

## Peramalan Jumlah Produksi Bawang Merah, Cabai Besar dan Cabai Rawit di Provinsi Riau dengan Metode *Holt-Winter Multiplicative*

Ade Nur Rahayu<sup>1</sup>, Rado Yendra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Email: 12050420461@students.uin-suska.ac.id

Received: 13 August 2024

Revised: 20 August 2024

Accepted: 27 August 2024

Published: 28 August 2024

**Abstrak** - Penelitian ini berfokus pada peramalan jumlah produksi bawang merah, cabai besar, dan cabai rawit di Provinsi Riau menggunakan metode Holt-Winters Multiplicative. Penelitian dilakukan di Dinas Pangan Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Riau, dengan menganalisis data sekunder dari tahun 2021 hingga 2023. Metode Holt-Winters Multiplicative dipilih karena kemampuannya menangani data dengan pola musiman yang kompleks dan tidak stasioner. Hasil analisis menunjukkan bahwa model terbaik untuk bawang merah memiliki nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 196.167%. Untuk cabai besar, model terbaik memiliki nilai MAPE sebesar 14.808%. Sedangkan untuk cabai rawit, model terbaik memiliki nilai MAPE sebesar 11.094%. Peramalan menunjukkan bahwa produksi bawang merah akan mengalami fluktuasi dengan peningkatan dan penurunan di bulan-bulan tertentu pada tahun 2024. Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode Holt-Winters Multiplicative efektif untuk peramalan data produksi cabai besar dan cabai rawit, namun kurang akurat untuk bawang merah. Diperlukan metode peramalan yang lebih kompleks seperti ARIMA atau teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi peramalan bawang merah. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk peningkatan metodologi peramalan dalam studi lanjutan.

**Kata kunci** – Bawang Merah, Cabai Besar, Cabai Rawit, Holt-Winters Multiplicative, MAPE, Peramalan.

### 1. Pendahuluan

Sektor pertanian di Indonesia mempunyai kedudukan yang sangat penting dalam perekonomian nasional sebagai negara agraris [1]. Dengan sumber daya alamnya yang luas dan kondisi iklim yang beragam, Indonesia berpotensi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas komoditas pertanian [2]. Salah satu komoditas unggulan nasional yang dikembangkan secara luas dan diusahakan oleh petani di dataran rendah dan dataran tinggi adalah bawang dan cabai [1]. Hal tersebut menyebabkan tingginya permintaan akan komoditas pertanian. Kedua komoditas tersebut menjadi komoditas pertanian yang sering digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Keduanya tidak hanya memiliki cita rasa dan aroma khas pada makanan, tetapi juga memiliki manfaat bagi kesehatan (Aryanta, 2019). Sehingga, tidak jarang bahwa bawang dan cabai menjadi rempah-rempah yang banyak dicari oleh masyarakat [2]. Salah satu jenis bawang yaitu bawang merah. Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura khususnya sayuran dengan jumlah produksi yang tinggi [3]. Begitupula dengan cabai, cabai merupakan tanaman hortikultura sayur-sayuran buah musiman untuk rempah-rempah yang diperlukan oleh seluruh lapisan masyarakat sebagai penyedap masakan. Jenis cabai ada banyak sekali, yang umum dikonsumsi digolongkan dalam dua jenis yaitu cabai besar dan cabai rawit.

Provinsi Riau menjadi salah satu provinsi yang memiliki potensi pertanian hortikultura yang cukup baik, khususnya untuk tanaman bawang merah, cabai besar dan cabai rawit. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), produksi bawang merah di Riau pada tahun 2022 mencapai 195 Ton menurun 134 Ton atau 40,73% dibanding tahun sebelumnya (329 Ton), produksi cabai besar mencapai 13.105 Ton menurun 992 Ton atau 7,57% dibanding tahun sebelumnya (14.097 Ton), sedangkan produksi cabai rawit termasuk kedalam produksi sayuran tertinggi di Riau. Pada tahun 2022, produksinya mencapai 7.429 Ton meningkat dari tahun sebelumnya yang mencapai 6.694 Ton. Peramalan produksi bawang merah, cabai besar, dan cabai rawit adalah salah satu aspek penting dalam pengelolaan sumber daya pertanian. Data produksi bawang merah, cabai besar, dan cabai rawit memiliki pola tren dan musiman yang kompleks, sehingga peramalan yang akurat sangat diperlukan untuk memprediksi fluktuasi produksi. Peramalan adalah salah satu cara untuk mengetahui dan memprediksi peristiwa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan melihat kembali data yang telah lampau, sehingga dapat dinyatakan bahwa peramalan mempunyai peranan penting dalam mengambil keputusan dikemudian hari [4]. Sebuah penelitian oleh Hariyanto Tanuwijaya, dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa *Exponential Smoothing Winters* dapat diterapkan dalam sistem informasi pengendalian produk dan bahan baku.

Selanjutnya penelitian dari Hammed (2015) menjelaskan bahwa metode pemulusan *eksponensial* lebih mudah dari metode peramalan lainnya dan sangat efisien daripada metode rata-rata bergerak. Dengan data terbatas, metode ini sangat cocok digunakan untuk peramalan [5]. Penelitian yang berkaitan dengan metode eksponensial smoothing yaitu penelitian yang dilakukan oleh [6] pada tahun 2022 dengan judul penelitian “Metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api dipulau Jawa”. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh model terbaik yang diperoleh untuk data jumlah penumpang kereta api di Pulau Jawa pada tahun 2013-2019 yaitu *Exponential Smoothing Holt-Winters* dengan model aditif untuk parameter  $\alpha = 0,8991$ ,  $\beta = 0,0039$  dan  $\gamma = 0,4668$  dengan nilai MAPE = 3,768534.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh [7] pada tahun 2021 dengan judul penelitian “Penerapan Metode *Holt-Winters* Untuk Peramalan Penjualan Pada Industri Makanan Ringan”. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pemilihan Metode *Holt-Winters* merupakan pilihan yang tepat karena Metode *Holt-Winters* memiliki 3 parameter yaitu level, tren dan musiman. Dan penelitian ini menghasilkan MAPE terkecil sebesar 8,3%. Sementara itu [8] telah melakukan penerapan metode eksponensial smoothing dalam memprediksi hasil pencapaian kinerja Pelayanan perangkat daerah dinas Pendidikan Provinsi Riau, hasilnya cukup baik dalam memprediksi kinerja pegawai pada dinas tersebut. Artinya metode ini juga baik dalam peramalan.

