

Penerapan Metode *Triple Exponential Smoothing* Untuk Peramalan Curah Hujan Kota Bogor

Adindach Syadza Rizkia

Mahasiswa Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, 18611157@students.uii.ac.id

Ami Mulya Pratiwi

Mahasiswa Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, 18611158@students.uii.ac.id

Edy Widodo

Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, edywidodo@uui.ac.id

Wulan Maghfirotul Fauziah

Mahasiswa Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, 18611160@students.uii.ac.id

ABSTRAK, Kota Bogor disebut kota hujan sebab mempunyai intensitas curah hujan yang relatif tinggi. Namun terjadinya pemanasan global menyebabkan perubahan iklim tidak menentu sehingga menghambat suatu sektor melakukan produksi, salah satunya pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk meramalkan jumlah curah hujan tahun 2021 di Kota Bogor. Hasil peramalan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan musim tanam oleh petani dan mempermudah dalam menentukan jenis tanaman. Data yang digunakan pada peramalan adalah data bulanan jumlah curah hujan di Kota Bogor mulai tahun 2018-2020. Data bersumber dari Badan Pusat Statistik Kota Bogor. Pada peramalan ini digunakan metode *Triple Exponential Smoothing*. Hasil peramalan yang diperoleh menunjukkan model *Additive* lebih baik digunakan untuk melakukan peramalan jumlah curah hujan karena memiliki nilai MAPE lebih kecil dibandingkan model *Multiplicative*. Nilai peramalan yang diperoleh dari model *Additive* pada peramalan jumlah curah hujan di Kota Bogor tahun 2021 sekitar 47,3 mm sampai dengan 434,9 mm.

Kata Kunci: *additive, curah hujan, kota bogor, multiplicative, peramalan, triple exponential smoothing*

1. PENDAHULUAN

Kota Bogor sebagai kota di provinsi Jawa Barat yang secara geografis terletak antara $106^{\circ} 48'$ BT dan $6^{\circ} 26'$ LS. Kota Bogor memiliki ketinggian rata-rata berkisar 190 meter sampai dengan 330 meter di atas permukaan laut [1]. Menurut Budi Suhardi selaku Kepala Stasiun Klimatologi BMKG Dramaga Bogor bahwa curah hujan Kota Bogor mempunyai rata-rata diatas 50 mm dalam hitungan 10 hari atau dengan kata lain kondisi dengan curah hujan diatas 50 mm maka dapat dikatakan sebagai musim hujan [2]. Dengan adanya intensitas curah hujan yang tinggi, terdapat dampak positif bagi Kota Bogor yakni tidak terjadi kekeringan. Namun karena

adanya pemanasan global saat ini, mengakibatkan Kota Bogor mengalami perubahan iklim yang ekstrim sehingga cuaca cenderung tidak menentu. Kondisi cuaca yang tidak menentu mengakibatkan berkurangnya efektifitas dari beberapa sektor seperti sektor produksi perkebunan, pertanian, penerbangan, dan sebagainya tidak berjalan dengan baik.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Suci Lestari, Ansari Saleh Ahmar, dan Ruliana (2020) yakni eksplorasi metode *Triple Exponential Smoothing* dalam meramalkan jumlah penggunaan air bersih di PDAM Kota Makassar. Penelitian dengan metode serupa dilakukan dengan tujuan peramalan curah hujan Kota Bogor tahun 2021. Metode dalam penelitian ini yaitu menggunakan peramalan *Triple Exponential Smoothing* karena masih jarang yang melakukan peramalan curah hujan dengan metode tersebut. Kelebihan dari metode tersebut dalam melakukan peramalan adalah dapat menggunakan data yang relatif sedikit, menggunakan sedikit parameter, dan mudah dalam mengolah datanya karena jika data tidak stasioner maka transformasi data bersifat opsional [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif memberikan ringkasan dari sampel yang dipelajari tanpa harus menarik kesimpulan apapun berdasarkan teori probabilitas. Statistik deskriptif dapat membantu meringkas data dalam bentuk ukuran kuantitatif sederhana (seperti persentase atau rata-rata) atau

ringkasan dalam bentuk visual seperti histogram dan *boxplot* [4].

