

# IMPLEMENTASI METODE *HOLT-WINTERS* UNTUK PERAMALAN HARGA DAGING SAPI DAN TELUR AYAM DI PASAR TRADISIONAL SUMATERA UTARA

Agnes Hilza Yolanda Azhari<sup>1\*</sup>, Zahedi<sup>2</sup>, Elly Rosmaini<sup>3</sup>, &  
Rosman Siregar<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Sumatera Utara  
\*email: [agneshilzayolandaazhari@gmail.com](mailto:agneshilzayolandaazhari@gmail.com)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan penerapan metode *Holt-Winters*. Pada harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara akan diterapkan metode *Holt-Winters Additive* dan *Multiplicative* dengan menentukan nilai awal pemulusan *level*, *trend*, dan *seasonal*. Kemudian ditentukan nilai parameter optimum  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  pada masing-masing data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara. Setelah didapatkan nilai awal pemulusan *level*, *trend*, *seasonal* dan nilai parameter optimum, dilakukan perhitungan nilai pemulusan *level*, *trend*, dan *seasonal*. Kemudian dilakukan peramalan data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara. Setelah peramalan diperoleh kemudian dihitung tingkat keakurasian dengan menggunakan RMSE dan MAPE. Berdasarkan hasil dari penerapan metode *Holt-Winters*, maka kesimpulan yang didapatkan adalah metode *Holt-Winters* memiliki nilai kinerja peramalan yang sangat baik. Didapatkan tingkat akurasi MAPE < 10% untuk semua perhitungan peramalan baik *Holt-Winters Additive* maupun *Holt-Winters Multiplicative*. *Holt-Winters Multiplicative* pada data harga daging sapi lebih baik daripada *Holt-Winters Additive* karena tingkat akurasi yang lebih kecil yaitu RMSE = **1320,652** dan MAPE = **0,752%**. *Holt-Winters Additive* pada data harga telur ayam lebih baik daripada *Holt-Winters Multiplicative* karena tingkat akurasi yang lebih kecil yaitu RMSE = **810,494** dan MAPE = **2,490%**.

**Kata Kunci:** Harga daging sapi, Harga telur ayam, *Holt-Winters*.

**Abstract:** This study aims to forecast food price data for beef and chicken eggs in traditional markets of North Sumatra by applying the *Holt-Winters* method. The *Holt-Winters Additive* and *Multiplicative* methods will apply to food prices of beef and chicken eggs in the traditional markets of North Sumatra by determining the initial smoothing values of *level*, *trend*, and *seasonal*. The determination of the

*optimum parameter values  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  for each food price data of beef and chicken eggs in the traditional markets of North Sumatra. After obtaining the initial smoothing values for level, trend, and seasonal, and optimum parameter values, the smoothing values for level, trend, and seasonal are calculated. Then forecasting food price data for beef and chicken eggs in traditional markets of North Sumatra. After the forecast is obtained, the level of accuracy is calculated using RMSE and MAPE. Based on the results of the application of the Holt-Winters method, it can be concluded that the Holt-Winters method has a very good forecasting performance value. The MAPE accuracy level is  $<10\%$  for all forecasting calculations, both Holt-Winters Additive and Holt-Winters Multiplicative. The Holt-Winters Multiplicative on beef price data is better than the Holt-Winters Additive because of a lower level of accuracy, namely  $RMSE = 1208,580$  and  $MAPE = 0.680\%$ . The Holt-Winters Additive for chicken egg price data is better than the Holt-Winters Multiplicative because of the lower accuracy, namely  $RMSE = 785,212$  and  $MAPE = 2.459\%$ .*

**Keywords:** Beef price, Chicken Eggs Price, Holt-Winters.

## PENDAHULUAN

Fluktuasi harga pangan yaitu perubahan harga pangan yang salah satu penyebabnya bisa dikarenakan mekanisme pasar dan keadaan, yang perubahannya berupa kenaikan dan penurunan nilai harga itu sendiri dan dapat digambarkan secara grafikal. Fluktuasi harga pangan yang terjadi ini biasanya disebabkan oleh unsur-unsur yang mempengaruhinya, seperti musim, cuaca, dan lonjakan permintaan akan bahan pangan itu sendiri (Dewi & Listiowarni, 2020). Contoh, menjelang Natal dan Idul Fitri, harga cenderung naik diakibatkan kebutuhan dan permintaan bahan pangan juga meningkat.

Tindakan yang biasanya dilakukan untuk menjaga kestabilan harga pangan adalah dengan mengetahui dan memantau perkembangan harga pangan dan meramalkan kondisi pasar untuk perkiraan harga pasar suatu bahan pangan untuk periode di masa yang akan datang dengan periode mingguan, bulanan, atau kuartal. Tindakan preventif ini dilakukan untuk perencanaan yang lebih baik saat harga pangan mengalami fluktuasi (Siregar et al, 2021).

Hasil produksi sektor peternakan salah satunya adalah daging sapi dan telur ayam. Harga pangan daging sapi dan telur ayam termasuk sebagai salah satu bahan pangan yang memiliki fluktuasi harga atau ketidakstabilan harga untuk setiap periodenya. Implikasi dari fluktuasi harga dari bahan pangan daging sapi dan telur ayam salah satunya adalah faktor musim. Ketidakstabilan harga pangan daging sapi dan telur ayam berpengaruh pada konsumen, pedagang, dan produsen. Untuk itu dilakukan tindakan preventif seperti peramalan perkiraan harga pangan daging sapi dan telur ayam di masa mendatang.

