasarkan data nilai aktual. Nilai  $n$  merupakan jumlah perhitungan yang digunakan. Pada rentang nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) jika nilai rendah yang didapatkan maka model yang dihasilkan semakin baik. Hasil MAPE yang dihasilkan didapatkan menggunakan tools RStudio.

**Tabel 5.** Hasil MAPE triple exponential smoothing dan double moving average

Nomor	Metode	Hasil MAPE
1	Triple Exponential Smoothing	9.48%
2	Double Moving Average	11.2%

Berdasarkan persentase nilai MAPE tabel 5 maka didapatkan hasil 9.48% pada peramalan data produksi kernel kelapa sawit metode triple exponential smoothing dan 11.2% pada double moving average. Berdasarkan pada tabel 2 rentang nilai untuk MAPE, pada hasil penelitian menggunakan metode triple exponential smoothing dapat disimpulkan sangat baik dikarenakan nilai untuk MAPE terdapat pada rentang <10% dan metode double moving average dikategorikan baik pada rentang 10-20%. Berdasarkan penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa sudah layak dalam memprediksi produksi kernel kelapa sawit dimasa yang akan datang untuk digunakan perusahaan dalam mengantisipasi dan mengontrol kemungkinan yang akan terjadi dan metode triple exponential smoothing merupakan metode yang tepat untuk penelitian menggunakan data ini.

## 4. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilaksanakan berdasarkan data produksi kernel kelapa sawit terdapat faktor nilai trend dan musiman hingga baik apabila algoritma triple exponential smoothing dan double moving average untuk peramalannya. Algoritma triple exponential smoothing menggunakan parameter  $\alpha = 0,2, \beta = 0, \gamma = 0,2$  dengan pengujian nilai MAPE sebesar 9.48% dan dikategorikan sangat baik sedangkan double moving average sebesar 11.2% dikategori baik. Data yang digunakan data produksi kernel 10 tahun terakhir dari januari 2013 hingga desember 2022. Penelitian ini sudah berhasil mendapatkan nilai peramalan menggunakan algoritma triple exponential smoothing dalam bentuk grafik dan double moving average nilai peramalan sehingga dapat digunakan perusahaan dalam memprediksi produksi kernel kelapa sawit untuk mengantisipasi kejadian masa datang. Hasil grafik peramalan data produksi kernel kelapa sawit dipengaruhi dengan musiman dan trend sehingga hasil peramalan yang didapatkan tidak jauh dengan data aktual yang ada. Dengan demikian data produksi kernel kelapa sawit 10 tahun terakhir yang didapatkan menggunakan algoritma triple exponential smoothing dikategorikan sangat baik dalam melakukan peramalan produksi kernel kelapa sawit dibandingkan algoritma double moving average. Masukan untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan algoritma lainnya untuk melihat algoritma yang sangat tepat untuk data, data yang lebih bervariasi, mencari nilai parameter yang optimal dan berbeda serta mencari dan menggunakan pengujian nilai peramalan yang baik.

## REFERENCES

- [1] H. Dorthy, E. Sinaga, and N. Irawati, "Penerapan Trend Moment Untuk Meramalkan Penjualan Produksi Kelapa Sawit Di Kebun Buntu Pane, Kabupaten Asahan," 2022.
- [2] D. Santika, R. S. Hayati, I. Lazuli, J. Teknik, and I. Potensi Utama, "Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing Dalam Prediksi Penanaman Bibit Kelapa Sawit Pada PT. Palmanco Inti Sawit The Application of the Triple Exponential Smoothing Method in the Prediction of Planting Oil Palm Seeds at PT. Palmanco Inti Sawit," 12. InfoSys Journal, vol. 5, pp. 12–24, 2020.
- [3] I. Meiza Maharani and A. Fauzan, "Perbandingan Metode Peramalan Jumlah Produksi Palm Kernel Oil (PKO) Menggunakan Metode Double Moving Average, Double Exponential Smothing dan Box Jenkins," vol. 16, no. 2, pp. 162–173, 2020, doi: 10.20956/jmsk.v%i.7795.



