

PERBANDINGAN DOUBLE MOVING AVERAGE DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN PRODUKSI DAGING TERNAK SAPI

Said Nabil Hasan Alhabsy¹, Amin Padmo Azam Masa^{2*}, Putut Pamilih Widagdo³

^{1,2,3} Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jalan Sambaliung Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75242, Telp (0541) 736834

Received: 25 Februari 2025

Accepted: 28 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Peramalan;
Double Moving Average;
Double Exponential
Smoothing;
Produksi Daging Ternak
Sapi;
Kalimantan Timur.

Correspondent Email:

aminpadmo@unmul.ac.id.

Abstrak: Produksi daging sapi di Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan defisit, dengan Kalimantan Timur berada di peringkat 17 dalam produksi daging ternak sapi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Double Moving Average (DMA) dan Double Exponential Smoothing (DES) dalam meramalkan produksi daging sapi di Kalimantan Timur, guna meningkatkan peringkat provinsi tersebut dan mendukung target produksi nasional. Data yang digunakan mencakup produksi daging sapi Kalimantan Timur selama 10 tahun terakhir (2014-2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode DMA ordo 5 memberikan hasil peramalan dengan akurasi terbaik. Peramalan untuk lima tahun ke depan (2024-2028) menunjukkan nilai produksi yang diprediksi akan terus menurun, yaitu: 7.707,78 ton pada 2024, 7.643,44 ton pada 2025, 7.579,10 ton pada 2026, 7.514,76 ton pada 2027, dan 7.450,42 ton pada 2028. Nilai MAPE sebesar 0,45% dan MSE sebesar 81.704,51% menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dari metode DMA ordo 5. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penggunaan metode DMA ordo 5 dan DES alpha 0,2 sebagai alat peramalan yang efektif untuk meningkatkan peringkat produksi daging sapi di Kalimantan Timur dan memenuhi target produksi nasional.

Abstract: Cattle meat production in Indonesia is expected to experience a deficit in 2023, with East Kalimantan ranking 17th in beef cattle production. This study aims to apply the Double Moving Average (DMA) and Double Exponential Smoothing (DES) methods to forecast beef production in East Kalimantan, in order to improve the province's ranking and support national production targets. The data used includes beef production in East Kalimantan over the last 10 years (2014-2023). The results show that the DMA order 5 method provides the most accurate forecasts. The production forecast for the next five years (2024-2028) shows a predicted decline in production, with estimates of 7,707.78 tons in 2024, 7,643.44 tons in 2025, 7,579.10 tons in 2026, 7,514.76 tons in 2027, and 7,450.42 tons in 2028. The MAPE value of 0.45% and MSE value of 81,704.51% demonstrate the high accuracy of the DMA order 5 method. Therefore, this study recommends using the DMA order 5 and DES alpha 0.2 methods as effective forecasting tools to improve beef production ranking in East Kalimantan and meet national production targets.

1. PENDAHULUAN

Produksi merupakan kegiatan mengubah input menjadi output berupa barang dan jasa yang dimanfaatkan oleh konsumen [1]. Salah satu bidang produksi adalah produksi daging ternak sapi, yang menjadi kebutuhan penting di Indonesia. Namun, peramalan Kementerian Pertanian menunjukkan defisit produksi daging sapi nasional pada tahun 2023 sebesar 302,47 ribu ton, dengan Kalimantan Timur berada di peringkat ke-17 dalam produksi daging sapi nasional, mencapai 7.875,63 ton [2].

Dalam mendukung target swasembada daging sapi 2026, diperlukan peramalan produksi yang akurat guna membantu perencanaan dan pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan metode *Double Moving Average* (DMA) dan *Double Exponential Smoothing* (DES), dua teknik peramalan time series yang terbukti efektif dalam memprediksi tren berdasarkan data historis [3]. DMA lebih unggul dalam menangani pola tren dibanding metode sederhana seperti *Single Moving Average* (SMA), sementara DES memiliki keunggulan dalam efisiensi penggunaan data [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peramalan produksi daging sapi di Kalimantan Timur menggunakan DMA dan DES serta mengevaluasi akurasi kedua metode dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Squared Error* (MSE). Hasil penelitian diharapkan dapat membantu perencanaan produksi daging sapi di Kalimantan Timur secara lebih optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

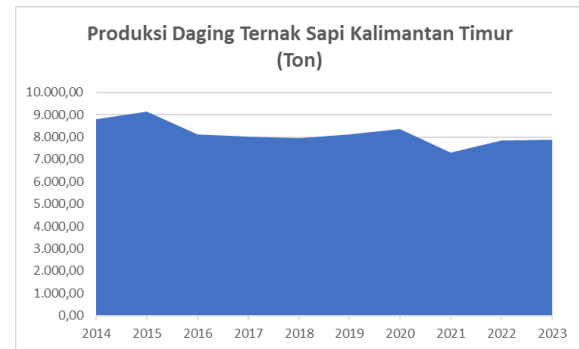
2.1. Produksi

Produksi merupakan langkah awal dalam kegiatan ekonomi, dimana tujuan utamanya adalah menciptakan barang dan jasa atau menambah nilai pada barang dan jasa. Aktivitas produksi tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pribadi, tetapi juga untuk mencapai keuntungan. Keberhasilan produksi dapat diukur dari efisien penggunaan faktor produksi untuk menghasilkan barang dengan kualitas optimal dan manfaat maksimal [5].