Metode peramalan yang dipakai dalam penelitian ini ialah Metode *Holt-Winters*. Menurut Hamidah *et al.* (2017), *Holt-Winters* merupakan metode peramalan

yang memuat faktor trend dan musiman (Aabeyir, 2019; Lima et al, 2019; Montgomery et al, 2015). Penelitian yang terkait dengan *Holt-Winters* sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya yang diantaranya Dewi *et al.* (2020) meninjau penerapan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* untuk peramalan harga bahan pangan di kabupaten pamekasan dan dapat diambil kesimpulan bahwasanya *Holt-Winters Exponential Smoothing* menghasilkan tingkat akurasi MAPE dibawah 10% akan sejumlah bahan pangan baik dengan model *Multiplicative* maupun *Additive* tetapi pada penelitian, *Holt-Winters Additive* dipilih sebagai metode yang paling baik karena tingkat *error* yang lebih rendah dari multiplikatif. Sehingga, hasil peramalannya tergolong baik. Terdapat juga penelitian Plenos (2022) yang melakukan penelitian mengenai implementasi Metode *Holt-Winters* untuk peramalan produksi serat abaka dan disimpulkan bahwa *Holt-Winters Multiplicative* merupakan metode terbaik karena memiliki tingkat *error* paling rendah dibanding *Holt-Winters Additive* yaitu MSE sebesar 7.60112, RMSE sebesar 275.261, MAPE sebesar 5.840228, MASE sebesar 0.778003. Oleh karena itu, hasil peramalannya tergolong baik. Dalam penelitian Nurainun et al. (2021) menyimpulkan bahwa *Holt-Winters Additive* merupakan metode yang baik untuk perkiraan atau peramalan harga pangan cabai merah di provinsi Provinsi Sumatera Utara dengan nilai MAPE sebesar 10.15%.

## METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara pada Januari 2018 sampai Desember 2022 yang diperoleh dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional (PIHPS) melalui website <https://www.bi.go.id/hargapangan/> yang diakses pada tanggal 30 Maret 2023.

Langkah-langkah dalam menganalisis data pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Holt-Winters* adalah sebagai berikut (Nawawi et al, 2021; Fadliani et al, 2021):

1. Penginputan data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara ke *Microsoft Excel*
2. Identifikasi data dengan cara memplot data yang bertujuan untuk mengetahui fluktuasi data harga pangan dan mengetahui apakah data mengandung *trend* dan musiman
3. Melakukan Uji Stasioner ACF dan ADF pada data dengan bantuan software *Rstudio* yang bertujuan untuk mengetahui *trend* dan musiman pada data harga pangan daging sapi dan telur ayam
4. Mengolah data daging sapi dan telur ayam menggunakan metode *Holt-Winters Additive*:
  - a. Menentukan nilai awal taksiran pemulusan yaitu:
    - 1) Menghitung nilai awal pemulusan *level* menggunakan satu data musiman lengkap yaitu data 12 periode harga pangan daging sapi dan telur ayam pada

tahun 2018 (tahun awal data penelitian). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$l_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (3.1)$$

- 2) Menghitung nilai awal pemulusan *trend* menggunakan dua data musiman lengkap yaitu data 12 periode harga pangan daging sapi dan telur ayam pada tahun 2018 dan 2019. Rumus yang digunakan yaitu:

$$b_s = \frac{1}{s^2}((Y_{s+1} - Y_1) + (Y_{s+2} - Y_2) + \dots + (Y_{s+s} - Y_s)) \quad (3.2)$$

- 3) Menghitung nilai awal pemulusan *seasonal* atau musiman, dengan rumus :

$$S_1 = Y_1 - l_s, S_2 = Y_2 - l_s, \dots, S_s = Y_s - l_s \quad (3.3)$$

- b. Menentukan nilai konstanta *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ) dan *gamma* ( $\gamma$ ) dengan rentang  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ , dan  $0 < \gamma < 1$  yang dilakukan dengan menggunakan fitur *Solver*

- c. Mengitung nilai pemulusan dengan:

- 1) Menghitung nilai pemulusan *level* dengan:

$$l_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.4)$$

- 2) Menghitung nilai pemulusan *trend* dengan:

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.5)$$

- 3) Menghitung nilai pemulusan musiman dengan:

$$S_t = \gamma(Y_t - l_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3.6)$$

- d. Menghitung nilai peramalan untuk  $m$  periode berikutnya:

$$F_{t+m} = l_t + mb_t + S_{t-s+m} \quad (3.7)$$

- e. Menghitung tingkat keakurasian peramalan dengan *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

5. Mengolah data daging sapi dan telur ayam menggunakan metode *Holt-Winters Multiplicative* (Ginting, 2012; Fauziah et al, 2022):

- a. Menentukan nilai awal taksiran pemulusan yaitu:

- 1) Menghitung nilai awal pemulusan *level* menggunakan satu data musiman lengkap yaitu data 12 periode harga pangan daging sapi dan telur ayam pada tahun 2018 (tahun awal data penelitian). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$l_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (3.8)$$

- 2) Menghitung nilai awal pemulusan *trend* menggunakan dua data musiman lengkap yaitu data 12 periode harga pangan daging sapi dan telur ayam pada tahun 2018 dan 2019. Rumus yang digunakan yaitu:

$$b_s = \frac{1}{s^2}((Y_{s+1} - Y_1) + (Y_{s+2} - Y_2) + \dots + (Y_{s+s} - Y_s)) \quad (3.9)$$

