

Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Di Kabupaten Padang Lawas Utara

Tri Andri Hutapea

Universitas Negeri Medan

Andre Yoel Siahaan.

Universitas Negeri Medan

Korespondensi penulis: andre11andre22@gmail.com

Abstract. Rainfall is an important factor in many sectors, such as one of them is in the plantation sector. High or low rainfall affects the treatment process until the harvest period in this sector. Then it's necessary know when is the right time to take care so that it doesn't loss. Forecasting is needed to determine the time appropriate. The analysis used in this observation is Holt-Winters Exponential Smoothing. The results of observations using the best model are determined with the magnitude of the MAPE value, with the Additive model ($F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{1-L+m}$) shows a MAPE value of 0.3271700 as the best model, MAPE can be a measuring tool to determine the best model, because if the value of MAPE the smaller it is the better a model. From the forecasting results it can be seen that the weak rain intensity is in June, July until september every year, at that time the farmers can do maintenance of oil palm.

Keywords. Rain Intensity Forecasting, Holt-Winters Exponential Smoothing, Additive model, MAPE.

Abstrak. Curah hujan adalah salah satu faktor penting pada banyak sektor, seperti salah satunya yaitu pada bidang perkebunan. Tinggi-rendahnya curah hujan mempengaruhi proses perawatan hingga masa panen dalam sektor ini. Maka itu butuh mengetahui kapan saat yang benar untuk melakukan perawatan agar tidak mengalami kerugian. Diperlukan peramalan untuk menentukan waktu yang tepat. Analisis yang dipergunakan pada observasi ini merupakan Holt-Winters Exponential Smoothing. Hasil observasi menggunakan model terbaik ditentukan dengan besarnya nilai MAPE, dengan

Received November 30, 2022; Revised Desember 02, 2022; Januari 18, 2023

* Tri Andri Hutapea , andre11andre22@gmail.com

model Additive ($F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{1-L+m}$) menunjukkan nilai MAPE sebesar 0,3271700 sebagai model yang terbaik, MAPE dapat menjadi alat ukur untuk menentukan model terbaik, karena jika nilai MAPE semakin kecil maka semakin baik pula sebuah model. Dari hasil peramalan tersebut dapat diketahui bahwa intensitas hujan yang lemah berada saat bulan juni, juli hingga september disetiap tahunnya, pada saat itu para petani dapat melakukan perawatan pada tanaman sawit.

Kata kunci: Peramalan Intensitas Hujan, *Holt-Winters Exponential Smoothing*, Model *Additive*, MAPE.

LATAR BELAKANG

(Forecasting) yaitu perkiraan tentang sebuah kejadian dimasa yang mendatang didasarkan data pada masa lampau yang dianalisa secara ilmiah. Peramalan diperlukan dikarenakan adanya ketidaksamaan waktu (time lag) antara kesadaran yang membutuhkan sebuah peraturan baru dengan waktu pelaksanaan peraturan tersebut (Makridakis 1999). Fungsi forecasting ialah untuk menolong perencanaan dan keputusan yang diambil diwaktu yang akan datang. Fungsi dari forecasting membuat peramalan dapat digunakan pada banyak aspek kehidupan contohnya adalah seperti pada universitas. Peramalan sangat mempermudah dalam proses perencanaan dan keputusan yang akan diambil, tetapi hasilnya tidak akan selalu tepat. Tingkat akurasi hasil dari sebuah forecasting bergantung kepada akurasi metode dan juga data yang dipakai. Tindakan yang sangat diperlukan agar ditentukannya prosedur forecasting yaitu dengan dipertimbangkannya ragam bentuk data yang digunakan, maka dari itu penggunaan prosedur yang sangat sesuai dengan model tersebut bisa dilakukan percobaan. Agar mendapatkan forecasting yang sesuai butuh diperhatikan prosedur kalkulasi yang akan dipakai (Ari Made Santosa 2019). Peramalan juga dibagi menjadi dua menurut pendekatannya yaitu kualitatif dan kuantitatif.