2.2. Produksi Daging

Produksi daging adalah hasil pemotongan bagian ternak yang dapat dimakan

selama waktu tertentu. Kalimantan Timur (Kaltim) merupakan provinsi dengan peringkat 17 (tujuh belas) dalam produksi daging ternak sapi di Indonesia dengan jumlah produksi daging ternak sapi pada tahun 2023 sebesar 7.875,63 ton [2]. Hasil produksi daging ternak sapi Kaltim selama 10 tahun disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Produksi Daging Ternak Sapi Kaltim

2.3. Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi adalah bagian dari manajemen operasi yang berperan penting dalam mengatur sistem produksi perusahaan melalui perencanaan dan kontrol yang menyeluruh. Hal tersebut merupakan alat yang sangat dibutuhkan perusahaan untuk memastikan penggunaan sumber daya yang efektif, baik dalam hal jumlah maupun waktu yang diperlukan untuk menjalankan proses produksi. Pengelolaan perencanaan produksi dan persediaan sangat penting bagi perusahaan agar dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya mereka dengan tepat dan efisien [6]. Perusahaan dapat mengelola fluktuasi permintaan yang sangat bervariasi dengan lebih baik melalui perencanaan produksi yang efisien [7].

2.4. Peramalan

Meramal (*forecasting*) merupakan kombinasi seni dan ilmu pengetahuan yang digunakan untuk memprediksi kejadian di masa yang akan datang. Dalam meramal permintaan produk, diperlukan penentuan jumlah persediaan, produksi produk, dan pembelian bahan baku dari pemasok untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang telah diprediksi [8]. Peramalan merupakan suatu metode pendekatan yang digunakan untuk memprediksi potensi situasi di masa depan [9]. Pendekatan peramalan ini memberikan manfaat bagi

pemilik organisasi atau usaha untuk menentukan jumlah penjualan produk pada periode mendatang. Pemilik dapat lebih mudah mengambil keputusan terkait strategi penambahan atau pengurangan stok produk.

2.5. Time Series

Time series merupakan metode kuantitatif dimana metode ini menggunakan data berpola produksi daging ternak sapi Kaltim dimasa lampau [3]. *Time Series* adalah metode statistik yang digunakan untuk meramalkan peristiwa di masa mendatang dengan mengacu pada pola data dari periode sebelumnya [10]. *Time series* digunakan untuk membantu menganalisis data jumlah produksi daging ternak sapi agar dapat diketahui prediksi pada tahun mendatang apakah perlu ditingkatkan dari tahun sebelumnya, maka pada penelitian ini melakukan pengkajian data produksi daging ternak sapi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dengan pendekatan metode *Time series*.

2.6. Double Moving Average (DMA)

Metode DMA, *Moving Average* (MA) dihitung dua kali, diikuti dengan proses peramalan menggunakan suatu persamaan khusus [8]. MA adalah pendekatan peramalan yang melibatkan pengambilan sekelompok nilai pengamatan, dimana nilai-nilai tersebut digunakan sebagai perkiraan untuk periode yang akan datang [11]. Kelebihan penggunaan metode DMA dapat mengatasi kelemahan yang dimiliki oleh metode *Simple Average* (SA) dan *Single Moving Average* (SMA). Perbedaan utamanya terletak pada kemampuan metode DMA untuk meramalkan data yang mengandung pola trend, sesuatu yang tidak dapat dilakukan oleh metode SA dan SMA [12]. Teknik peramalan menggunakan DMA, secara matematis dapat diekspresikan dalam 5 langkah pada persamaan 1 sampai dengan persamaan 5 [8]:

a. Menghitung *Moving Average* pertama

$$M'_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{n} \quad (1)$$

b. Menghitung *Double Moving Average*

$$M''_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-k+1}}{n} \quad (2)$$

c. Menghitung komponen a_t

$$a_t = 2 M'_t - M''_t \quad (3)$$

d. Menghitung komponen b_t

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M'_t - M''_t) \quad (4)$$

e. Menghitung peramalan untuk periode mendatang

$$f_{m+t} = a_t + b_t m \quad (5)$$

Keterangan :

- M'_t = *Moving Average* periode t
- M''_t = *Double Moving Average* periode t
- a_t = Intersepsi pada periode t
- b_t = Nilai *trend* dari periode t
- f_{m+t} = Peramalan pada periode $t+1$
- Y_t = Nilai aktual pada periode t
- n = Merupakan periode perataan (ordo)
- m = Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan
- t = Periode