- 3) Menghitung nilai awal pemulusan *seasonal* atau musiman, dengan rumus :

$$S_1 = \frac{Y_1}{l_s}, S_2 = \frac{Y_2}{l_s}, \dots, S_s = \frac{Y_s}{l_s} \quad (3.10)$$

- b. Menentukan nilai konstanta *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ) dan *gamma* ( $\gamma$ ) dengan rentang  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ , dan  $0 < \gamma < 1$  yang dilakukan dengan menggunakan fitur *Solver*

c. Mengitung nilai pemulusan dengan:

1) Menghitung nilai pemulusan *level* dengan:

$$l_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.11)$$

2) Menghitung nilai pemulusan *trend* dengan:

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.12)$$

3) Menghitung nilai pemulusan musiman dengan:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{l_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3.13)$$

d. Menghitung nilai peramalan untuk  $m$  periode berikutnya:

$$F_{t+m} = (l_t + mb_t)S_{t-s+m} \quad (3.14)$$

e. Menghitung tingkat keakurasian peramalan dengan *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

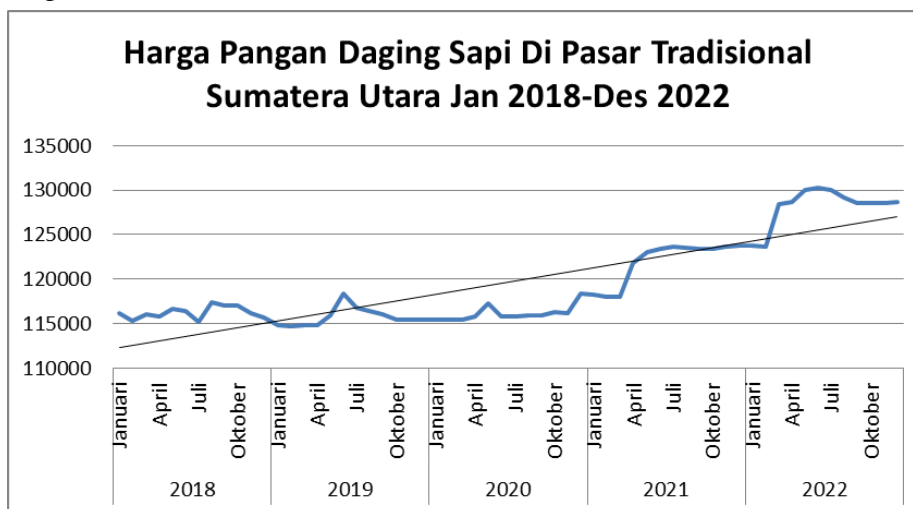
6. Memilih model terbaik dengan melihat nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang paling minimum
7. Penarikan kesimpulan dengan memilih model terbaik untuk meramalkan data dan penarikan kesimpulan mengenai keberhasilan implementasi metode *Holt-Winters* terhadap data harga daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

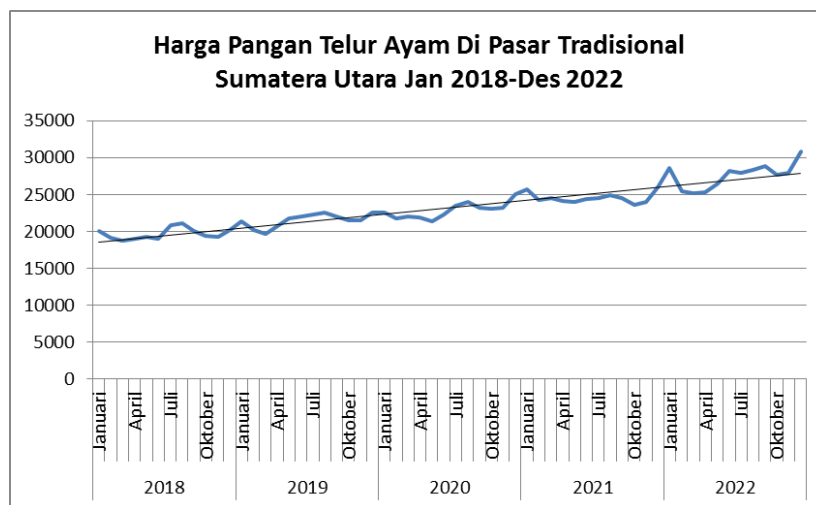
#### Identifikasi Data Dengan Plot Data

Plot data dilakukan untuk memberikan gambaran secara visualisasi mengenai data dan adanya unsur musiman dan trend pada data. Plot data aktual harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara tahun 2018-2022 dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1.** Plot data harga pangan daging sapi Januari 2018-Desember2022

Berdasarkan Gambar 1 tersebut teridentifikasi bahwa data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara berfluktuasi dan dipengaruhi oleh unsur trend dan faktor musiman, Hal ini diperlihatkan pada plot data yang memiliki pola perubahan yang berulang dari tahun ke tahun. Berulangnya pola musiman terjadi pada bulan tertentu, yaitu cenderung mengalami kenaikan pada bulan Mei-Juni dan penurunan pada bulan Februari. Selanjutnya dapat dilihat pada plot data tersebut juga dipengaruhi oleh trend (pola kecenderungan) karena plot mengalami kenaikan fluktuasi dari kiri bawah ke kanan atas.



