

PERBANDINGAN METODE SARIMA DAN EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM MEMPREDIKSI CURAH HUJAN DI KABUPATEN BANGKA TENGAH

(Comparison of Sarima and Exponential Smoothing Methods in Predicting Rainfall in Central Bangka District)

Muhammad Syafar¹, Jenny Wulandari², Madhania Fitri Amanda³, Novenda Shavira⁴,
Hilda Marsyawa Aulia⁵, Delia Syahfitri⁶, Dessy Yuliana Dalimunthe^{7a}

¹Universitas Bangka Belitung [muhammadsyafar00@gmail.com]

²Universitas Bangka Belitung [jennywulandarii20@gmail.com]

³Universitas Bangka Belitung [fmadhania@gmail.com]

⁴Universitas Bangka Belitung [novendashavira988@gmail.com]

⁵Universitas Bangka Belitung [hildamarsyawa@gmail.com]

⁶Universitas Bangka Belitung [deliasyahfitri8@gmail.com]

^adessydalimunthe2@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang memiliki iklim tropis karena terletak di garis khatulistiwa. Iklim tropis mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Tiap daerah memiliki intensitas iklim yang berbeda-beda. Curah hujan adalah salah satu unsur cuaca dan iklim yang memiliki pengaruh pada daerah tropis seperti Indonesia. Untuk mengetahui perubahan pola curah hujan, maka dilakukan prediksi besaran curah hujan yang dilakukan dengan menggunakan data masa lalu. Pada penelitian ini, prediksi curah hujan menggunakan dua metode, yaitu metode *Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan *exponential smoothing* dengan data curah hujan dari tahun 2018-2023. SARIMA adalah metode ARIMA yang dikembangkan untuk menggunakan pola data yang berulang-ulang musiman dalam waktu yang tetap seperti kuartalan, semesteran, dan tahunan. *Exponential smoothing* merupakan teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau lebih besar dalam rata-rata bergerak. Berdasarkan hasil dari penelitian, diperoleh metode yang terbaik antara SARIMA dan *Exponential Smoothing Winters Additive* adalah *Exponential Smoothing Winters Additive* dengan nilai RMSE sebesar 3,283.

Kata kunci: SARIMA, *Exponential Smoothing*, Curah Hujan

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a tropical climate because it is located on the equator. The tropical climate has two seasons, namely the dry season and the rainy season. Each region has a different climate intensity. Rainfall is one of the elements of weather and climate that has an influence on tropical areas such as Indonesia. To determine changes in rainfall patterns, predictions of the amount of rainfall are carried out using past data. In this research, rainfall prediction uses two methods, namely the *Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average* (SARIMA) method and *exponential smoothing* with rainfall data from 2018-2023. SARIMA is an ARIMA method developed to use data patterns that are repeated seasonally over a fixed time such as quarterly, semi-annually and annually. *Exponential smoothing* is a moving average forecasting technique that weighs past data exponentially so that the most recent data has a weight or greater in the moving average. Based on the results of the research, the best method between SARIMA and *Exponential Smoothing Winters Additive* is *Exponential Smoothing Winters Additive* with an RMSE value of 3.283.