Uji Stasioneritas Augmented Dickey-Fuller

Stasioneritas data merupakan salah satu konsep penting analisis *time series*. Stasioneritas data dapat diketahui melalui grafik, korelogram, atau uji akar unit. Uji akar unit dikenal dengan uji *Augmented Dickey-Fuller*, karena dikembangkan oleh *David Dickey* dan *Wayne Fuller*. Pengujian ini sering digunakan untuk menentukan kestasioneran data *time series*, dimana yang dimaksud yakni stasioner terhadap rata-rata dan stasioner terhadap varian [5].

Peramalan (Forecasting)

Peramalan adalah langkah untuk estimasi suatu hal atau kejadian di masa yang akan datang, seperti menggambarkan atau memprediksi dengan suatu nilai, atau dapat dikatakan bahwa itu adalah kondisi masa depan [6]. Data yang digunakan dalam metode peramalan kuantitatif merupakan data pengamatan berdasarkan berbagai variasi deret waktu [7].

Metode Triple Exponential Smoothing

Metode *Triple Exponential Smoothing* adalah suatu metode data deret waktu berdasarkan tiga persamaan pemulusan yaitu *alpha* (α) untuk pemulusan level, *beta* (β) untuk pemulusan tren, dan *gamma* (γ) untuk komponen musiman, dimana masing-masing nilainya antara 0 sampai 1 [8]. Model dari metode *Triple Exponential Smoothing* terbagi menjadi dua, yakni:

(a) Triple Exponential Smoothing Model Additive

Persamaan pada *Triple Exponential Smoothing* pada model *Additive* sebagai berikut:

Pemulusan Level

$$L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$
 (2.1)

Pemulusan Tren

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$
 (2.2)

Pemulusan Musiman

$$S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s}$$
 (2.3)

Rumus Peramalan

$$F_{t+m} = L_t + m b_t + S_{t-s+m}$$
 (2.4)

(b) Triple Exponential Smoothing Model Multiplicative

Persamaan pada *Triple Exponential Smoothing* pada model *Multiplicative* sebagai berikut:

Pemulusan Level

$$L_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$
 (2.5)

Pemulusan Tren

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$
 (2.6)

Pemulusan Musiman

$$S_t = \gamma \frac{X_t}{L_t} + (1 - \gamma) S_{t-s}$$
 (2.7)

Rumus Peramalan

$$F_{t+m} = (L_t + m b_t) S_{t-s+m}$$
 (2.8)

- Keterangan:
- L_t = Pemulusan level
 - X_t = Data aktual periode ke-t
 - b_t = Pemulusan tren
 - S_t = Pemulusan musiman
 - α = Konstanta pemulusan data
 - β = Estimasi konstanta pemulusan tren
 - γ = Estimasi konstanta pemulusan musiman
 - t = waktu/periode
 - m = Banyaknya periode mendatang untuk diprediksi.
 - m_{bt} = Banyaknya periode mendatang pada pemulusan tren waktu ke-t.
 - s = Periode musiman. [9]

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Setiap prediksi jarang yang memiliki tingkat akurasi mencapai 100%. Oleh karena itu diperlukan untuk menghitung tingkat kesalahan dalam suatu prediksi [10]. Rumus MAPE untuk menghitung rata-rata kesalahan mutlak:

$$MAPE = \frac{\sum(|Aktual - Forecast|/Aktual) * 100}{n}$$
 (2.9)

Berdasarkan rumus tersebut, semakin kecil nilai MAPE maka semakin akurat model peramalan [11]. Berikut ini nilai rentang yang dapat digunakan sebagai referensi mengenai kemampuan suatu model peramalan.