**Gambar 2.** Plot data harga pangan telur ayam Januari 2018-Desember2022

Untuk plot data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara pada Gambar 2 disimpulkan bahwa data juga dipengaruhi oleh faktor musiman, yaitu cenderung mengalami kenaikan pada bulan Desember-Januari dan penurunan pada bulan Maret. Data tersebut juga dipengaruhi oleh trend (pola kecenderungan) karena plot mengalami kenaikan dari kiri bawah ke kanan atas. Untuk mengetahui suatu data dipengaruhi oleh faktor musiman dan trend (pola kecenderungan), maka dapat dilakukan dengan uji stasioner salah satunya yaitu ACF dan ADF.

#### **Uji Stasioner dengan fitur ACF dan ADF R-Studio**

Dilakukan uji stasioner ADF dan ACF agar lebih meyakinkan bahwa data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara tidak stasioner dengan menggunakan hipotesis berikut:

$$H_0: \text{data tidak stasioner}$$

$$H_1: \text{data stasioner}$$

Tarif signifikansi:  $\alpha = 0,05$

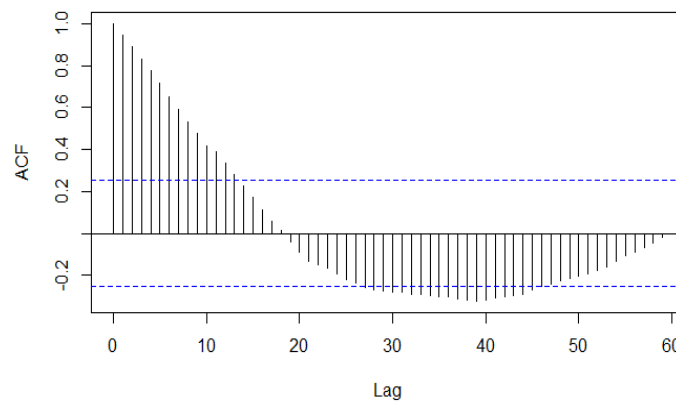
Kriteria penolakan:  $H_0$  ditolak, apabila  $P_{Value} < \alpha = 0,05$

**Tabel 1.** Hasil Uji ADF data harga pangan daging sapi Januari 2018-Desember 2022

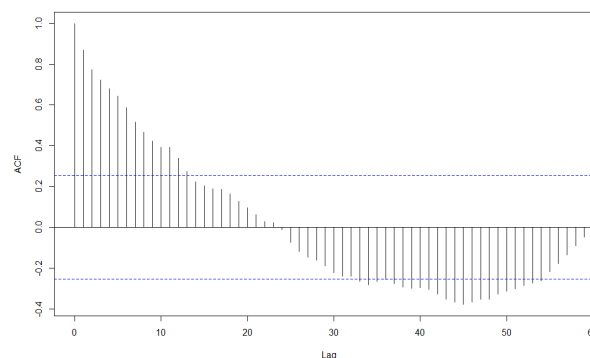
	<i>Pvalue</i>
<i>Augmented Dickey Fuller (ADF)</i>	0,674

**Tabel 2.** Hasil Uji ADF data harga pangan telur ayam Januari 2018-2022

	<i>Pvalue</i>
<i>Augmented Dickey Fuller (ADF)</i>	0,4814



**Gambar 1** Plot ACF data harga pangan daging sapi januari 2018-Desember 2022



**Gambar 2** Plot ACF harga pangan telur ayam Januari 2018-Desember 2022

Selanjutnya untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara, berdasarkan Gambar 3 dan 4 plot ACF menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Hal ini dikarenakan nilai koefisien ACF yang diperoleh pada awalnya sangat besar dan secara perlahan mendekati nol ketika lag-nya semakin besar.

### Peramalan dengan metode *Holt-Winters Additive*

1. Menentukan nilai awal

Dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai awal dari pemulusan *level*, pemulusan faktor *trend*, pemulusan faktor *seasonal* (musiman) untuk data harga pangan daging sapi dan telur ayam Berdasarkan data yang digunakan diperoleh panjang musim adalah  $s = 12$  karena data yang digunakan adalah data perbulan. Sehingga diperoleh hasil perhitungan nilai awal sebagai berikut:

a. Menghitung nilai awal pemulusan *level*

$$l_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s)$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{12} = 116.217$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{12} = 19.663$$

b. Menghitung nilai awal pemulusan *trend*

$$b_s = \frac{1}{s^2}((Y_{s+1} - Y_1) + (Y_{s+2} - Y_2) + \dots + (Y_{s+s} - Y_s))$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{12} = -37,153$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{12} = 154,861$$

c. Menghitung nilai awal pemulusan *seasonal* (musiman)

$$S_1 = Y_1 - l_s, S_2 = Y_2 - l_s, \dots, S_s = Y_s - l_s$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_1 = -67, S_2 = -917, S_3 = -217, S_4 = -467, S_5 = 433$$

$$S_6 = 133, S_7 = -1017, S_8 = 1183, S_9 = 783, S_{10} = 783$$

$$S_{11} = -67, S_{12} = -567$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_1 = 388, S_2 = -513, S_3 = -913, S_4 = -713$$

$$S_5 = -363, S_6 = -713, S_7 = 1188, S_8 = 1388$$

$$S_9 = 438, S_{10} = -263, S_{11} = -413, S_{12} = 488$$

2. Menentukan nilai konstanta *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ), *gamma* ( $\gamma$ ) dengan *Solver*  
 Setelah didapatkan nilai awal untuk tiga pemulusan yaitu pemulusan *level*, pemulusan *trend*, dan pemulusan *seasonal* (musiman) maka dapat dilakukan perhitungan nilai pemulusan untuk *level*, *trend*, *seasonal*. Sebelumnya perlu ditentukan nilai parameter  $\alpha, \beta, \gamma$  yang optimal dalam perhitungannya dengan rentang  $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1, 0 < \gamma < 1$ . Berdasarkan hasil dari fitur *Solver* maka nilai *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ), *gamma* ( $\gamma$ ) optimum adalah sebagai berikut:

**Tabel 3** Nilai *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ), *gamma* ( $\gamma$ )

Komoditas Pangan	Alpha ( $\alpha$ )	Beta ( $\beta$ )	Gamma ( $\gamma$ )
<b>Daging Sapi</b>	0,827439	0,114951	1
<b>Telur Ayam</b>	0,449063	0,09574	0,8870967

3. Menghitung nilai pemulusan
- a. Menghitung nilai pemulusan *level*  

$$l_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$
 Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:  

$$l_{13} = 115.135, l_{14} = 115.506, \dots, l_{60} = 128.636$$
 Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:  

$$l_{13} = 20.354, l_{14} = 20.651, \dots, l_{60} = 29.059$$
- b. Menghitung nilai pemulusan *trend*  

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$
 Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:  

$$b_{13} = -157,268, b_{14} = -96,456, \dots, b_{60} = 244,384$$
 Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:  

$$b_{13} = 206,244, b_{14} = 214,937, \dots, b_{60} = 258,657$$
- c. Menghitung nilai pemulusan *seasonal* (musiman)  

$$S_t = \gamma(Y_t - l_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$$
 Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_{13} = -285, S_{14} = -806, \dots, S_{60} = 64$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_{13} = 972, S_{14} = -414, \dots, S_{60} = 1692$$

4. Menghitung nilai peramalan

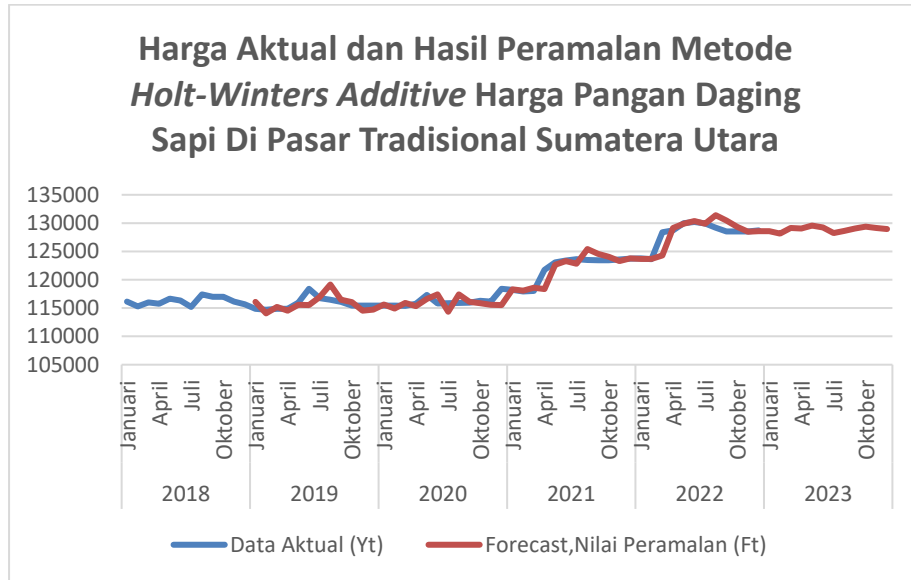
$$F_{t+m} = l_t + mb_t + S_{t-s+m}$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

Hasil peramalan *Holt-Winters Additive* harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Permalan *Holt-Winters Additive* harga daging sapi 2023

Periode	Bulan	Hasil Peramalan Harga
<b>61</b>	Januari	128.564
<b>62</b>	Februari	128.136
<b>63</b>	Maret	129.126
<b>64</b>	April	129.054
<b>65</b>	Mei	129.581
<b>66</b>	Juni	129.223
<b>67</b>	Juli	128.243
<b>68</b>	Agustus	128.621
<b>69</b>	September	129.058
<b>70</b>	Oktober	129.396
<b>71</b>	November	129.126
<b>72</b>	Desember	128.944



**Gambar 5.** Komparasi harga daging sapi *Holt-Winters Additive*

Berdasarkan Gambar dapat dilihat bahwa data nilai peramalan Metode *Holt-Winters Additive* mendekati data aktual data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara. Hal tersebut menandakan bahwa Metode *holt-Winters Additive* baik digunakan pada peramalan harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara.

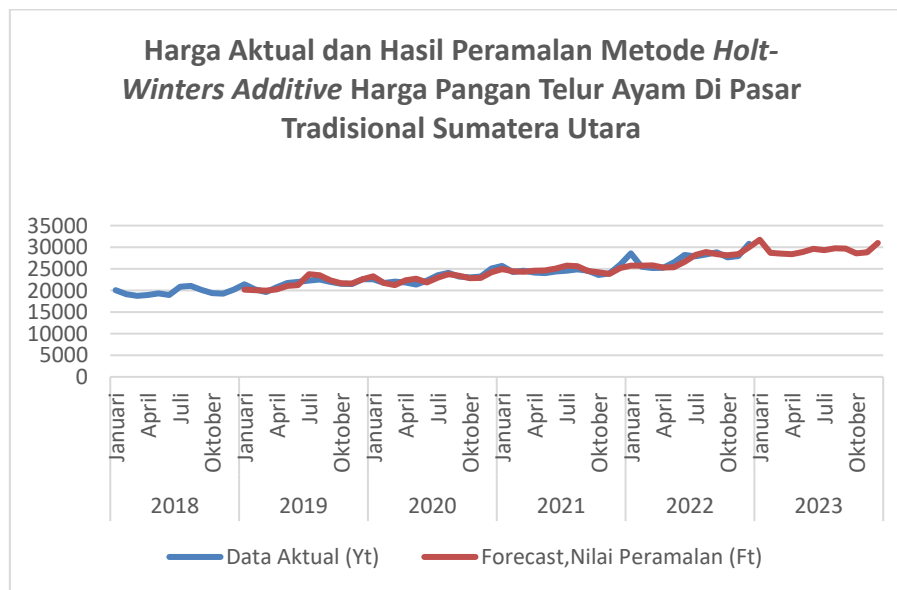
Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