KAJIAN TEORITIS

Tingkat curah hujan adalah salah satu keadaan iklim yang paling mempengaruhi banyak bidang atau sektor. Sektor penerbangan, pelayaran, pertanian atau perkebunan dan juga bagian lain mengikutsertakan variabel cuaca menjadi variabel penentu, terkhusus untuk intensitas hujan. Pada sektor perkebunan ataupun pertanian intensitas hujan sangat mempengaruhi hasil produksi ataupun dalam proses pertumbuhan dari tanaman khususnya pada tanaman kelapa sawit. Berbagai keadaan cuaca/iklim mempengaruhi curah hujan, baik dunia maupun daerah sehingga dapat dapat digolongkan harian, musiman dan tahunan. Provinsi Sumatera Utara adalah daerah yang terdapat di Pulau Sumatera Bagian Utara yang berkoordinat 10° - 4° LU dan 98° - 100° BT. Kondisi geografis Sumatera Utara sangat strategis dikarenakan terletak di sekitar Bukit Barisan, garis equatorial dan dihipit dengan Selat Malaka juga Samudera yaitu samudera Hindia yang melaluinya. Hal tersebut menjadi penyebab keadaan curah hujan Sumatera Utara mempunyai sifat iklim yang berpengaruh pada iklim dunia seperti kejadian Indian Ocean Dipole (IOD) (Budi Prasetyo 2018), Madden Julian Oscillation (MJO), Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ), ataupun El Nino Southern Oscillation (ENSO). Selain daripada itu, keadaan iklim skala daerah seperti monsun, gangguan tropis, dan juga lokasi konvergensi juga dipengaruhi oleh keadaan iklim pada daerah itu. Pada perbandingan regional, pertumbuhan hujan dan awan mendapat pengaruh dari keadaan alam itu dan didapat juga pengaruh dari perjalanan semu matahari. Informasi mengenai pola cuaca dan iklim intensitas hujan akan menolong pada operasi planning dan aktivitas bercocoktanam yang melakukannya pada wilayah Sumatera Utara dengan keadaan topografi yang berbeda-beda. Perbedaan kondisi lokasi dan topografi akan menyebabkan kondisi cuaca dan juga iklim menjadi berbeda (Budi Prasetyo 2018).

Pengambilan sebuah keputusan pada sektor perkebunan dalam pengelolaan dan perawatan tanaman kelapa sawit dibutuhkan perencanaan yang baik untuk tindakan selanjutnya. Jadi, untuk meramalkan curah hujan peneliti memilih prosedur yaitu Holt - Winters Exponential Smoothing.

1. Holt-Winters Exponential Smoothing Additive:

Penghalusan Random:

$$S_t = \alpha(X_t - I_{1-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

Penghalusan Trend:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

Penghalusan musiman:

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L}$$

Persamaan untuk membuat peramalan pada periode m yang akan datang adalah:

$$F_{t+m} = S_t + b_{tm} + I_{t-L+m}$$

2. Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative:

Penghalusan Random:

$$S_t = \alpha X_t I_{t-L} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

Penghalusan Trend:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1} + (1 - \beta)b_{t-1})$$

Penghalusan musiman:

$$I_t = \gamma X_t S_t + (1 - \gamma)I_{t-1}$$

Persamaan untuk membuat peramalan pada periode m yang akan datang adalah:

$$F_{t+m} = (S_t + b_{tm})I_{1-L+m}$$

Proses Inisialisasi

Untuk menganalisis metode peramalan ini, diperlukan nilai awal untuk pemulusan level, untuk trend dan untuk indeks musiman. Untuk

mendapatkan nilai awal konstanta pemulusan level digunakan rata - rata musim pertama, sehingga :

$$S_L = \frac{1}{L}(X_1 + X_2 + \dots + X_L)$$

Kemudian untuk menganalisis trend, akan lebih baik jika dengan menggunakan data selama dua periode (musim), sebagai berikut :

$$T_L = \frac{1}{L} \left[\frac{X_{L+1} - X_1}{L} + \frac{X_{L-2}}{L} + \dots + \frac{X_{L+L} - X_L}{L} \right]$$

Lalu untuk menginisialisasi indeks musiman metode Additive yaitu:

$$I_L = X_L - S_L$$

Untuk nilai awal multiplicative, perhitungan nilai awal untuk SL dan TL sama dengan additive kecuali untuk penghalusan musiman menggunakan:

$$I_L = \frac{X_L}{S_L}$$

Parameter akurasi yang dipergunakan agar dingetahuinya keakuratan sebuah metode forecasting dalam dimodelkannya data *time series* adalah *Mean Absolute Deviation*(MAD) *Mean Squared Error*(MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error*(MAPE). MAD dipergunakan jika seorang ilmuwan mengukur error dari sebuah forecasting dalam unit ukuran yang juga sama seperti data sebenarnya. MSE digunakan karena menghasilkan error yang kecil, tetapi kadang-kadang mendapatkan error yang sangat amat besar. MAPE dipergunakan apabila parameter suatu variable forecasting adalah keadaan yang diperlukan untuk memperbaiki ketepatan pada forecasting. MAPE memberikan arah sebesar apakah kesalahan dari forecasting jika dibandingkan dengan nilai sesungguhnya (Maricar 2019).