Pada tahun 2023 juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh [9] dengan 3 judul penelitian “Peramalan Jumlah Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Holt-Winters Eksponensial Smoothing* Studi Kasus Pt. Sinar Guning Sawit Raya”. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh nilai MAPE terbaik yaitu di model aditif sebesar 2,11% yang berarti metode *Holt Winters Exponential Smoothing* dengan model aditif memiliki nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan multiplikatifnya dalam meramalkan jumlah produksi minyak kelapa sawit di PT. Sinar Gunung Sawit Raya. Penerapan *Holt Winters* juga dilakukan oleh [10] untuk menganalisis potensi pemungutan zakat di tiga negara Asia Tenggara pada saat covid dan sebelum covid 19. Hasilnya menunjukkan bahwa pandemi covid 19 tidak memberikan dampak yang signifikan pada penerimaan zakat, hal itu dapat terlihat pada tren peramalan yang dihasilkan terus meningkat. Berdasarkan literatur diatas dan kajian relevan maka peneliti tertarik untuk melakukan kajian penelitian yang berjudul “Peramalan Jumlah Produksi Bawang Merah, Cabai Besar dan Cabai Rawit di Provinsi Riau dengan Metode *Holt-Winters Multiplicative*”.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*

Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* merupakan gabungan dari metode *Holt* yang dikembangkan oleh Winter. Metode ini diaplikasikan untuk data yang memiliki pola *trend* dan musiman. Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* bisa diaplikasikan untuk data yang tidak *stasioner*. Metode ini merupakan metode *exponential smoothing* dengan tiga kali pembobotan. Adapun pembobot pada metode *Holt-Winters exponential smoothing* ini adalah  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$ . Dimana parameter  $\alpha$  adalah parameter untuk *smoothing* keseluruhan data, sedangkan parameter  $\beta$  adalah parameter yang digunakan untuk *smoothing trend*, dan parameter  $\gamma$  merupakan parameter yang digunakan untuk *smoothing* musiman. Nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  berada di antara 0 sampai 1 yang ditentukan dengan nilai akurasi prakiraan terkecil, karena semakin kecil nilai akurasi prakiraan maka hasil prakiraan akan semakin baik. Metode *Holt-Winters exponential smoothing* ini memiliki dua model, yaitu *Holt-Winters* model *additive* dan model *multiplicative*. Pada *Holt-Winters* model *additive*, ketakstabilan musiman dari data terlihat stabil, tidak tergantung pada rata-rata dari data. Pada model *multiplicative*, amplitudo dari ketakstabilan musiman terlihat inkonsisten, bergantung pada rata-rata dari data. Melihat dari data *time series* dari jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit yang memiliki pola yang tidak konsisten, maka peneliti merujuk metode *Holt-Winters multiplicative* sebagai metode yang akan diuji dalam penelitian ini [11-13]. Untuk menginisialisasi metode peramalan ini, dibutuhkan nilai awal untuk penghalusan level ( $L_t$ ), trend ( $b_t$ ), dan musiman ( $S_t$ ). Untuk memperoleh nilai perkiraan awal dari indeks musiman, dibutuhkan data utuh dalam satu musim. Sehingga, nilai *trend* dan penghalusan diinisialisasi pada periode 1. adapun nilai awal konstanta penghalusan *level* didapat dengan memakai rata-rata musim pertama, yaitu:

$$L_t = \left(\frac{1}{l}\right) (y_1 + y_2 + \dots + y_l)$$

Untuk menginisialisasi *trend*, akan lebih baik apabila memakai data utuh selama dua musim, yaitu:

$$b_t = \left(\frac{1}{l}\right) \left(\frac{y_{l+1} - y_1}{l} + \frac{y_{l+2} - y_2}{l} + \dots + \frac{y_{l+l} - y_l}{l}\right)$$

Kemudian untuk menginisialisasi indeks musiman model *multiplicative* yaitu:

$$S_k = \frac{y_k}{L_t}$$

Keterangan:

$b_t$  : Menyatakan nilai awal *smoothing* pola *trend*

$L_t$  : Menyatakan nilai awal *smoothing level*

$S_k$  : Menyatakan nilai awal *smoothing* musiman

$l$  : Menyatakan panjang musiman

$y_k$  : Menyatakan data ke- $k$ .

Adapun beberapa fungsi persamaan model *multiplicative* pada *holt-winters* adalah sebagai berikut:

1) Fungsi persamaan untuk *smoothing level*:

$$L_t = \alpha \left(\frac{y_t}{S_{t-l}}\right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

2) Fungsi persamaan untuk *smoothing pola trend*:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

3) Fungsi persamaan untuk smoothing pola musiman:

$$S_t = \gamma \left( \frac{y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-l}$$

4) Fungsi persamaan untuk prakiraan periode ke-n:

$$F_{t+n} = (L_t + nb_t)S_{t-l+n}$$

Keterangan:

$L_t$  : Menyatakan *smoothing level* pada bulan ke- $t$

$\alpha$  : Menyatakan pembobot *smoothing level* ( $0 < \alpha < 1$ )

$\beta$  : Menyatakan pembobot *smoothing pola trend* ( $0 < \beta < 1$ )

$\gamma$  : Menyatakan pembobot *smoothing pola musiman* ( $0 < \gamma < 1$ )

$y_t$  : Menyatakan data ke- $t$

$b_t$  : Menyatakan *smoothing trend* pada bulan ke- $t$

$S_t$  : Menyatakan *smoothing musiman* pada bulan ke- $t$

$l$  : Menyatakan panjang musiman

$n$  : Menyatakan periode waktu yang akan diprakirakan

$F_t$  : Menyatakan nilai yang ingin diprakirakan

$L_{t-1}$  : Menyatakan *smoothing level* pada bulan ke  $t-1$

$b_{t-1}$  : Menyatakan *smoothing pola trend* pada bulan ke  $t-1$ .

