

Peramalan Produksi Beras di Provinsi Jawa Tengah

Muhammad Ridwan*¹, Hari Purnomo², Nancy Oktyajati³

^{1,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Batik Surakarta, Jl. KH. Agus Salim No. 10, Surakarta, 57147, Indonesia

² Program Studi Teknik industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang KM 14,5, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584, Indonesia

e-mail: *¹muh.ridwan26@gmail.com, ²haripurnomo@uii.ac.id, ³oktyajati_nancy@gmail.com

(artikel diterima: 17-02-2021, artikel disetujui: 17-05-2021)

Abstrak

Ketersediaan beras lokal perlu diprediksi untuk memenuhi kebutuhan pasokan beras di Indonesia. Jawa Tengah sebagai penghasil beras terbesar ketiga di Indonesia merupakan salah satu penopang kebutuhan beras nasional. Besarnya produksi pangan di Indonesia menjadi faktor penting dalam penentuan persediaan pangan yang tepat. Peramalan produksi beras di Jawa Tengah menjadi diperlukan untuk mengetahui kondisi pangan ke depan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model peramalan produksi beras di provinsi Jawa Tengah dan mengetahui perkiraan produksi beras di Provinsi Jawa Tengah 5 tahun ke depan. Metode *time series forecasting* digunakan dalam penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil produksi beras dari tahun 1993 hingga tahun 2020. Dari hasil uji fungsi *auto* korelasi diketahui bahwa data produksi memiliki pola data tren. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *double exponential smoothing* dengan dua parameter (*Holt's Methods*). Model peramalan yang optimal didapatkan dengan bantuan *software solver* pada Microsoft Excel. Dengan menggunakan bantuan *solver* Microsoft Excel diperoleh nilai konstanta optimal α sebesar 0,767 dan β sebesar 0,412 dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 4,82%. Hasil peramalan dari tahun 2021 hingga 2025 diketahui menurun setiap tahunnya. Rata-rata penurunan produksi beras dalam 5 tahun ke depan diperkirakan sebanyak 4,4% per tahunnya.

Kata kunci: beras, *exponential smoothing*, Jawa Tengah, peramalan

Abstract

The availability of local rice needs to be predicted to meet the demand for rice supply in Indonesia. Central Java, as the third largest rice producer in Indonesia, is one of the pillars of national rice demand. The amount of food production in Indonesia is an important factor in determining the right food supply. Forecasting rice production in Central Java is necessary to determine future food conditions. The purpose of this research is to develop a forecast model for rice production in Central Java province and to find out the estimated rice production in Central Java Province in the next 5 years. The time series forecasting method was used in this study. The data used in this study are data on rice production from 1993 to 2020. From the results of the Auto Correlation Function (ACF) test, it is known that the production data has a trend data pattern. The method used in this study is the double exponential smoothing method with two parameters (Holt's Methods). The optimal forecasting model is obtained with the help of solver software in Microsoft Excel. By using the help of the Microsoft Excel solver, the optimal constant value α is 0,767 and β is 0,412 with a Mean Absolute Percentage Error value of 4,82%. Forecasting results from 2021 to 2025 are known

to decline every year. The average decline in rice production in the next 5 years is estimated at 4,4% per year.

Keywords: *rice, exponential smoothing, Central Java, forecasting*

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai bahan pokok strategis. Konsumsi beras di Indonesia dapat mempengaruhi stabilitas ekonomi (laju inflasi) dan stabilitas nasional (Nurjayanti, et al 2012). Karena ketergantungan terhadap konsumsi beras, maka ketersediaannya harus dapat terpenuhi (Nugroho and Sitepu, 2017). Hasil penelitian Bashir and Yuliana (2019) diketahui bahwa produksi beras dapat dipengaruhi oleh sumber daya manusia, tenaga kerja, upah, lahan basah, penduduk perkotaan, dan harga beras. Produksi beras sangat dinamis dan didukung oleh sumber daya lahan yang memadai, meskipun relatif terlokalisasi khususnya di wilayah Jawa-Bali. Selain itu, pengelolaan usaha tani juga menjadi aspek penting untuk meningkatkan produksi dan produktivitas (Panuju, et al 2013).