Tabel 2.1. Kategori MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
<10%	Model Peramalan Sangat Akurat
10-20%	Model Peramalan Baik
20-50%	Model Peramalan Layak
>50%	Model Peramalan Tidak Akurat

3. METODOLOGI

Dalam penelitian ini digunakan populasi jumlah curah hujan di Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. Dengan sampel data jumlah curah hujan bulanan dari Januari 2018 hingga Desember 2020. Data tersebut didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bogor, berupa data sekunder dengan jenis data *time series*.

Tabel 2.2 Definisi Variabel

Nama Variabel	Definisi Operasional Variabel
Tahun	Periode waktu tahunan.
Bulan	Periode bulan Januari hingga Desember.
Curah Hujan	Volume air hujan yang jatuh pada suatu daerah selama periode tertentu dan dinyatakan dalam milimeter (mm).

Dalam penelitian ini dilakukan analisis deskriptif untuk menggambarkan keadaan jumlah curah hujan di Kota Bogor. Selanjutnya dilakukan transformasi data dan identifikasi pola data untuk melihat pergerakan data. Kemudian penulis membandingkan hasil peramalan dari metode *Triple Exponential Smoothing* model *Additive* dan *Multiplicative*. Dalam menentukan model terbaik, maka dilakukan evaluasi *error* dengan melihat ukuran kesalahan MAPE terkecil dari kedua model yang diperoleh. Dari model terbaik tersebut dilakukan peramalan jumlah curah hujan Kota Bogor tahun 2021. Alat bantu yang digunakan dalam analisis data yakni *software RStudio*.

4. PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif bertujuan mengetahui penjelasan umum data jumlah curah hujan di Kota Bogor tahun 2018-2020. Hasil analisis meliputi nilai minimum, kuartil pertama, nilai rata-rata, kuartil ketiga, dan nilai maksimum.

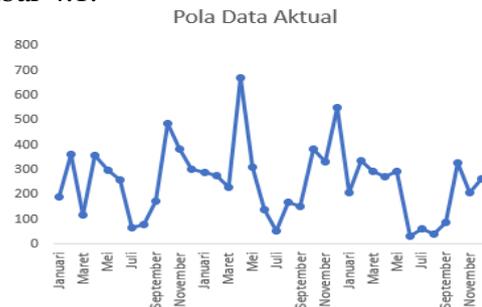
Tabel 4.1 Analisis Deskriptif Jumlah Curah Hujan Kota Bogor

Jumlah Curah Hujan	Hasil (mm)
Minimum	30,3
Kuartil pertama	148,5
Rata-rata	251,5
Kuartil ketiga	328,0
Maksimum	671,0

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh bahwa di kota Bogor pada tahun 2018 sampai 2020 memiliki curah hujan minimum sebesar 30,3 mm, nilai kuartil pertama menunjukkan 25% curah hujan yang terjadi sebesar 148,5 mm, nilai rata-rata curah hujan sebesar 251,5 mm, nilai kuartil ketiga menunjukkan 75% curah hujan terjadi sebesar 328 mm, dan untuk curah hujan maksimum sebesar 671 mm.

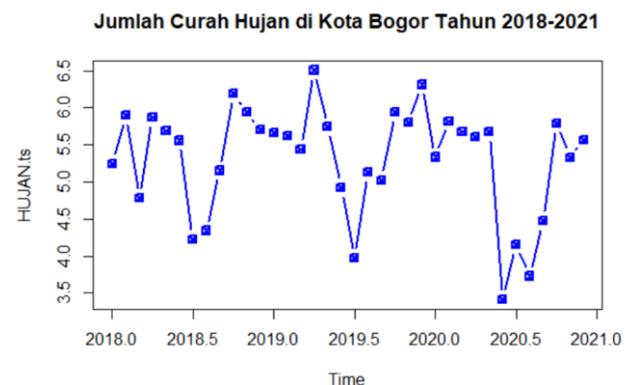
Uji Stasioneritas Data

Dari data yang telah dikumpulkan, penulis menampilkan *plot* data aktual seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pola data aktual jumlah curah hujan di Kota Bogor 2018 -2020

