

Perbandingan Peramalan Rata-Rata Bergerak Tertimbang dan Penghalusan Eksponensial Tunggal pada Produksi Telur Itik Manila

Comparison of Weighted Moving Average and Single Exponential Smoothing Forecasting on Manila Duck Eggs Production

Gusman Simon

Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 17 Januari 2026

Direvisi, 11 Februari 2026

Disetujui, 15 Maret 2026

Kata Kunci:

Peramalan

Rata-Rata Bergerak Tertimbang

Penghalusan Eksponensial

Tunggal

Telur Itik Manila

MAPE

ABSTRAK

Sebagai salah satu unggas air, itik manila merupakan pilihan ternak potensial dan sumber pasokan protein hewani bagi masyarakat. Peningkatan populasinya masih dinilai rendah, dan kemampuan produksi telurnya hanya berperan sebagai penunjang pasokan pangan. Peningkatan populasi dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya gizi mendorong tingkat kebutuhan konsumsi protein hewani. Pertumbuhan konsumsi telur itik dikategorikan paling tinggi selama tahun 2014 – 2018. Pada tahun 2021 dan 2022 jumlah produksi dan konsumsi telur itik manila mengalami peningkatan per kapita per pekan. Namun pada tahun 2024 tingkat produksi telur itik manila mengalami penurunan. Salah satu upaya mengantisipasi risiko penurunan tingkat produksi telur itik manila ialah melalui analisis prediksi. Berdasarkan karakteristik pola data yang diperoleh dari BPS, dipilih metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal. Nilai MAPE pada metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang 2 periode terakhir sebesar 6,742%, 3 periode terakhir sebesar 6,444%, dan 4 periode terakhir sebesar 6,814%. Nilai MAPE pada metode penghalusan eksponensial tunggal sebesar 6,466%. Nilai MAPE terendah didapatkan dari metode rata-rata bergerak tertimbang 3 periode. Untuk memperoleh nilai minimal MAPE, digunakan aplikasi tambahan Solver yang tersedia pada MS. Excel dalam menentukan nilai bobot setiap periode pada metode rata-rata bergerak tertimbang, serta nilai koefisien penghalusan pada metode penghalusan eksponensial tunggal.

ABSTRACT

As a waterfowl, the Manila duck is a potential livestock option and a source of animal protein for the community. Its population growth is still considered low, and its egg production capacity only serves to support the food supply. Population growth and public awareness of the importance of nutrition drive the demand for animal protein consumption. The highest growth in duck egg consumption was observed between 2014 and 2018. In 2021 and 2022, the production and consumption of Manila duck eggs increased per capita every week. However, in 2024, the production rate of Manila duck eggs decreased. One way to anticipate the risk of declining Manila duck egg production is through predictive analysis. Based on the data patterns obtained from the Central Statistics Agency, the weighted moving average (WMA) forecasting method and single exponential smoothing (SES) were selected. The MAPE value of the WMA method for the last two periods 6.742%, last three periods 6.444%, and last four periods 6.814%. The MAPE value of the SES method is 6.466%. The lowest MAPE value is from the 3-period WMA method. To minimize the MAPE value, the Solver add-in application attached in MS Excel is used to determine the weight value of each period in the WMA method, as well as the smoothing coefficient value of the SES method.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Gusman Simon,

Program Studi Teknik Industri,

Universitas Pelita Bangsa,

Email: gusman.s@pelitabangsa.ac.id

1. PENDAHULUAN

Itik manila dikenal sebagai Mentok di daerah Jawa dan dikenal sebagai Entok di daerah Sunda [1]. Sebagai salah satu unggas air, itik manila lebih banyak berada di daratan. Itik manila merupakan salah satu pilihan ternak untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat [2]. Itik manila dikenal sebagai penghasil telur yang sangat baik. Salah satu karakteristiknya adalah dapat melakukan pengeraman telur dalam jumlah yang banyak karena lebar tubuhnya. Namun peningkatan populasi itik manila dan produksi telurnya masih dinilai rendah [3] [4], hal ini menimbulkan kurangnya ketersediaan anakan itik manila [4]. Kemampuan produksi itik manila dalam menghasilkan telur juga dinilai rendah yang hanya berperan sebagai penunjang pasokan pangan [5]. Proses budi daya itik manila masih dikategorikan tradisional yang kurang memperhatikan faktor pembibitan, penyediaan pakan dan pengendalian penyakit, sehingga perannya sebagai salah satu sumber pasokan protein hewani masih belum dapat diutamakan [6].

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap manfaat gizi dan penambahan populasi penduduk mendorong peningkatan kebutuhan konsumsi protein hewani [7]. Selama tahun 2014 – 2018, sebagai sumber pangan hewani di Indonesia tingkat konsumsi telur itik dikategorikan paling rendah, namun tingkat pertumbuhan konsumsinya dikategorikan paling tinggi [8]. Pada tahun 2021 dan 2022 jumlah produksi telur itik manila mengalami peningkatan yang diikuti dengan peningkatan rata-rata konsumsi telur itik manila per kapita per pekan [9]. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia selama kurun waktu 12 tahun terakhir didapatkan data tingkat produksi telur itik manila mengalami fluktuasi yang naik turun, serta tidak memiliki unsur tren dan musiman yang dominan. Tingkat produksi tertinggi di Indonesia berlangsung pada tahun 2023 sebesar 358220,2 ton, sedangkan tingkat produksi terendah berlangsung pada tahun berikutnya yakni 2024 sebesar 269310,98 ton.

Diperlukan upaya strategis dalam mengantisipasi risiko penurunan tingkat produksi itik manila agar keberlangsungan pasokan sumber protein hewani dapat terus terpelihara. Salah satu upaya tersebut melalui prediksi tingkat produksi dengan menggunakan fasilitas komputer [7]. Upaya prediksi tersebut dapat digunakan oleh produsen itik manila untuk melakukan tindakan pencegahan penurunan tingkat produksi [1]. Salah satu fasilitas komputer yang digunakan untuk melakukan prediksi tingkat produksi itik manila ialah perangkat lunak POM-QM *for Windows 5*.

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan perangkat lunak POM-QM ialah pada peramalan produktivitas komoditas jagung di Indonesia yang menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang dengan nilai MAPE 6,517% dan metode penghalusan eksponensial tunggal dengan nilai MAPE 6,356% [10]. Kemudian peramalan jumlah produksi garam rakyat di Indonesia yang menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang dengan nilai MAPE 3% dan metode penghalusan eksponensial tunggal dengan nilai MAPE 3% [11]. Berikutnya peramalan jumlah produksi telur di Provinsi Lampung yang menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang dengan nilai MAPE 23,251% dan metode penghalusan eksponensial tunggal dengan nilai MAPE 23,859% [12], serta beberapa penelitian lainnya [13] [14] [15] [16] [17].