Hasil peramalan *Holt-Winters Additive* harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 5

**Tabel 5.** Peramalan *Holt-Winters Additive* harga telur ayam 2023

Periode	Bulan	Hasil Peramalan Harga
61	Januari	31.730
62	Februari	28.727
63	Maret	28.512
64	April	28.381
65	Mei	28.862
66	Juni	29.632
67	Juli	29.306
68	Agustus	29.740

<b>69</b>	September	29.708
<b>70</b>	Oktober	28.568
<b>71</b>	November	28.813
<b>72</b>	Desember	31.010



**Gambar 6.** Komparasi harga telur ayam *Holt-Winters Additive*

Berdasarkan grafik pada Gambar diatas menunjukkan bahwa data nilai peramalan Metode *Holt-Winters Additive* mendekati data aktual data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara. Hal tersebut menandakan bahwa Metode *holt-Winters Additive* baik digunakan pada peramalan harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara karena terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara data nilai peramalan dengan data aktual.

5. Menghitung tingkat keakurasian peramalan

a. RMSE (*Root Mean Square Error*)

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,827439$ ,  $\beta = 0,114951$ ,  $\gamma = 1$

$$RMSE = 1304,780$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,449063$ ,  $\beta = 0,09574$ ,  $\gamma = 0,8870967$

$$RMSE = 785,212$$

b. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,827439$ ,  $\beta = 0,114951$ ,  $\gamma = 1$

$$MAPE = 0,725\%$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,449063$ ,  $\beta = 0,09574$ ,  $\gamma = 0,8870967$

$$MAPE = 2,459\%$$

**Peramalan dengan metode *Holt-Winters Multiplicative***

1. Menentukan nilai awal

Dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai awal dari pemulusan *level*, pemulusan faktor *trend*, pemulusan faktor *seasonal* (musiman) untuk data harga pangan daging sapi dan telur ayam Berdasarkan data yang digunakan diperoleh panjang musim adalah  $s = 12$  karena data yang digunakan adalah data perbulan. Sehingga diperoleh hasil perhitungan nilai awal sebagai berikut:

a. Menghitung nilai awal pemulusan *level*

$$l_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s)$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{12} = 116.217$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{12} = 19.663$$

b. Menghitung nilai awal pemulusan *trend*

$$b_s = \frac{1}{s^2}((Y_{s+1} - Y_1) + (Y_{s+2} - Y_2) + \dots + (Y_{s+s} - Y_s))$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{12} = -37,153$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{12} = 154,861$$

c. Menghitung nilai awal pemulusan *seasonal* (musiman)

$$S_1 = \frac{Y_1}{l_s}, S_2 = \frac{Y_2}{l_s}, \dots, S_s = \frac{Y_s}{l_s}$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_1 = 0,999426, S_2 = 0,992112, S_3 = 0,998136$$

$$S_4 = 0,995985, S_5 = 1,003729, S_6 = 1,001147$$

$$S_7 = 0,991252, S_8 = 1,010182, S_9 = 1,006740$$

$$S_{10} = 1,006740, S_{11} = 0,999426, S_{12} = 0,995124$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_1 = 1,019708, S_2 = 0,973935, S_3 = 0,953592$$

$$S_4 = 0,963764, S_5 = 0,981564, S_6 = 0,963764$$

$$S_7 = 1,060394, S_8 = 1,070566, S_9 = 1,022250$$

$$S_{10} = 0,986650, S_{11} = 0,979021, S_{12} = 1,024793$$

2. Menentukan nilai konstanta  $\alpha$  ( $\alpha$ ),  $\beta$  ( $\beta$ ),  $\gamma$  ( $\gamma$ ) dengan *Solver*  
 Berdasarkan hasil dari fitur *Solver* maka nilai  $\alpha$  ( $\alpha$ ),  $\beta$  ( $\beta$ ),  $\gamma$  ( $\gamma$ ) optimum adalah sebagai berikut:

**Tabel 6.** Nilai  $\alpha$  ( $\alpha$ ),  $\beta$  ( $\beta$ ),  $\gamma$  ( $\gamma$ )

Komoditas Pangan	Alpha ( $\alpha$ )	Beta ( $\beta$ )	Gamma ( $\gamma$ )
<b>Daging Sapi</b>	0,827439	0,114951	1
<b>Telur Ayam</b>	0,449063	0,09574	0,8870967

3. Menghitung nilai pemulusan

- a. Menghitung nilai pemulusan *level*

$$l_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{13} = 115.079, l_{14} = 114.736, \dots, l_{60} = 128.729$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$l_{13} = 20.528, l_{14} = 20.525, \dots, l_{60} = 29.525$$