Salah satu daerah penyangga kebutuhan beras nasional adalah provinsi Jawa Tengah. Produksi di Jawa Tengah mengalami surplus sehingga dapat mendukung ketahanan pangan. Jawa Tengah merupakan penghasil produksi beras ketiga terbesar di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2019). Sedangkan teknologi tidak berpengaruh pada produksi beras. Oleh karena itu, peramalan produksi beras menjadi diperlukan untuk mengetahui kondisi pangan di Indonesia. Provinsi Jawa Tengah dipilih karena menjadi salah satu penyangga kebutuhan beras nasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model peramalan produksi beras di provinsi Jawa Tengah dan mengetahui perkiraan produksi beras di Provinsi Jawa Tengah 5 tahun ke depan.

Peramalan adalah dugaan satu atau beberapa kejadian masa depan (Montgomery et al., 2008). Peramalan merupakan suatu proses pengambilan keputusan untuk mendapatkan informasi di masa mendatang (Stevenson, 2002). Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan data historis yang kemudian diproyeksikan ke masa mendatang dengan model yang sistematis.

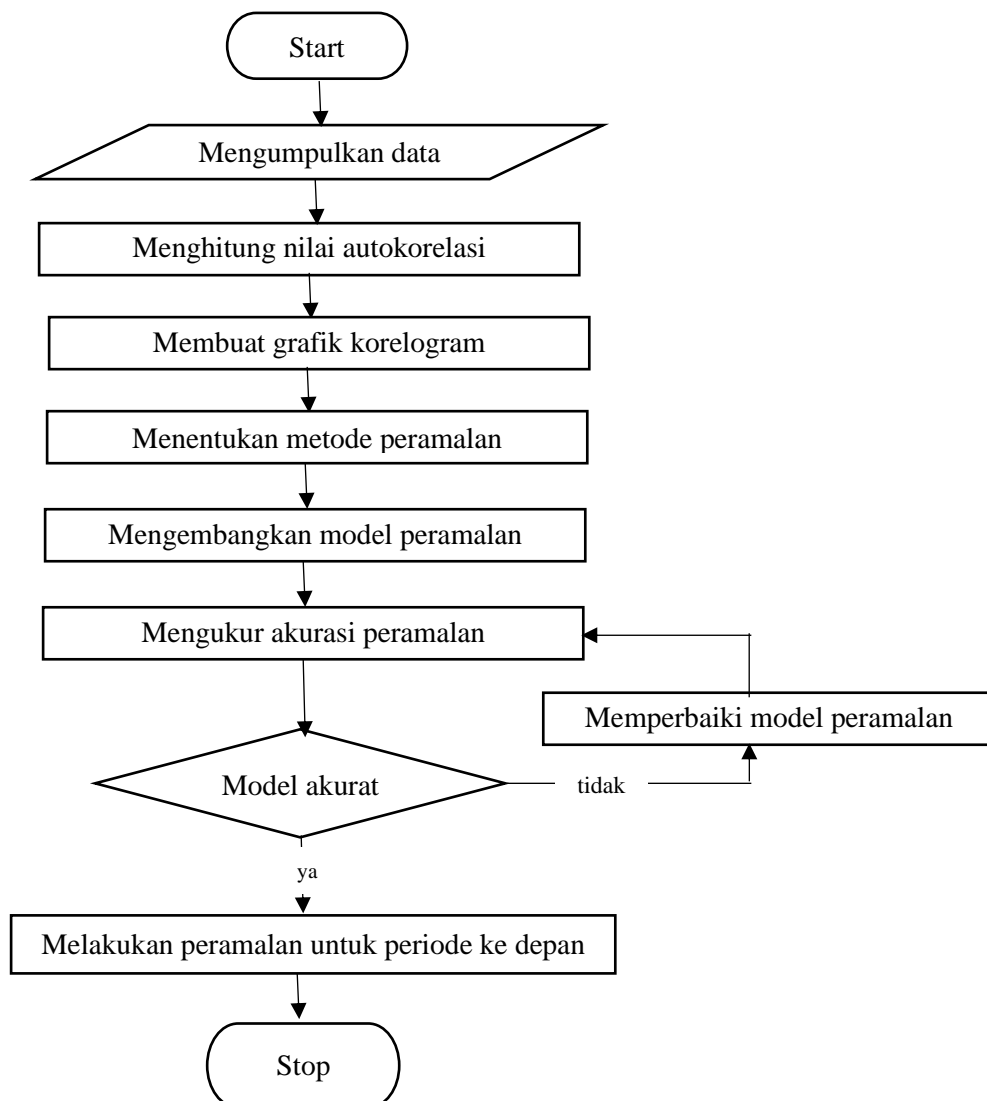
Dalam hubungan dengan horizon waktu peramalannya, dapat diklasifikasikan ke dalam 3 kelompok (Montgomery et al., 2008), yaitu : peramalan jangka pendek (*short-term forecasting*), meramalkan hanya dalam periode singkat (hari, minggu, atau bulan) ke depan; peramalan jangka menengah (*medium-term forecasting*), meramalkan satu atau dua tahun kedepan; dan peramalan jangka panjang (*long-term forecasting*), meramalkan beberapa tahun kedepan. Peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang menggunakan data historis dan sebuah model peramalan (Montgomery et al., 2008). Peramalan kualitatif ke dalam dua model, yaitu model peramalan kausal dan deret waktu. Model peramalan kausal adalah peramalan dengan mengembangkan suatu model sebab-akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh. Sedangkan model peramalan deret waktu analisis pola hubungan antar variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan peramalan produksi beras. Seperti, Kartikawati dan Asih (2017) melakukan analisis produksi dan konsumsi beras di Indonesia dengan menggunakan metode *time series forecasting*. Nugroho dan Sitepu (2017) melakukan peramalan produksi beras di Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing* satu parameter (Brown's) dengan nilai α sebesar 0,4 dan MSE sebesar 2.303.552.227,83. Hasil penelitian Aziz dan Sopha (2016) tentang