2.7. Double Exponential Smoothing (DES)

Metode DES merupakan pendekatan linier yang mencakup proses pemulusan ganda [13]. Prinsip pemulusan eksponensial tunggal atau ganda adalah jika data mengandung elemen trend, maka nilai yang dihaluskan akan lebih diutamakan daripada data sebenarnya. Agar mencapai pemulusan yang lebih baik, dapat ditambahkan nilai pemulusan ganda untuk menyesuaikan trend [14]. *Exponential smoothing* (ETS) adalah metode deret waktu yang menggunakan bobot dari data historis untuk melakukan prediksi. Bobot ini bervariasi berdasarkan informasi sebelumnya. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah parameter α yang nilainya antara 0 dan 1 [15]. Penggunaan metode DES memiliki keunggulan dapat memanfaatkan sejumlah data yang relatif kecil, menggunakan jumlah parameter yang lebih sedikit dan memudahkan pengelolaan data saat melakukan peramalan [4]. Teknik peramalan menggunakan DES, secara matematis dapat diekspresikan dalam 5 langkah pada persamaan 6 sampai dengan persamaan 10 [15]:

a. Menghitung *Exponential Smoothing*

$$S'_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (6)$$

b. Menghitung *Double Exponential Smoothing*

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (7)$$

c. Menghitung nilai konstan

$$\alpha t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (8)$$

d. Menghitung koefisien trend

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t) \quad (9)$$

e. Menghitung peramalan untuk periode mendatang

$$f_{t+p} = a_t + b_t p \quad (10)$$

Keterangan:

 S'_t = *Exponential Smoothing* periode t S''_t = *Double Exponential Smoothing* periode t Y_t = Nilai aktual pada periode t αt = Konstan b_t = Koefisien trend f_{t+p} = Peramalan α = Parameter alpha p = Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

Keterangan:

 Y_t = nilai aktual pada periode t F_t = nilai ramalan pada periode t n = banyaknya periode waktu**2.9. Mean Squared Error (MSE)**

Mean Squared Error (MSE) merupakan salah satu ukuran yang digunakan dalam analisis statistik dan peramalan untuk menilai sejauh mana peramalan atau model statistik mengalami deviasi dari nilai aktual [17]. Semakin rendah nilai MSE, semakin baik model atau prediksi statistik tersebut dalam mengestimasi nilai sebenarnya. Dalam mengevaluasi nilai kesalahan dengan MSE, dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 12.

$$MSE = \frac{\sum^n (Y_t - F_t)^2}{n} \quad (12)$$

Keterangan:

 Y_t = nilai aktual pada periode t F_t = nilai ramalan pada periode t n = banyaknya periode waktu**2.10. Python**

Python adalah suatu bahasa pemrograman interpretatif yang dikenal dengan beragam fungsinya dan dirancang dengan fokus pada kejelasan serta kemudahan pemahaman kode. *Python* dirancang secara khusus untuk mempermudah para programmer dalam membuat program dengan efisiensi waktu, kemudahan pengembangan, dan kompatibilitas yang baik dengan sistem [18]. *Python* menyediakan sejumlah pustaka dan alat bantu yang efektif untuk melakukan analisis data, termasuk *pandas*, *numpy*, dan *matplotlib* [19]. Pada penelitian ini, digunakan *matplotlib* dari bahasa pemrograman *python* untuk menciptakan representasi visual dari data dalam bentuk grafik, bertujuan agar informasi menjadi lebih jelas dan dapat dipahami dengan lebih baik.

3. METODE PENELITIAN

Gambaran metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini secara umum dijelaskan dengan alur pada Gambar 2.

2.8. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk mengevaluasi prediksi MAPE adalah perhitungan yang digunakan untuk mengukur nilai kesalahan absolut dalam data yang diprediksi dibandingkan dengan data aktual [14]. Semakin kecil nilai MAPE, semakin mendekati nilai sebenarnya, menunjukkan bahwa metode yang digunakan semakin akurat dalam melakukan estimasi [16]. Oleh karena itu, metode tersebut dapat dianggap sebagai pilihan terbaik. Secara matematis MAPE dinyatakan sebagai persamaan 11.

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \quad (11)$$



Gambar 2. Alur Proses Penelitian

3.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini yang terdiri dari penentuan topik penelitian dan mengapa penelitian perlu dilakukan. Tahap ini dilakukan dengan cara membaca berbagai studi literatur dan melihat data terkait produksi daging ternak sapi Kalimantan Timur (Kaltim). Berdasarkan dari data tahunan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim dari tahun 2014 hingga 2023 menunjukkan rendahnya peringkat produksi daging ternak sapi Kaltim di Indonesia dan terjadinya trend penurunan produksi setiap tahun. Maka perlu adanya peramalan terkait produksi daging sapi di Kaltim pada tahun-tahun mendatang sehingga pemangku kepentingan dapat mengambil kebijakan yang tepat terkait produksi daging sapi di Kaltim.