- b. Menghitung nilai pemulusan *trend*

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{13} = -163,704, b_{14} = -184,238, \dots, b_{60} = 238,046$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$b_{13} = 222,860, b_{14} = 201,301, \dots, b_{60} = 312,166$$

- c. Menghitung nilai pemulusan *seasonal* (musiman)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{l_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_{13} = 0,998014, S_{14} = 0,999684, \dots, S_{60} = 0,999777$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara:

$$S_{13} = 1,039925, S_{14} = 0,985159, \dots, S_{60} = 1,042681$$

4. Menghitung nilai peramalan

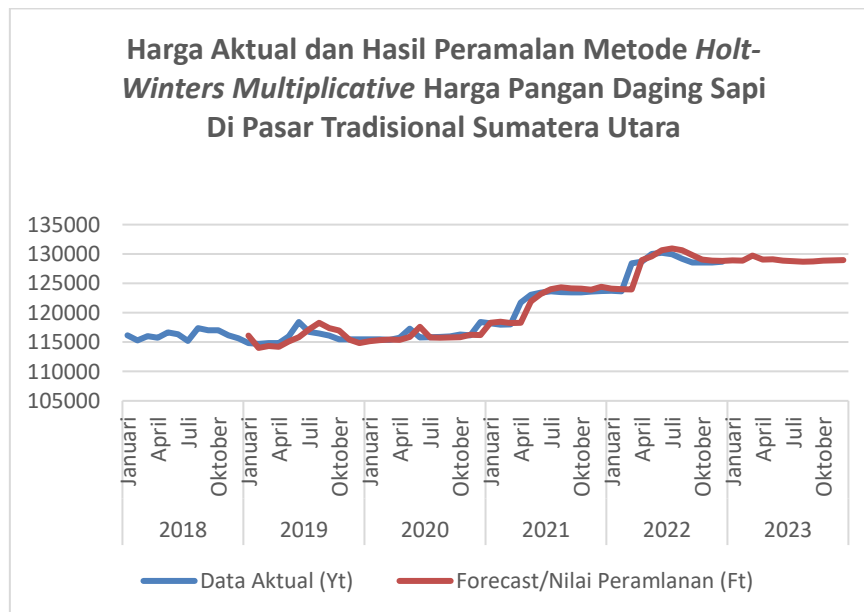
$$F_{t+m} = (l_t + mb_t)S_{t-s+m}$$

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara:

Hasil peramalan *Holt-Winters Multiplicative* harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Peramalan *Holt-Winters Multiplicative* harga daging sapi 2023

Periode	Bulan	Hasil Peramalan Harga
<b>61</b>	Januari	128.907
<b>62</b>	Februari	128.886
<b>63</b>	Maret	129.738
<b>64</b>	April	129.035
<b>65</b>	Mei	129.080
<b>66</b>	Juni	128.889
<b>67</b>	Juli	128.786
<b>68</b>	Agustus	128.699
<b>69</b>	September	128.726
<b>70</b>	Oktober	128.866
<b>71</b>	November	128.900
<b>72</b>	Desember	128.938



**Gambar 7.** Komparasi harga daging sapi *Holt-Winters Multiplicative*

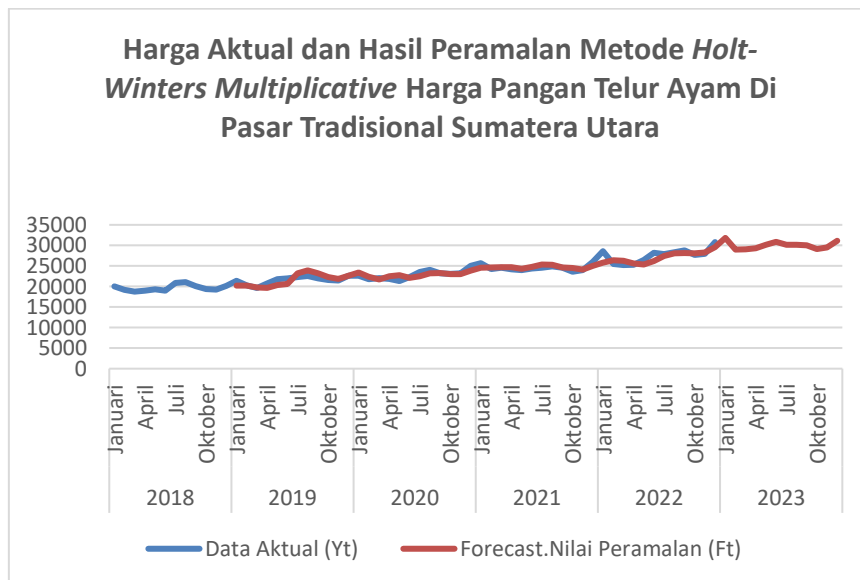
Berdasarkan Gambar dapat dilihat bahwa data nilai peramalan Metode *Holt-Winters Multiplicative* mendekati data aktual data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara. Hal tersebut menandakan bahwa Metode *holt-Winters Multiplicative* baik digunakan pada peramalan harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara karena terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara data nilai peramalan dengan data aktual.

Hasil peramalan *Holt-Winters Multiplicative* harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada tabel.