METODE PENELITIAN

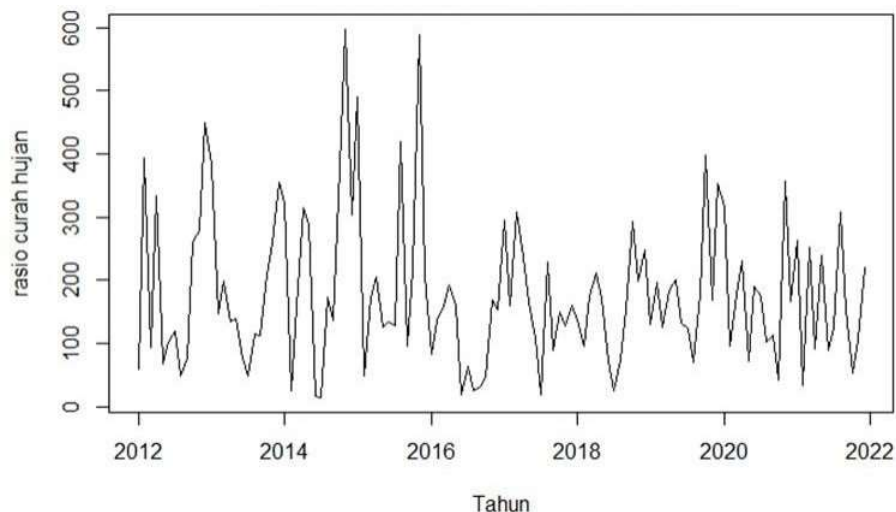
Jenis penelitian ini adalah penelitian studi kasus. Adapun data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari website resmi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sumatera Utara. Langkah – langkah yang akan dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data curah hujan bulanan tahun 2012 – 2021
2. Memplot data untuk mengetahui pola data.
3. Melakukan uji asumsi klasik.
4. Memodelkan data menggunakan metode Holt – Winters Exponential Smoothing.
5. Memilih model terbaik dengan melihat MAPE.
6. Melakukan peramalan menggunakan model terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Curah Hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara Data curah hujan Kabupaten Padang Lawas Utara yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil pengamatan selama 10 tahun dengan jumlah observasi 120 bulan. Curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara untuk tahun 2012 - 2021 disajikan dalam bentuk diagram garis (line plot) pada gambar berikut.

*PERAMALAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE
HOLT-WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING
DI KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA*



Gambar 4.1. Curah Hujan Kabupaten Padang lawas Utara

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari website resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sumatera Utara yaitu data curah hujan di Padang Lawas Utara tahun 2012 hingga tahun 2021. Berdasarkan Gambar 4.1, pola curah hujan bulanan di Kabupaten Padang Lawas Utara sangat bervariasi. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2015 dengan rata-rata sebesar 236mm, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2018 dengan rata-rata sebesar 154mm. Pola curah hujan bulanan diperlihatkan pada Gambar 4.1, mengalami fluktuasi setiap tahun dengan kecenderungan curah hujan yang tinggi terjadi pada akhir tahun yakni bulan September hingga Desember. Pada bulan-bulan lainnya curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara cenderung lebih rendah. Hal ini berulang setiap tahun, sehingga mengindikasikan bahwa terdapat pola musiman pada data curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara. Dari data curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara berdasarkan pengamatan setiap bulan mengindikasikan bahwa ada pola trend yang terbentuk.