3.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah bagaimana hasil dan akurasi peramalan produksi daging ternak sapi di Kalimantan Timur untuk lima tahun ke depan dengan penerapan metode *Double Moving Average* (DMA) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam mendukung pengambilan keputusan terkait produksi daging ternak sapi di Kaltim.

3.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa data tahunan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim selama 10 tahun, dari tahun 2014 hingga tahun 2023 yang diambil langsung dari website BPS Provinsi Kaltim: kaltim.bps.go.id.

3.4. Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis data, Pada tahap ini dilakukan peramalan data nilai produksi daging ternak sapi lima tahun kedepan dengan data tahunan produksi daging ternak sapi Kaltim dari tahun 2014 hingga 2023 menggunakan metode DMA dengan beberapa ordo yang diuji, dan DES dengan beberapa nilai α yang diuji.

3.5. Pengujian Akurasi

Uji akurasi peramalan pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode MAPE dan MSE. Uji akurasi dilakukan agar mengetahui seberapa besar tingkat akurasi metode peramalan untuk meramalkan data.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tahunan nilai produksi daging ternak sapi Kalimantan Timur (Kaltim) selama 10 tahun terakhir yaitu tahun 2014 hingga tahun 2023 yang diambil dari website BPS Kaltim. Pada Tabel 1, terdapat data yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Produksi Daging Ternak Sapi Kaltim Tahun 2014 - 2023

Tahun	Produksi
2014	8.812
2015	9.129
2016	8.130
2017	8.016
2018	7.944
2019	8.125
2020	8.350
2021	7.317
2022	7.836
2023	7.876

4.2. Analisis Data

Dalam Peramalan produksi daging ternak sapi Kaltim untuk lima tahun kedepan

menggunakan metode DMA ordo yang dapat digunakan pada penelitian ini adalah 2, 3, 4, dan 5 dilakukan melalui tahapan yang sama. Tahapan yang dijelaskan adalah tahapan peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim untuk lima tahun kedepan menggunakan metode DMA dengan ordo 2. Berikut adalah tahapan peramalannya:

1. Menghitung *Moving Average* pertama menggunakan persamaan (1).

$$M'_t = \frac{8.812 + 9.129}{2}$$

$$M'_t = 8.970,50$$

Hasil perhitungan *Moving Average* Pertama (M'_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan ordo 2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Nilai M'_t dengan ordo 2

Tahun	Y_t	M'_t
2014	8.812	
2015	9.129	8.970,50
2016	8.130	8.629,50
2017	8.016	8.073,00
2018	7.944	7.980,00
2019	8.125	8.034,50
2020	8.350	8.237,50
2021	7.317	7.833,50
2022	7.836	7.576,50
2023	7.876	7.856,00

2. Menghitung *Double Moving Average* (M''_t) dari M'_t dengan persamaan (2).

$$M''_t = \frac{8.970,50 + 8.629,50}{2}$$

$$M''_t = 8.800,00$$

Hasil perhitungan *Double Moving Average* (M''_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan ordo 2 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai M''_t dengan ordo 2

Tahun	M'_t	M''_t
2014		
2015	8.970,50	
2016	8.629,50	8.800,00
2017	8.073,00	8.351,25
2018	7.980,00	8.026,50
2019	8.034,50	8.007,25

Tahun	M'_t	M''_t
2020	8.237,50	8.136,00
2021	7.833,50	8.035,50
2022	7.576,50	7.705,00
2023	7.856,00	7.716,25

3. Menghitung Komponen α_t dengan persamaan (3).

$$\alpha_t = 2 \cdot (8.629,50 - 8.800,00)$$

$$\alpha_t = 8.459,00$$

Hasil perhitungan komponen α_t dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan ordo 2 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Nilai α_t dengan ordo 2

Tahun	M'_t	M''_t	α_t
2014			
2015	8.970,50		
2016	8.629,50	8.800,00	8.459,00
2017	8.073,00	8.351,25	7.794,75
2018	7.980,00	8.026,50	7.933,50
2019	8.034,50	8.007,25	8.061,75
2020	8.237,50	8.136,00	8.339,00
2021	7.833,50	8.035,50	7.631,50
2022	7.576,50	7.705,00	7.448,0
2023	7.856,00	7.716,25	7.995,7

4. Menghitung Komponen b_t dengan persamaan (4).

$$b_t = \frac{2}{2-1} (8.629,50 - 8.800,00)$$

$$b_t = -341,00$$

Hasil perhitungan komponen (b_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan ordo 2 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Nilai b_t dengan ordo 2

