

PENERAPAN METODE *HOLT – WINTERS* *EXPONENTIAL SMOOTHING* ADITIF DALAM PERAMALAN CURAH HUJAN (Studi Kasus Kab.Deli Serdang)

Devi Juliana Napitupulu¹, Said Iskandar²

^{1,2} *Jurusan Matematika-FMIPA Universitas Negeri Medan*
Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Kotak Pos No. 1589
Medan 20221 A, Sumatera Utara
1napitupuludevijuliana@gmail.com, 2saidiskandar@unimed.ac.id

Abstrak— Metode peramalan jangka panjang memegang peranan penting dalam berbagai aspek seperti dalam iklim. Banyak pembangunan infrastruktur dan perkebunan yang tidak optimal karena pengaruh iklim seperti curah hujan, seperti terhambatnya pembangunan infrastruktur dan perkebunan tidak mendapatkan hasil panen yang tidak maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil prediksi curah hujan 10 tahun ke depan di kawasan Deli Serdang dengan menggunakan metode *Holt – Winters Exponential Smoothing* Aditif. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data web Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Sumatera Utara (Studi Kasus Kab. Deli Serdang). Hasil analisis penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan teknik atau pendekatan statistik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil MAPE metode *Holt–Winters Exponential Smoothing* Aditif sangat baik (layak) digunakan untuk meramalkan curah hujan di Kabupaten Deli Serdang karena memiliki error lebih kecil dari 20% sehingga metode *Holt –Winters Exponential Smoothing* Aditif dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan di Kabupaten Deli Serdang 10 tahun ke depan.

Kata kunci : *Holt –Winters Exponential Smoothing* Aditif, MAPE.

Abstract— *Long-term forecasting methods play an important role in various aspects such as in the climate. Many infrastructure development and plantations are not optimal due to climate influences such as rainfall, such as inhibitory of infrastructure development and plantations do not get non-maximum crops. This study aims to obtain the rainfall prediction of the next 10 years in the Deli Sergang area using the Holt -Winters Exponential Smoothing additive method. The study was conducted using meteorological web data, climatology, and geophysics of North Sumatra (Case Study Code. Deli Serdang). The results of this research analysis are conducted quantitatively using technical or statistical approaches. The results of this study indicate that the result of the mode of Holt-Winters Exponential method of additive sooth additive (decent) used to forecast rainfall in Deli Serdang District as it has a error smaller than 20% so that the method of Holt -Winters Exponential smoothing additives can be used to forecast rainfall in Deli Serdang Regency 10 years ahead.*

Keywords : *Holt –Winters Exponential Smoothing Additive, MAPE*

PENDAHULUAN

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Peramalan diperlukan dalam mengurangi resiko ketidakpastian suatu data kedepannya dengan menggunakan data masa lampau yang dianalisis secara alamiah khususnya menggunakan metode statistika. Dalam peramalan data yang akan dianalisis biasanya berbentuk data kuantitatif. Fungsi peramalan adalah untuk membantu perencanaan dan pengambilan keputusan dimasa yang akan datang. Fungsi peramalan tersebut membuat peramalan banyak diterapkan diberbagai aspek kehidupan salah satunya pada perguruan tinggi.

Curah Hujan adalah Intensitas air hujan yang turun ke bumi berdasarkan kondisi alam serta musim yang sedang berlangsung. Besarnya curah hujan antara lain dipengaruhi oleh arus udara, besarnya perairan, intensitas panas matahari, topografi, serta banyak sedikitnya asap pabrik dan kendaraan bermotor. Oleh karena itu besarnya curah hujan berbeda-beda menurut waktu dan tempatnya [1]

Sedangkan skala curah hujan dapat dikatakan menimbulkan bencana apabila curah hujan lebih 100ml (Dinas Pengairan,

2016). Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Suroso 2006).

1.1 Peramalan (*forecasting*).

Peramalan merupakan bagian dari kegiatan pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Berdasarkan jangka waktu peramalan dikelompokkan dalam tiga bagian, yaitu peramalan jangka panjang, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka pendek.

- (1) Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang dilakukan untuk jangka waktu lebih dari lima tahun ke depan. Peramalan jangka panjang digunakan untuk pengambilan keputusan mengenai perencanaan produk dan pasar, pengeluaran biaya perusahaan, studi kelayakan pabrik, anggaran, purchase order, perencanaan tenaga kerja serta perencanaan kapasitas kerja.
- (2) Peramalan jangka menengah, yaitu peramalan yang dilakukan untuk

jangkauan waktu satu hingga lima tahun ke depan. Peramalan ini digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran.