produksi padi di DIY menunjukkan bahwa metode Holts memiliki nilai MAPE, MAD, dan MSE terkecil dibandingkan metode lainnya. Nurjayanti et al. (2012) menggunakan metode ARIMA dalam penelitiannya tentang dinamika penawaran beras di kabupaten Sukoharjo tahun 2011 hingga tahun 2015. Peramalan menunjukkan bahwa penawaran beras cenderung menurun. Djafar et al., (2017) menggunakan metode *Fuzzy Time Series* untuk meramalkan produksi padi di provinsi Sulawesi Tenggara. Hasil produksi padi tahun 2015 diperkirakan sebesar 657.768,25191 ton dan MAPE dari peramalan sebesar 5,51%. Peramalan produksi beras untuk provinsi Jawa Tengah dengan metode *time series* belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, artikel ini akan memaparkan model peramalan produksi beras di provinsi Jawa Tengah dan mengetahui perkiraan produksi beras di Provinsi Jawa Tengah 5 tahun ke depan.

2. METODE PENELITIAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data produksi beras di Provinsi Jawa Tengah. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. Data berupa data sekunder dari tahun 1993 hingga tahun 2020.



Gambar 1 Flowchart penelitian

Langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji auto korelasi untuk mengetahui pola data dan metode peramalan yang akan digunakan, pembuatan model peramalan berdasarkan hasil uji autokorelasi, dan pengukuran kesalahan peramalan. Gambar 1 menggambarkan alur pengolahan data pada penelitian ini.

2.1 Menghitung Nilai Auto Korelasi

Autokorelasi adalah hubungan data *time series* antar selang waktu (*lag*). Digunakan untuk mengetahui kestasioneran data dan ada tidaknya seasonalitas pada data.

Persamaan matematis dari uji autokorelasi ditunjukkan pada persamaan (1):

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \hat{Y})(Y_{t-k} - \hat{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y})^2} \quad (1)$$

dimana

- r_k : nilai autokorelasi untuk lag k
- Y_t : nilai pada periode t
- Y_{t-k} : nilai pada periode t-k
- \hat{Y} : nilai rata rata data

Kemudian dibuat grafik fungsi autokorelasi untuk mengetahui pola data penelitian. Pola data dikatakan *random* jika nilai autokorelasi Y_t dan Y_{t-k} untuk setiap jeda waktu k adalah mendekati 0.

2.2 Analisis Pola Data

Jika suatu rangkaian memiliki tren, pengamatan berurutan sangat berkorelasi, dan koefisien autokorelasi biasanya berbeda secara signifikan dari nol untuk beberapa jeda waktu pertama dan kemudian secara bertahap turun ke nol seiring bertambahnya jumlah kelambatan. Koefisien autokorelasi untuk jeda waktu 1 seringkali sangat besar (mendekati 1). Koefisien autokorelasi untuk jeda waktu 2 juga akan besar. Namun, tidak akan sebesar jeda waktu 1. Jika rangkaian memiliki pola musiman, koefisien autokorelasi yang signifikan akan terjadi pada jeda waktu musiman atau kelipatan dari jeda musim. Jeda musiman adalah 4 untuk data triwulanan dan 12 untuk data bulanan. (Hanke dan Wichern, 2014).