Tahun	M'_t	M''_t	α_t	b_t
2014				
2015	8.970,50			
2016	8.629,50	8.800,00	8.459,00	-341,00
2017	8.073,00	8.351,25	7.794,75	-556,50
2018	7.980,00	8.026,50	7.933,50	-93,00
2019	8.034,50	8.007,25	8.061,75	54,50
2020	8.237,50	8.136,00	8.339,00	203,00
2021	7.833,50	8.035,50	7.631,50	-404,00
2022	7.576,50	7.705,00	7.448,00	-257,00
2023	7.856,00	7.716,25	7.995,75	279,50

5. Menghitung Peramalan untuk periode mendatang setelah t dengan persamaan (5).

$$f_{m+t} = 8.459,00 + (-341,00)$$

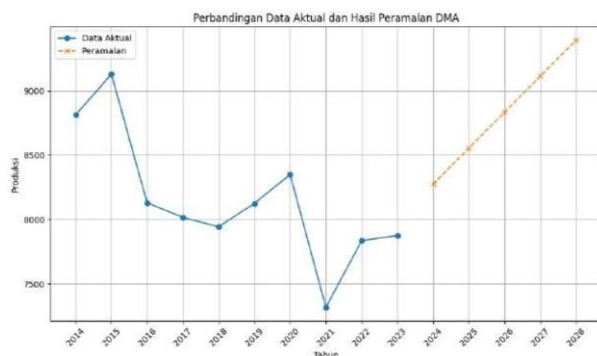
$$f_{m+t} = 8.118,00$$

Hasil perhitungan peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan menggunakan metode DMA dengan ordo 2 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Peramalan Produksi Daging Ternak Sapi Kaltim Ordo 2

Tahun	M'_t	M''_t	α_t	b_t	f_{m+t}
2014					
2015	8.970,50				
2016	8.629,50	8.800,00	8.459,00	-341,00	
2017	8.073,00	8.351,25	7.794,75	-556,50	8.118,00
2018	7.980,00	8.026,50	7.933,50	-93,00	7.238,25
2019	8.034,50	8.007,25	8.061,75	54,50	7.840,50
2020	8.237,50	8.136,00	8.339,00	203,00	8.116,25
2021	7.833,50	8.035,50	7.631,50	-404,00	8.542,00
2022	7.576,50	7.705,00	7.448,00	-257,00	7.227,50
2023	7.856,00	7.716,25	7.995,75	279,50	7.191,00
2024					8.275,25
2025					8.554,75
2026					8.834,25
2027					9.113,75
2028					9.393,25

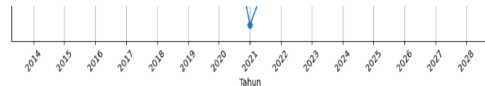
Pada Gambar 3, terdapat grafik data nilai produksi daging ternak sapi Kaltim tahun 2014 hingga 2023 (Y_t) dan hasil peramalan nilai produksi daging ternak Kaltim lima tahun kedepan (f_{m+t}) menggunakan metode DMA dengan ordo 2. Hasil peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim lima tahun kedepan menggunakan metode DMA dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 3. Grafik Peramalan Kaltim (DMA Ordo 2)

Tabel 7. Hasil Peramalan DMA

Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan DMA						
Ordo	Manual	Tahun				
	Python	2024	2025	2026	2027	2028
2	Manual	8275,25	8554,75	8834,25	9113,75	9393,25
2	Python	8275,25	8554,75	8834,25	9113,75	9393,25
3	Manual	7401,43	7263,98	7126,53	6989,08	6851,63
3	Python	7401,43	7263,98	7126,53	6989,08	6851,63
4	Manual	7671,62	7602,37	7533,12	7463,87	7394,62
4	Python	7671,63	7602,38	7533,13	7463,88	7394,63
5	Manual	7707,78	7643,44	7579,10	7514,76	7450,42
5	Python	7707,78	7643,44	7579,10	7514,76	7450,42



Berdasarkan Tabel 7, peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim lima tahun dengan metode DMA dapat disimpulkan bahwa nilai peramalan terkecil diperoleh dari metode DMA dengan ordo 3 yaitu 7401,43, 7263,98, 7126,53, 6989,08, 6851,63 ton. Hasil peramalan terbesar diperoleh dari metode DMA dengan ordo 2 yaitu 8.275,25, 8.554,75, 8.834,25, 9.113,75, 9.393,25 ton. Dalam Peramalan produksi daging ternak sapi di Kaltim untuk lima tahun kedepan menggunakan metode DES nilai α yang digunakan adalah 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, dan 0,9 dilakukan melalui tahapan yang sama. Dalam penelitian ini, tahapan yang dijelaskan adalah tahapan peramalan nilai produksi daging ternak sapi di Kaltim untuk lima tahun kedepan menggunakan metode DES dengan α 0,1. Berikut adalah tahapan peramalannya:

1. Menghitung *Exponential Smoothing* pertama menggunakan persamaan (6).

$$S'_t = 0,1 \cdot 9.129 + (1-0,1) \cdot 8.812$$

$$S'_t = 8.843,70$$

Hasil perhitungan *Exponential Smoothing* (S'_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan α 0,1 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Nilai S'_t dengan α 0,1