Keywords: SARIMA, *Exponential Smoothing*, rainfall

1. PENDAHULUAN

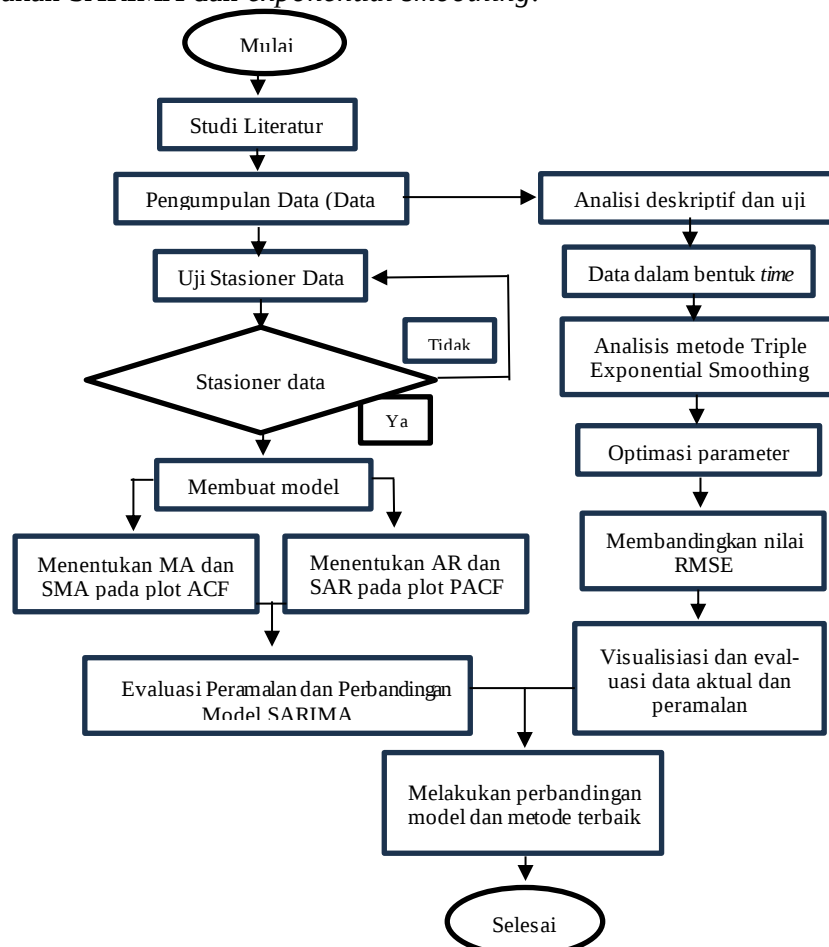
Indonesia adalah negara yang memiliki iklim tropis karena terletak di garis khatulistiwa. Iklim tropis mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Tiap daerah memiliki intensitas iklim yang berbeda-beda. Contohnya pada musim hujan, setiap daerah di Indonesia memiliki intensitas hujan

yang berbeda-beda tergantung beberapa faktor seperti garis lintang, ketinggian tempat, jarak dari sumber air, arah angin, suhu tanah, dan luas daratan [1]. Musim penghujan merupakan musim dengan ciri meningkatnya curah hujan di suatu wilayah tertentu dibandingkan biasanya dalam jangka waktu tertentu secara tetap. Sedangkan curah hujan adalah banyaknya hujan yang turun di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu [2]. Curah hujan adalah salah satu unsur cuaca dan iklim yang memiliki pengaruh pada daerah tropis seperti Indonesia. Informasi mengenai curah hujan penting untuk menunjang aktivitas manusia. Informasi mengenai curah hujan bermanfaat dalam berbagai bidang contohnya pada bidang perairan, pertambangan, dan pertanian. Manfaat informasi data curah hujan adalah untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap akibat negatif yang disebabkan oleh curah hujan [3]. Perubahan iklim terjadi dengan tidak menentu antara perputaran musim kemarau maupun musim penghujan. Untuk mengetahui perubahan pola curah hujan, maka dilakukan prediksi besaran curah hujan untuk menganalisa pola hujan ke depannya [2].