Uji stasioneritas data digunakan uji *Augmented Dickey Fuller*. Hasil pengujian ini menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,1345, dengan uji hipotesis H_0 : Data tidak stasioner dan H_1 : Data stasioner, maka diperoleh keputusan gagal tolak H_0 karena *p-value* (0,1345) > ($\alpha=0,05$), artinya data tidak stasioner. Selanjutnya dilakukan transformasi data menggunakan *log* karena data tersebut mempunyai standar deviasi yang besar, kemudian *plot* hasil transformasi ditampilkan seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Pola hasil transformasi data jumlah curah hujan di Kota Bogor 2018 -2020

Gambar 4.2 merupakan pola hasil transformasi data jumlah curah hujan Kota Bogor dari tahun 2018-2020. Dapat dilihat dari grafik jika data curah hujan berfluktuasi atau tidak tetap. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa data jumlah curah hujan mempunyai 3 pola musiman ditandai dengan fluktuasi yang terjadi setiap tahunnya.

Analisis Triple Exponential Smoothing

Tujuan analisis *Triple Exponential Smoothing Additive* dan *Multiplicative* untuk mengetahui hasil peramalan jumlah curah hujan di Kota Bogor tahun 2021. Setiap model diperoleh nilai tiga parameter optimum yaitu α , β , dan γ disajikan berikut:

Tabel 3.2 Nilai Parameter Optimum

Triple Exponential Smoothing Model	Nilai Parameter Optimum		
	Alpha (α)	Beta (β)	Gamma (γ)
Additive	0,2074283	0,0182154	0
Multiplicative	0,1927612	0	0

Tabel 4.2 merupakan hasil masing-masing nilai parameter optimum untuk metode *Triple Exponential Smoothing*. Parameter optimum model *Additive* diperoleh nilai α (konstanta pemulusan data) sebesar 0,2074283, nilai β (konstanta pemulusan pola tren) sebesar 0,0182154, dan nilai γ (konstanta pemulusan pola musiman) sebesar 0.

Sedangkan parameter optimum model *Multiplicative* diperoleh nilai α sebesar 0,1927612, nilai β sebesar 0, dan nilai γ sebesar 0.

Pengukuran Kesalahan MAPE

Dilihat nilai kesalahan MAPE paling kecil dalam menentukan metode peramalan terbaik untuk penelitian ini. Tabel 5 disajikan nilai MAPE dari setiap model peramalan.

Tabel 4.3 Perolehan Nilai MAPE

Model	Nilai MAPE
Additive	6,507755
Multiplicative	6,614249

Dengan membandingkan nilai MAPE tersebut, diketahui bahwa *Triple Exponential Smoothing* model *Additive* memiliki nilai MAPE sebesar 6,51%. Nilai ini lebih kecil dibandingkan

nilai MAPE model *Multiplicative*, sehingga diperoleh bahwa *Triple Exponential Smoothing Additive* lebih baik digunakan dalam melakukan peramalan jumlah curah hujan di Kota Bogor tahun 2021. Tingkat akurasi yang dihasilkan sebesar 93,49%.

Peramalan Menggunakan Triple Exponential Smoothing Model Additive

Berdasarkan nilai MAPE yang terkecil, maka diperoleh model peramalan terbaik yang digunakan yaitu *Triple Exponential Smoothing Additive*. Berikut persamaan berdasarkan nilai parameter optimum yang telah diperoleh yakni:

Pemulusan Level

$$L_t = 0,2074283 (X_t - S_{t-s}) + (1 - 0,2074283)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

Pemulusan Tren

$$b_t = 0,0182154 (L_t - L_{t-1}) + (1 - 0,0182154) b_{t-1}$$

Pemulusan Musiman

$$S_t = 0 (X_t - L_t) + (1 - 0) S_{t-s}$$

Rumus Peramalan

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

Hasil peramalan dalam bentuk transformasi *log* sehingga untuk kembali ke bentuk asli, maka perlu dilakukan perhitungan eksponensial. Peramalan jumlah curah hujan Kota Bogor pada tahun 2021 disajikan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Nilai Peramalan Curah Hujan