2.3 Pemilihan Metode Peramalan

Setelah pola data peramalan diketahui, kemudian dipilih metode peramalan yang akan digunakan. Pemilihan metode merujuk pada Tabel 1.

Tabel 1 Pemilihan Metode Peramalan

Metode	Pola Data	Tipe Model	Data Minimal
Naïve	Stationer, Trend, Seasonal	Time Series	1
Moving Average	Stationer	Time Series	4-20
Exponential Smoothing	Stationer	Time Series	2
Double Exponential Smoothing (Holts)	Trend	Time Series	3
Triple Exponential Smoothing (Winters)	Seasonal	Time Series	2 x season
ARIMA	Semua Pola	Time Series	24

Sumber: (Hanke dan Wichern 2014)

2.4 Metode Peramalan

Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pemulusan (*smoothing*) deret waktu. Metode pemulusan menggunakan 2 metode, yaitu metode *moving average* dan metode *exponential smoothing*.

a. Metode *moving average*

Metode *moving average* merupakan metode peramalan dengan mencari nilai rata-rata sebagian data yang dimiliki untuk dijadikan nilai peramalan yang akan datang (Subagyo, 2008). *Moving average* ber-orde 1 (MA1) disebut dengan metode *naive* (Hanke dan Wichern 2014). Persamaan matematis dari *moving average* ditunjukkan pada persamaan (2).

$$Y_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-(k+1)}}{k} \quad (2)$$

dimana:

- Y_{t+1} : hasil peramalan periode selanjutnya
- Y_t : data penjualan periode t
- k : jumlah data yang digunakan

b. Metode *exponential smoothing*

Metode *exponential smoothing* merupakan metode yang digunakan untuk penghalusan pola level, trend, dan seasonal tergantung tingkat eksponensial yang digunakan (Hanke dan Wichern 2014). Persamaan matematis dari metode *exponential smoothing* ditampilkan pada persamaan (3):

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \quad (3)$$

dimana:

- \hat{Y}_{t+1} : nilai peramalan periode selanjutnya
- Y_t : nilai aktual periode t
- \hat{Y}_t : nilai peramalan periode t
- α : konstanta atau bobot level dimana $0 < \alpha < 1$

c. Metode *double exponential smoothing*

Double exponential smoothing atau *Holt's method* merupakan metode *single exponential smoothing* dengan menambahkan unsur *trend* pada bobot perhitungan, sehingga pada *double exponential smoothing*, kita memberikan dua jenis bobot pada perhitungan yaitu *level* (α) dan *trend* (β) (Hanke dan Wichern 2014). Persamaan matematis dari metode ini ditampilkan pada Persamaan (4) sampai dengan Persamaan (7).

$$\hat{Y}_{t+1} = L_t + T_t \quad (4)$$

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1}) \quad (5)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (6)$$

dimana:

- \hat{Y}_{t+1} : nilai peramalan untuk periode berikutnya

- L_t : nilai smoothed level pada periode t
- α : konstanta atau bobot level dimana $0 < \alpha < 1$
- Y_t : nilai data aktual periode t
- L_{t-1} : nilai smoothed peramalan pada periode sebelumnya
- T_t : nilai trend peramalan periode t
- β : konstanta atau bobot trend dimana $0 < \beta < 1$
- T_{t-1} : nilai trend peramalan pada periode sebelumnya

Sedangkan untuk peramalan beberapa tahun ke depan, menggunakan rumus Persamaan (7):

$$\hat{Y}_{t+h} = L_t + (h)T_t \quad (7)$$

dimana:

- \hat{Y}_{t+h} : nilai peramalan untuk h periode waktu ke depan
- L_t : nilai smoothed level pada periode t
- T_t : nilai trend peramalan periode t
- h : periode waktu