Prediksi curah hujan dilakukan dengan menggunakan data masa lalu. Data Curah hujan cenderung memiliki pola yang berulang dari masa ke masa. Terdapat ketidakpastian dalam memprediksi sehingga akan ada faktor-faktor yang harus dipertimbangkan sehingga tidak selalu didapatkan hasil ramalan dengan ketepatan 100%. Hal ini bukan berarti prediksi menjadi percuma. Prediksi banyak digunakan untuk membantu memberi informasi, salah satunya adalah mengenai informasi tentang curah hujan [4]. Pada penelitian ini, prediksi curah hujan menggunakan dua metode, yaitu metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan *exponential smoothing model winters additive* dengan data curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah dari tahun 2018-2023 yang bersumber dari *website* BMKG. Sehingga diharapkan dari kedua metode tersebut dapat terpilih metode yang paling efektif dengan melihat nilai eror terkecil.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan data *time series* rata-rata bulanan curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah dari bulan Januari 2018-Desember tahun 2023. Data yang digunakan bersumber dari *website* resmi BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). Data yang didapatkan sebanyak 72 data curah hujan. Model yang digunakan adalah Teknik Box-Jenkins [5], Data yang diperoleh akan diolah menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan *exponential smoothing*. Metode ini dipilih untuk memprediksi curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah. Berikut langkah-langkah dalam pengolahan data menggunakan SARIMA dan *exponential smoothing*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, tahapan awal adalah menginputkan data, Asumsi kestasioneran merupakan asumsi yang harus dipenuhi dalam memodelkan runtun waktu. Deret nonstasioner dapat ditransformasikan ke dalam deret stasioner dengan cara pembedaan (differencing) [13]. Jika sudah stasioner, dilanjutkan menentukan orde yang terbentuk. Tahap berikutnya membentuk model SARIMA dan menentukan model terbaiknya melalui plot *Autocorelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorelation Function* (PACF) [6]. Tahap selanjutnya, melakukan uji signifikan dan analisis residual pada masing-masing model yang terbentuk, lalu melakukan evaluasi peramalan dan perbandingan model SARIMA terbaik, lalu analisis deskriptif dan uji kenormalan untuk model *exponential smoothing*. Tahap selanjutnya karena data sudah dalam bentuk *time series* melakukan analisis metode *exponential smoothing* model *winters additive*. Tahap selanjutnya optimasi parameter yang akan digunakan. Terakhir membandingkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) model terbaik SARIMA dan *exponential smoothing*.

2.1 SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)

Metode ARIMA yang dikembangkan untuk menggunakan pola data yang berulang-ulang musiman dalam waktu yang tetap seperti kuartalan, semesteran, dan tahunan. Secara umum bentuk model SARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)^s$ adalah [7] :

$$\emptyset_p(B)\phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\theta_Q(B^s)e_t \quad (1)$$

Dengan:

p, d, q : orde AR, *differencing*, dan MA non-musiman

P, D, Q : orde AR, *differencing*, dan MA musiman

$(1-B)^d$: *differencing*, non-musiman

$(1-B^s)^D$: *differencing*, musiman

$\emptyset_p(B)$: *autoregressive* non-musiman orde p

$\theta_q(B)$: *moving average* non-musiman orde q

$\phi_p(B^s)$: *autoregressive* musiman orde p

$\theta_Q(B^s)$: *autoregressive* musiman orde q

B : operator *backshift*

2.2 Exponential Smoothing

Handoo mengatakan penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*) merupakan suatu teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau lebih besar dalam rata-rata bergerak [8]. Ada beberapa metode yang dapat dilakukan dalam metode penghalusan eksponensial, yaitu diantaranya yaitu metode *single exponential smoothing*, metode *holt*, dan metode *holt-winters*. Kalekar mengatakan bahwa dalam metode *holt-winters* terdapat dua model metode pemulusan, yaitu metode *multiplicative holt inters* dan *additive holt winters* [9].

Metode *triple exponential smoothing* memuat *trend* dan *seasonal*. Metode ini dikenal nama *holt winters* yang memerlukan tiga parameter pemulusan, yaitu α (pemulusan *level*), β (pemulusan *trend*), dan γ (pemulusan *seasonal*). Penentuan metode tersebut didasarkan pada plot data yang ingin diramalkan. Pada metode *additive* terjadi peningkatan komponen musiman yang konstan. Sementara pada metode *multiplicative* terjadi peningkatan komponen musiman secara berlipat/berganda [10].