Periode 2021	Hasil Peramalan (mm)
Januari	194,7
Februari	182,6
Maret	147,8
April	434,9
Mei	205,1
Juni	88,8
Juli	47,3
Agustus	53,1
September	117,1
Oktober	312,4
November	237,8
Desember	191,7

Dapat dilihat berdasarkan Tabel 4.4, jumlah curah hujan di Kota Bogor untuk 12 periode ke depan mengalami fluktuasi. Jumlah curah hujan maksimum sebesar 434,9 mm terjadi di bulan April 2021. Sedangkan jumlah curah hujan minimum sebesar 47,3 mm terjadi di bulan Juli 2021. Kelebihan dari penelitian ini yaitu

menggunakan data yang relatif sedikit. Adapun kekurangan penelitian yaitu nilai MAPE dari kedua model yang diperoleh relatif sama, sehingga penelitian selanjutnya disarankan eksplorasi metode yang berbeda untuk memperoleh estimasi model dan tingkat akurasi yang lebih baik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka ditarik kesimpulan bahwa nilai MAPE model *Additive* lebih kecil daripada nilai MAPE model *Multiplicative*, sehingga model *Additive* lebih tepat digunakan untuk studi kasus penelitian ini. Hasil peramalan jumlah curah hujan dengan metode *Triple Exponential Smoothing* model *Additive* untuk periode bulan Januari-Desember 2021 mengalami fluktuasi. Jumlah curah hujan paling tinggi terjadi di bulan April 2021. Sedangkan jumlah curah hujan rendah terjadi di bulan Juli 2021.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Kota Bogor, "Letak Geografis Kota Bogor," 2016. [Online]. <https://kotabogor.go.id/index.php/page/detail/9/letak-geografis>.
- [2] A. W. Wulandari, "Apa Alasan Bogor Disebut Kota Hujan?," ayobogor.com, 2018. [Online]. <https://www.ayobogor.com/read/2018/04/18/1403/apa-alasan-bogor-disebut-kota-hujan>.
- [3] F. R. Perdana, D. and H. Wahyu, "Perbandingan Metode DES (Double Exponential Smoothing) Dengan TES (Triple Exponential Smoothing) Pada Peramalan Penjualan Rokok (Studi Kasus Toko Utama Lumajang)," *Jurnal Simetris*, vol. 3, no. 1, p. 2, 2018.
- [4] F. Kaliyadan and V. Kulkarni, "Types of Variables, Descriptive Statistics, and Sample Size," *Indian Dermatology Online Journal*, vol. 10, no. 1, p. 83, 2019.
- [5] G. E. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel and G. M. Ljung, *Time Series Analysis - Forecasting and Control*, Fifth Edition, New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.
- [6] A. Suwandi, A. and A. K. Jaya, "Peramalan Data Time Series Dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt-Winter," *Universitas Hasanuddin Makassar*, p. 2, 2015.
- [7] K. Auliasari, M. Kertaningtyas and M. Kriswantonno, "Penerapan Metode Peramalan untuk Identifikasi Potensi Permintaan Konsumen," *Informatics Journal*, vol. 4, no. 3, p. 122, 2019.
- [8] S. Lestari, A. S. Ahmar and R. , "Eksplorasi Metode Triple Exponential Smoothing Pada Peramalan Jumlah Penggunaan Air Bersih di PDAM Kota Makassar," *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 2, no. 3, p. 130, 2020.
- [9] J. D. P. Tamasoleng and I. B. A. Indra Iswara, "Analisis Perbandingan Metode Triple Exponential Smoothing dan Metode Winter Untuk Peramalan Tingkat Hunian Hotel Aston Denpasar," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 39-40, 2020.
- [10] J. Warmansyah and D. Hilpiyah, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Prediksi Persediaan Bahan Baku," *Teknois: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, vol. 9, no. 2, p. 18, 2019.
- [11] M. A. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika*, 2019.