2.5 Pengukuran Kesalahan Peramalan

Untuk mengetahui metode peramalan yang baik, kita perlu mengetahui tingkat kesalahan dari metode yang digunakan. Pengukuran tingkat kesalahan diukur dari selisih antara nilai aktual dan nilai peramalannya. Perbedaan antara nilai aktual dan nilai peramalan disebut dengan residual (Hanke dan Wichern 2014). Salah satu yang sering digunakan adalah *mean absolute percentage error* (MAPE). MAPE adalah nilai rata-rata presentase selisih absolut antara hasil perhitungan peramalan dengan hasil aktual yang diterima. MAPE dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (8).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \times 100\% \quad (8)$$

dimana:

- Y_t : nilai aktual pada periode t
- \hat{Y}_t : nilai peramalan pada periode t
- n : jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik provinsi Jawa Tengah dari tahun 1993 hingga tahun 2020. Adapun data hasil permintaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Produksi Padi Provinsi Jawa Tengah

Periode	Tahun	Produksi
1	1993	8.174.897
2	1994	7.722.611
3	1995	8.198.084
4	1996	8.359.105
5	1997	8.328.756

Periode	Tahun	Produksi
6	1998	8.594.043
7	1999	8.345.854
8	2000	8.475.412
9	2001	8.289.927
10	2002	8.503.523
11	2003	8.123.839
12	2004	8.512.555
13	2005	8.424.096
14	2006	8.729.291
15	2007	8.616.855
16	2008	9.136.405
17	2009	9.600.415
18	2010	10.110.830
19	2011	9.391.959
20	2012	10.232.934
21	2013	10.344.816
22	2014	9.648.104
23	2015	11.301.422
24	2016	11.473.261
25	2017	11.395.395
26	2018	10.499.588
27	2019	9.655.654
28	2020	9.586.911

Sumber: (BPS 2020)

3.1. Uji Auto Korelasi

Nilai autokorelasi untuk k=1 adalah sebaai berikut:

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^{28} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{28} (Y_t - \bar{Y})^2}$$

$$r_1 = \frac{(8.174.897 - 9.206.305)(8.174.897 - 9.206.305) + \dots + (9.655.654 - 9.206.305)(9.586.911 - 9.206.305)}{(8.174.897 - 9.206.305)(8.174.897 - 9.206.305) + \dots + (9.586.911 - 9.206.305)(9.586.911 - 9.206.305)}$$

$$= \frac{962.883.941.146,46}{1.124.669.329.561,85}$$

$$= 0,856148$$

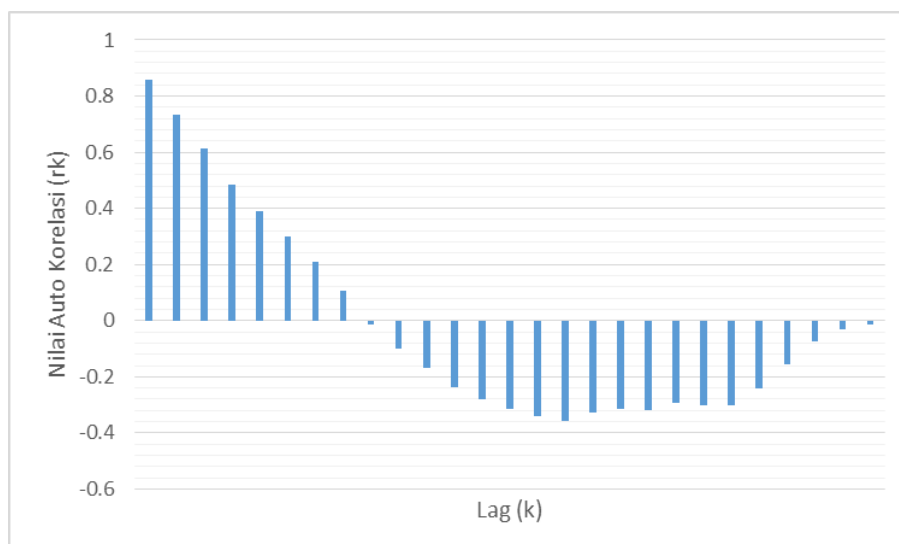
Hasil perhitungan nilai autokorelasi untuk keseluruhan data ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Nilai Auto Korelasi

k	r _k
1	0,856148
2	0,733828
3	0,613785
4	0,483423
5	0,388944
6	0,297736
7	0,209665

k	r_k
8	0,104974
9	-0,01471
10	-0,09881
11	-0,17057
12	-0,23679
13	-0,28008
14	-0,31308
15	-0,34031
16	-0,35566
17	-0,32841
18	-0,31665
19	-0,32035
20	-0,29343
21	-0,29983
22	-0,30023
23	-0,24149
24	-0,15726
25	-0,07572
26	-0,03265
27	-0,01247