Dalam penelitian ini akan menggunakan model *additive holt winters*. Pada model *holt winters additive*, ketakstabilan musiman dari data terlihat stabil, tidak tergantung pada rata-rata dari data. Adapun persamaan dari model ini adalah sebagai berikut [11] :

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

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

$$\begin{aligned} S_t &= \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \\ F_{t+m} &= L_t + b_t m + S_{t-s+m} \end{aligned} \quad (2)$$

Dengan:

L_t = menyatakan *smoothing* level pada bulan ke- t

α = menyatakan pembobot *smoothing* level ($0 < \alpha < 1$)

β = menyatakan pembobot *smoothing* pola *trend* ($0 < \beta < 1$)

γ = menyatakan pembobot *smoothing* pola musiman ($0 < \gamma < 1$)

Y_t = menyatakan data ke- t

b_t = menyatakan *smoothing* pola *trend* pada bulan ke- t

S_t = menyatakan nilai awal *smoothing* 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

2.3 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE merupakan akar kuadrat dari kuadrat kesalahan rata-rata yang dihasilkan dari perhitungan suatu metode. RMSE biasanya digunakan untuk membandingkan nilai yang diprediksi oleh model hipotetis dengan nilai dari hasil pengamatan [12]. RMSE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2}{n}} \quad (3)$$

Dengan:

Y_t : Data awal

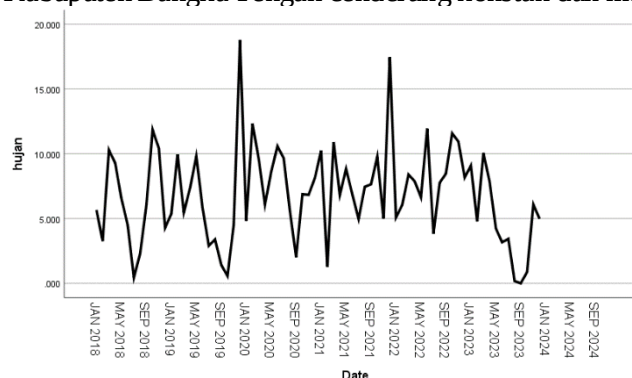
Y'_t : Data prediksi

n : jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 SARIMA

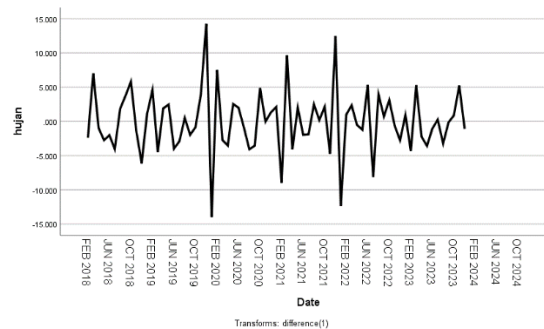
Plot data rata-rata curah hujan dan kecepatan angin di Kabupaten Bangka Tengah dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan gambar 2 data rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah dari tahun 2018-2023 diketahui mengalami kenaikan dan penurunan. Sehingga, dapat dikatakan bahwa data rata-rata curah hujan dan di Kabupaten Bangka Tengah cenderung konstan dan mengandung pola musiman.



Gambar 2. Plot rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah

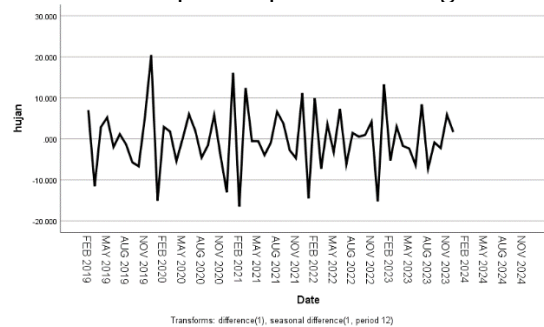
Kestasioneran data dapat dilihat dari hasil *output* grafik data yang naik atau turun secara teratur dan konstan. Selain itu, dipengaruhi oleh nilai variansi dan *mean* yang sama terhadap naik atau turunnya data tersebut. Jika data tersebut tidak stasioner maka hasil *output* cenderung tidak beraturan, nilai variansi dan *mean* tidak selaras dengan naik atau turunnya *output* data.