- (3) Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang dilakukan untuk jangka waktu satu tahun atau kurang. Peramalan ini digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja, dan keputusan kontrol jangka pendek lainnya [2]

1.2 Time – Series

Time Series Adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap (Wei, 2006) dimana setiap pengamatan dinyatakan sebagai variabel random Z_t yang didapatkan berdasarkan indeks waktu tertentu t_i sebagai urutan waktu pengamatan, sehingga penulisan data time series adalah $Z_{t_1}, Z_{t_2}, Z_{t_3}, \dots, Z_{t_n}$. Ciri-ciri observasi mengikuti *time series* adalah interval waktu antar indeks waktu t dapat dinyatakan dalam satuan waktu yang sama (identik). Adanya ketergantungan waktu antara pengamatan dengan yang dipisahkan oleh jarak waktu kali (*lag k*). Salah satu tujuan yang paling penting dalam *time series* yaitu memperkirakan nilai masa

depan. Bahkan tujuan akhir dari pemodelan *time series* adalah untuk mengontrol sistem operasi biasanya didasarkan pada peramalan. Istilah peramalan lebih sering digunakan dalam literatur *time series* daripada prediksi jangka panjang [3].

1.3 Proses Inisialisasi

Sama halnya dengan metode pemulusan Eksponensial lainnya, dibutuhkan nilai awal komponen untuk memulai perhitungan. Untuk menginisialisasi metode peramalan *Holt-Winter's*, diperlukan nilai awal untuk pemulusan L_t , trend b_t dan indeks musiman. Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim. Dengan demikian, nilai trend dan pemulusan diinisialisasi pada periode s . Nilai awal konstanta pemulusan didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama, sehingga :

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

Persamaan (3.6) merupakan rata-rata bergerak berorder s yang akan mengeliminasi unsur musiman pada data. Untuk menginisialisasi trend, lebih baik menggunakan data lengkap selama 2 musim (2 periode), sebagai berikut :

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right]$$

Kemudian didapatkan nilai inisialisasi indeks musiman dengan menggunakan rasio dari data tahun pertama dengan rata-rata data tahun pertama, sehingga :

$$S_1 = Y_1 - L_s, \quad S_2 = Y_2 - L_s, \quad \dots$$

$$S_s = Y_s - L_s$$

Penentuan parameter α, β dan γ dilakukan untuk meminimumkan MSE atau MAPE. Pendekatan untuk mendapatkan nilai-nilai parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan algoritma optimasi non-linear untuk menemukan nilai parameter yang optimal.[4]

1.4 Holt- Winter's Aditif

Metode ini merupakan salah satu penemuan penting dalam bidang peramalan, karena mampu menangani data yang memiliki unsur trend dan musiman. Metode ini merupakan penyempurnaan dari metode *Holt-Brown*. Metode *Holt-Winters* didasarkan pada tiga persamaan pemulusan, yaitu pemulusan level, pemulusan trend, dan pemulusan musiman. Metode ini serupa dengan metode *Holt*, namun dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Metode *Holt - Winters* menggunakan tiga pembobotan yaitu α, β dan γ dengan nilai yang berada di antara 0 dan 1. Persamaan dasar untuk metode *Holt-Winter's* aditif adalah sebagai berikut:

$$L_t = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

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

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

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

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$$

dengan :

L_t : nilai pemulusan baru atau level estimasi saat ini

α : konstanta pemulusan untuk Level ($0 < \alpha < 1$)

Y_t : pengamatan baru atau data aktual periode t

β : konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 < \beta < 1$)

b_t : estimasi trend

γ : konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 < \gamma < 1$)

S_t : estimasi musiman

m : jumlah periode ke depan yang diramalkan

s : panjangnya musim

F_{t+m} : nilai prediksa m periode ke depan

Untuk menginisialisasi metode peramalan ini, diperlukan nilai awal untuk pemulusan level L_s , trend b_t dan indeks musiman S_t . Untuk mendapatkan nilai estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama

satu musim. Dengan begitu, nilai trend dan pemulusan diinisialisasi pada periode s . [5] Nilai awal konstanta pemulusan level didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama, sehingga :

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

Untuk menginisialisasi trend, akan lebih baik jika menggunakan data lengkap selama dua musim (periode) sebagai berikut :

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right]$$

Kemudian untuk menginisialisasi indeks musiman metode aditif, yaitu :

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

METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan dapat dikategorikan penelitian lapangan (field research) atau study kasus yaitu penelitian yang terjun langsung ke objek riset dengan menggunakan metode wawancara secara langsung kepada praktisi serta dokumen langsung dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Sumatera Utara.