Hasil dari perhitungan nilai auto korelasi selanjutnya diubah menjadi grafik untuk mengetahui fungsi auto korelasinya (Gambar 2). Dari Gambar 2 diketahui bahwa nilai autokorelasi pada lag – lag awal tinggi dan kemudian semakin menurun secara bertahap. Data yang memiliki nilai fungsi autokorelasi seperti gambar di atas memiliki pola data tidak stasioner dan memiliki tren. Maka dapat disimpulkan bahwa data produksi padi di Jawa Tengah memiliki pola data tren. Oleh karena itu dipilih metode *double exponential smoothing* untuk melakukan peramalan ke depan.



Gambar 2 Fungsi autokorelasi data

3.2. Pembuatan Model Peramalan

Dalam pembuatan model peramalan pertama, ditentukan nilai koefisien $\alpha=0,5$ dan $\beta=0,5$. Nilai 0,5 dipilih untuk masing-masing koefisien karena mewakili nilai rata-rata. Pada metode *doule exponential smoothing* terdapat nilai inisial atau nilai awal. Nilai inisial tersebut antara lain:

$$L_2 = Y_2 = 7.722.611$$

$$T_2 = Y_2 - Y_1$$

$$T_2 = 7.722.611 - 8.174.897 = -452.286$$

$$\hat{Y}_3 = L_2 + T_2$$

$$\hat{Y}_3 = 7.722.611 + (-452.286) = 7.270.325$$

Sedangkan perhitungan nilai peramalan dapat adalah sebagai berikut:

$$L_3 = 0,5 \times Y_3 + (1 - 0,5)(L_2 + T_2)$$

$$L_3 = 0,5 \times 8.198.804 + (1 - 0,5)(7.722.611 + (-452.286)) = 7.734.205$$

$$T_3 = 0,5(L_3 - L_2) + (1 - 0,5)T_2$$

$$T_3 = 0,5(7.496.468 - 7.722.611) + (1 - 0,5)(-452.286) = -220.346$$

$$\hat{Y}_4 = L_3 + T_3$$

$$\hat{Y}_4 = 7.734.205 + (-220.346) = 7.513.858$$

Hasil peramalan untuk nilai $\alpha=0,5$ dan $\beta=0,5$ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Peramalan $\alpha=0,5$ dan $\beta=0,5$

t	Y_t	L_t	T_t	\hat{Y}_{t+1}
1	8.174.897			
2	7.722.611	7.722.611	-452.286	
3	8.198.084	7.734.205	-220.346	7.270.325
4	8.359.105	7.936.482	-9.035	7.513.858
5	8.328.756	8.128.102	91.293	7.927.447
6	8.594.043	8.406.719	184.955	8.219.394
7	8.345.854	8.468.764	123.500	8.591.673
8	8.475.412	8.533.838	94.287	8.592.264
9	8.289.927	8.459.026	9.738	8.628.125
10	8.503.523	8.486.143	18.427	8.468.764
11	8.123.839	8.314.205	-76.755	8.504.571
12	8.512.555	8.375.002	-7.979	8.237.449
13	8.424.096	8.395.560	6.289	8.367.023
14	8.729.291	8.565.570	88.150	8.401.849
15	8.616.855	8.635.287	78.934	8.653.720
16	9.136.405	8.925.313	184.480	8.714.221
17	9.600.415	9.355.104	307.135	9.109.793

t	Y_t	L_t	T_t	\hat{Y}_{t+1}
18	10.110.830	9.886.534	419.283	9.662.239
19	9.391.959	9.848.888	190.818	10.305.817
20	10.232.934	10.136.320	239.125	10.039.707
21	10.344.816	10.360.131	231.468	10.375.446
22	9.648.104	10.119.851	-4.406	10.591.599
23	11.301.422	10.708.434	292.088	10.115.445
24	11.473.261	11.236.892	410.273	11.000.522
25	11.395.395	11.521.280	347.331	11.647.165
26	10.499.588	11.184.099	5.075	11.868.610
27	9.655.654	10.422.414	-378.305	11.189.174
28	9.586.911	9.815.510	-492.605	10.044.109