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dapat dilakukan dengan uji normalitas, autokorelasi, heteroskedastisitas dan stasioneritas yaitu sebagai berikut :

1. Uji Normalitas Data

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah nilai residual yang telah distandarisasi pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Cara untuk melakukan uji normalitas dapat dilakukan dengan pendekatan analisis grafik normal probability plot. Dengan pendekatan ini nilai residual terdistribusi secara normal apabila garis (titik-titik) yang menggambarkan data sesungguhnya akan mengikuti atau merapat ke garis diagonalnya. Uji yang digunakan adalah uji Jarque-Bera (JB). Hipotesis : H_0 = Data berdistribusi Normal. H_1 = Data tidak berdistribusi Normal. Persyaratan Normalitas: Jika nilai probability > 5% maka data berdistribusi normal. Jika nilai probability < 5% maka data tidak berdistribusi normal.

```
Jarque Bera Test  
  
data: RR  
X-squared = 37.875, df = 2, p-value = 5.965e-09
```

Gambar 4.2. Jarque Bera Test

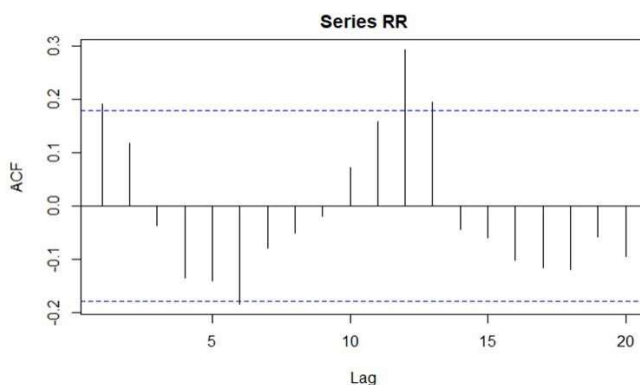
Dari hasil uji Normalitas pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai probability Jarque bera sebesar 0,000000005965, artinya terima h_1 yang berarti berdistribusi secara tidak normal, setelah itu akan dilanjutkan dengan uji autokorelasi.

2. Uji Autokorelasi

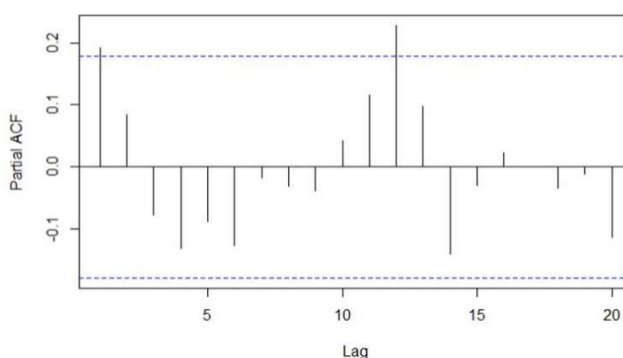
Autokorelasi hanya terjadi pada data time series, Cross section atau panel tidaklah berarti. Autokorelasi adalah penyebab data tidak stasioner. Untuk

*PERAMALAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE
HOLT-WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING
DI KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA*

melihat ada tidaknya autokorelasi, maka akan digunakan uji ACF dan PACF. Correlogram ini hampir sama dengan metode grafik, karena masih 24 menggunakan unsur subjektivitas.



Gambar 4.3. ACF



Gambar 4.4. PACF

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.3 dan 4.4, menunjukkan correlogram melewati garis horizontal melewati 0, 2 menuju 0, 3 dan melewati garis signifikan yang berarti bahwa pengujian ACF dan PACF terdapat autokorelasi.

3. Uji Heterokedastisitas

Uji Heterokedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan

lain. Model regresi yang baik adalah Homokedastisitas ataupun tidak terjadi Heterokedastisitas. Untuk melihat keberadaan Heterokedastisitas dalam penelitian ini digunakan metode Goldfeld-Quandt Test :

Hipotesis :

H_0 = Homokedastisitas

H_1 = Heterokedastisitas

Jika p-value < 0, 05 maka H_0 ditolak begitupun sebaliknya

```
Goldfeld-Quandt test  
  
data: TS_bulanan ~ 1  
GQ = 0.37895, df1 = 59, df2 = 59, p-value = 0.9999  
alternative hypothesis: variance increases from segment 1 to 2
```

Gambar 4.5. *Goldfeld-Quandt test*

Dari Gambar 4.6 didapat p-value sebesar 0, 9999 > 0, 05 yang artinya H_0 ditolak maka tidak terdapat Heterokedastisitas, jadi data tersebut terdapat Homokedastisitas.