Penentuan parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  dilakukan untuk meminimumkan MSE dan MAPE. Pendekatan untuk mendapatkan nilai-nilai parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan algoritma optimasi non-linier untuk menentukan nilai parameter yang optimal [6].

### 3. Hasil dan Pembahasan

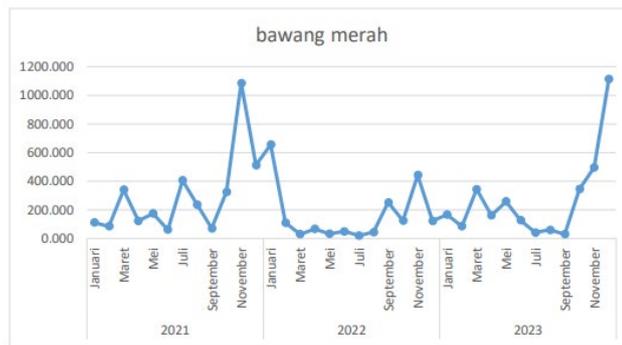
#### 3.1 Penginputan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit di Provinsi Riau pada tahun 2021 s/d 2023. Rekapitulasi data didapat dari Dinas Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Riau.

#### 3.2 Eksplorasi Data

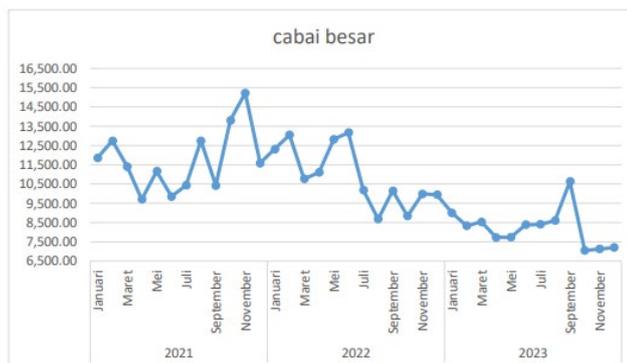
Eksplorasi data ini dilakukan untuk mengetahui gambaran umum jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit pada Januari 2021 s/d Desember 2023 sebanyak 36 data per-masing-masing jumlah produksi.

Gambar 1 Time Series Data Bawang Merah



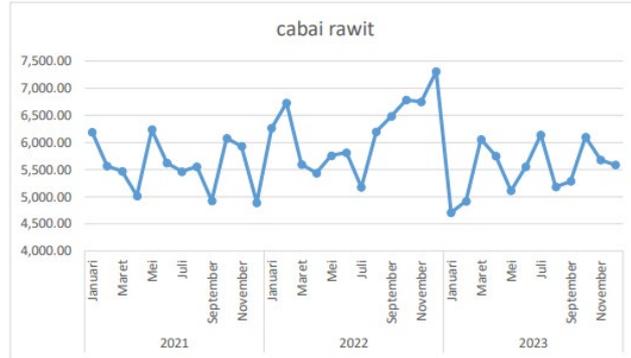
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa data jumlah produksi bawang merah memiliki pola data musiman dengan unsur tren karena terjadi fluktuasi data bawang merah yang meningkat pada bulan tertentu dan cenderung berulang setiap tahunnya.

Gambar 2 Time Series Data Cabai Besar



Selanjutnya berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa data jumlah produksi cabai besar juga memiliki pola data musiman dengan unsur tren karena terjadi fluktuasi data cabai besar yang meningkat pada bulan tertentu dan cenderung berulang setiap tahunnya.

Gambar 3 Time Series Data Cabai Rawit



Pada data jumlah produksi cabai rawit yang dapat dilihat pada Gambar 3 ternyata juga memiliki pola data musiman dengan unsur tren yang meningkat pada bulan tertentu dan cenderung berulang setiap tahunnya. Maka dari itu, metode yang digunakan pada sistem peramalan ini adalah metode *Holt-winters Multiplicative*.

**3.3 Penerapan Metode Holt-Winters Multiplicative dalam Peramalan Jumlah Produksi Bawang Merah, Cabai Besar dan Cabai Rawit**

**3.3.1 Proses Inisialisasi**

Langkah pertama dalam proses inisialisasi atau penentuannilai awal terlebih dahulu. Proses ini terdapat nilai awal *smoothing* pada *level*, *trend* dan musiman untuk data jumlah produksi bawang merah pada tahun 2021-2023.

**A. Menghitung Nilai Awal Smoothing Level ( $L_t$ )**

**1. Nilai Awal Smoothing Level pada Bawang Merah**

Dengan persamaan dan data pada Tabel diperoleh nilai awal *smoothing level* pada bawang merah sebagai berikut:

$$L_t = \left(\frac{1}{l}\right)(y_1 + y_2 + \dots + y_t)$$

$$L_{12} = \left(\frac{1}{12}\right)(112,00 + 85,00 + \dots + 512,00) = 651,734.$$

**2. Nilai Awal Smoothing Level pada Cabai Besar**

Diperoleh nilai awal *smoothing level* pada cabai besar sebagai berikut:

$$L_t = \left(\frac{1}{l}\right)(y_1 + y_2 + \dots + y_t)$$

$$L_{12} = \left(\frac{1}{12}\right)(11.858,89 + 12.750,49 + \dots + 11.583,81) = 7.756,04.$$

**3. Nilai Awal Smoothing Level pada Cabai Rawit**

Diperoleh nilai awal *smoothing level* pada cabai rawit sebagai berikut:

$$L_t = \left(\frac{1}{l}\right)(y_1 + y_2 + \dots + y_t)$$

$$L_{12} = \left(\frac{1}{12}\right)(6.191,89 + 5.563,27 + \dots + 4.891,62) = 6.396,06.$$

**B. Menghitung Nilai Awal Smoothing Trends ( $b$ )**

**1. Nilai Awal Smoothing Trend pada Bawang Merah**

Diperoleh nilai awal *smoothing trend* pada bawang merah sebagai berikut:

$$b_t = \left(\frac{1}{l}\right)\left(\frac{y_{l+1} - y_1}{l} + \frac{y_{l+2} - y_2}{l} + \dots + \frac{y_{l+l} - y_l}{l}\right)$$

$$b_{12} = \left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{y_{13} - y_1}{12} + \frac{y_{14} - y_2}{12} + \dots + \frac{y_{24} - y_{12}}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{655,00 - 112,00}{12} + \frac{110,60 - 85,00}{12} + \dots + \frac{123,50 - 512,00}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right)(45,25 + 2,133 + \dots + (-32,375)) = -12,309.$$