3.3. Pengukuran Kesalahan Peramalan

Kesalahan peramalan diukur dengan menggunakan metode MAPE. MAPE adalah nilai rata-rata presentase selisih absolut antara hasil perhitungan peramalan dengan hasil aktual yang diterima. MAPE dipilih karena nilai data yang diramal besar. Pengukuran dengan MAPE mempermudah dalam membaca kesalahan peramalan. Hasil perhitungan MAPE ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan MAPE

t	Y_t	\hat{Y}_t	$ Y_t - \hat{Y}_t / Y_t \times 100$
1	8.174.897		
2	7.722.611		
3	8.198.084	7.270.325	11,317
4	8.359.105	7.513.858	10,112
5	8.328.756	7.927.447	4,818
6	8.594.043	8.219.394	4,359
7	8.345.854	8.591.673	2,945
8	8.475.412	8.592.264	1,379
9	8.289.927	8.628.125	4,08
10	8.503.523	8.468.764	0,409
11	8.123.839	8.504.571	4,687
12	8.512.555	8.237.449	3,232
13	8.424.096	8.367.023	0,677
14	8.729.291	8.401.849	3,751
15	8.616.855	8.653.720	0,428
16	9.136.405	8.714.221	4,621
17	9.600.415	9.109.793	5,11
18	10.110.830	9.662.239	4,437
19	9.391.959	10.305.817	9,73
20	10.232.934	10.039.707	1,888
21	10.344.816	10.375.446	0,296
22	9.648.104	10.591.599	9,779

t	Y_t	\hat{Y}_t	$ Y_t - \hat{Y}_t / Y_t \times 100$
23	11.301.422	10.115.445	10,494
24	11.473.261	11.000.522	4,12
25	11.395.395	11.647.165	2,209
26	10.499.588	11.868.610	13,039
27	9.655.654	11.189.174	15,882
28	9586911	10044109	4,769
MAPE			5,33

3.4. Optimasi Peramalan

Optimasi peramalan dilakukan dengan cara merubah nilai konstanta α dan β . Untuk merubah nilai α dan β maka digunakan bantuan dari *Solver*. Parameter yang dimasukkan ke dalam solver antara lain:

- Target : meminimalkan nilai MAPE
- Data yang akan diubah : nilai koefisien α dan γ
- Konstrain : $0 \leq \alpha \leq 1$
 $0 \leq \beta \leq 1$

Hasil dari *solver analysis* pada Microsoft Excel diperoleh bahwa nilai α optimal adalah 0,767 dan nilai β 0,412. Hasil peramalan untuk nilai $\alpha=0,5$ dan $\beta=0,5$ dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Peramalan Optimal dan Nilai MAPE

T	Y_t	L_t	T_t	Y_{t+1}	$ Y_t - \hat{Y}_t / Y_t \times 100$
1	8.174.897				
2	7.722.611	7.722.611	-452.286		
3	8.198.084	7.982.342	-158.926	7.270.325	0,113
4	8.359.105	8.234.536	10.460	7.823.416	0,064
5	8.328.756	8.309.278	36.945	8.244.996	0,010
6	8.594.043	8.536.415	115.306	8.346.224	0,029
7	8.345.854	8.416.981	18.590	8.651.721	0,037
8	8.475.412	8.466.147	31.188	8.435.571	0,005
9	8.289.927	8.338.158	-34.395	8.497.336	0,025
10	8.503.523	8.457.071	28.770	8.303.763	0,023
11	8.123.839	8.208.019	-85.696	8.485.840	0,045
12	8.512.555	8.421.810	37.696	8.122.323	0,046
13	8.424.096	8.432.330	26.499	8.459.507	0,004
14	8.729.291	8.666.398	112.020	8.458.830	0,031
15	8.616.855	8.654.425	60.933	8.778.418	0,019
16	9.136.405	9.038.495	194.069	8.715.358	0,046
17	9.600.415	9.514.875	310.385	9.232.564	0,038
18	10.110.830	10.044.423	400.683	9.825.260	0,028
19	9.391.959	9.636.858	67.675	10.445.106	0,112
20	10.232.934	10.110.059	234.757	9.704.534	0,052
21	10.344.816	10.344.816	234.757	10.344.816	0,000