Pada gambar 3 terlihat bahwa data curah hujan Kabupaten Bangka Tengah diasumsikan sudah stasioner dengan dilakukannya *difference* sebanyak masing-masing 1 (satu) kali sesuai dengan kondisi data yang ada.



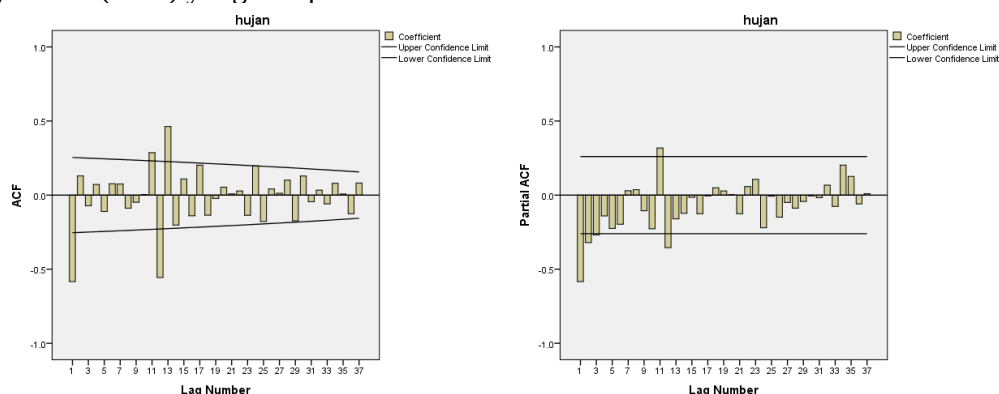
Gambar 3. Plot rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah setelah *difference* 1

Lalu untuk menguji SARIMA dilakukan *seasonal difference*, maka dilakukan *difference* data curah hujan dengan *difference* dan *seasonal difference* sebanyak 1 kali pada *software* SPSS, yang berguna untuk mengurangi fluktuasi musiman pada data agar meningkatkan kemampuan model sehingga dapat membuat prediksi lebih akurat dan didapatkan plot data sebagai berikut.



Gambar 4. Plot rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah setelah *difference* 1 dan *seasonal difference* 1 (1 tahun periode)

Identifikasi model SARIMA memerlukan data yang stasioner dan dilakukan dengan cara memperlihatkan plot ACF dan PACF. Adapun plot ACF dan PACF pada penelitian ini disajikan pada gambar 5. Pada gambar tersebut, ACF terjadi *cut off* pada lag ke-1, artinya teridentifikasi model *Moving Average* (MA) yang didapatkan 1 dan terjadi *cut off* pada kelipatan 12 pada lag ke-12 dan 24, artinya teridentifikasi model *Seasonal Moving Average* (SMA) yang didapatkan 2. Selanjutnya, pada Gambar PACF terjadi *cut off* pada lag ke-1 dan 2, artinya teridentifikasi juga model *Autoregressive* (AR) yang didapatkan 1 dan 2 dan terjadi *cut off* pada kelipatan 12 pada lag ke-12, artinya teridentifikasi model *Seasonal Autoregressive* (SAR) yang didapatkan 1.



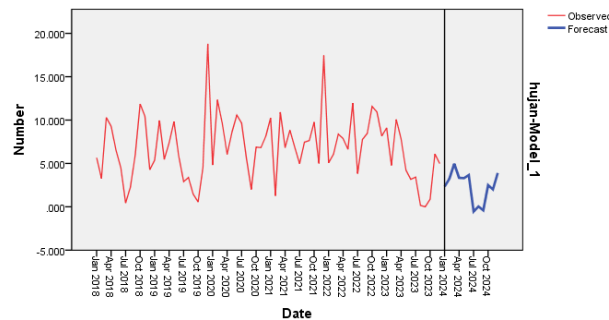
Gambar 5. Plot ACF dan PACF

Dalam hal ini diperoleh identifikasi model SARIMA yaitu $(1,1,1)$ $(1,1,2)_{12}$ dan $(2,1,1)$ $(1,1,2)_{12}$.