Pemilihan metode peramalan akan disesuaikan dengan tinjauan terhadap pola data aktual [10] [18]. Kesalahan ramalan dapat diminimalkan dengan menganalisis pola data yang tersedia [14]. Sehingga identifikasi pola data menjadi penting dalam pemanfaatan data deret waktu [10]. Penggunaan metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang berdasarkan pola data dari deret waktu yang berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata dan tidak memiliki unsur musiman yang kuat [17] [19]. Penggunaan metode peramalan penghalusan eksponensial tunggal berdasarkan pola data deret waktu yang tidak stabil, sesuai dengan pola horizontal dan fluktuatif (tidak teratur) [20], menggunakan data dengan asumsi adanya fluktuasi di sekitar nilai rata-rata, tanpa unsur tren naik atau turun yang konsisten [21], juga terdapat asumsi data yang digunakan berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata tanpa unsur musiman yang kuat [19]. Berdasarkan latar belakang ini, dilakukan penelitian untuk mendapatkan hasil ramalan produksi telur itik manila di Indonesia dengan menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal yang memanfaatkan aplikasi perangkat lunak POM-QM *for Windows 5*.

Pada metode rata-rata bergerak tertimbang, setiap periode data aktual pada masa lalu diberikan bobot yang berbeda dan ditentukan secara subjektif berdasarkan pengalaman dan analisa peneliti. Analisis data dapat memberikan faktor yang terbesar pada periode akhir atau sebaliknya [10] [22]. Namun terdapat kesulitan dalam menentukan nilai bobot pada masing-masing periode data secara optimal [22]. Pada metode penghalusan eksponensial tunggal, kalkulasi peramalan membutuhkan koefisien penghalusan yang diperkirakan dapat menghasilkan tingkat akurasi yang paling tinggi. Namun belum ada kesepakatan para ahli tentang panduan baku menentukan besaran koefisien penghalusan tersebut [23]. Solver merupakan salah satu aplikasi tambahan pada MS. Excel yang menerapkan metode iteratif untuk mengoptimalkan parameter numerik sesuai dengan kondisi yang ditentukan. Nilai tertentu pada suatu sel target akan dihubungkan secara fungsional dari sel lainnya yang bersifat evolusioner. Nilai setiap sel variabel akan berubah berdasarkan algoritma tertentu sehingga muncul perubahan pada nilai sel target. Proses ini akan terus berulang hingga didapatkan nilai tertentu (misalnya minimal atau maksimal) yang ditetapkan pada sel target [24]. Pada penelitian ini akan menentukan bobot pada setiap periode data aktual untuk metode rata-rata bergerak tertimbang dan menentukan koefisien penghalusan untuk metode penghalusan eksponensial tunggal, dengan menggunakan aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel untuk mencari nilai MAPE yang paling rendah.

2. METODE PENELITIAN

Himpunan data yang digunakan adalah data sekunder tentang produksi telur itik manila di Indonesia yang didapatkan dari sumber resmi Badan Pusat Statistik Indonesia. Himpunan data latihan yang digunakan dalam proses peramalan yakni dari tahun 2013 sampai dengan 2024. Sedangkan data pengujian yang digunakan sebagai pembandingan untuk mengukur akurasi peramalan

berdasarkan pemilihan metode peramalan dan rentang periodenya, misalnya tahun 2015 sampai dengan 2024 untuk metode rata-rata bergerak tertimbang 2 periode, tahun 2016 sampai dengan 2024 untuk metode rata-rata bergerak tertimbang 3 periode, tahun 2017 sampai dengan 2024 untuk metode rata-rata bergerak tertimbang 4 periode, dan tahun 2014 sampai dengan 2024 untuk metode penghalusan eksponensial tunggal.

Langkah awal pengolahan data berupa pemeriksaan terhadap keberadaan data pencilan yang menunjukkan perbedaan nilai yang sangat ekstrim dibandingkan dengan data lainnya. Deteksi ini untuk mengetahui anomali dalam sebuah data penelitian [25]. Kemudian analisis peramalan dilakukan dengan menggunakan metode yang sesuai dengan pola data. Pada metode rata-rata bergerak tertimbang, penentuan bobot setiap periode data aktual menggunakan fasilitas aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel. Hal ini juga dilakukan untuk menentukan koefisien penghalusan pada metode penghalusan eksponensial tunggal. Hasil peramalan akan diuji tingkat akurasi berdasarkan nilai MAD, MSE dan MAPE. Kemudian hasil peramalan dan pengukuran akurasi akan dibandingkan dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak POM-QM for Windows 5.

a) Deteksi anomali data

Salah satu pengujian untuk mendeteksi data pencilan berupa metode skor-Z. Suatu data akan dinilai sebagai pencilan jika nilai Z mutlak lebih dari 3, yang menggambarkan bahwa data pencilan tersebut berada di luar rentang $\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma$ [25]. Nilai skor-Z dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Keterangan:

Z = skor standar atau variabel terstandarisasi

x = nilai data pada suatu periode

μ = rata-rata nilai data

σ = standar deviasi suatu nilai data

b) Metode rata-rata bergerak tertimbang

Peramalan ini merupakan pengembangan dari metode rata-rata bergerak. Metode ini memberikan bobot pada setiap periode data aktual yang dikalikan dengan masing-masing data aktual tersebut. Jumlah bobot dari keseluruhan periode adalah 1 [14] [19]. Nilai prediksi pada periode berikutnya dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$P_{t+1} = \frac{\sum W_t A_t}{\sum W} = \frac{W_t A_t + W_{t-1} A_{t-1} + \dots + W_n A_n}{1} \quad (2)$$

Keterangan:

P_{t+1} = prediksi pada periode (t + 1)

W_t = bobot pada periode (t)

W_{t-1} = bobot pada periode (t-1)

W_n = bobot pada periode n yang lalu

A_t = data aktual pada periode (t)

A_{t-1} = data aktual pada periode (t-1)

A_n = data aktual pada periode n yang lalu

Dalam penentuan bobot pada setiap periode terdiri dari fungsi objektif yang mencari nilai MAPE terendah, serta kendala yang diterapkan pada nilai bobot. Fungsi objektif dalam penentuan bobot pada metode peramalan ini dirumuskan melalui persamaan dibawah ini.

$$\text{Min } f(W_t, W_{t-1}, \dots, W_n) = \frac{\sum_t |A_t - (W_{t-1} A_{t-1} + W_{t-2} A_{t-2} + \dots + W_n A_n)|}{n} \quad (3)$$

Sedangkan kendala dalam penentuan bobot pada metode peramalan ini harus memenuhi batasan berikut ini.

$$0 \leq W_t \leq 1$$

$$0 \leq W_{t-1} \leq 1$$

$$0 \leq W_n \leq 1$$

$$\sum W = W_t + W_{t-1} + \dots + W_n = 1$$

c) Metode penghalusan eksponensial tunggal

Pada peramalan ini, setiap data aktual memiliki tingkat kepentingan yang berbeda, dan koefisien penghalusan yang diberikan bersifat eksponensial Data aktual dan nilai prediksi periode ini akan dipengaruhi oleh koefisien penghalusan untuk mendapatkan nilai prediksi pada periode berikutnya [13]. Nilai koefisien penghalusan berada dalam interval 0 sampai dengan 1. Nilai koefisien penghalusan yang tinggi menunjukkan pengaruh data aktual periode ini yang kuat, dan sebaliknya [15]. Nilai prediksi pada periode berikutnya dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$P_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) P_t \quad (4)$$

Keterangan:

α = koefisien penghalusan

P_t = prediksi pada periode (t)

Dalam penentuan bobot pada setiap periode terdiri dari fungsi objektif yang mencari nilai MAPE terendah, serta kendala yang diterapkan pada nilai koefisien penghalusan. Fungsi objektif dalam penentuan bobot pada metode peramalan ini dirumuskan melalui persamaan dibawah ini.

$$\text{Min } f(\alpha) = \frac{\sum_t^n \left| \frac{A_t - P_t(\alpha)}{A_t} \right|}{n} \quad (5)$$

Sedangkan kendala dalam penentuan bobot pada metode peramalan ini harus memenuhi batasan berikut ini.