**Tabel 8.** Peramalan *Holt-Winters Multiplicative* harga telur ayam 2023

Periode	Bulan	Hasil Peramalan Harga
61	Januari	31.813
62	Februari	28.954
63	Maret	29.066
64	April	29.311
65	Mei	30.133
66	Juni	30.881
67	Juli	30.141
68	Agustus	30.126

<b>69</b>	September	30.046
<b>70</b>	Oktober	29.137
<b>71</b>	November	29.503
<b>72</b>	Desember	31.111



**Gambar 8.** Komparasi harga telur ayam *Holt-Winters Multiplicative*

Berdasarkan grafik pada Gambar diatas menunjukkan bahwa data nilai peramalan Metode *Holt-Winters Multiplicative* mendekati data aktual data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara. Hal tersebut menandakan bahwa Metode *holt-Winters Multiplicative* baik digunakan pada peramalan harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara.

5. Menghitung tingkat keakurasian peramalan

a. RMSE (*Root Mean Square Error*)

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,827439$ ,  $\beta = 0,114951$ ,  $\gamma = 1$

$$RMSE = 1208,580$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,449063$ ,  $\beta = 0,09574$ ,  $\gamma = 0,8870967$

$$RMSE = 920,220$$

b. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Untuk data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,827439$ ,  $\beta = 0,114951$ ,  $\gamma = 1$

$$MAPE = 0,680\%$$

Untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan  $\alpha = 0,449063$ ,  $\beta = 0,09574$ ,  $\gamma = 0,8870967$

$$MAPE = 3,035\%$$

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan implementasi metode Holt-Winters pada data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara, maka diperoleh kesimpulan bahwa metode Holt-Winters memiliki nilai kinerja peramalan yang sangat baik dan dapat digunakan untuk peramalan data harga pangan selanjutnya. Hal tersebut dapat dilihat dari tingkat akurasi  $MAPE < 10\%$  untuk semua perhitungan peramalan baik Holt-Winters Additive maupun Holt-Winters Multiplicative data harga pangan daging sapi dan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara. Dalam implementasi metode Holt-Winters untuk perhitungan peramalan data harga pangan daging sapi di pasar tradisional Sumatera Utara dengan nilai parameter optimum  $\alpha=0,827439$ ,  $\beta=0,114951$ , dan  $\gamma=1$ , Holt-Winters Multiplicative lebih baik daripada Holt-Winters Additive karena tingkat keakurasian yang lebih kecil yaitu  $RMSE = 1208,580$  dan  $MAPE = 0,680\%$ . Sebaliknya untuk data harga pangan telur ayam di pasar tradisional Sumatera Utara dengan nilai parameter optimum  $\alpha=0,449063$ ,  $\beta=0,09574$ , dan  $\gamma=0,8870967$ , Holt-Winters Additive lebih baik daripada Holt-Winters Multiplicative karena tingkat keakurasian yang lebih kecil yaitu  $RMSE = 785,212$  dan  $MAPE = 2,459\%$ .

## SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan data kasus yang berbeda dengan membandingkan metode peramalan tambahan lainnya. Untuk menentukan nilai parameter optimum  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  pada metode Holt-Winters dapat menggunakan fitur Software lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aabeyir, B. (2019). Forecasting The Consumer Price Index Of Ghana Using Exponential Smoothing Methods. *Mathematical Theory and Modeling* , 9 (3), 1-10.
- Dewi, N. P., & Listiowarni, I. (2020). Implementasi Holt-Winters Exponential Smoothing Untk Peramalan Harga Bahan Pangan Di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* , 11, 219-231.
- Fadliani, I., Purnamasari, I., & Wasono. (2021). Peramalan Dengan Metode SARIMA Pada Data Inflasi Dan Identifikasi Tipe Outlier. *Statistika* , 2 (2), 109-116.

- Fauziah, L., & Fauziah. (2022). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dan Moving Average Pada Prediksi Stock Produk Retail Berbasis Web. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)* , 7 (2), 159-168.
- Ginting, M. (2012). Penggunaan Solver Add-Ins Dalam Pengalokasian Distribusi Barang Dengan Total Biaya Distribusi Minimum. *Jurnal Wira Ekonomi Mikroskil* , 2 (1), 23-30.
- Hamidah, S. N., Salam, N., & Susanti, D. S. (2017). Teknik Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters. *Jurnal matematika Murni dan Terapan "epsilon"* , 7 (2), 26-33.
- Lima, S., Goncalves, A. M., & costa, M. (2019). Time Series Forecasting Using Holt Winters Exponential Smoothing: an Application to Economic Data. *Proceedings of the International conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2019 (ICCMSE-2019)* , 2186 (1), 090003-1-090003-4.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to Time Series Analysis And Forecasting (2nd Edition)*. John Wiley & Son, Inc., : <https://www.pdfdrive.com/>.
- Nawawi, A., Herawati, S., & Prastiti, N. (2021). Implementasi Metode Holt-Winter Additive Untuk Prediksi Kunjungan Wisatawan Nusantara Kabupaten Sumenep. *Jurnal SimanteC* , 10 (1), 25-30.
- Nurainun, U. S., Dur, S., & Widyasari, R. (2021). Prediksi Harga Cabai Merah Keriting Sumatera Utara Menggunakan Metode Holt Winters Additive. *Journal of Mathematics and Scientific Computing With Applications* , 2 (1), 55-60.
- Plenos, M. C. (2022). Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing: Application to Abaca Fiber Data. *Scientific Journal Warsaw University of Life Sciences-SGGW* , 22 (2), 17-29.
- Siregar, Y. J., Hartono, R., & Hardana, A. E. (2021). Peramalan Harga Cabai Rawit Di Kota Malang Dengan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing. *Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad* , 6 (2), 99-110.