Analisis Data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan data curah hujan dalam periode bulanan 10 tahun terakhir (17 juli 2010 – 17 juli 2020)

2. Memplot data untuk mengetahui pola data. Menghitung nilai uji kelayakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dari metode peramalan *Holt-Winters Exponential Smoothing* aditif.
3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dihitung dengan mencari nilai rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan.
4. nMetode Peramalan yang mempunyai nilai uji kelayakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang terkecil adalah Metode Peramalan yang terbaik.
5. Ukuran akurasi dicocokkan dengan data time series dan ditunjukkan dalam presentase.
6. Meramalkan curuh hujan kedepan di Kabupaten Deli Serdang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

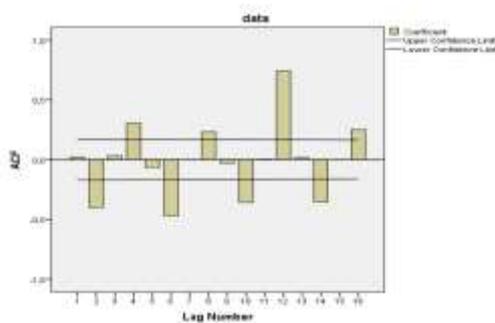
A. Analisis Data

Berdasarkan hasil analisa data, data uji yang digunakan mengandung unsur data musiman yaitu ada waktu tetetentu yang memiliki rata-rata curah hujan di bawah rata-rata curah hujan keseluruhan. Pada bulan Februari, Maret, Mei, Juni, September, dan Oktober pada setiap tahunnya curah hujan cenderung rendah yaitu lebih kecil dari rata-rata curah hujan keseluruhan. Dan

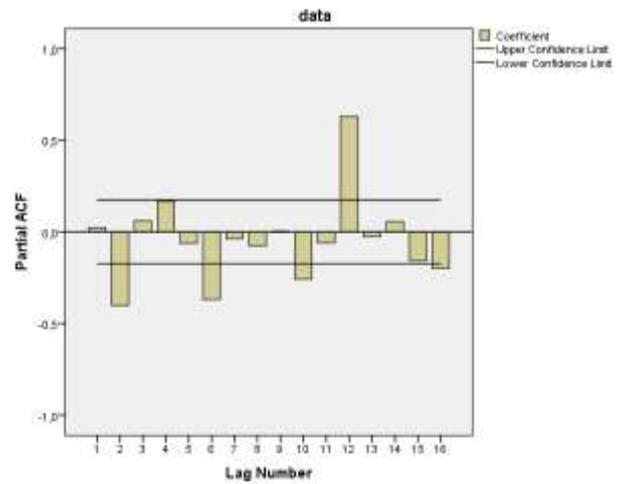
sebaliknya, pada bulan Januari, April, Juli, Agustus, November, dan Desember rata-rata curah hujan cenderung tinggi yaitu di atas rata-rata curah hujan keseluruhan. Sehingga pada penelitian ini dapat menggunakan metode prediksi Holt-Winters untuk mengatasi permasalahan adanya indikasi pola data musiman pada data uji yang digunakan. Metode Holt-Winters yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Holt-Winters additive dimana pola data musiman pada data uji bersifat tetap.

B. Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

Selain menggunakan plot data untuk mengetahui karakteristik data, Panjang musiman data juga dapat dilihat melalui koefisien *Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)*.



Gambar 4.2.1 Grafik ACF



Gambar 4.2.2 Grafik PACF

Berdasarkan hasil analisa di atas dimana data uji yang digunakan mengandung unsur data musiman dan terdapat adanya trend pada pola grafik curah hujan sehingga pada penelitian ini dapat menggunakan metode prediksi *Holt-Winters* untuk mengatasi permasalahan adanya trend dan indikasi pola data musiman pada data uji yang digunakan. Unsur musiman pada data di atas adalah 12 terlihat pada grafik bahwa grafik tertinggi berada pada angka 12 yang menunjukkan unsur musimannya.

C. Prediksi Pemulusan Holt-Winters Aditive

Metode Holt-Winters' Additive digunakan untuk meramalkan data dengan pola trend dan musiman. Peramalan untuk data musiman dikembangkan dengan menggunakan metode *exponential smoothing Holt-Winters*. Metode *Holt-Winters* adalah nama sebutan dari metode

pemulusan eksponensial *triple* dimana dilakukan pemulusan tiga kali kemudian dilakukan peramalan. Metode *Holt-Winters* merupakan perluasan dari dua parameter *Holt*. Metode *Holt-Winters* yakni metode prediksi runtun waktu (*time series*). Kelebihan dari metode *exponential smoothing Holt-Winters* adalah metode ini sangat baik meramalkan pola data yang berpengaruh musiman dengan unsur *trend* yang timbul secara bersamaan, metode yang sederhana dan mudah dimasukkan kedalam praktek dan kompetitif terhadap model peramalan yang lebih rumit (Makridakis, 1999). Dalam penelitian ini akan digunakan metode *exponential smoothing Holt-Winters Additive*. Model musiman *Additive* dengan metode penambahan musiman cocok untuk prediksi deret berkala (*time series*) dengan amplitudo (atau ketinggian) pola musiman yang tidak tergantung pada rata-rata level.