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

d) Rata-rata deviasi mutlak

Setelah mendapatkan nilai prediksi untuk periode berikutnya, kemudian dilakukan pengukuran akurasi peramalan untuk memilih hasil peramalan yang terbaik [26] [18]. Kriteria yang sering digunakan diantaranya MAD, MSE dan MAPE. Nilai MAD didapatkan melalui selisih antara data aktual dengan nilai prediksi pada periode yang sama. Selisih tersebut kemudian dimutlakan sehingga mengabaikan nilai negatif. Rata-rata selisih yang telah dimutlakan dari masing-masing periode tersebut akan membentuk nilai MAD [10]. Nilai rata-rata deviasi mutlak dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$\text{MAD} = \frac{\sum_t^n |A_t - P_t|}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

MAD = rata-rata deviasi mutlak

n = jumlah periode yang diukur kesalahan prediksinya.

e) Rata-rata kesalahan kuadrat

Nilai MSE didapatkan melalui selisih antara data aktual dengan nilai prediksi pada periode yang sama. Selisih tersebut kemudian dikuadratkan. Rata-rata selisih yang telah dikuadratkan dari masing-masing periode tersebut akan membentuk nilai MSE [18]. Nilai rata-rata kesalahan kuadrat dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$\text{MSE} = \frac{\sum_t^n (A_t - P_t)^2}{n} \quad (7)$$

Keterangan:

MSE = rata-rata kesalahan kuadrat

f) Rata-rata kesalahan persentase mutlak

MAPE sebagai ukuran kriteria yang paling penting untuk menganalisis kesalahan peramalan. Nilai MAPE didapatkan melalui selisih antara data aktual dengan nilai prediksi pada periode yang sama. Selisih tersebut dibagi dengan data aktualnya, kemudian dimutlakan. Rata-rata selisih yang telah dibagi dengan data aktualnya kemudian dimutlakan dari masing-masing periode tersebut akan membentuk nilai MAPE [20]. Nilai rata-rata kesalahan persentase mutlak dirumuskan dalam persamaan dibawah ini.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_t^n \left| \frac{A_t - P_t}{A_t} \right|}{n} \quad (8)$$

Keterangan:

MAPE = rata-rata kesalahan persentase mutlak

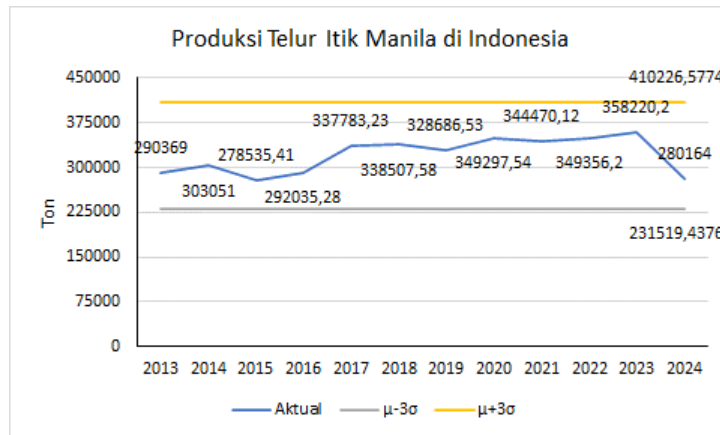
MAPE sering digunakan karena bentuk tampilannya dalam persentase sehingga memudahkan pembaca untuk memahami akurasi peramalannya. Semakin rendah nilai MAPE menunjukkan hasil peramalan yang semakin baik [21]. Ukuran kinerja MAPE ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Nilai Akurasi MAPE

Skor MAPE	Akurasi Peramalan
< 10%	Sangat baik
10% – 20%	Baik
20% - 50%	Wajar / layak
> 50%	Jelek

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik Indonesia, didapatkan pola data produksi telur itik manila selama 12 tahun terakhir ditambahkan dengan pengujian anomali data yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.