4. Uji Stasioneritas

Data *time series* memiliki stasioneritas jika perubahan waktu tidak menyebabkan perubahan dalam bentuk distribusi sebelum melakukan peramplan. Uji stasioneritas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Dickey Fuller Test*. Hipotesis pada *Dickey Fuller Test* menyatakan bahwa ada unit root dalam model autoregresif, yaitu: Hipotesis:

H_0 = Data stasioner

H_1 = Data tidak stasioner

```
Augmented Dickey-Fuller Test

data: TS_bulanan
Dickey-Fuller = -3.3895, Lag order = 3, p-value = 0.07479
alternative hypothesis: stationary
```

Gambar 4.6. *Augmented Dickey – Fuller Test*

Dari Gambar 4.7 yaitu hasil pengujian menggunakan *Augmented Dickey Fuller test* didapatkan *p-value* sebesar 0, 07479. Maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut bersifat nonstasioner karena $p\text{-value} > 0, 05$.

Analisis Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing

Metode ini digunakan dalam peramalan data runtun waktu (time series) yang memiliki trend dan musiman(seasonal) sesuai dengan data yang akan diolah pada penelitian ini, metode ini terbagi menjadi dua model yaitu Additive dan Multiplicative yang akan dibandingkan.

1. Pengujian Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Additive Pada bagian ini akan diberikan hasil pemodelan Holt-Winters Exponential Smoothing Additive dari data curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara diperoleh hasil dari nilai tiga parameter yaitu α , β dan γ yang optimal dengan menggunakan cross section.

Tabel 1. Model *Additive*

Alpha	Beta	Gamma	MAPEadd
0,01	0,01	0,01	6,409846
0,04	0,04	0,04	1,0090409
0,07	0,07	0,07	0,4200776
0,1	0,1	0,1	0,32717
0,13	0,13	0,13	0,3449299
0,16	0,16	0,16	0,3821974
0,19	0,19	0,19	0,4317419
0,22	0,22	0,22	0,4875299
0,25	0,25	0,25	0,5477919
0,28	0,28	0,28	0,613646

Dari Tabel 1 yaitu hasil pengujian menggunakan Cross Section didapatkan nilai MAPE terbaik dari model Additive dengan $\alpha = 0, 10$, $\beta = 0, 10$ dan $\gamma = 0, 10$ sebesar 0,3271700.

2. Pengujian Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative

Pada bagian ini akan diberikan hasil pemodelan Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative dari data curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara diperoleh hasil dari nilai tiga parameter yaitu α , β dan γ yang optimal dengan menggunakan cross section.

Tabel 2. Model Multiplicative

Alpha	Beta	Gamma	MAPEmul
0,01	0,01	0,01	0,8963493
0,04	0,04	0,04	0,4857846
0,07	0,07	0,07	0,4438914
0,1	0,1	0,1	0,3748907
0,13	0,13	0,13	0,3895613
0,16	0,16	0,16	0,4095871
0,19	0,19	0,19	0,4262693
0,22	0,22	0,22	0,4479372
0,25	0,25	0,25	0,4454902
0,28	0,28	0,28	0,4190633

Dari Tabel 2 yaitu hasil pengujian menggunakan Cross Section didapatkan nilai MAPE terbaik dari model Multiplicative dengan $\alpha = 0, 10$, $\beta = 0, 10$ dan $\gamma = 0, 10$ sebesar 0,3748907.

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik didasarkan atas keakuratan peramalan dengan menggunakan MAPE. Nilai-nilai MAPE dari kedua model tersebut adalah:

*PERAMALAN CURAH HUJAN MENGGUNAKAN METODE
HOLT-WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING
DI KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA*

Tabel 3. Model Terbaik

Alpha	Beta	Gamma	MAPEadd
0,01	0,01	0,01	6,409846
0,04	0,04	0,04	1,0090409
0,07	0,07	0,07	0,4200776
0,1	0,1	0,1	0,32717
0,13	0,13	0,13	0,3449299
0,16	0,16	0,16	0,3821974
0,19	0,19	0,19	0,4317419
0,22	0,22	0,22	0,4875299
0,25	0,25	0,25	0,5477919
0,28	0,28	0,28	0,613646

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh bahwa nilai MAPE dari model Holt-Winters Exponential Smoothing Additive dengan $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,10$ dan $\gamma = 0,10$ sebesar 0,3271700 lebih kecil dibandingkan nilai MAPE dari model Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative dengan $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,10$ dan $\gamma = 0,10$ sebesar 0,3748907. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa model Holt-Winters Exponential Smoothing Additive lebih baik dibandingkan model Holt-Winters Exponential Smoothing Multiplicative untuk meramalkan curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara.