**2. Nilai Awal Smoothing Trend pada Cabai Besar**

Diperoleh nilai awal *smoothing trend* pada cabai besar sebagai berikut:

$$b_t = \left(\frac{1}{l}\right)\left(\frac{y_{l+1} - y_1}{l} + \frac{y_{l+2} - y_2}{l} + \dots + \frac{y_{l+l} - y_l}{l}\right)$$

$$b_{12} = \left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{y_{13} - y_1}{12} + \frac{y_{14} - y_2}{12} + \dots + \frac{y_{24} - y_{12}}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right)\left(\frac{12.315,27 - 11.858,89}{12} + \frac{13.051,20 - 12.750,49}{12} + \dots + \frac{9.946,09 - 11.583,81}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right)(38,03 + 25,05 + \dots + (-136,47)) = -142,24.$$

3. Nilai Awal *Smoothing Trend* pada Cabai Rawit

Diperoleh nilai awal *smoothing trend* pada cabai rawit sebagai berikut:

$$b_l = \left(\frac{1}{l}\right) \left(\frac{y_{l+1} - y_1}{l} + \frac{y_{l+2} - y_2}{l} + \dots + \frac{y_{l+l} - y_l}{l}\right)$$

$$b_{12} = \left(\frac{1}{12}\right) \left(\frac{y_{13} - y_1}{12} + \frac{y_{14} - y_2}{12} + \dots + \frac{y_{24} - y_{12}}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right) \left(\frac{6.265,19 - 6.191,89}{12} + \frac{6.729,83 - 5.563,27}{12} + \dots + \frac{7.304,85 - 4.891,62}{12}\right)$$

$$= \left(\frac{1}{12}\right) (6,10 + 97,21 + \dots + 201,10) = 36,24.$$

C. Nilai Awal *Smoothing Musiman*

Diperoleh nilai awal *smoothing musiman* sebagai berikut:

Tabel 1 Nilai Awal *Smoothing Musiman*

S <sub>k</sub>	Multiplicative $\left(\frac{y_k}{L_l}\right)$		
	Bawang Merah	Cabai Besar	Cabai Rawit
S <sub>1</sub>	2,312	0,96	1,11
S <sub>2</sub>	0,426	0,95	1,19
S <sub>3</sub>	0,115	0,94	0,97
S <sub>4</sub>	0,256	0,87	0,93
S <sub>5</sub>	0,148	0,94	0,97
S <sub>6</sub>	0,279	1,06	0,96
S <sub>7</sub>	1,273	1,00	0,98
S <sub>8</sub>	0,688	0,95	0,99
S <sub>9</sub>	0,215	1,08	0,87
S <sub>10</sub>	1,034	0,77	1,07
S <sub>11</sub>	3,540	0,86	1,04
S <sub>12</sub>	1,707	0,93	0,86

3.3.2 Menetapkan Nilai Parameter  $\alpha$  ( $\alpha$ ),  $\beta$  ( $\beta$ ) dan  $\gamma$  ( $\gamma$ )

Data bawang merah pada tahun 2021-2023 dengan bantuan *software R* diperoleh tiga nilai parameter  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$  untuk metode *Holt-Winters Multiplicative* sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai Parameter  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$

2021-2023	Data	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
	Bawang Merah	1	0	1
	Cabai Besar	0,34	0,05	0
	Cabai Rawit	0	0	0

3.3.3 Menghitung Nilai *Smoothing Level* ( $L_t$ )

1. Menghitung Nilai *Smoothing Level* pada Bawang Merah

$$L_{13} = \alpha \left(\frac{y_{13}}{S_1}\right) + (1 - \alpha)(L_{12} + b_{12}) = 1 \left(\frac{655,00}{2,312}\right) + (1 - 1)(651,734 + (-12,309)) = 283,304;$$

$$L_{14} = \alpha \left(\frac{y_{14}}{S_2}\right) + (1 - \alpha)(L_{13} + b_{13}) = 1 \left(\frac{110,60}{0,426}\right) + (1 - 1)(283,304 + (-12,309)) = 259,624;$$

⋮

$$L_{36} = \alpha \left(\frac{y_{36}}{S_{24}}\right) + (1 - \alpha)(L_{35} + b_{35}).$$

2. Menghitung Nilai *Smoothing Level* pada Cabai Besar

$$L_{13} = \alpha \left(\frac{y_{13}}{S_1}\right) + (1 - \alpha)(L_{12} + b_{12}) = 0,34 \left(\frac{12.315,27}{0,96}\right) + (1 - 0,34)(7.756,04 + (-142,24)) = 11.572,51;$$

$$L_{14} = \alpha \left(\frac{y_{14}}{S_2}\right) + (1 - \alpha)(L_{13} + b_{13}) = 0,34 \left(\frac{13.051,20}{0,95}\right) + (1 - 0,34)(11.572,51 + 12.083,36) = 12.680,71;$$

⋮

$$L_{36} = \alpha \left(\frac{y_{36}}{S_{24}}\right) + (1 - \alpha)(L_{35} + b_{35}) = 0,34 \left(\frac{7.211,83}{-149,20}\right) + (1 - 0,34)(9.777,16 + 9.152,32) = 8.314,73.$$

3. Menghitung Nilai *Smoothing Level* pada Cabai Rawit

$$L_{13} = \alpha \left(\frac{y_{13}}{S_1}\right) + (1 - \alpha)(L_{12} + b_{12}) = 0 \left(\frac{6.265,19}{1,11}\right) + (1 - 0)(6.396,05 + 36,24) = 6.184,51;$$

$$L_{14} = \alpha \left(\frac{y_{14}}{S_2}\right) + (1 - \alpha)(L_{13} + b_{13}) = 0 \left(\frac{6.729,83}{1,19}\right) + (1 - 0)(6.184,51 + 5.526,39) = 6.669,19;$$