Tahun	Y_t	S'_t
2014	8.812	8.812
2015	9.129	8.843,70
2016	8.130	8.772,33
2017	8.016	8.696,70
2018	7.944	8.621,43
2019	8.125	8.571,79

Tahun	Y_t	S'_t
2020	8.350	8.549,61
2021	7.317	8.426,35
2022	7.836	8.367,32
2023	7.876	8.318,19

2. Menghitung *Double Exponential Smoothing* menggunakan persamaan (7).

$$S'_t = 0,1 \cdot 8.843,70 + (1-0,1) \cdot 8.812$$

$$S'_t = 8.815,17$$

Hasil perhitungan DES (S''_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan *alpha* 0,1 disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Nilai S''_t dengan *Alpha* 0,1

Tahun	S'_t	S''_t
2014	8.812	8.812
2015	8.843,70	8.815,17
2016	8.772,33	8.810,89
2017	8.696,70	8.799,47
2018	8.621,43	8.781,67
2019	8.571,79	8.760,68
2020	8.549,61	8.739,57
2021	8.426,35	8.708,25
2022	8.367,32	8.674,16
2023	8.318,19	8.638,56

3. Menghitung *Double Exponential Smoothing* menggunakan persamaan (8).

$$\alpha_t = 2 \cdot 8.843,70 - 8.815,17$$

$$\alpha_t = 8872,23$$

Hasil perhitungan konstan (α_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan *alpha* 0,1 disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Nilai α_t dengan *Alpha* 0,1

Tahun	S'_t	S''_t	α_t
2014	8.812	8.812	-
2015	8.843,70	8.815,17	8.872,23
2016	8.772,33	8.810,89	8.733,77
2017	8.696,70	8.799,47	8.593,93
2018	8.621,43	8.781,67	8.461,19
2019	8.571,79	8.760,68	8.382,90
2020	8.549,61	8.739,57	8.359,65
2021	8.426,35	8.708,25	8.144,45
2022	8.367,32	8.674,16	8.060,48
2023	8.318,19	8.638,56	7.997,82

4. Menghitung Koefisien Trend menggunakan persamaan (9).

$$b_t = \frac{0,2}{1-0,2} (8.843,70 - 8.815,17)$$

$$b_t = 3,17$$

Hasil perhitungan koefisien trend (b_t) dalam meramalkan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan dengan *alpha* 0,1 disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Nilai b_t dengan *Alpha* 0,1

Tahun	S'_t	S''_t	α_t	b_t
2014	8.812	8.812	-	-
2015	8.843,70	8.815,17	8.872,23	3,17
2016	8.772,33	8.810,89	8.733,77	-4,28
2017	8.696,70	8.799,47	8.593,93	-11,42
2018	8.621,43	8.781,67	8.461,19	-17,80
2019	8.571,79	8.760,68	8.382,90	-20,99
2020	8.549,61	8.739,57	8.359,65	-21,11
2021	8.426,35	8.708,25	8.144,45	-31,32
2022	8.367,32	8.674,16	8.060,48	-34,09
2023	8.318,19	8.638,56	7.997,82	-35,60

5. Menghitung Peramalan setelah periode t menggunakan persamaan (10).

$$f_{t+p} = 8.872,23 + 3,17$$

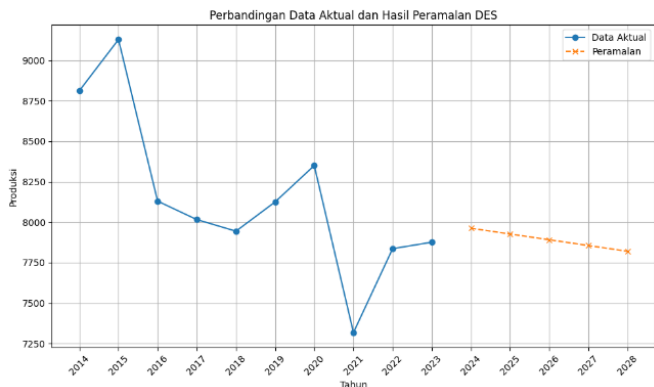
$$f_{t+p} = 8.875,40$$

Hasil perhitungan peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim, lima tahun kedepan menggunakan metode DES dengan *alpha* 0,1 disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Peramalan Produksi Daging Ternak Sapi Kaltim *Alpha* 0,1