Tabel 1. Model awal SARIMA

Keterangan	Model	RMSE
SARIMA	(1,1,1) (1,1,2) ₁₂	4,701
SARIMA	(2,1,1) (1,1,2) ₁₂	4,786

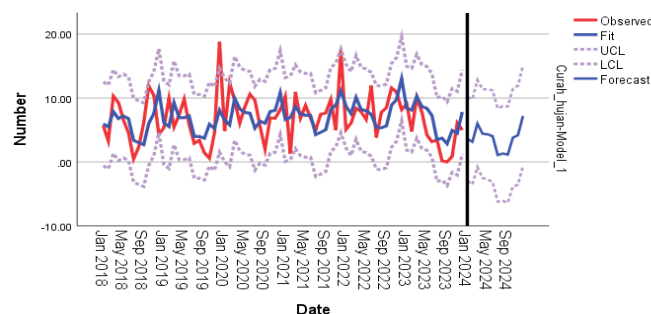
Tabel 1 menunjukkan model awal SARIMA. Untuk melihat model terbaik dari kedua model tersebut dapat dilihat dari nilai RMSE yang terkecil. Terlihat pada tabel 1, diperoleh model terbaik yaitu pada model SARIMA (1,1,1) (1,1,2)₁₂ dengan nilai RMSE sebesar 4,701.



Gambar 6. Prediksi rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah tahun 2018-2024 menggunakan SARIMA

Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa hasil prediksi rata-rata curah hujan tahun 2024 di Kabupaten Bangka Tengah menggunakan metode SARIMA dengan model (1,1,1) (1,1,2)₁₂ memiliki pola yang sama dengan rata-rata curah hujan tahun 2018-2023. Ini menunjukkan bahwa data rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah memiliki pola musiman.

3.2 Exponential Smoothing Winters Additive



Gambar 7. Prediksi rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah tahun 2018-2024 menggunakan Exponential Smoothing

Pada gambar 7 terlihat bahwa hasil prediksi rata-rata curah hujan tahun 2024 di Kabupaten Bangka Tengah memiliki pola yang sama dengan rata-rata curah hujan tahun 2018-2023. Ini menunjukkan bahwa data rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah memiliki pola musiman. Pada prediksi rata-rata curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah menghasilkan nilai besar kesalahan (*Error*) pada model yang digunakan atau RMSE sebesar 3.283 yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. *Model statistics* rata-rata curah hujan bulanan di Kabupaten Bangka Tengah menggunakan metode *exponential smoothing*

Model	Number of Predictors	Stationary R-Squared	Model Fit statistics		Statistics	Ljung-Box Q (18)		Number of Outliers
			R-Squared	RMSE		DF	Sig.	
curahhujan-Model_1	0	.818	.233	3.283	25.767	15	.041	0

3.3 Tabel Hasil Prediksi

Tabel 3. Hasil prediksi rata-rata curah hujan bulanan di kabupaten bangka tengah tahun 2024

Periode	SARIMA (Mm)	Exponential Smoothing (Mm)
1	3.66	3.59
2	3.22	3.15
3	6.07	6.00
4	4.48	4.41
5	4.39	4.32
6	4.10	4.02
7	1.15	1.08
8	1.38	1.31
9	1.21	1.14
10	3.86	3.79
11	4.25	4.17
12	7.25	7.18