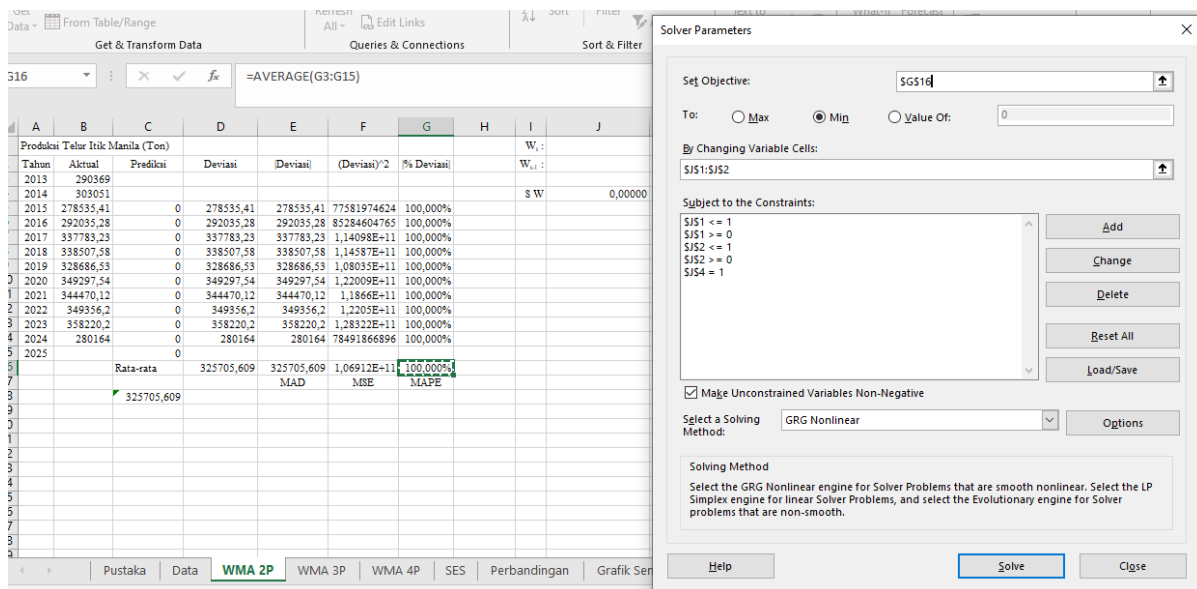


Gambar 1. Data Produksi Telur Itik Manila [27] dan Pendeteksian Pencilan

Tingkat produksi minimal terjadi pada tahun 2015 sebesar 278.535,41 ton. Tingkat produksi maksimal terjadi pada tahun 2023 sebesar 358.220,2 ton. Nilai rata-rata data sampel didapatkan sebesar 320.873,0075 ton dengan standar deviasi sampel sebesar 29.784,52332 ton. Nilai Z pada tahun 2015 = $\frac{278535,41 - 320873,0075}{29784,52332} = -1,421462988$, sedangkan nilai Z pada tahun 2023 = $\frac{358220,2 - 320873,0075}{29784,52332} = 1,253912715$. Semua nilai data aktual berada dalam interval $\mu - 3\sigma$ dan $\mu + 3\sigma$, serta nilai Z mutlak pada data data terendah dan tertinggi kurang dari 3. Dari kedua hal tersebut menunjukkan bahwa data sampel tidak ada yang dikategorikan sebagai pencilan. Pola data diatas menunjukkan tingkat produksi itik manila di Indonesia yang menunjukkan pola berfluktuasi secara konsisten dari waktu serta tidak memiliki unsur tren dan musiman yang dominan. Berdasarkan pola data tersebut dapat digunakan metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal.

3.1. Peramalan Rata-rata Bergerak Tertimbang

Untuk mendapatkan nilai prediksi periode berikutnya digunakan persamaan (2) diatas dengan memperhatikan jumlah bobot pada keseluruhan periode perhitungan adalah 1. Setelah mendapatkan nilai prediksi pada masing-masing tahun, kemudian dilakukan pengukuran akurasi peramalan dengan menggunakan persamaan (6) untuk mendapatkan nilai MAD, persamaan (7) untuk mendapatkan nilai MSE, dan persamaan (8) untuk mendapatkan nilai MAPE. Untuk memperoleh pengukuran akurasi yang terbaik dilakukan pemilihan nilai bobot pada masing-masing periode perhitungan dengan tujuan mendapatkan nilai MAPE yang paling rendah. Sebagai langkah pertama, menggunakan data 2 periode terakhir dan mencari nilai bobot menggunakan aplikasi tambahan Solver yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 2 Periode dan Pencarian Nilai Bobot Menggunakan Solver

Dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS Excel didapatkan bobot $W_t = 0,765779002589786$ dan $W_{t-1} = 0,234220997410214$. Berdasarkan persamaan (2) nilai prediksi pada tahun 2015 = $(303051 * 0,765779002589786) + (290369 * 0,234220997410214) = 300080,6093$ ton. Kalkulasi menggunakan persamaan (2) dilakukan

pengulangan hingga mendapatkan nilai prediksi tahun 2025. Deviasi mutlak pada tahun 2015 = $|278535,41 - 300080,6093| = 21545,19931$ ton. Kesalahan kuadrat pada tahun 2015 = $(278535,41 - 300080,6093)^2 = 464195613,3$ ton. Kesalahan persentase mutlak pada tahun 2015 = $\left| \frac{278535,41 - 300080,6093}{278535,41} \right| = 7,735\%$. Kalkulasi deviasi mutlak, kesalahan kuadrat dan kesalahan persentase mutlak dilakukan pengulangan hingga periode tahun 2024, sehingga didapatkan nilai rata-rata deviasi mutlak (MAD), rata-rata kesalahan kuadrat (MSE) dan rata-rata kesalahan persentase mutlak (MAPE). Hasil peramalan metode rata-rata bergerak tertimbang berdasarkan data aktual 2 periode terakhir dengan bobot $W_t = 0,765779002589786$ dan $W_{t-1} = 0,234220997410214$, ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 2 Periode

Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi) ²	% Deviasi
2013	290369					
2014	303051					
2015	278535,41	300080,6093	-21545,19931	21545,19931	464195613,3	7,735%
2016	292035,28	284277,4759	7757,804058	7757,804058	60183523,8	2,656%
2017	337783,23	288873,327	48909,90302	48909,90302	2392178613	14,480%
2018	338507,58	327068,0995	11439,48048	11439,48048	130861713,6	3,379%
2019	328686,53	338337,922	-9651,392021	9651,392021	93149367,93	2,936%
2020	349297,54	330986,8261	18310,71387	18310,71387	335282242,6	5,242%
2021	344470,12	344470,0087	0,111319832	0,111319832	0,012392105	0,000%
2022	349356,2	345600,8031	3755,396873	3755,396873	14103005,67	1,075%
2023	358220,2	348211,7775	10008,42253	10008,42253	100168521,6	2,794%
2024	280164	356144,0651	-75980,06508	75980,06508	5772970289	27,120%
2025		298446,401				
		Rata-rata	-699,4824261	20735,84886	936309289,1	6,742%
				MAD	MSE	MAPE

Langkah berikutnya pada metode metode rata-rata bergerak tertimbang, menggunakan data aktual 3 periode terakhir yang akan digunakan sebagai perbandingan. Hal ini menyebabkan nilai prediksi baru dimulai pada tahun 2016. Dengan menggunakan aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel didapatkan bobot $W_t = 0,692629404843215$; $W_{t-1} = 0,0975600342849549$; dan $W_{t-2} = 0,20981056087183$. Hasil peramalan dan pengukuran akurasinya ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 3 Periode

Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi) ²	% Deviasi
2013	290369					
2014	303051					
2015	278535,41					
2016	292035,28	283409,964	8625,316044	8625,316044	74396076,86	2,954%
2017	337783,23	293029,4466	44753,78339	44753,78339	2002901128	13,249%
2018	338507,58	320889,2401	17618,33992	17618,33992	310405901,4	5,205%
2019	328686,53	328686,5331	-0,003061162	0,003061162	9,37071E-06	0,000%
2020	349297,54	331553,2557	17744,2843	17744,2843	314859625,2	5,080%
2021	344470,12	345022,8816	-552,7615984	552,7615984	305545,3846	0,160%
2022	349356,2	341629,5194	7726,68061	7726,68061	59701593,25	2,212%
2023	358220,2	348867,2064	9352,99362	9352,99362	87478489,65	2,611%
2024	280164	354470,5159	-74306,51586	74306,51586	5521458299	26,523%
2025		302296,4198				
		Rata-rata	3440,235262	20075,63093	930167406,5	6,444%
				MAD	MSE	MAPE

Kemudian kalkulasi pada metode metode rata-rata bergerak tertimbang, menggunakan data aktual 4 periode terakhir yang akan digunakan sebagai perbandingan. Hal ini menyebabkan nilai prediksi baru dimulai pada tahun 2017. Dengan menggunakan aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel didapatkan bobot $W_t = 0,788663617034038$; $W_{t-1} = 0,0000000000000000$; $W_{t-2} = 0,21133638296596$; dan $W_{t-3} = 0,000001$. Hasil peramalan dan pengukuran akurasinya ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 4 Periode

Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi) ²	% Deviasi
2013	290369					
2014	303051					
2015	278535,41					
2016	292035,28					
2017	337783,23	294363,5928	43419,63721	43419,63721	1885264895	12,854%
2018	338507,58	325262,3131	13245,26693	13245,26693	175437096	3,913%
2019	328686,53	328686,5707	-0,040745301	0,040745301	0,00166018	0,000%
2020	349297,54	330609,2857	18688,25429	18688,25429	349250848,4	5,350%
2021	344470,12	347017,5667	-	2547,446664	6489484,508	0,740%



Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi) ²	% Deviasi
2022	349356,2	341134,8117	2547,446664	8221,388313	67591225,8	2,353%
2023	358220,2	349344,1317	8876,068306	8876,068306	78784588,57	2,478%
2024	280164	355314,6571	75150,65712	75150,65712	5647621266	26,824%
2025		294787,1737				
		Rata-rata	1844,058814	21268,59495	1026304926	6,814%
				MAD	MSE	MAPE

Untuk menguji hasil peramalan dan pengukuran akurasi di atas, dapat menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows 5. Pada *Module Tree* dapat dipilih *Forecasting*, memilih sub modul *Time Series Analysis*, menentukan jumlah periode data aktual dan nama periodenya. Kemudian memilih metode *Weighted Moving Average*, dan jumlah periode rata-ratanya. Berikut ini input data yang diikuti hasil peramalan dan pengukuran akurasi dengan menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang berdasarkan data aktual 2 periode terakhir, serta bobot dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Method		# Periods to average	
Weighted Moving Average		2	

Produksi Telur Itik Manila (Ton)			
Demand(y)	Forecast	Weight	
1 290369	Most recent period	0.765779002589786	
2 303051	2nd most recent period	0.234220997410214	
3 278535.41			
4 292035.28			
5 337783.23			
6 338507.58			
7 328686.53			
8 349297.54			
9 344470.12			
10 349356.2			
11 358220.2			
12 280164			

	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error*2	Pct Error
1	290369					
2	303051					
3	278535,4	300080,6	-21545,22	21545,22	464196400	7,735%
4	292035,3	284277,5	7757,813	7757,813	60183660	2,656%
5	337783,2	288873,3	48909,91	48909,91	2392179000	14,48%
6	338507,6	327068,1	11439,5	11439,5	130862200	3,379%
7	328686,5	338337,9	-9651,406	9651,406	93149640	2,936%
8	349297,5	330986,8	18310,69	18310,69	335281300	5,242%
9	344470,1	344470	,125	,125	,016	0%
10	349356,2	345600,8	3755,375	3755,375	14102840	1,075%
11	358220,2	348211,8	10008,44	10008,44	100168800	2,794%
12	280164	356144,1	-75980,06	75980,06	5772970000	27,12%
TOTALS	3850476		-6994,844	207358,5	9363094000	67,418%
AVERAGE	320873		-699,484	20735,85	936309400	6,742%
Next period forecast		298446,4	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	34210,91	

Gambar 3. Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 2 Periode dengan Menggunakan POM

Berdasarkan gambar 3 di atas, didapatkan nilai MAPE 6,742%. Hal ini sesuai dengan kalkulasi manual di tabel 2 dan menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1. Langkah berikutnya kembali dengan menggunakan *Edit Data*, dan mengganti jumlah periode rata-rata menjadi 3. Berikut ini input data yang diikuti hasil peramalan dan pengukuran akurasi dengan menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang berdasarkan data aktual 3 periode terakhir, serta bobot dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Method		# Periods to average	
Weighted Moving Average		3	

Produksi Telur Itik Manila (Ton)			
Demand(y)	Forecast	Weight	
1 290369	Most recent period	0.692629404843215	
2 303051	2nd most recent period	0.0975600342849549	
3 278535.41	3rd most recent period	0.20981056087183	
4 292035.28			
5 337783.23			
6 338507.58			
7 328686.53			
8 349297.54			
9 344470.12			
10 349356.2			
11 358220.2			
12 280164			

	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error*2	Pct Error
1	290369					
2	303051					
3	278535,4					
4	292035,3	283410,0	8625,313	8625,313	74396020	2,954%
5	337783,2	293029,4	44753,78	44753,78	2002901000	13,249%
6	338507,6	320889,2	17618,38	17618,38	310407100	5,205%
7	328686,5	328686,6	-,031	,031	,001	0%
8	349297,5	331553,3	17744,28	17744,28	314859500	5,08%
9	344470,1	345022,9	-552,75	552,75	305532,6	,16%
10	349356,2	341629,5	7726,656	7726,656	59701220	2,212%
11	358220,2	348867,2	9353	9353	87478610	2,611%
12	280164	354470,5	-74306,5	74306,5	5521456000	26,523%
TOTALS	3850476		30962,13	180680,7	8371505000	57,993%
AVERAGE	320873		3440,236	20075,63	930167200	6,444%
Next period forecast		302296,4	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	34582,21	

Gambar 4. Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 3 Periode dengan Menggunakan POM

Berdasarkan gambar 4 diatas, didapatkan nilai MAPE 6,444%. Hal ini sesuai dengan kalkulasi manual di tabel 3 dan menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1. Langkah berikutnya kembali dengan menggunakan *Edit Data*, dan mengganti jumlah periode rata-rata menjadi 4. Berikut ini input data yang diikuti hasil peramalan dan pengukuran akurasinya dengan menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang berdasarkan data aktual 4 periode terakhir, serta bobot dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Method	# Periods to average
Weighted Moving Average	4

Produksi Telur Itik Manila (Ton)			
Demand(y)	Forecast	Weight	
1 290369	Most recent period	0.788663617034038	
2 303051	2nd most recent period		0
3 278535.41	3rd most recent period	0.211336382965961	
4 292035.28	4th most recent period		0.000001
5 337783.23			
6 338507.58			
7 328686.53			
8 349297.54			
9 344470.12			
10 349356.2			
11 358220.2			
12 280164			

Produksi Telur Itik Manila (Ton) Solution						
	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error^2	Pct Error
1	290369					
2	303051					
3	278535.4					
4	292035.3					
5	337783.2	294363.3	43419.91	43419.91	1885288000	12.854%
6	338507.6	325262.0	13245.56	13245.56	175444900	3.913%
7	328686.5	328686.3	.25	.25	.063	0%
8	349297.5	330609.0	18688.56	18688.56	349262400	5.35%
9	344470.1	347017.3	-2547.125	2547.125	6487846	.739%
10	349356.2	341134.5	8221.688	8221.688	67596140	2.353%
11	358220.2	349343.8	8876.375	8876.375	78790030	2.478%
12	280164	355314.3	-75150.31	75150.31	5647569000	26.824%
TOTALS	3850476		14754.91	170149.8	8210439000	54.512%
AVERAGE	320873		1844.363	21268.72	1026305000	6.814%
Next period forecast		294786.9	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	36991.98	

Gambar 5. Peramalan Metode Rata-rata Bergerak Tertimbang 4 Periode dengan Menggunakan POM

Berdasarkan gambar 5 diatas, didapatkan nilai MAPE 6,814%. Hal ini sesuai dengan kalkulasi manual di tabel 4 dan menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1. Pengukuran akurasi peramalan menunjukkan bahwa metode rata-rata bergerak tertimbang 3 periode menghasilkan nilai MAD, MSE dan MAPE yang terendah dibandingkan dengan periode lainnya.