Tahun	S'_t	S''_t	α_t	b_t	f_{t+p}
2014	8.812	8.812	-	-	-
2015	8.843,70	8.815,17	8.872,23	3,17	-
2016	8.772,33	8.810,89	8.733,77	-4,28	8.875,40
2017	8.696,70	8.799,47	8.593,93	-11,42	8.729,49
2018	8.621,43	8.781,67	8.461,19	-17,80	8.582,51
2019	8.571,79	8.760,68	8.382,90	-20,99	8.443,39
2020	8.549,61	8.739,57	8.359,65	-21,11	8.361,91
2021	8.426,35	8.708,25	8.144,45	-31,32	8.338,54
2022	8.367,32	8.674,16	8.060,48	-34,09	8.113,13
2023	8.318,19	8.638,56	7.997,82	-35,60	8.026,39
2024					7.962,22
2025					7.926,62
2026					7.891,02
2027					7.855,42
2028					9.393,25

Pada Gambar 4, terdapat grafik data nilai produksi daging ternak sapi Kaltim tahun 2014 hingga 2023 (Y_t) dan hasil peramalan nilai produksi daging ternak Kaltim lima tahun kedepan (f_{m+t}) menggunakan metode DES dengan α 0,1. Hasil peramalan nilai produksi daging ternak sapi Kaltim lima tahun kedepan menggunakan metode DES dapat dilihat pada Tabel 13.



Gambar 4. Grafik Peramalan Kaltim (DES Alpha 0,1)

Tabel 13. Hasil Peramalan DES

Alpha	Manual	Tahun				
	Python	2024	2025	2026	2027	2028
0,1	Manual	7962,22	7926,62	7891,02	7855,42	7819,82
0,1	Python	7962,22	7926,62	7891,02	7855,42	7819,82
0,2	Manual	7691,16	7617,97	7544,78	7471,59	7398,40
0,2	Python	7691,16	7617,97	7544,78	7471,59	7398,40
0,3	Manual	7660,40	7580,65	7500,90	7421,15	7341,40
0,3	Python	7660,38	7580,63	7500,88	7421,13	7341,38
0,4	Manual	7710,07	7648,02	7585,97	7523,92	7461,87
0,4	Python	7710,07	7648,02	7585,97	7523,92	7461,87
0,5	Manual	7778,98	7747,99	7717,00	7686,01	7655,02
0,5	Python	7779,00	7748,02	7717,04	7686,06	7655,08
0,6	Manual	7849,24	7856,88	7864,52	7872,16	7879,80
0,6	Python	7849,24	7856,88	7864,52	7872,16	7879,80
0,7	Manual	7913,68	7963,12	8012,56	8062,00	8111,44
0,7	Python	7913,68	7963,12	8012,56	8062,00	8111,44
0,8	Manual	7960,69	8045,17	8129,65	8214,13	8298,61
0,8	Python	7960,69	8045,17	8129,65	8214,13	8298,61
0,9	Manual	7970,22	8062,38	8154,54	8246,70	8338,86
0,9	Python	7970,22	8062,38	8154,54	8246,70	8338,86

4.3. Uji Akurasi

Pengujian akurasi menggunakan metode MAPE dan MSE disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Akurasi dengan Metode MAPE Dan MSE

Ordo/Alpha	MAPE	MSE
Ordo 2	6,21%	426312,66
Ordo 3	4,43%	298198,88
Ordo 4	1,44%	202400,87
Ordo 5	0,45%	81704,51

Ordo/Alpha	MAPE	MSE
Alpha 0,1	6,20%	339607,53
Alpha 0,2	5,10%	246297,29
Alpha 0,3	5,55%	250034,35
Alpha 0,4	5,74%	280233,66
Alpha 0,5	6,07%	323770,59
Alpha 0,6	6,31%	379849,82
Alpha 0,7	6,89%	451264,22
Alpha 0,8	7,37%	544469,28
Alpha 0,9	8,31%	671255,22

Berdasarkan hasil uji akurasi peramalan dapat disimpulkan bahwa nilai MAPE minimal dari metode DMA adalah menggunakan ordo 5 dimana nilai MAPE nya sebesar 0,45%, sedangkan MAPE minimal dari metode DES adalah menggunakan alpha 0,2 dimana nilai MAPE nya sebesar 5,10%. Nilai MSE minimal dari metode DMA adalah menggunakan ordo 5 dimana nilai MSE nya sebesar 81704,51 sedangkan MSE minimal dari metode DES adalah menggunakan alpha 0,2 dimana nilai MSE nya sebesar 246297,29.

5. KESIMPULAN

Implementasi metode Double Moving Average (DMA) dan Double Exponential Smoothing (DES) pada peramalan produksi daging ternak sapi di Kalimantan Timur untuk lima tahun ke depan berhasil dilakukan dengan baik. Peramalan menggunakan metode DMA menghasilkan nilai error yang minimal pada ordo 5, dengan estimasi produksi sebesar 7707,78 ton pada tahun 2024, 7643,44 ton pada tahun 2025, 7579,10 ton pada tahun 2026, 7514,76 ton pada tahun 2027, dan 7450,42 ton pada tahun 2028, dengan nilai MAPE sebesar 0,45% dan MSE sebesar 81704,51. Sementara itu, peramalan menggunakan metode DES dengan parameter alpha 0,2 memberikan hasil estimasi produksi sebesar 7691,16 ton pada tahun 2024, 7617,97 ton pada tahun 2025, 7544,78 ton pada tahun 2026, 7471,59 ton pada tahun 2027, dan 7398,40 ton pada tahun 2028, dengan nilai MAPE sebesar 5,10% dan MSE sebesar 246297,29. Kedua metode ini menunjukkan hasil yang dapat diandalkan,