Peramalan

Berdasarkan hasil yang diperoleh model Holt-Winters Exponential Smoothing Additive adalah model yang terbaik. Berikut ini adalah hasil ramalan menggunakan model Holt-Winters Exponential Smoothing Additive.

Tabel 4. Hasil Peramalan

Bulan	Fit(mm)		
	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024
Januari	284,989734	255,240082	225,49043
Februari	98,585755	68,836103	39,086451
Maret	169,984289	140,234637	110,484985
April	140,322183	110,572531	80,822879
Mei	125,744562	95,994911	66,245259
Juni	54,417137	24,667485	5,082167
Juli	54,481164	24,731513	5,018139
Agustus	65,423914	35,674263	5,924611
September	44,766475	15,016823	14,732829
Oktober	156,535928	126,786276	97,036625
November	211,0822	181,332548	151,582896
Desember	266,104195	236,354543	206,604891

Dari Tabel 4 didapat hasil peramalan untuk tiga tahun kedepan, dari hasil tersebut kita dapat mengetahui curah hujan cenderung tinggi di akhir tahun yaitu bulan oktober, november dan desember pada tahun 2022 sebesar 156, 211 dan 266, pada tahun 2023 sebesar 126, 181 dan 236, lalu pada tahun 2024 sebesar 97, 151 dan 206mm dan cenderung rendah di pertengahan tahun yaitu bulan juni, juli, agustus hingga september.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada Bab IV, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Data curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara untuk tahun 2012- 2021 memiliki pola musiman. Maka model yang sesuai untuk data tersebut adalah model Holt-Winters Exponential Smoothing Additive.
2. Model terbaik untuk peramalan curah hujan di Kabupaten Padang Lawas Utara adalah Holt-Winters Exponential Smoothing Additive karena memiliki nilai MAPE paling kecil dengan $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,10$, $\gamma = 0,10$ didapat MAPE sebesar 0,3271700.

3. Hasil peramalan untuk 3 tahun kedepan menunjukkan trend menurun dan setiap pertengahan tahun yaitu bulan juni, juli, agustus, september curah hujan terlihat rendah, maka dari itu para petani sawit dapat melakukan pemupukan dan perawatan di pertengahan tahun.

Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini.

1. Perlu diadakan penelitian dengan variabel yang lebih kompleks lagi, sehingga nilai yang diperoleh semakin tepat.
2. Variabel bebas yang akan digunakan dalam penelitian sebaiknya adalah variabel yang memiliki pengaruh besar terhadap variabel terikat, sehingga hasilnya lebih baik.
3. Diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan penelitian tersebut dan lebih mempersiapkan diri dalam proses pengambilan dan pengumpulan data ataupun segala sesuatunya sehingga penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik.
- 4.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen-dosen Universitas Negeri Medan yang telah memberikan masukan dan sarannya dalam penelitian ini dan kepada Universitas Negeri Medan atas segala fasilitas yang diberikan.

DAFTAR REFERENSI

- Ari Made Santosa, d., (2019): Perbandingan Metode *Holt Winter Additive* dan Metode *Holt Winter Additive Damped* Dalam Peramalan Jumlah Pendaftaran Mahasiswa, *Jurnal Ilmu Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 5(1).
- Arnita, D. N., (2020): *Comparison of Single Exponential Smoothing, Nave Model, and SARIMA Methods for Forecasting Rainfall in Medan*, *Jurnal Matematika Statistika*, 17(1), 117–128.
- Budi Prasetyo, Hendri Irwandi, N. P., (2018): Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi di Sumatera Utara, *Jurnal Sains and Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(1), 11–20.
- Demeytris Suryani, M. T., (2021): Peramalan Jumlah Penumpang Penerbangan Internasional di Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta Dengan

Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dan Seasonal ARIMA, *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 6(1), 77–78.

Iwa Sungkawa, R. T. M., (2011): Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT SATRIMANDIRI CITRAMULIA, 2(9), 636–645

Maricar, M., (2019): Analisa Perbandingan Nilai Akurasi *Moving Average* dan *Exponential Smoothing* untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ, *Jurnal Sistem dan Informasi*, 13(2), 36–45.

Safitri Tias, Nurkaromah, S., (2017): Perbandingan Peramalan Menggunakan Metode *Exponential Smoothing Holt-Winters* dan ARIMA, *Journal of Mathematics*, 6(1), 48–58.