3.2. Peramalan Penghalusan Eksponensial Tunggal

Untuk mendapatkan nilai prediksi periode berikutnya digunakan persamaan (4) diatas dengan memperhatikan nilai koefisien penghalusan dalam rentang minimal 0 dan maksimal 1. Setelah mendapatkan nilai prediksi pada masing-masing tahun, kemudian dilakukan pengukuran akurasi peramalan dengan menggunakan persamaan (6) untuk mendapatkan nilai MAD, persamaan (7) untuk mendapatkan nilai MSE, dan persamaan (8) untuk mendapatkan nilai MAPE. Untuk memperoleh pengukuran akurasi yang terbaik dilakukan pemilihan nilai koefisien penghalusan dengan tujuan mendapatkan nilai MAPE yang paling rendah. Proses peramalan, pengukuran akurasi dan pencarian nilai koefisien penghalusan menggunakan aplikasi tambahan Solver ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi)^2	% Deviasi
2013	290369					
2014	303051	290369	12682	12682	160833124	4.185%
2015	278535.41	290369	-11833.59	11833.59	140033852.3	4.249%
2016	292035.28	290369	1666.28	1666.28	2776489.038	0.571%
2017	337783.23	290369	47414.23	47414.23	2248109206	14.037%
2018	338507.58	290369	48138.58	48138.58	2317322884	14.221%
2019	328686.53	290369	38317.53	38317.53	1468233105	11.658%
2020	349297.54	290369	58928.54	58928.54	3472572827	16.871%
2021	344470.12	290369	54101.12	54101.12	2926931185	15.706%
2022	349356.2	290369	58987.2	58987.2	3479489764	16.885%
2023	358220.2	290369	67851.2	67851.2	4603785341	18.941%
2024	280164	290369	-10205	10205	104142025	3.643%
2025		290369				
Rata-rata			33277.09909	37284.11545	1902202709	10.5975%
				MAD	MSE	MAPE

Gambar 6. Peramalan Metode Penghalusan Eksponensial Tunggal dan Pencarian Nilai Koefisien Penghalusan Menggunakan Solver

Dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS Excel didapatkan nilai $\alpha = 0,745206187$. Berdasarkan persamaan (4) nilai prediksi pada tahun 2014 = $(0,745206187 * 290369) + ((1 - 0,745206187) * 290369) = 290369$ ton. Nilai prediksi pada tahun 2015 = $(0,745206187 * 303051) + ((1 - 0,745206187) * 290369) = 299819,7049$ ton. Kalkulasi menggunakan persamaan (4) dilakukan pengulangan hingga mendapatkan nilai prediksi tahun 2025. Deviasi mutlak pada tahun 2014 = $|303051 - 290369| = 12682$ ton. Kesalahan kuadrat pada tahun 2014 = $(303051 - 290369)^2 = 160833124$ ton. Kesalahan persentase mutlak pada tahun 2014 = $\left| \frac{303051 - 290369}{303051} \right| = 4,185\%$. Kalkulasi deviasi mutlak, kesalahan kuadrat dan kesalahan persentase mutlak dilakukan pengulangan hingga periode tahun 2024, sehingga didapatkan nilai rata-rata deviasi mutlak (MAD), rata-rata kesalahan kuadrat (MSE) dan rata-rata kesalahan persentase mutlak (MAPE). Hasil peramalan metode penghalusan eksponensial tunggal dengan nilai $\alpha = 0,745206187$ ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Peramalan Metode Penghalusan Eksponensial Tunggal

Tahun	Aktual	Prediksi	Deviasi	Deviasi	(Deviasi) ²	% Deviasi
2013	290369					
2014	303051	290369	12682	12682	160833124	4,185%
2015	278535,41	299819,7049	-21284,29486	21284,29486	453021207,6	7,642%
2016	292035,28	283958,5167	8076,763347	8076,763347	65234106,16	2,766%
2017	337783,23	289977,3707	47805,85933	47805,85933	2285400187	14,153%
2018	338507,58	325602,5928	12904,9872	12904,9872	166538694,8	3,812%
2019	328686,53	335219,4691	-6532,939098	6532,939098	42679293,25	1,988%
2020	349297,54	330351,0825	18946,45753	18946,45753	358968253,1	5,424%
2021	344470,12	344470,0998	0,020166484	0,020166484	0,000406687	0,000%
2022	349356,2	344470,1149	4886,085138	4886,085138	23873827,98	1,399%
2023	358220,2	348111,2557	10108,94427	10108,94427	102190754,2	2,822%
2024	280164	355644,5035	-75480,50354	75480,50354	5697306415	26,942%
2025		299395,9653				
		Rata-rata	1101,216318	19882,62314	850549623,9	6,466%
				MAD	MSE	MAPE

Untuk menguji hasil peramalan dan pengukuran akurasinya diatas, dapat menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows 5. Pada *Module Tree* dapat dipilih *Forecasting*, memilih sub modul *Time Series Analysis*, menentukan jumlah periode data aktual dan nama periodenya. Kemudian memilih metode *Exponential Smoothing*, dan menentukan *Alpha for smoothing*. Berikut ini input data yang diikuti hasil peramalan dan pengukuran akurasinya dengan menggunakan metode penghalusan eksponensial tunggal, dengan nilai koefisien penghalusan dari hasil pencarian aplikasi tambahan Solver pada MS. Excel yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

The screenshot shows the POM-QM software interface. On the left, the 'Method' is set to 'Exponential Smoothing' and 'Alpha for smoothing' is 0.74. The main window displays a table titled 'Produksi Telur Itik Manila (Ton) Solution' with columns for Demand(y), Forecast, Error, |Error|, Error*2, and |Pct Error|. The table contains 12 rows of data, including a 'TOTALS' row and an 'AVERAGE' row. The 'AVERAGE' row shows a MAPE of 6.467%.