⋮

$$L_{36} = \alpha \left(\frac{y_{36}}{S_{24}}\right) + (1 - \alpha)(L_{35} + b_{35}) = 0 \left(\frac{5.585,58}{36,24}\right) + (1 - 0)(6.672,95 + 6.323,58) = 5.548,17.$$

3.3.4 Menghitung Nilai Smoothing Trend ( $b_t$ )

1. Menghitung Nilai Smoothing Trend pada Bawang Merah

$$b_{13} = \beta(L_{13} - L_{12}) + (1 - \beta)b_{12} = 0(283,304 - 651,734) + (1 - 0)(-12,309) = 359,941;$$

$$b_{14} = \beta(L_{14} - L_{13}) + (1 - \beta)b_{13} = 0(259,624 - 283,304) + (1 - 0)(-12,309) = 283,260;$$

$$\vdots$$

$$b_{36} = \beta(L_{36} - L_{35}) + (1 - \beta)b_{35} = 0(259,624 - 283,304) + (1 - 0)(-12,309) = 140,011.$$

2. Menghitung Nilai Smoothing Trend pada Cabai Besar

$$b_{13} = \beta(L_{13} - L_{12}) + (1 - \beta)b_{12} = 0,05(11.572,50 - 7.756,03) + (1 - 0,05)(-142,24) = 12.083,36;$$

$$b_{14} = \beta(L_{14} - L_{13}) + (1 - \beta)b_{13} = 0,05(12.680,70 - 11.572,50) + (1 - 0,05)(12.083,36) = 12.297,98;$$

$$\vdots$$

$$b_{36} = \beta(L_{36} - L_{35}) + (1 - \beta)b_{35} = 0,05(8.314,72 - 9.777,16) + (1 - 0,05)(9.152,32) = 8.242,61.$$

3. Menghitung Nilai Smoothing Trend pada Cabai Rawit

$$b_{13} = \beta(L_{13} - L_{12}) + (1 - \beta)b_{12} = 0(6184,51 - 6.396,06) + (1 - 0)(36,24) = 5.526,39;$$

$$b_{14} = \beta(L_{14} - L_{13}) + (1 - \beta)b_{13} = 0(6.669,19 - 6.184,51) + (1 - 0)(5.526,39) = 5.562,63;$$

$$\vdots$$

$$b_{36} = \beta(L_{36} - L_{35}) + (1 - \beta)b_{35} = 0(5.548,17 - 6.672,95) + (1 - 0)(6.323,58) = 6.359,83.$$

3.3.5 Menghitung Nilai Smoothing Musiman ( $S_t$ )

1. Menghitung Nilai Smoothing Musiman pada Bawang Merah

$$S_{13} = \gamma \left( \frac{y_{13}}{L_{13}} \right) + (1 - \gamma)S_1 = 1 \left( \frac{655,00}{803,85} \right) + (1 - 1)2,312 = -12,30;$$

$$S_{14} = \gamma \left( \frac{y_{14}}{L_{14}} \right) + (1 - \gamma)S_2 = 1 \left( \frac{110,60}{115,61} \right) + (1 - 1)0,426 = -12,30;$$

$$\vdots$$

$$S_{36} = \gamma \left( \frac{y_{36}}{L_{36}} \right) + (1 - \gamma)S_{24} = 1 \left( \frac{1.112,82}{218,04} \right) + (1 - 1)(-12,30) = -12,30.$$

2. Menghitung Nilai Smoothing Musiman pada Cabai Besar

$$S_{13} = \gamma \left( \frac{y_{13}}{L_{13}} \right) + (1 - \gamma)S_1 = 1 \left( \frac{12.315,27}{11.572,50} \right) + (1 - 1)0,96 = -44,60;$$

$$S_{14} = \gamma \left( \frac{y_{14}}{L_{14}} \right) + (1 - \gamma)S_2 = 1 \left( \frac{13.051,20}{12.680,70} \right) + (1 - 1)0,95 = -32,49;$$

$$\vdots$$

$$S_{36} = \gamma \left( \frac{y_{36}}{L_{36}} \right) + (1 - \gamma)S_{24} = 1 \left( \frac{7.211,83}{8.314,72} \right) + (1 - 1)(-149,20) = -125,37.$$

3. Menghitung Nilai Smoothing Musiman pada Cabai Rawit

$$S_{13} = \gamma \left( \frac{y_{13}}{L_{13}} \right) + (1 - \gamma)S_1 = 0 \left( \frac{6.265,19}{6.184,51} \right) + (1 - 0)1,11 = 36,24;$$

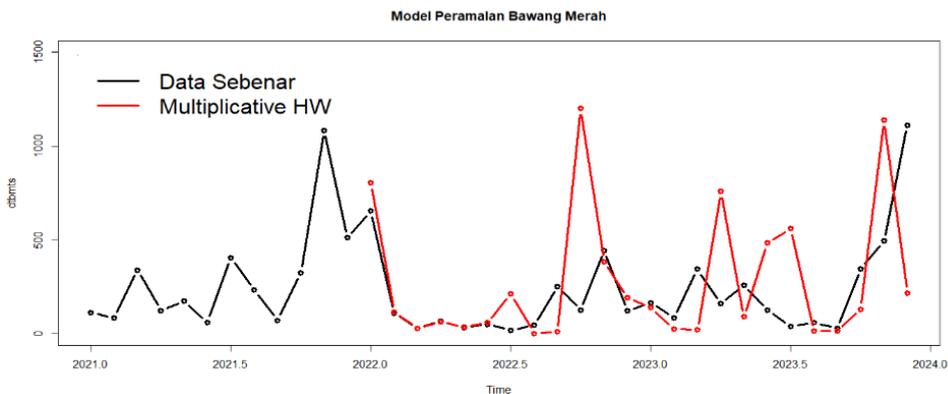
$$S_{14} = \gamma \left( \frac{y_{14}}{L_{14}} \right) + (1 - \gamma)S_2 = 0 \left( \frac{6.729,83}{6669,19} \right) + (1 - 0)1,19 = 36,24;$$

$$\vdots$$

$$S_{36} = \gamma \left( \frac{y_{36}}{L_{36}} \right) + (1 - \gamma)S_{24} = 0 \left( \frac{5.585,58}{5548,17} \right) + (1 - 0)36,24 = 36,24.$$