- [4] J. Adhiva, S. Ayunda Putri, and S. Genjang Setyorini, “Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Model Regresi Pada PT. Perkebunan Nusantara V,” 2020.
- [5] F. Irawan, S. Sumijan, and Y. Yuhandri, “Prediksi Tingkat Produksi Buah Kelapa Sawit dengan Metode Single Moving Average,” *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp. 251–256, Sep. 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i4.162.
- [6] E. Lette, M. Zunaidi, and W. Rista Maya, “Prediksi Penjualan Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda,” *JURNAL SISTEM INFORMASI TGD*, vol. 1, pp. 128–138, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharna.ac.id/index.php/jsi>
- [7] A. Prasetyo and J. Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe, “Prediksi Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda,” *Multimedia & Jaringan*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [8] S. Agustian, H. Wibowo, I. Negeri, S. K. Riau, J. H. R. Soeberantas, and S. B. Panam, “Perbandingan Metode Moving Average untuk Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit,” 2019. [Online]. Available: <https://www.infosawit.com/news/6026/5-provinsi-produsen-terbesar-sawit-nasional>
- [9] Guntoro, Lisnawita, Zamzami, and D. Setiawan, “Prediction of palm oil production in Riau Province using the single exponential smoothing method,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2022. doi: 10.1088/1755-1315/1041/1/012055.
- [10] I. Meiza Maharani and A. Fauzan, “Perbandingan Metode Peramalan Jumlah Produksi Palm Kernel Oil (PKO) Menggunakan Metode Double Moving Average, Double Exponential Smothing dan Box Jenkins,” vol. 16, no. 2, pp. 162–173, 2020, doi: 10.20956/jmsk.v%vi%i.7795.
- [11] S. Madianto, E. Utami, and A. D. Hartanto, “Algoritma Triple Exponential Smoothing Untuk Prediksi Trend Turis Pariwisata Jatim Park Batu saat Pandemi Covid-19,” 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [12] Indra and N. Rasjid, “PREDIKSI JUMLAH KASUS PENYAKIT DIARE MENGGUNAKAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING (TES),” 2021.
- [13] E. A. N. Putro, E. Rimawati, and R. T. Vlandari, “Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, vol. 9, no. 1, p. 60, Apr. 2021, doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.548.
- [14] U. PGRI Kediri, A. suara, A. Sanjaya, and D. Putra Pamungkas, “Implementasi Metode Double Moving Average Untuk Prediksi Produksi Sabun,” *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 2022.
- [15] M. Azman Maricar, “Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ,” *JURNAL SISTEM DAN INFORMATIKA*, vol. 13, 2019.
- [16] D. Yulianti and A. Momon, “Implementasi Metode Double Moving Average dan Regresi Linier untuk Peramalan Asam Sulfat di PT.XYZ,” vol. VIII, no. 1, 2023.
- [17] D. Santika, R. S. Hayati, I. Lazuli, J. Teknik, and I. Potensi Utama, “Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing Dalam Prediksi Penanaman Bibit Kelapa Sawit Pada PT. Palmanco Inti Sawit The Application of the Triple Exponential Smoothing Method in the Prediction of Planting Oil Palm Seeds at PT. Palmanco Inti Sawit,” *12. InfoSys Journal*, vol. 5, pp. 12–24, 2020.
- [18] S. Madianto, E. Utami, and A. D. Hartanto, “Algoritma Triple Exponential Smoothing Untuk Prediksi Trend Turis Pariwisata Jatim Park Batu saat Pandemi Covid-19,” 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [19] Indra and Rasjid Nurdina, “PREDIKSI JUMLAH KASUS PENYAKIT DIARE MENGGUNAKAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING (TES),” Dec. 2021.
- [20] J. Nangi, S. Hartinah Indrianti, and B. Pramono, “PERAMALAN PERSEDIAAN OBAT MENGGUNAKAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING (TES) (STUDI KASUS : INSTALASI FARMASI RSUD KAB. MUNA),” vol. 4, no. 1, pp. 135–142.
- [21] A. Prasetyo and J. Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe, “Prediksi Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda,” *Multimedia & Jaringan*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [22] H. Dorthy, E. Sinaga, and N. Irawati, “Penerapan Trend Moment Untuk Meramalkan Penjualan Produksi Kelapa Sawit Di Kebun Buntu Pane, Kabupaten Asahan,” 2022.
- [23] W. Fuadi, R. Wandu, and M. W. Pohan, “Aplikasi Geografis Prediksi Hasil Padi Menggunakan Metode Double Moving Average di Kabupaten Aceh Utara,” *TECHSI - Jurnal Teknik Informatika*, vol. 13, no. 1, p. 50, Apr. 2021, doi: 10.29103/techsi.v13i1.2831.
- [24] F. Kusuma et al., “Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak Prediksi Jumlah Penduduk Miskin Indonesia menggunakan Metode Single Moving Average dan Double Moving Average,” vol. 3, no. 2, pp. 105–109, 2021.