	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error*2	Pct Error
1	290369					
2	303051	290369	12682	12682	160833100	4,185%
3	278535,4	299753,7	-21218,28	21218,28	450215500	7,618%
4	292035,3	284052,2	7983,125	7983,125	63730280	2,734%
5	337783,2	289959,7	47823,56	47823,56	2287093000	14,158%
6	338507,6	325349,1	13158,5	13158,5	173146100	3,887%
7	328686,5	335086,4	-6399,844	6399,844	40958000	1,947%
8	349297,5	330350,5	18947,03	18947,03	358990000	5,424%
9	344470,1	344371,3	98,813	98,813	9763,91	0,29%
10	349356,2	344444,4	4911,75	4911,75	24125290	1,406%
11	358220,2	348079,1	10141,06	10141,06	102841200	2,831%
12	280164	355583,5	-75419,5	75419,5	5688101000	26,92%
TOTALS	3850476		12708,22	218783,5	9350044000	71,138%
AVERAGE	320873		1155,293	19889,41	850004000	6,467%
Next period forecast		299773,1	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	32231,88	

Gambar 7. Peramalan Metode Penghalusan Eksponensial Tunggal dengan Menggunakan POM

Berdasarkan gambar 7 diatas, didapatkan nilai MAPE 6,467%. Hal ini sangat mendekati dengan kalkulasi manual di tabel 5 dengan selisih hanya 0,001%, serta menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1. Setelah dilakukan analisis peramalan yang menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal, selanjutnya hasil pengukuran akurasi masing-masing metode tersebut akan dibandingkan untuk memilih tingkat kesalahan yang paling rendah.

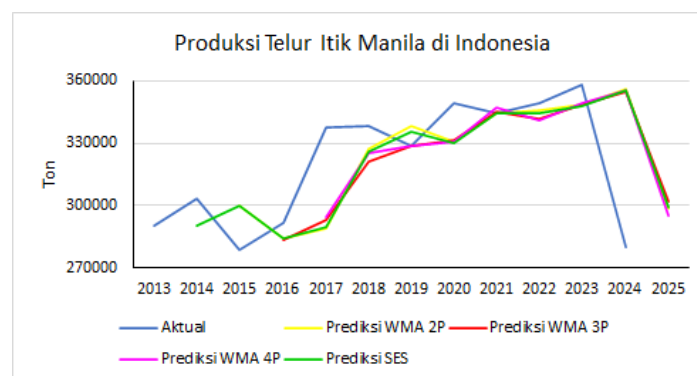
3.3. Perbandingan Pengukuran Akurasi Peramalan

Evaluasi hasil peramalan tingkat produksi telur itik manila di Indonesia dilakukan dengan memilih tingkat akurasi yang paling baik pada metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal. Tingkat akurasi peramalan ditentukan dari rata-rata deviasi mutlak, rata-rata kesalahan kuadrat dan rata-rata kesalahan persentase mutlak yang paling rendah. Perbandingan pengukuran akurasi peramalan berdasarkan nilai MAD, MSE dan MAPE ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Perbandingan Pengukuran Akurasi Peramalan

	Manual				POM - QM for Windows			
	WMA 2P	WMA 3P	WMA 4P	SES	WMA 2P	WMA 3P	WMA 4P	SES
MAD	20735,84886	20075,63093	21268,59495	19882,62314	20735,85	20075,63	21268,72	19889,41
MSE	936309289,1	930167406,5	1026304926	850549623,9	936309400	930167200	1026305000	850004000
MAPE	6,742%	6,444%	6,814%	6,466%	6,742%	6,444%	6,814%	6,467%
Prediksi 2025	298446,401	302296,4198	294787,1737	299395,9653	298446,4	302296,4	294786,9	299773,1

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai MAD dan MSE terendah pada peramalan yang menggunakan metode penghalusan eksponensial tunggal. Sedangkan nilai MAPE terendah sebesar 6,444% didapatkan pada peramalan yang menggunakan metode rata-rata bergerak tertimbang 3 periode. Nilai MAPE pada metode penghalusan eksponensial tunggal memiliki selisih 0,001% lebih tinggi dari pada metode rata-rata bergerak tertimbang yang menggunakan peramalan berdasarkan data aktual 3 periode terakhir. Nilai MAPE dari masing-masing metode peramalan yang digunakan menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1. Perbandingan nilai prediksi berdasarkan masing-masing metode peramalan yang digunakan menunjukkan hasil yang saling berdekatan dan efektif untuk memprediksi tingkat produksi telur itik manila di Indonesia. Perbandingan antara data aktual dengan nilai prediksi pada masing-masing metode peramalan yang digunakan, ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Perbandingan Data Aktual dan Prediksi pada Masing-masing Metode Peramalan yang Digunakan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang pemilihan metode peramalan untuk menentukan tingkat produksi telur itik manila di Indonesia, didapatkan pola data aktual produksi selama 12 tahun terakhir berfluktuasi secara naik turun, serta tidak memiliki unsur tren dan musiman yang dominan. Digunakan 2 metode peramalan yakni rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal. Pada metode peramalan rata-rata bergerak tertimbang, nilai rata-rata yang digunakan sebagai kalkulasi prediksi yaitu menggunakan data aktual 2 periode terakhir yang menghasilkan nilai MAPE 6,742%, 3 periode terakhir yang menghasilkan nilai MAPE 6,444%, dan 4 periode terakhir yang menghasilkan nilai MAPE 6,814%. Sedangkan nilai MAPE yang diperoleh dari peramalan menggunakan metode penghalusan eksponensial tunggal adalah 6,466%. Keempat nilai MAPE menunjukkan hasil peramalan yang sangat baik berdasarkan kriteria di tabel 1 karena berada dalam kisaran kurang dari 10%. Penggunaan aplikasi tambahan Solver pada MS Excel terbukti sangat membantu dalam penentuan nilai bobot pada masing-masing periode perhitungan pada metode rata-rata bergerak tertimbang, serta penentuan nilai koefisien penghalusan pada metode penghalusan eksponensial tunggal. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai MAPE yang paling rendah. Penggunaan perangkat lunak POM-QM for Windows 5 juga membantu dalam pengujian hasil peramalan secara manual.

Pada penelitian ini telah digunakan 2 metode peramalan yang sesuai dengan pola data aktual di masa lalu, yakni metode rata-rata bergerak tertimbang dan penghalusan eksponensial tunggal. Penelitian berikutnya dapat melakukan perbandingan dengan menggunakan model *baseline* yang lebih sederhana atau model yang lebih modern yang disesuaikan dengan karakteristik pola historis data aktualnya.

REFERENSI

- [1] J. Pamungkas, R. Winanjaya, and W. Robiansyah, "Artificial Neural Network Method in Predicting the Amount of Manila Duck Meat Production by Province in Indonesia," *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 3, pp. 229–238, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.55123/jomlai.v1i3.918>.
- [2] H. Hafid, "Efek Jenis Kelamin dan Komposisi Pakan terhadap Pertumbuhan dan Karkas Itik Manila," *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, vol. 6, no. 1, pp. 416–427, Dec. 2025, doi: [10.47687/snppvp.v6i1.1789](https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1789).
- [3] F. Khomairoh, G. Marhento, M. Alamsyah, M. F. Siburian, and G. L. Jonathan, "Analisis Pertumbuhan Entok (*Cairina moschata*) Ditinjau Dari Pemberian Pakan Ampas Tahu Yang Difermentasikan Pada Setiap Level Berbeda," *Prosiding Seminar Nasional Sains 2024*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2024, Accessed: Feb. 03, 2026. [Online]. Available: <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/7922>