Tabel di atas merupakan hasil prediksi menggunakan metode SARIMA dan *exponential smoothing* model *winters additive*. Berdasarkan kedua metode tersebut, rata-rata curah hujan tertinggi pada bulan Desember dan terendah pada bulan Juli.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, digunakan dua metode yaitu metode SARIMA dan *exponential smoothing* untuk memprediksi curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah. Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode terbaik untuk memprediksi curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah adalah metode *exponential smoothing* karena memiliki nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan metode SARIMA dengan nilai RMSE sebesar 3.283. Prediksi menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata curah hujan sebesar 7.18 mm dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli 2024 dengan rata-rata curah hujan sebesar 1.08 mm. Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar dapat melakukan prediksi (*forecasting*) curah hujan di Kabupaten Bangka Tengah menggunakan SARIMA dan *exponential smoothing* dengan *software EvIEWS 12*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung yang telah memberikan fasilitas dalam publikasi artikel ilmiah ini. Terima kasih juga kepada dosen pengampu mata kuliah Metode Peramalan atas bimbingan, saran, dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan jurnal ini. Terima kasih kepada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) atas penyediaan data secara terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rizki, S. Basuki, and Y. Azhar, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Arsitektur Long Short Term Memory(LSTM) Untuk Prediksi Curah Hujan Kota Malang," *J. Repos.*, vol. 2, no. 3, pp. 331–338, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i3.470.
- [2] D. Desmonda, T. Tursina, and M. A. Irwansyah, "Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, p. 141, 2018, doi: 10.26418/justin.v6i4.27036.
- [3] A. Kadmaerubun and P. P. Simanjuntak, "Analisis Indeks Precipitable Water, Komponen Angin Zonal Dan Meridional Sebagai Prediktor Curah Hujan Bulanan Di Kota Sorong, Papua Barat," *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, vol. 8, no. 2, pp. 29–43, 2022, doi: 10.20527/jukung.v8i2.14908.
- [4] M. I. Azhar and W. F. Mahmudy, "Prediksi Curah Hujan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sytem (ANFIS)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 11, pp. 1860–1867, 2015.
- [5] M. I. Hakiqi, A. Firmansyah, and R. Arisanti, "Peramalan Curah Hujan di Kota Bandung dengan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)," *Inferensi*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2023, doi: 10.12962/j27213862.v1i1.19119.
- [6] W. Puspitasari, S. Rustiana, Y. Suparman, and T. Purwandari, "Perbandingan Hasil Peramalan Curah Hujan Bulanan Kota Bogor Dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Sarima) Dan Singular Spectrum Analysis (Ssa)," *Pros. Sendik*, vol. 5, no. 2, p. 206, 2019.
- [7] N. H. Latief, N. Nur'eni, and I. Setiawan, "Peramalan Curah Hujan di Kota Makassar dengan Menggunakan Metode SARIMAX," *Stat. J. Theor. Stat. Its Appl.*, vol. 22, no. 1, pp. 55–63, 2022, doi: 10.29313/statistika.v22i1.990.
- [8] R. Biri, Y. A. . Langi, and M. S. Paendong, "Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu," *J. Ilm. Sains*, vol. 13, no. 1, p. 68, 2013, doi: 10.35799/jis.13.1.2013.2035.
- [9] I. K. JELFI, *Penerapan Algoritma Additive Holt-Winters Untuk Peramalan Jumlah Kemunculan Titik Panas (Hotspot) Di Provinsi Riau*. 2021.
- [10] Fikri Badru Salam and Mujiati Dwi Kartikasari, "Perbandingan Metode Peramalan Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing with Damped Parameter terhadap Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Provinsi Jawa Barat," *Emerg. Stat. Data Sci. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 148–158, 2023, doi: 10.20885/esds.vol1.iss.1.art16.
- [11] K. Api and D. I. Jabodetabek, "Liami ningsih 4218003," 2022.
- [12] V. R. Prasetyo, H. Lazuardi, A. A. Mulyono, and C. Lauw, "Penerapan Aplikasi RapidMiner Untuk Prediksi Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar Dengan Metode Linear Regression," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 8–17, 2021, doi: 10.25077/teknosi.v7i1.2021.8-17.
- [13] Wulandari R.A and Gernowo R, "Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam Analisis Curah Hujan," *Berk. Fis.*, vol. 22, no. 1, pp. 41–48, 2019.