meskipun DMA memberikan hasil yang lebih akurat dengan nilai error yang lebih rendah dibandingkan DES.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, I. (2021). Produksi: Telaah Pemikiran Muhammad Abdul Mannan Dalam Ekonomi Islam (Studi Kasus Produksi Garam Rakyat Madura). *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 7(1), 230–234.
- [2] Ditjen PKH. (2023). *Buku Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2023 (Vol. 2)*.
- [3] Syifa, M. K., & Kusumawardani, D. M. (2023). Implementasi Metode Time Series Dalam Forecasting Penggunaan Satuselat. *Jurnal Pengembangan Sistem Informasi Dan Informatika*, 4(4), 14–25.
- [4] Ramayani, S., Rizaldi, & Iqbal, M. (2022). Forecasting Of Fertilizer Inventory In Ud. Menara Tani With Weighted Moving Average (WMA) And Double Exponential Smoothing (DES) Method. *Jurnal Teknik Informatika*, 3(3), 487–494.
- [5] Mahfuz, M. (2020). Produksi dalam Islam. *El-Arbah: Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Perbankan Syariah*, 4(01), 17–38.
- [6] Soeltanong, M. B., & Sasongko, C. (2021). Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan Pada Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Riset Akuntansi & Perpajakan (JRAP)*, 8(01), 14–27.
- [7] Agustrihah, Y., Sukarsono, A., & Sukarni, S. (2020). Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Dengan Metode Material Requirement Planning (MRP) Pada Proses Produksi Jas Almamater Di Home Industry Kun Tailor Tulungagung. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 53–60.
- [8] Suara, A., Sanjaya, A., & Pamungkas, D. P. (2022). Implementasi Metode Double Moving Average Untuk Prediksi Produksi Sabun. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 224–229.
- [9] Indrawan, S., Suarlin, J., & Sirlyana, S. (2022). Penerapan Peramalan Produksi Produk Semen Di PT XYZ Guna Memenuhi Permintaan Konsumen. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 17(1), 91–97.
- [10] Isnaini, F. D., Via, Y. V., & Mandyartha, E. P. (2024). Penerapan Holt-Winters Untuk Peramalan Harga Beras Di Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan Time Series. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3), 2706–2716.
- [11] Putri, G. A. (2023). Forecasting Jumlah Penerima Program Sembako Di Kota Langsa Menggunakan Metode Single Moving Average. *JURNAL GAMMA-PI*, 5(2), 18–27.
- [12] Astuti, D. C. I., Khairina, D. M., & Maharani, S. (2023). Peramalan Nilai Ekspor Nonmigas Kalimantan Timur dengan Metode Double Moving Average (DMA). *Adopsi Teknologi Dan Sistem Informasi (ATASI)*, 2(1), 20–34.
- [13] Arifin, Z., Herliani, J., & Hamdani. (2019). Peramalan Pengangguran Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Di Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 24–29.
- [14] Putri, M. A. A., Pudjiantoro, T. H., & Hadiana, A. I. (2023). Prediction Of Raw Material Purchases Using The Weight Moving Average And Double Exponential Smoothing Methods At CV. Sukses Jaya Putra. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 908–915.
- [15] Habel Wiyono Pranataningtyas, M., Agus Pranoto, Y., & Rudhistiar, D. (2024). Vehicle Volume Forecasting System On Toll Roads Using Double Moving Average And Double Exponential Smoothing Methods. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(1), 13–19.
- [16] Rahmawati, A., Desviona, N., & Sari, T. P. (2022). Estimation Of The Open Unemployment Rate On Province Jambi Using The Double Exponential Smoothing. *NUCLEUS*, 3(1), 10–19.
- [17] Ngabidin, Z., Sanwidi, A., & Arini, E. R. (2023). Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Untuk Meramalkan Jumlah Penduduk Miskin. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 328–338.
- [18] Fakhri, A., & Winursito, Y. C. (2024). Analisis Penumpang Kapal Titanic Menggunakan Titanic Dataset Dengan Bantuan Pemrograman Python. *Jurnal Sains Student Research*, 2(1), 537–542.
- [19] Kairos Abinaya Susanto, Darrien Rafael Wijaya, Matthew Owen, Tertius Raya Prasetya, George Maximillian Theodore, Jevant Russell, & Rahmi Yulia Ningsih. (2023). Implementasi Bahasa Python Dalam Menganalisis Pengaruh Rokok Terhadap Risiko Pasien Terkena Penyakit Stroke. *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, 2(2), 48–58.