- [4] G. Ayuningtyas, Jakaria, Rukmiasih, and C. Budiman, "Produktivitas Entok Betina dengan Pemberian Pakan Terbatas Selama Periode Pertumbuhan," *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, vol. 4, no. 2, pp. 280–285, Aug. 2017, Accessed: Feb. 02, 2026. [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/ipthp/article/view/17504>
- [5] M. H. Tamzil and B. Indarsih, "Sistem Produksi dan Produktivitas Itik Manila Lokal di Pulau Lombok," *Jurnal Peternakan*, vol. 20, no. 2, pp. 42–50, Oct. 2023, doi: 10.24014/jupet.v20i2.19420.
- [6] Surya and A. Y. Fadwiwati, "Sebaran Populasi dan Produksi Daging Ternak Unggas Mendukung Kebutuhan Protein Hewani Masa New Normal di Provinsi Gorontalo," *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-44 UNS Tahun 2020*, vol. 4, no. 1, pp. 470–478, 2020, Accessed: Feb. 02, 2026. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/83426549/1696-4558-2-PB.pdf>
- [7] D. Pratiwi, R. Winanjaya, and Irawan, "Implementation of the Weighted Moving Average Method for Forecasting the Production of Manila Duck meat in Indonesia," *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 3, pp. 191–200, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.55123/jomlai.v1i3.916>.
- [8] L. Ermansyah, A. Daryanto, and Y. Syaikat, "Pola Permintaan Pangan Hewani di Indonesia," *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 176–190, Jan. 2020, doi: 10.21776/ub.jepa.2020.004.01.16.
- [9] I. Arifin, T. Ulfah, R. Adiputra, H. Hariadi, and T. Akhdiyati, "Karakteristik Sensorik Telur Asin dengan Pemberian Tepung Daun Jeruk Purut (Citrus Hystrix)," *AGRITEKH (Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pangan)*, vol. 4, no. 2, pp. 82–89, Feb. 2024, doi: 10.32627/agritekh.v4i2.886.
- [10] Asriani, U. Rianse, Surni, Y. Taufik, and D. Herdhiansyah, "Forecasting Model of Corn Commodity Productivity in Indonesia: Production and Operations Management, Quantitative Method (POM-QM) Software," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 5, pp. 611–617, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140565.
- [11] R. Badi'ah, E. M. Odelia, and R. Effendi, "Forecasting National People's Salt Production with Time Series Model Using POM-QM for Windows," *Jurnal Ilmiah Poli Bisnis*, vol. 14, no. 2, pp. 191–206, Oct. 2022, doi: 10.30630/jipb.v14i2.826.
- [12] N. Febriati and S. Hidayati, "Peramalan Produksi Telur Untuk Mendukung Program Makan Bergizi di Lampung (Forecasting Egg Production to Support the Nutritious Meal Program in Lampung)," *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, vol. 4, no. 2, pp. 307–314, Dec. 2025, Accessed: Feb. 03, 2026. [Online]. Available: <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAB/article/view/11909>
- [13] E. Lesmana, A. Supriatna, and Riaman, "Prediction of foreign tourist visits to Indonesia using moving average and exponential smoothing methods and acceptance of admission analysis," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 567, no. 1, Jul. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/567/1/012049.
- [14] N. Ayunda, Faizah, and Sujarwo, "Analisa Peramalan Data Time-Series Dengan Aplikasi Windows POM-QM," *Buana Matematika : Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 11, no. 2, pp. 167–180, Dec. 2021, doi: 10.36456/buanamatematika.v11i2.5913.
- [15] Mardiansyah and F. Amir, "Analisis Perbandingan Akurasi Metode Moving Average dan Metode Exponensial Smoothing dalam Memprediksi Kapasitas Produksi Padi Nasional," *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 30–38, Oct. 2023, doi: 10.34010/komputa.v12i2.10602.
- [16] M. R. Aulia *et al.*, "Average Forecasting Analysis of Premium Quality Rice Prices at the Milling Level Using the Moving Average Time Series Method," *Journal of Information System, Technology and Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 349–355, Dec. 2024, doi: 10.61487/jiste.v2i4.114.
- [17] J. Kalsaputro, Erniani, F. R. Baharuddin, M. H. N. Afriansyah, and M. Deden, "Penentuan Metode Forecasting untuk Prediksi Stok Telur Bebek di Yamuna Towuti," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 10, no. 2, pp. 182–189, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.30998/k9c03w35>.
- [18] A. Restyana, L. Savitri, N. F. Laili, and N. Probosiwi, "Analysis of Drug Forecasting with Single Moving Average and Single Exponential Smoothing Approach (Case Study in Jombang Regency 2017-2019)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1899, no. 1, May 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1899/1/012100.
- [19] F. Reba, A. Sroyer, S. Yokhu, and A. Langowuyo, "Perbandingan Metode Weighted Moving Average dan Single Exponential Smoothing Angka Partisipasi Sekolah Wilayah Adat, Papua," *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 18, no. 2, pp. 161–168, Dec. 2021, doi: 10.31851/sainmatika.v18i2.6617.
- [20] R. Gustriansyah, N. Suhandi, F. Antony, and A. Sanmorino, "Single exponential smoothing method to predict sales multiple products," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, Mar. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012036.
- [21] F. Sidqi and I. D. Sumitra, "Forecasting Product Selling Using Single Exponential Smoothing and Double Exponential Smoothing Methods," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 662, no. 3, Nov. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/662/3/032031.
- [22] S. Rifadli and R. Sari, "Implementasi Metode Weighted Moving Average (WMA) Pada Prediksi Penjualan Gas Elpiji Berbasis Website," *Jurnal Desain dan Analisis Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 88–95, Jul. 2024, doi: 10.58520/jddat.v3i2.47.
- [23] G. Yapar, "Modified simple exponential smoothing," *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, vol. 47, no. 3, pp. 741–754, Jun. 2018, doi: 10.15672/HJMS.201614320580.
- [24] M. Delgado-Aguilar, L. Valverde-Som, and L. Cuadros-Rodríguez, "Solver, an Excel application to solve the difficulty in applying different univariate linear regression methods," *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 178, pp. 39–46, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.chemolab.2018.04.018.
- [25] C. R. Parahita, "Analisis Perbandingan Kompleksitas Alternatif Algoritma Outlier Detection untuk Distribusi Non-Gauss," Bandung, 2022. Accessed: Apr. 19, 2026. [Online]. Available: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2022-2023/Makalah2022/Makalah-Matdis-2022%20\(18\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2022-2023/Makalah2022/Makalah-Matdis-2022%20(18).pdf)
- [26] G. Simon, "Peramalan pendaftar mahasiswa baru dengan menggunakan metode moving average, weighted moving average dan exponential smoothing," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 1, pp. 13–21, Jan. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i1.36423.
- [27] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Produksi Telur Itik/Itik Manila menurut Provinsi (Ton), 2025," Jakarta Pusat, Feb. 2026. Accessed: Feb. 26, 2026. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDkyLzI=/produksi-telur-itik-itik-manila-menurut-provinsi.html>