T	Y_t	L_t	T_t	Y_{t+1}	$ Y_t - \hat{Y}_t / Y_t \times 100$
22	9.648.104	9.864.708	-59.776	10.579.573	0,097
23	11.301.422	10.953.427	413.418	9.804.932	0,132
24	11.473.261	11.448.515	447.067	11.366.845	0,009
25	11.395.395	11.511.709	288.906	11.895.582	0,044
26	10.499.588	10.802.130	-122.482	11.800.615	0,124
27	9.655.654	9.893.774	-446.271	10.679.648	0,106
28	9.586.911	9.554.493	-402.190	9.447.503	0,015
MAPE					4,83

3.5. Peramalan Produksi Padi 5 Tahun ke Depan

Peramalan untuk tahun periode ke 29 adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{29} = L_{28} + (29-28)T_{28}$$

$$\hat{Y}_{29} = 9.554.493 + (1)(-402.190) = 9.152.303$$

Hasil peramalan untuk 5 tahun ditampilkan pada Tabel 7 dimana hasil peramalan produksi beras secara *time series* di Provinsi Jawa Tengah menunjukkan adanya penurunan produksi. Penurunan terjadi karena nilai tren pada model akhir peramalan bernilai negatif. Penurunan produksi berdasarkan peramalan sebesar 402.190 ton setiap tahunnya. Meskipun mengalami penurunan produksi, tetapi masih dapat memenuhi kebutuhan konsumsi beras di Provinsi Jawa Tengah. Penurunan produksi berdampak pada cadangan beras Provinsi Jawa Tengah untuk suplai beras nasional.

Tabel 7 Peramalan Produksi Beras 5 Tahun Kedepan

Periode	Tahun	Peramalan
1	2021	9.152.303
2	2022	8.750.113
3	2023	8.347.923
4	2024	7.945.733
5	2025	7.543.543

4. KESIMPULAN

Peramalan produksi padi di provinsi Jawa Tengah menggunakan metode *double exponential smoothing* atau metode Holts. Dengan nilai konstanta optimal α sebesar 0,767 dan β sebesar 0,413. Hasil dari peramalan produksi beras provinsi Jawa Tengah menunjukkan adanya penurunan produksi ke depannya, karena nilai tren produksi beras provinsi Jawa Tengah bernilai negatif. Penurunan produksi beras dalam 5 tahun ke depan antara 3,12 hingga 5,06 %. Rata-rata penurunan produksi beras dalam 5 tahun ke depan adalah sebesar 4,40% per tahunnya. Saran untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan peramalan dengan metode kausal dengan mempertimbangkan pengaruh variabel-variabel lain yang mempengaruhi produksi beras pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Z. R. and Sopha, B. M., 2016, Peramalan Produksi Padi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik, 2020, *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2020*, Semarang.
- Bashir, A. and Yuliana, S., 2019, Identifying factors influencing rice production and consumption in Indonesia, *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, 19 (2), pp. 172–185. doi: 10.23917/jep.v19i2.5939.
- Djafar, Sarita, M. I. and Pasrun, Y. P., 2017, Peramalan jumlah produksi padi di sulawesi tenggara menggunakan metode fuzzy time series, *SEMANTIK*, 3(2), pp. 113–120.
- Hanke, J. E. and Wichern, D., 2014, *Business Forecasting*, Ed.9, London: Pearson Education Limited.
- Kartikawati, I. and Asih, A. M. S., 2017, Analisis Peramalan Supply dan Demand Komoditas Beras 33 Provinsi di Indonesia, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L. and Kulahcy, M., 2008, *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, New Jersey: John Willey & Sons.
- Nugroho, E. D. and Sitepu, R., 2017, Peramalan Jumlah Produksi Beras di Sumatera Utara Tahun 2019, *Tugas Akhir*. Departemen Matematika, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Nurjayanti, E. D., Darsono. and Supardi, S., 2012, Dinamika dan Model Arima Penawaran Beras di Kabupaten Sukoharjo Sebelum dan Selama Pelaksanaan Otonomi Daerah (Periode Tahun 1994-2010), *Jurnal Ilmu – ilmu Pertanian*, 8(1), pp. 61–71.
- Panuju, D. R., Mizuno, K. and Trisasongko, B. H., 2013, The dynamics of rice production in Indonesia 1961–2009, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12(1), pp. 27–37. doi: 10.1016/j.jssas.2012.05.002.
- Stevenson, W. J., 2002, *Operations Manajemen*, Ed.7, New York: McGraw-Hill.
- Subagyo, 2008, *Forecasting Konsep dan Aplikasi*, Yogyakarta: BPPE.