Untuk menginisialisasi metode peramalan *Holt-Winter's*, diperlukan nilai awal untuk pemulusan L_t , trend b_t dan indeks musiman. Untuk mendapatkan estimasi nilai awal dari indeks musiman, diperlukan setidaknya data lengkap selama satu musim. Dengan demikian, nilai trend dan pemulusan diinisialisasi pada periode s . Nilai awal konstanta pemulusan didapatkan dengan menggunakan nilai rata-rata musim pertama.

a. Nilai Awal Pemulusan L_t

Nilai awal yang dihitung adalah nilai pada periode pertama yaitu pada tahun 2011 selama 12 bulan. Hasil dari perhitungan nilai awal adalah :

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

$$L_{12} = \frac{1}{12} (867,1935 + 3,535714 + 294,1935 + 896,6 + 578,0645 + 260,615 + 716,72 + 1156,065 + 580,516 + 299,064 + 896,8 + 1157,548)$$

$$= 642,2429845$$

b. Nilai Awal Pemulusan *Trend*

Langkah kedua adalah mencari nilai awal pemulusan *Trend* :

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right]$$

$$b_{12} = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{13} - Y_1}{s} + \frac{Y_{14} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{24} - Y_s}{s} \right]$$

$$= 0,993187$$

D. Nilai α , β , γ

Untuk mencari nilai α , β , γ dihitung melalui pemulusan nilai awal, pemulusan trend, dan pemulusan musiman. Penentuan parameter α , β , γ optimum menggunakan program *solver excel* (Lampiran 1) . Sehingga diperoleh nilai $\alpha = 0,757734$, $\beta = 0,319816$, dan $\gamma = 0,2$.

E. Uji Kelayakan Peramalan

Untuk menguji kelayakan peramalan, terlebih dahulu menghitung pemulusan keseluruhan (L_t), trend (b_t), dan musiman keseluruhan (s_t). Data yang diuji adalah data pada periode pertama, yaitu periode 2011, dengan prediksi satu periode ke depan. Setelah peramalan pada periode berikutnya diperoleh, kemudian dihitung nilai MAPE dan persentasenya.

F. Menentukan Peramalan Periode 10 Tahun ke Depan

Peramalan periode 10 tahun ke depan menggunakan persamaan :

$$F_{t+m} = L_t - b_t m + s_{t-s+m}$$

$$F_{t+10} = L_t - b_t(10) + s_{t-s+10}$$

Lalu dengan mensubstitusikan nilai pemulusan (*level*) keseluruhan, nilai *trend* keseluruhan, dan nilai musiman keseluruhan maka diperoleh hasil peramalan periode 10 tahun ke depan sebagai berikut :

2022	2023	2023
1370,171	2076,72	2076,72
160,4337	1263,166	1263,166
447,6501	937,3294	937,3294
960,876	1538,006	1538,006
741,7472	1499,66	1499,66
446,1691	928,9395	928,9395
1014,723	1513,809	1513,809
1033,725	2064,268	2064,268

756,6082	1246,813	1246,813
727,8542	1507,248	1507,248
1025,887	1827,713	1827,713

PENUTUP

Berdasarkan hasil MAPE metode *Holt-Winters Smoothing Aditive* sangat baik (layak) digunakan untuk meramalkan curah hujan di kabupaten Deli Serdang karena memiliki eror lebih kecil dari 20 % sehingga metode *Holt-Winters Smoothing Aditive* dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan di kabupaten Deli Serdang 10 tahun ke depan (2022-2030) sehingga diperoleh data curah hujan selama 10 periode (2022-2030) di Kabupaten Deli Serdang.

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 PUSTAKA

- [1] Aswi dan Sukarna (2006): Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasi, Andira Publisher, Makassar.

- [2] Hendikawati, P., (2015): Peramalan Data Runtun Waktu Metode dan Aplikasinya dengan Minitab and Eviews, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [3] Makridakis, S, W. S., dan V.E, M., (1999): Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua, Binarupa Aksara, Jakarta.
- [4] Rusdiana, Y. 2015. Perancangan, Pembuatan dan Analisis Kinerja Kondensor Pada Destilator Limbah Kayu Manis (Cinnamomum bark residue) Pasca Panen Sebagai Bahan Baku Minyak Atsiri Dengan Menggunakan Autoclave. [Skripsi]. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [5] Wei, W. W. (2006). Time Series Analysis Univariate and Multivariate. USA: Addison-Wesley Publishing Company.