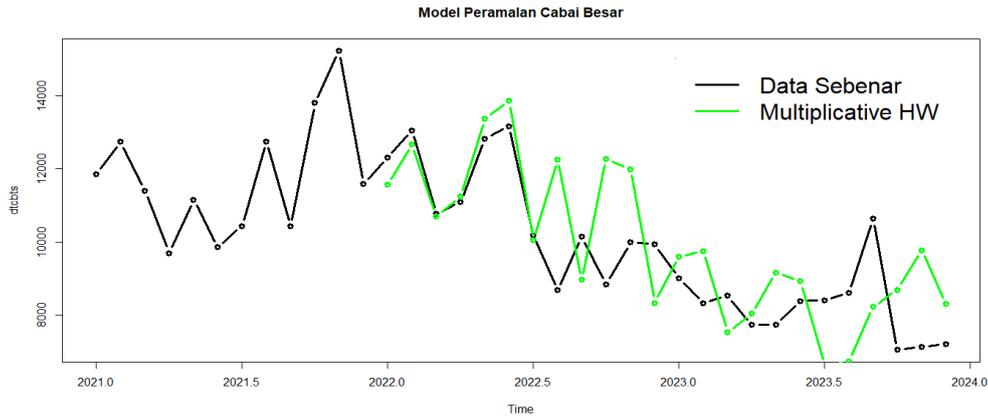
Selanjutnya diperoleh grafik model *holt-winters multiplicative* untuk data jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit sebagai berikut:

Gambar 4 Model Grafik *Multiplicative* Bawang Merah



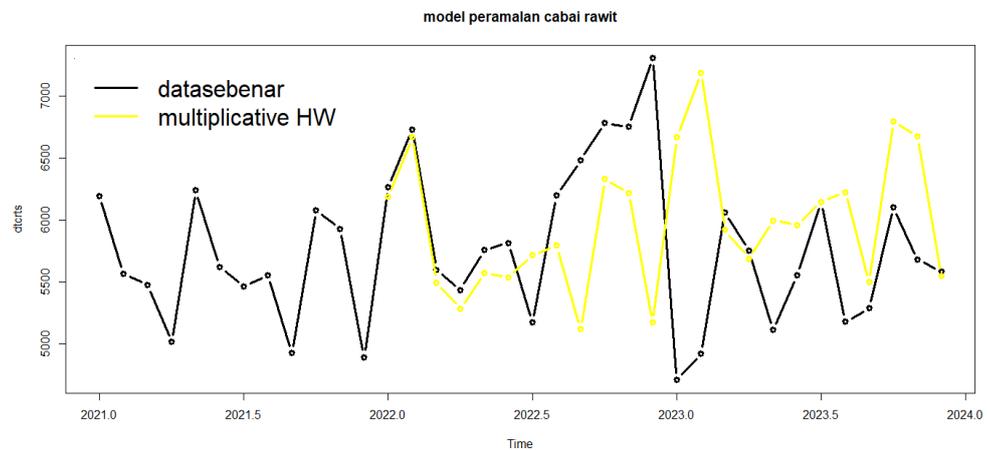
Gambar 4 menunjukkan model peramalan untuk bawang merah menggunakan metode *Holt-winters Multiplicative*. Garis hitam pada grafik adalah data historis yang sebenarnya, yang menunjukkan jumlah produksi bawang merah dari awal 2021 sampai dengan pertengahan 2023 dan garis merah adalah hasil dari model peramalan *Holt-Winters Multiplicative* yang mencoba memprediksi tren dan pola musiman dalam data bawang merah hingga awal tahun 2024.

Gambar 5 Model Grafik *Multiplicative Cabai Besar*



Grafik pada Gambar 5 menunjukkan model peramalan untuk cabai besar. Garis hitam pada grafik adalah data historis yang sebenarnya, yang menunjukkan jumlah produksi cabai besar dari awal 2021 hingga sekitar pertengahan 2023. Dan garis hijau pada grafoik adalah hasil dari model peramalan *Holt-Winters Multiplicative* yang mencoba memprediksi tren dan pola musiman dalam data cabai besar hingga awal tahun 2024.

Gambar 6 Model Grafik *Multiplicative Cabai Rawit*



Selanjutnya pada Gambar 6 menunjukkan peramalan jumlah produksi cabai rawit dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2024. Model peramalan ini mengikuti pola data historis dengan baik.

### 3.3.6 Menghitung Akurasi Model dengan Nilai MAE, MSE, RMSE dan MAPE

Dengan bantuan *software* R didapatkan nilai akurasi peramalan model MAE, MSE, RMSE dan MAPE sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai Akurasi Peramalan

	Data	MAE	MSE	RMSE	MAPE
2021 – 2023	Bawang Merah	238,162	143.433,6	378,726	196,167
	Cabai Besar	1303,41	2.641.670	1.625,321	14,808
	Cabai Rawit	624,937	837.382,1	915,086	11,094

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa data jumlah produksi bawang merah pada tahun 2021-2023 dengan metode *Holt-winters Multiplicative* memiliki nilai MAPE = 196,167%, data jumlah produksi cabai besar pada tahun 2021-2023 dengan metode *Holt-winters Multiplicative* memiliki nilai MAPE = 14,808%, dan data jumlah produksi cabai rawit pada tahun 2021-2023 dengan metode *Holt-winters Multiplicative* memiliki nilai MAPE = 11,094% maka selanjutnya untuk melakukan peramalan jumlah produksi bawang merah pada Januari-Desember 2024.

### 3.3.7 Menghitung Nilai Peramalan untuk n Periode Berikutnya

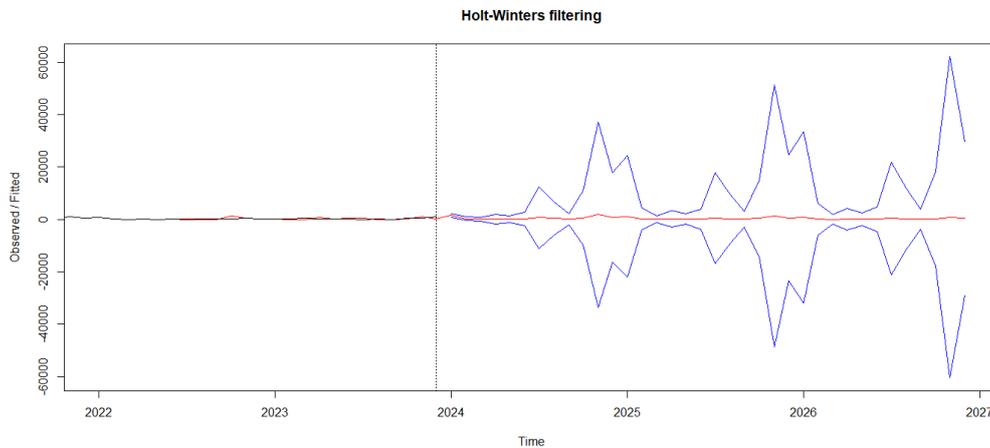
Berdasarkan hasil analisis sebelumnya untuk data jumlah produksi bawang merah pada tahun 2021-2023 menggunakan metode *holt-winters multiplicative* memiliki nilai MAPE = 196,167%. Tingginya nilai MAPE dalam peramalan jumlah produksi bawang merah dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, adanya data 0,00 pada bulan agustus dan jumlah produksi berubah-ubah dapat membuat prediksi menjadi sulit. Kedua, model peramalan kurang tepat digunakan untuk data ini. Untuk data jumlah produksi cabai besar pada tahun 2021-2023 menggunakan metode *holt-winters multiplicative* memiliki nilai MAPE = 14,808%, nilai MAPE ini memiliki kemampuan peramalan yang baik karena berada di antara 10%-20%. Begitu juga dengan data jumlah produksi cabai rawit pada tahun 2021-2023 menggunakan metode *holt-winters multiplicative* yang memiliki nilai MAPE = 11,094%. Selanjutnya dengan bantuan *software* R, setelah memperoleh nilai awal, lalu menghitung nilai untuk smoothing level, trend dan musiman pada data jumlah produksi bawang merah, cabai besar, dan cabai rawit pada Tabel 4:

Tabel 4 Hasil Peramalan Jumlah Produksi

Bulan	Bawang Merah		Cabai Besar		Cabai Rawit	
	Data Sebenar 2023	Peramalan 2024	Data Sebenar 2023	Peramalan 2024	Data Sebenar 2023	Peramalan 2024
Januari	112,00	1.478,580	11.858,89	7.306,997	6.191,89	7.151,396
Februari	85,00	267,597	12.750,49	7.070,608	5.563,27	7.705,109
Maret	340,00	71,263	11.408,48	6.918,016	5.471,77	6.341,860
April	123,50	154,696	9.703,62	6.318,089	5.014,38	6.093,107
Mei	174,50	87,695	11.160,06	6.645,151	6.237,50	6.419,479
Juni	62,00	161,489	9.856,54	7.350,766	5.619,56	6.375,886
Juli	405,00	720,187	10.436,05	6.755,265	5.464,04	6.574,371
Agustus	0,00	381,036	12.752,32	6.293,539	5.553,79	6.657,153
September	71,00	116,408	10.430,51	7.005,100	4.924,03	5.878,108
Oktober	325,50	546,998	13.805,56	4.878,930	6.077,61	7.265,293
November	1.084,40	1.828,175	15.226,05	5.357,167	5.929,28	7.129,196
Desemember	512,00	860,602	11.583,81	5.624,665	4.891,62	5.925,355

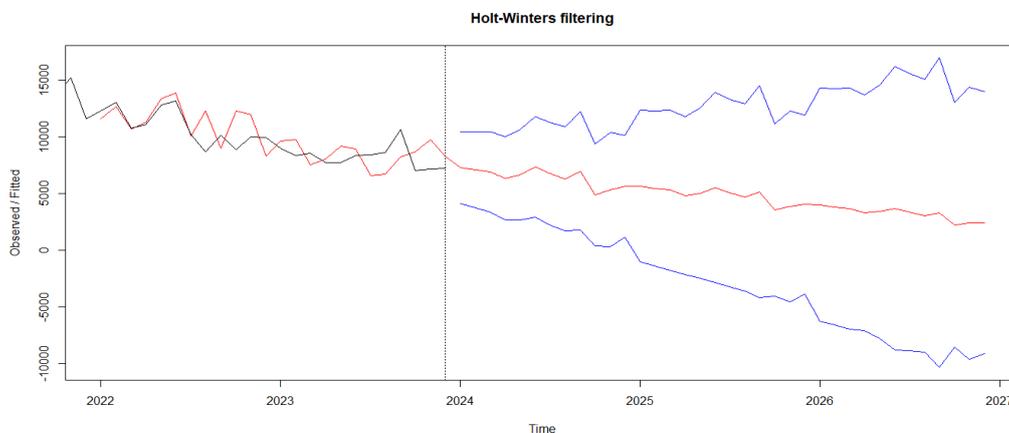
Dari Tabel terlihat bahwa hasil peramalan dari cabai besar menunjukkan penurunan jumlah produksi sementara untuk hasil peramalan dari cabai rawit mengalami kenaikan jumlah produksi. Setelah meramalkan data selanjutnya disajikan grafik data aktual tahun 2021-2023 dengan hasil peramalan, dengan bantuan *software* R maka diperoleh grafik sebagai berikut:

Gambar 7 Grafik Hasil Peramalan Jumlah Produksi Bawang Merah Periode selanjutnya



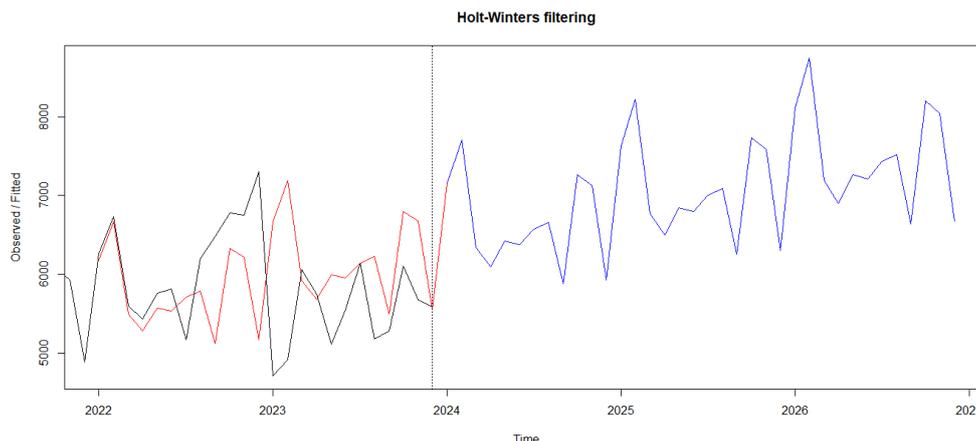
Pada Gambar ini terlihat hasil peramalan jumlah produksi bawang merah untuk periode selanjutnya yaitu sampai batas akhir 2027 dengan garis biru yang menunjukkan batas atas dan batas bawah dari perkiraan hasil peramalan dengan metode *Holt-Winters Multiplicative*.

Gambar 8 Grafik Hasil Peramalan Jumlah Produksi Cabai Besar Periode Selanjutnya



Selanjutnya pada Gambar terlihat hasil peramalan jumlah produksi cabai besar untuk periode selanjutnya yaitu sampai batas akhir 2027 dengan garis biru yang menunjukkan batas atas dan batas bawah dari perkiraan hasil peramalan dengan metode *Holt-Winters Multiplicative*.

Gambar 9 Grafik Hasil Peramalan Jumlah Produksi Cabai Rawit Periode Selanjutnya



Untuk Gambar diatas menunjukkan hasil peramalan jumlah produksi cabai rawit untuk periode selanjutnya yaitu sampai akhir tahun 2027, dapat dilihat bahwa garis biru yang menunjukkan hasil peramalan tidak memiliki batas atas maupun batas bawah sehingga dapat disimpulkan bahwasannya hasil dari peramalan ini akurat dengan metode *Holt-Winters Multiplicative*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hasil peramalan jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit di Provinsi Riau mengalami penurunan dan peningkatan dibulan tertentu pada tahun 2024.
2. Melalui uji keakuratan nilai MAPE dari hasil peramalan jumlah produksi bawang merah, cabai besar dan cabai rawit didapat bahwa hasil peramalan jumlah produksi cabai besar dan cabai rawit cukup akurat karena memiliki nilai MAPE diantara 10-20% sedangkan untuk hasil peramalan jumlah produksi bawang merah tidak akurat karena memiliki nilai MAPE lebih dari 50%.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. S. Utami, M. N. Budiono, and E. W. Tini, "Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Cabai Merah dan Bawang Merah di Kecamatan Pengadengan Kabupaten Purbalingga," *Agroteknologi Tropika*, vol. 10, no. 2, pp. 289–299, 2022.
- [2] F. Z. Ulya, A. R. Wijaya, and P. L. Puspita, "Peramalan Harga Cabai dan Bawang di Pasar Tradisional Purwokerto dengan Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)," *Seminar Nasional Official Statistics*, vol. 2023, no. 1, pp. 757–766, 2023.
- [3] P. Model, B. O. X. Jenkins, A. Dalam, H. Konsumen, B. Merah, and D. I. Provinsi, "Penerapan Model Box Jenkins (ARIMA) dalam Peramalan Harga Konsumen Bawang Merah di Provinsi Jawa Tengah," vol. 13, no. April, pp. 29–37, 2021.
- [4] D. Rahman, I. W. Sumarjaya, and I. K. G. Sukarsa, "Perbandingan Peramalan Hasil Produksi Ikan Menggunakan Metode Permulusan *Eksponensial Holt-Winters* dan ARIMA," *E-Jurnal Mathematics*, vol. 7, no. 4, p. 371, 2018.
- [5] M. Handrianto and H. Cipta, "Peramalan Jumlah Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* (Studi Kasus : PT. Sinar Gunung Sawit Raya)," *Jurnal Absis Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, vol. 6, no. 1, pp. 781–793, 2023.
- [6] A. N. Febriyanti and N. A. K. Rifai, "Metode *Triple Exponential Smoothing Holt-Winters* untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Jawa," *Bandung Conference Series Statistics*, vol. 2, no. 2, pp. 152–158, 2022.
- [7] A. Zubair and R. Umamit, "Penerapan Metode *Holt-Winters* untuk Peramalan Penjualan pada Industri Makanan Ringan *Application of Holt-Winters Method for Sales Forecasting in the Snack Food Industry*," *Techno.com*, vol. 20, no. 4, pp. 499–507, 2021.
- [8] W. A. Pratiwi, & M. Marizal. Penerapan Metode *Eksponensial Smoothing* Dalam Memprediksi Hasil Pencapaian Kinerja Pelayanan Perangkat Daerah Dinas Pendidikan Provinsi Riau. *Indonesian Council of Premier Statistical Science*, Vol, 1, no. 1, pp. 4-14. 2022.
- [9] A. W. F. Much Junaedi, Eko Setiawan, "Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi *Fuzzy – Mamdani*," pp. 95–104, 2005
- [10] M. Marizal, A. Mansur, I. S. Hanaish, J. Jamaluddin, Z. Darussaamin, K. Kasmuri, & S. Saifullah, Using Holt Winter 2 Variable Modelling To Analyze The Potential Combining Of Zakat Collection In Three Countries In Southeast Asia As One Business Centre. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, Vol. 4, no. 2, pp. 655-663, 2023.
- [11] M. Marizal, & F. Mutiarani. Penerapan Metode *Exponential Smoothing* Dalam Memprediksi Jumlah Peserta Didik Baru Di SMA Favorit Kota Payakumbuh. *Maj. Ilm. Mat. dan Stat*, Vol. 22, no. 1, pp. 43-49, 2022..
- [12] H. R. Makridakis S, Wheelwright SC, "The Forecasting Perspective," *Forecast. methods Appl.*, pp. 1–632, 1997.
- [13] N. Ayunda, L. Ningsih, and A. Novita Sari, "Pengujian Model *Multiplicative Holt Winter's Exponential Smoothing* dalam Pengujian Model *Multiplicative Holt Winter's Exponential Smoothing* dalam Peramalan Data *Time-Series* Terdampak Covid-19," *Online) Teknologi Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 41–49, 2022.